



CENTRO UNIVERSITÁRIO VALE DO SALGADO
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

JACKSON ROCHA DA SILVA

**RENDIMENTO E ANÁLISE BROMATOLÓGICA DE FENO DE LENTILHA
D'AGUA (*LEMINA MINOR*) NO SEMIÁRIDO CEARENSE**

ICÓ - CEARÁ
2024

JACKSON ROCHA DA SILVA

**RENDIMENTO E ANÁLISE BROMATOLÓGICA DE FENO DE LENTILHA
D'AGUA (*LEMINA MINOR*) NO SEMIÁRIDO CEARENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário Vale do Salgado (UniVS) como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador: **Prof. Dr. Renato Mesquita Peixoto.**

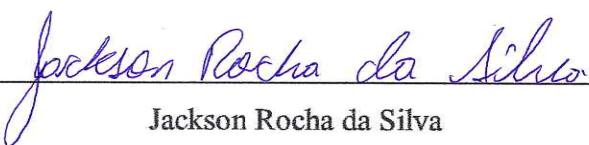
ICÓ – CEARÁ

2024

JACKSON ROCHA DA SILVA

RENDIMENTO E ANÁLISE BROMATOLÓGICA DE FENO DE LENTILHA D'AGUA
(*LEMINA MINOR*) NO SEMIÁRIDO CEARENSE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário Vale do Salgado (UniVS) como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.



Jackson Rocha da Silva

Aprovado em: 06/19/2024

Orientador: _____

Prof. Dr. Renato Mesquita Peixoto
Centro Universitário Vale do Salgado - UniVS

Documento assinado digitalmente

1º Examinador: _____



RHAMON COSTA E SILVA
Data: 12/12/2024 08:03:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Rhamon Costa Silva
Centro Universitário Vale do Salgado - UniVS

2º Examinador: _____

Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos
Universidade Estadual do Ceará - UECE

Coordenadora do Curso: 

Prof.(a). MSc. Jovanna Karine Pinheiro
Coordenadora do Curso de Medicina Veterinária do
Centro Universitário Vale do Salgado (UniVS)

RESUMO

A demanda crescente por fontes de proteína animal e a necessidade de alternativas sustentáveis na alimentação animal têm impulsionado a pesquisa sobre fontes proteicas alternativas para ruminantes. A lentilha d'água (*Lemna minor*), uma planta aquática de crescimento rápido e alto teor proteico, aparece como uma possível substituta dos suplementos proteicos comerciais, que geralmente são caros e dependentes de recursos convencionais. Assim, objetivou-se avaliar o rendimento e a bromatológico do feno de lentilha d'água no semiárido cearense submetido a períodos diferentes de seca. O estudo foi realizado no sítio Canto da Serra na região Barrocas – Iguatu, Ceará, situada a 404 km da capital Fortaleza. O estudo avaliou o potencial da lentilha-d'água (*Lemna minor*) como alternativa alimentar sustentável no semiárido cearense, destacando seu rendimento produtivo, composição bromatológica e previsões econômicas. Cultivada em tanques com manejo simples e adubação eficiente, a planta apresentou alta produção de biomassa, sendo transformada em feno com elevado teor de proteína bruta (variando entre 21,16% e 21,87%), fibras essenciais (FDA entre 28,08 % e 29,09% e FDN entre 50,07% e 60,02%) e minerais essenciais, reforçando seu valor nutricional. Além disso, o rendimento médio total foi de 22,53% em feno com base na biomassa verde. O tratamento de secagem por 48 horas demonstrou maior estabilidade e durabilidade para armazenamento, enquanto o tratamento de 24 horas apresentou melhor textura e sensorial, mas maior teor de umidade, comprometendo a conservação. Esses resultados destacam o potencial da lentilha-d'água para melhorar a alimentação animal e fomentar a sustentabilidade econômica e ambiental na pecuária regional.

Palavras-chave: Alimento alternativo. Composição Bromatológica. Fenação. Ruminantes

ABSTRACT

The increasing demand for animal protein sources and the need for sustainable alternatives in animal nutrition have driven research into alternative protein sources for ruminants. Duckweed (*Lemna minor*), a fast-growing aquatic plant with high protein content, has emerged as a potential substitute for commercial protein supplements, which are often costly and dependent on conventional resources. This study aimed to evaluate the yield and bromatological composition of duckweed hay in the semi-arid region of Ceará, Brazil, under different drying periods. Conducted at the Canto da Serra site in the Barrocas region – Iguatu, Ceará, 404 km from Fortaleza, the study assessed the potential of *Lemna minor* as a sustainable feed alternative for the semi-arid region, focusing on its productive yield, bromatological composition, and economic viability. Cultivated in tanks with straightforward management and efficient fertilization, the plant demonstrated high biomass production, being transformed into hay with high levels of crude protein, fiber, and essential minerals, reinforcing its nutritional value. Furthermore, a low-cost production protocol was developed, optimizing drying and management processes to reduce feeding costs and enhance economic and environmental sustainability in regional livestock farming.

Keywords: Alternative food. Bromatological composition. Haymaking. Ruminants

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 OBJETIVOS	8
2.1 Objetivo Geral.....	8
2.1 Objetivos Específicos	8
3 REVISÃO DE LITERATURA	9
3.1 Impacto da Alimentação na Produção de Bovinos	9
3.2 Técnica de conservação de forragem	11
3.3 Alimentação Alternativa.....	14
3.4 Lentilha d'água (<i>Lemna minor</i>)	16
4 MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 Coleta e Identificação da Planta.....	20
4.2 Processamento e Análise da Amostra de <i>Lemna minor</i>	20
4.3 Rendimento e Análise de Rendimento	21
4.4 Análise Bromatológica	22
4.5 Análise Estatística	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6 CONCLUSÃO.....	27
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1 INTRODUÇÃO

A nutrição de bovinos é um dos pilares fundamentais para garantir a eficiência produtiva e a saúde dos rebanhos, impactando diretamente na qualidade dos produtos derivados, como carne e leite (Eberton, 2022, pag.17). A alimentação adequada dos bovinos é essencial não apenas para atender às exigências nutricionais básicas, mas também para otimizar o desempenho reprodutivo, a conversão alimentar e a sustentabilidade da produção (Otto et al., 2008, pag.4).

A gestão nutricional é um fator determinante no crescimento, desenvolvimento e produtividade dos bovinos. A dieta ideal deve ser composta por uma combinação de forragens, grãos, proteínas e minerais que atendam às necessidades nutricionais dos animais. Forragens, como capins e leguminosas, são fundamentais na alimentação dos ruminantes, pois fornecem fibras essenciais para a produção e desenvolvimento destes animais (Eberton, 2022, pag.20). Além disso, suplementos alimentares, incluindo concentrados e subprodutos, são usados para ajustar as dietas, garantindo que os bovinos recebam energia, proteínas, vitaminas e minerais suficientes que maximizam o desenvolvimento animal (Medeiros, 2015, pag. 155).

No semiárido cearense, a disponibilidade e a qualidade das forragens são severamente impactadas pelas condições climáticas adversas, como baixa precipitação e altas temperaturas. Durante períodos prolongados de seca, a escassez de água e pastagens resulta em deficiências nutricionais, afetando negativamente o crescimento e a saúde dos bovinos onde essas condições ressaltam a necessidade de alternativas alimentares que sejam nutritivas e adaptáveis às condições extremas do semiárido (Oliveira et al., 2013, pag.24).

Nesse contexto, a *Lemna minor*, popularmente conhecida como lentilha-d'água, tem se destacado por ser potencialmente considerada como alternativa alimentar para ruminantes devido às suas características nutricionais e ao seu rápido crescimento. Esta planta aquática, desenvolve-se em corpos d'água rasos, apresenta biomassa rica em proteínas, aminoácidos essenciais e micronutrientes. Pesquisas indicam que o teor proteico da *Lemna minor* pode alcançar até 35%, tornando-a uma excelente opção para suplementação alimentar. Este nível de proteína é comparável ou superior ao de muitas fontes tradicionais de forragem, como o capim-tifton, que normalmente apresenta teores em torno de 8-12%. Os aminoácidos da *Lemna minor* é favorável, com altos níveis de aminoácidos essenciais, como lisina e metionina, que são cruciais para o crescimento dos ruminantes e sua disponibilidade e acessibilidade se mostra

uma fonte viável e reforça seu potencial como uma solução sustentável em áreas com escassez de forragem (Guo et al., 2021).

A produção de feno a partir da *Lemna minor* apresenta-se como uma estratégia eficaz para transformar sua biomassa nutritiva em um alimento preservado e estável, a ser utilizado durante períodos de escassez de forragens. Seu alto teor de proteína, e a presença de aminoácidos essenciais pode melhorar o crescimento, a produção de leite e a eficiência alimentar dos animais (Graeff et al., 2010). Ademais, o feno de *Lemna minor* é facilmente digerível, favorecendo a absorção de nutrientes e promovendo o consumo voluntário. Isso é especialmente útil em situações em que as forragens ficam mais escassas e a sua disponibilidade fica reduzida (Antonelo et al., 2019, pag.4).

Assim, denota-se que a produção de feno de lentilha-d'água representa uma solução sustentável, pois a planta cresce rapidamente e pode ser cultivada em sistemas aquáticos que não competem com a agricultura de terras secas, sendo algo viável especialmente em regiões áridas e semiáridas (Olga et al., 2024, pag.16). Todavia, embora essa planta seja amplamente pesquisada, ainda existem lacunas no conhecimento, especialmente sobre a acumulação de nutrientes em sistemas recirculados, bem como sua composição bromatológica, e com isso poder concretizar seu potencial alimentar para ruminantes.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o rendimento e a bromatologia de feno de lentilha d'água no semiárido cearense submetido a períodos distintos de secagem.

2.2 Objetivo Específico

- Demonstrar o rendimento produtivo da Lentilha d'água (*Lemna minor*) cultivada no semiárido cearense.
- Analisar a bromatológica do feno da lentilha d'água produzida no Ceará.
- Desenvolver um protocolo de produção de feno de lentilha d'água a baixo custo

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Impacto da Alimentação na Produção de Bovinos

A alimentação adequada é um dos fatores mais relevantes e decisivos na produção de bovinos, uma vez que impacta diretamente tanto a produtividade quanto a qualidade dos produtos finais, como carne e leite, os quais são altamente valorizados no mercado agropecuário. Esse aspecto ganha ainda mais importância quando se considera que a nutrição não é apenas um suporte básico para o crescimento e desenvolvimento dos animais, mas também um fator determinante para a eficiência e rentabilidade da produção pecuária (Olga et al., 2024, pag.19).

Estudos e pesquisas na área têm demonstrado que uma alimentação bem formulada exerce influência direta no desempenho dos bovinos, refletindo-se não apenas em maiores índices de produção, mas também em melhor saúde e bem-estar dos animais ao longo de todo o ciclo produtivo e que uma nutrição bem formulada não apenas otimiza o desempenho dos animais, mas também contribui para a sua saúde e bem-estar, salientando a importância de uma dieta que atenda às necessidades específicas de cada fase de desenvolvimento do animal (Eberton, 2022, pag.20).

A base da alimentação de bovinos é composta por volumosos (pastagens, silagem e feno) e concentrados (grãos, farelos e suplementos). Os volumosos fornecem fibra essencial para o bom funcionamento do rúmen, enquanto os concentrados oferecem energia e proteína fáceis para o crescimento e produção (Olga et al., 2024, pag.17).

A conversão alimentar, que representa a capacidade dos animais de transformar a alimentação em ganho de peso ou produção de leite, é um fator essencial para a eficiência econômica e ambiental da produção. Dietas formuladas de acordo com as exigências nutricionais de cada fase de desenvolvimento dos bovinos permitem não apenas uma produção mais eficaz, mas também uma redução significativa dos custos de produção (Lima et al., 2024, p. 102).

Uma dieta balanceada melhora a eficiência alimentar e reduz custos de produção. Em contrapartida, desequilíbrios nutricionais podem causar distúrbios metabólicos, como acidose e timpanismo, comprometendo a saúde e o desempenho dos animais (Antonelo et al., 2019, pag.4). Deficiências energéticas e proteicas podem levar ao equilíbrio nutricional, queda nas

taxas de concepção e aumento dos intervalos entre partos (Silva et al., 2019, p.98). Em bovinos leiteiros, dietas balanceadas são fundamentais para prevenir doenças como cetose e febre do leite, além de garantir uma lactação e a recuperação corporal pós-parto (Eberton, 2022, pag.17).

A produção de alimentos para ração, especialmente milho e soja, é responsável por parte significativa das emissões de gases de efeito estufa na pecuária. Alternativas como o uso de subprodutos agroindustriais, consórcio de culturas e pastagens rotacionadas têm sido obrigatórias para reduzir o impacto ambiental e aumentar a sustentabilidade do sistema de produção (Olga et al., 2024, pag.16). Além disso, a suplementação estratégica pode otimizar o uso de recursos naturais e melhorar o desempenho animal, diminuindo a necessidade de desmatamento para formação de novas áreas de pasto (Melo, 2021, p.7).

Dessa forma, a escolha de ingredientes e a formulação de dietas apropriadas são estratégias fundamentais para aumentar a eficiência do rebanho, diminuindo o desperdício de nutrientes e potencializando o retorno econômico. Destaca-se que dietas balanceadas, que considerem as necessidades nutricionais em cada fase de desenvolvimento, são essenciais para maximizar a conversão alimentar, resultando em uma produção mais econômica e sustentável (Cumbe et al., 2019, p. 82).

Investir em uma alimentação de qualidade também traz vantagens que vão além dos benefícios econômicos diretos, promovendo uma pecuária mais sustentável e alinhada às demandas atuais por práticas de produção ambientalmente responsáveis, e a eficiência na conversão alimentar permite que a quantidade de recursos naturais, como água e terra, seja utilizada de maneira mais racional (Cumbe et al., 2019, p. 84). Assim, uma alimentação adequada não só melhora o rendimento produtivo dos animais, mas também fortalece a sustentabilidade do sistema de produção como um todo, pois um rebanho bem nutrido utiliza os recursos de forma mais eficiente e gera menos resíduos (Olga et al., 2024, pag.18).

Além disso, a qualidade da alimentação impacta a qualidade final dos produtos obtidos, como carne e leite, que são diretamente influenciados pelos nutrientes ingeridos pelos animais. Uma dieta rica e equilibrada contribui para características desejáveis na carne, como maciez, marmoreio e sabor, e para a composição nutricional do leite, como teores de gordura e proteínas (Melo, 2021, p.7).

A nutrição, portanto, desempenha um papel essencial na determinação das características organolépticas e nutricionais dos produtos de origem animal, que são atributos valorizados pelos consumidores e importantes para a competitividade no mercado. Dessa maneira, investir em nutrição de qualidade torna-se um diferencial competitivo, capaz de agregar valor aos

produtos e garantir que a pecuária atenda às expectativas dos consumidores modernos (Cumbe et al., 2019, p. 82).

Para o produtor, a relação entre os custos de alimentação e a produtividade do rebanho é crucial para a rentabilidade da atividade. A alimentação representa uma das principais despesas na produção pecuária, respondendo por uma parcela significativa dos custos totais de produção (Cumbe et al., 2019, p. 52).

Assim, uma nutrição eficiente e bem planejada pode ser a chave para otimizar os resultados financeiros, uma vez que ela proporciona ganhos na produtividade que superam os investimentos feitos em insumos alimentares. A relação de investir em uma alimentação de qualidade se torna crucial para a rentabilidade na pecuária, pois a relação entre custos de alimentação e a produção é vital para o sucesso do negócio (Lima et al., 2024, p. 103).

Portanto, a nutrição adequada é um pilar indispensável para a sustentabilidade e lucratividade da pecuária. Ao garantir que os bovinos recebam uma dieta adequada e balanceada, os pecuaristas não só maximizam a produtividade, mas também asseguram a saúde e o bem-estar dos animais, o que é essencial para uma produção ética e responsável (Eberton, 2022, pag.19).

3.2 Técnica de conservação de forragem

O uso de alimentos conservados, como feno e silagem, traz inúmeras vantagens para os sistemas de produção animal, especialmente em períodos de escassez de pastagens, como durante a seca ou o inverno, sendo a principal vantagem atribuída a garantia de fornecimento contínuo de alimentos aos animais, mesmo em condições climáticas adversas, evitando quedas na produtividade (Costa et al., 2020). Além disso, as técnicas de conservação permitem a preservação do valor nutritivo da forragem, garantindo que os nutrientes essenciais sejam mantidos, o que contribui para uma alimentação equilibrada e de alta qualidade (Eberton, 2022, pag.27).

A utilização do feno na alimentação de bovinos tem sido uma prática cada vez mais adotada na pecuária devido à sua eficiência em conservar o valor nutricional das forragens e reduzir custos. A fenação consiste na desidratação controlada das plantas forrageiras, com o objetivo de reduzir a umidade a níveis que impeçam a proliferação de microrganismos indesejáveis, garantindo a durabilidade do alimento (Costa et al., 2020). Este processo não exige grandes investimentos em infraestrutura, sendo possível realizar a secagem ao ar livre em regiões de clima seco. A simplicidade no processo torna o feno uma opção economicamente

viável e sustentável, especialmente em locais onde a escassez de pastagem é um desafio em certas épocas do ano (Azevedo et al., 2015, p. 23).

O armazenamento adequado protege a forragem contra fatores climáticos, como chuva e umidade excessiva, essa prática também possibilita maior flexibilidade no manejo alimentar, permitindo que a dieta seja ajustada de acordo com as necessidades nutricionais dos animais em diferentes fases de produção (Costa et al., 2020). Além disso, a conservação de alimentos promove a sustentabilidade do sistema produtivo ao minimizar desperdícios e melhorar o uso de recursos naturais (Reis et al., 2017).

A principal vantagem do uso do feno está na possibilidade de armazenar alimento para os períodos em que a produção de pasto é limitada, como nas estações secas ou frias, os produtores podem assegurar uma fonte estável de fibra e energia proteica para os animais, evitando a necessidade de recorrer a insumos externos, como grãos e concentrados, que geralmente têm custo elevado e sofrem grandes variações de preço de mercado (Azevedo et al., 2015, p. 23).

Essa previsibilidade nos custos permite ao pecuarista planejar melhor os recursos financeiros e reduzir a dependência de alimentos que, além de caros, podem não estar disponíveis durante todo o ano (Reis et al., 2017). Além disso, o feno é rico em fibra, um componente essencial para a digestão dos ruminantes, promovendo a fermentação ruminal adequada e contribuindo para a saúde digestiva e o bem-estar dos animais. Essa disponibilidade constante de fibra de qualidade ajuda a manter a produtividade animal em um nível satisfatório, mesmo durante os períodos em que o pasto verde é escasso (Azevedo et al., 2015, p. 13).

Outro ponto importante é a facilidade de transporte e manuseio do feno em relação a outras forragens frescas ou conservadas, por ser um material seco e leve, o feno pode ser armazenado em grandes quantidades, ocupando menos espaço e exigindo menos cuidados com a ventilação e a temperatura do que outros tipos de conservação de forragem, como a silagem. Essa característica facilita a logística no transporte para regiões remotas ou para propriedades onde o acesso a pastagem natural é limitado, o que representa uma vantagem significativa para a pecuária de corte e leite em locais com pouca oferta de forragem de qualidade (Melo, 2021, p.7). Ademais, o armazenamento de feno por períodos prolongados permite que o produtor tenha maior flexibilidade para adequar a dieta dos animais conforme as necessidades nutricionais e o planejamento de produção, sem depender das condições climáticas (Azevedo et al., 2015, p. 23).

Outro fator de redução de custos é que a produção de feno exige uma infraestrutura mais simples em comparação à ensilagem, o que torna uma escolha viável para pequenos produtores.

Também contribui para evitar desperdícios de forragem que, se deixados no campo, poderiam se perder devido a condições climáticas desfavoráveis (Costa et al., 2020).

Em regiões de clima úmido, onde a secagem natural pode ser comprometida, o processo de produção de feno exige adaptações, em tais locais, o uso de estufas, aditivos desidratantes ou técnicas de ventilação mecânica pode ser necessário para evitar a perda de qualidade nutricional (Azevedo et al., 2015, p. 23). Essas adaptações, embora exijam um investimento inicial, ainda permitem a produção de feno com bom valor nutricional e durabilidade, o que compensa os custos adicionais ao proporcionar um alimento de alta qualidade que pode ser armazenado e utilizado conforme a demanda (Silva et al., 2019). A produção de feno nessas condições também permite que o pecuarista diminua a dependência de outros volumosos e suplementos alimentares, promovendo maior controle sobre a dieta dos animais e assegurando que o fornecimento de alimento seja constante, independentemente das flutuações no preço de insumos externos (Azevedo et al., 2015, p. 23).

Do ponto de vista ambiental, o uso do feno contribui para uma pecuária mais sustentável, pois incentiva o aproveitamento total da forragem durante os períodos de maior crescimento das plantas, evitando o desperdício de recursos naturais e ajudando a preservar as áreas de pastagem. Em épocas de crescimento abundante da forragem, a produção de feno permite que o produtor maximize o aproveitamento das plantas e armazene esse recurso para períodos de escassez, reduzindo a pressão sobre as pastagens e o impacto ambiental associado ao desmatamento para a ampliação de áreas de pastagem (Silva et al., 2019). Dessa forma, o feno se insere em uma estratégia de produção mais eficiente e sustentável, contribuindo para a manutenção do equilíbrio ecológico e a preservação dos recursos naturais (Lazzarini et al., 2020, p. 115).

Além dos benefícios econômicos e ambientais, o uso do feno traz ganhos na qualidade de vida dos animais. A alimentação com feno fornece fibra de forma contínua, essencial para a saúde ruminal dos bovinos. A ingestão de fibra contribui para uma digestão adequada e previne distúrbios digestivos que podem ocorrer quando os animais recebem uma dieta com baixos níveis de volumoso (Azevedo et al., 2015, p. 23). Estudos mostram que uma dieta equilibrada em fibra é crucial para o bem-estar animal, pois favorece o comportamento natural de ruminância e auxilia no controle do estresse e no desempenho produtivo, o fornecimento de feno de qualidade, portanto, não apenas apoia a saúde física dos bovinos, mas também promove seu conforto e bem-estar, fatores que têm se tornado cada vez mais valorizados pelos consumidores de produtos de origem animal (Azevedo et al., 2015, p. 23).

Em suma, a técnica de fenagem representa uma alternativa prática, econômica e sustentável para a alimentação de bovinos, oferecendo uma solução para a conservação de forragem em períodos de escassez e contribuindo para a redução dos custos com alimentação, ao reduzir a dependência de alimentos concentrados e permitir uma maior estabilidade no fornecimento de nutrientes essenciais, o feno proporciona uma maior segurança para o produtor e fortalece a sustentabilidade da produção pecuária (Silva et al., 2019). Dessa forma, a utilização do feno na dieta dos bovinos não só beneficia a economia e a gestão dos recursos na propriedade, como também responde às demandas crescentes por uma pecuária mais responsável e alinhada aos princípios de bem-estar animal e sustentabilidade ambiental (Azevedo et al., 2015, p. 23).

3.3 Alimentação Alternativa

A utilização de fontes alimentares alternativas na dieta de bovinos tem sido cada vez mais estudada e adotada na pecuária. Esse modelo de alimentação busca substituir, parcial ou totalmente, ingredientes convencionais como milho e soja por outros insumos menos comuns, como subprodutos agrícolas, farelos de oleaginosas, cascas de grãos e polpas de frutas. A principal motivação para essa substituição é a redução dos custos com ração, que representam uma das maiores despesas no setor pecuário. Ao recorrer a ingredientes alternativos, os produtores podem diminuir significativamente os custos sem comprometer a qualidade nutricional da dieta, desde que os alimentos sejam adequadamente balanceados para atender às exigências dos bovinos (Eberton, 2022, pag.20).

A alimentação alternativa para animais de produção tem uma estratégia eficiente para diversificar e reduzir os custos de ração, além de aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção. A dependência de ingredientes tradicionais, como o milho e a soja, tem sido gerada devido aos altos custos e à volatilidade no mercado. Por isso, muitos produtores estão buscando fontes alternativas de energia e proteína para as dietas de seus animais, como suínos, aves e bovinos (Rohr, 2021).

Além da redução de custos, o uso de subprodutos agrícolas e de resíduos de agroindústrias contribui para uma gestão mais sustentável dos recursos na cadeia produtiva. O aproveitamento de materiais que seriam descartados reduz o desperdício, promovendo uma economia circular que valoriza o reaproveitamento. Desse modo, essa prática permite que a pecuária se alinhe aos princípios de sustentabilidade, favorecendo tanto a preservação ambiental quanto a competitividade econômica dos produtores. Estudos indicam que o aproveitamento desses

recursos alternativos, quando feito de maneira planejada, pode ser vantajoso, pois atende às demandas do mercado consumidor por produtos mais sustentáveis (Lima et al., 2024, p. 80).

Entre os substitutos energéticos, o sorgo e o triticale se destacam. O sorgo, por exemplo, pode ser utilizado na alimentação de aves, parcialmente o milho, embora seja necessário ajustar a quantidade de carotenoides ou pigmentos para evitar a perda de coloração da carne (Silva et al., 2019). O triticale, uma mistura de trigo e centeio, também apresenta um valor nutricional competitivo e pode substituir o milho em até 75% nas rações de aves (Rohr, 2021).

Não que diz respeito às fontes proteicas, alternativas como o farelo de arroz, a farinha de carne e ossos, e até subprodutos da agroindústria, como o soro de leite e os resíduos da cervejaria, têm sido amplamente utilizados. Esses ingredientes oferecem uma boa quantidade de proteína e podem ser mais acessíveis do que o farelo de soja, além de contribuir para a economia circular ao utilizar subprodutos que, de outra forma, seriam descartados (Reis et al., 2017).

Outro aspecto importante da alimentação alternativa é o uso de frutas, raízes e hortaliças, como a mandioca e a batata-doce, que podem fornecer energia com baixo custo e são ótimas para substituir o milho em dietas de suínos e bovinos (Costa et al., 2020).

No entanto, a introdução de alimentos alternativos na dieta dos bovinos requer atenção e ajuste cuidadoso, pois esses insumos nem sempre possuem o mesmo perfil nutricional dos alimentos tradicionais. A dieta deve ser formulada para fornecer todos os nutrientes essenciais proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais de forma balanceada, de modo a evitar qualquer deficiência que possa impactar a saúde e a produtividade dos animais (Lima et al., 2024, p. 80). Estudos mostram que um planejamento nutricional adequado é fundamental para que as alternativas possam reduzir os custos sem prejudicar o desempenho dos bovinos, pois qualquer deficiência pode afetar diretamente o ganho de peso e a produção de leite (Eberton, 2022, pag.20).

É importante também considerar que alguns subprodutos, como casca de arroz ou bagaço de cana, apresentam alta quantidade de fibra e baixa digestibilidade, o que limita sua inclusão em grandes quantidades. Já ingredientes como farelo de soja ou farelo de algodão são mais ricos em proteínas e têm potencial para substituir fontes proteicas tradicionais, desde que a quantidade seja ajustada conforme as necessidades dos animais, dessa forma, a seleção e combinação dos ingredientes devem ser realizadas com rigor, avaliando constantemente a aceitação e resposta dos animais à dieta para garantir a eficácia nutricional e a saúde do rebanho (Lima et al., 2024, p. 78).

Além dos aspectos nutricionais, a logística para o uso de alimentos alternativos é um fator importante a ser considerado sua disponibilidade de muitos subprodutos agrícolas pode variar conforme a época do ano, dependendo do período de safra de determinadas culturas. Ingredientes como o bagaço de cana-de-açúcar e a polpa cítrica, por exemplo, são mais abundantes em determinadas regiões do Brasil durante épocas específicas, o que exige que os produtores planejem o estoque e o armazenamento para garantir que esses recursos estejam disponíveis durante todo o ano, caso contrário, a falta de planejamento pode resultar na necessidade de recorrer a insumos convencionais, o que pode encarecer a dieta dos animais e neutralizar as economias pretendidas (Pereira, 2015, p. 36).

No entanto, a política econômica e a qualidade desses ingredientes depende de uma análise cuidadosa de seus valores nutricionais e da presença de contaminantes, como micotoxinas que devem ser levados em consideração em termos de benefícios, o uso de alimentos alternativos não apenas reduz os custos com ração, mas também contribui para uma produção mais sustentável, aproveitando resíduos agroindustriais e evitando o impacto ambiental (Costa et al., 2020).

Outro aspecto fundamental é que a adoção de uma dieta alternativa deve respeitar o bem-estar dos animais, assegurando que sua saúde e produtividade não sejam comprometidas uma vez que para alcançar esse equilíbrio, é recomendável que os pecuaristas busquem a orientação de especialistas em nutrição animal, que podem ajudar a formular dietas equilibradas e personalizadas de acordo com as características e necessidades dos bovinos em diferentes fases de desenvolvimento (Costa et al., 2020). Com o suporte técnico adequado, é possível ajustar a quantidade ideal de cada ingrediente alternativo e monitorar a aceitação e os resultados no desempenho dos animais, reduzindo o risco de problemas metabólicos ou queda na produtividade (Pereira, 2015, p. 36).

Em resumo, a alimentação alternativa para bovinos oferece um potencial significativo de redução de custos e promove práticas mais sustentáveis, e esta abordagem permite que a pecuária se torne mais competitiva, beneficiando o pecuarista com uma gestão financeira mais eficiente e contribuindo para uma produção ambientalmente responsável sendo assim inclusiva de subprodutos na dieta dos bovinos, quando bem planejada, não apenas ajuda na economia de recursos, mas também atende às expectativas do mercado e da sociedade por uma pecuária que minimiza impactos ambientais e valoriza o uso racional dos recursos (Lima et al., 2024, p. 80).

3.4 Lentilha d'água (*Lemna minor*)

A busca por alternativas sustentáveis na alimentação de bovinos tem levado ao estudo de diferentes fontes alimentares, incluindo plantas aquáticas como a lentilha-d'água (*Lemna minor*). A lentilha-d'água (figura 1), uma planta flutuante de pequeno porte, apresenta características botânicas interessantes, como sua capacidade de crescimento rápido e adaptação em ambientes aquáticos (Piovesan et al, 2022, p. 9). Adicionalmente, ela é rica em proteínas e possui um perfil nutricional adequado, o que a torna uma fonte potencial de alimento para diversas criações, incluindo bovinos (Pinaffi, 2018, p. 5).

Botanicamente, a *Lemna minor* pertence à família das *Araceae*, com folhas minúsculas, geralmente entre 2 a 5 mm, e raízes que flutuam livremente na água. Sua capacidade de absorver nutrientes presentes em efluentes faz dela uma planta de alta eficiência para sistemas de biofiltração. Seu rápido crescimento por fragmentação permite que grandes quantidades sejam cultivadas em um curto espaço de tempo, o que a torna uma alternativa promissora para integrar a alimentação de bovinos de forma econômica e sustentável (Lima et al., 2024, p. 63).

Figura 1. Lentilha-d'água (*Lemna minor*)



Fonte: Arquivo pessoal.

A inclusão de subprodutos agrícolas e plantas aquáticas na dieta bovina pode reduzir significativamente os custos de produção, que estão entre os maiores desafios da pecuária moderna (Piovesan et al, 2022, pg. 8). A introdução de alimentos alternativos como a lentilha-d'água pode contribuir para uma dieta balanceada, sem comprometer o desempenho dos animais (Eberton, 2022, pag.26).

Além de ser uma opção nutritiva, essa planta contribui para a sustentabilidade da produção, uma vez que seu cultivo é de baixo custo e pode ser integrado em sistemas de tratamento de água, oferecendo benefícios ambientais (Lima et al., 2024, p. 78).

Na tabela 01, é demonstrando uma síntese sobre as mais distintas formas e uso de lentilha pra distintas espécies animais.

Tabela 1. Formas e quantidades administradas de Lentilha d'água (*Lemna minor*) para distintas espécies animais.

Forma de administração	Espécie animal	Quantidade administrada	Referencias
Farinha de <i>Lemna minor</i> misturada em ração	Carpa comum (<i>Cyprinus carpio L.</i>)	6% e 12% de substituição da farinha de soja na ração	Graeff et al., 2017, p. 37-50
Planta fresca adicionada à ração	Peixes em geral	Aproximadamente 100 g de planta fresca por 100 litros de água	Rohr, Piovesan, 2022.
Planta desidratada e processada em farinha	Bovinos e suínos	Não especificado para uso em grandes animais	Rohr, Piovesan, 2022.
Planta desidratada e processada em farinha	Suínos	Fenada e peletizada	Silva, E. M., et al. 2019.
Planta desidratada e processada em farinha	Frangos	Na ração, fenada	Lemos, R. S., et al. 2019.
Planta desidratada e processada em farinha	Suínos	Ração desidratada	Otto M. J. et al., 2008

MARIA et al

Na literatura há relatos do uso de *Lemna minor* (lentilha-d'água) como um dos principais componentes da ração destinada às carpas afim de garantir seu uso adequado na dieta, a *Lemna minor* foi coletada e submetida a um processo de preparação que incluiu uma etapa de desidratação em estufa a 75°C por 48 horas, seguida de trituração e esse procedimento permitiu reduzir a umidade da planta e facilitar sua incorporação à ração (Piovesan et al, 2022, pg. 8). A planta desidratada quando adicionada à ração peletizada, formulada de maneira a atender às necessidades nutricionais específicas das carpas, com um teor de 35% de proteína bruta e 3.100 kcal/kg de energia metabolizável apresenta, em geral, resultados promissores (Graeff et al., 2017, p. 37-41).

A *Lemna minor* é utilizada na alimentação de animais, incluindo peixes e outras espécies de produção, devido ao seu alto valor nutricional, especialmente pelo teor proteico elevado, que pode chegar a 45%. A planta pode ser incorporada à dieta tanto na forma desidratada quanto in natura, dependendo das necessidades e do tipo de manejo (Rohr, Piovesan, 2022).

Na forma desidratada, a *Lemna minor* passa por processos de secagem e trituração, sendo facilmente incorporada à ração peletizada, o que facilita o armazenamento e a dosagem exata. Já na forma *in natura*, a planta pode ser oferecida diretamente aos animais, o que preserva mais de seus compostos naturais e simplifica o preparo. Essas duas formas de utilização oferecem flexibilidade e permitem explorar o potencial da planta como suplemento nutricional para melhorar o desempenho e a saúde dos animais em sistemas de produção sustentáveis (Rohr, Piovesan, 2022).

A *Lemna minor* foi utilizada na alimentação de suínos para avaliar o impacto na digestibilidade e no desempenho de crescimento. Quando incorporada à ração desses animais após ser desidratada e processada, foi mantida as propriedades nutricionais, especialmente, as elevadas concentrações de proteínas presentes em sua biomassa (Silva et al. 2019). Na literatura observa-se que a adição da lentilha d'água na dieta dos suínos não afetou negativamente a digestibilidade dos nutrientes, sendo uma fonte alternativa viável de proteína vegetal. Além disso, os resultados indicaram um desempenho de crescimento satisfatório para os suínos alimentados com ração contendo, sugerindo seu potencial como suplemento alimentar (Silva, et al. 2019).

O estudo de Lemos et al. (2017) investigou o uso de *lemina minor* como suplemento alimentar em frangos de corte, avaliando seus efeitos sobre o crescimento e conversão alimentar. A pesquisa focou em fornecer dietas com diferentes níveis de *L. minor* (0%, 3%, 6% e 9%) e observou o impacto dessas dietas em parâmetros como ganho de peso, conversão alimentar, e a qualidade do desempenho geral das aves

Os resultados mostraram que a adição de *L. minor* à dieta dos frangos foi eficaz na melhoria do ganho de peso, principalmente quando incorporado em níveis de 3% a 6%. O tratamento com 6% de *Lemna minor* proporcionou os melhores resultados em termos de crescimento e eficiência alimentar, com melhorias significativas na conversão alimentar. No entanto, a adição de 9% foi excessiva, causando uma leve queda no desempenho, sugerindo que doses mais altas poderiam ser prejudiciais (Lemos et al., 2017).

O estudo realizado por Otto (2008) investigou a utilização de *Lemna minor* como fonte de proteína na alimentação de suínos, vindo os resultados a demonstrarem que a inclusão de *Lemna minor* contribuiu positivamente para a digestibilidade da dieta. Embora o desempenho de crescimento tenha mostrado resultados variáveis dependendo das concentrações de *L. minor*, observou-se que a planta não comprometeu a taxa de ganho de peso dos animais. Em algumas dosagens, houve uma leve melhoria no índice de conversão alimentar. A pesquisa sugere que a planta pode ser uma fonte valiosa de proteína, especialmente para sistemas de produção sustentável, dado seu baixo custo e facilidade de cultivo (Otto et al., 2008, pag.5).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Coleta e Identificação da Planta

Inicialmente foram coletadas amostras de lentilha-d'água (*Lemna minor*) na Fazenda Canto da Serra, no município de Barrocas, Iguatu, Ceará, que fica a 404 km de Fortaleza – Ceará, com área específica pelo clima semiárido, com vegetação predominante de caatinga e condições climáticas adversas, como alta temperatura por volta dos 34° em média e baixa incidência pluviométrica. A Fazenda possui infraestrutura simples e funcional. Essa amostra foi coletada de um tanque natural onde já se tinha o conhecimento da existência da planta, utilizando utensílios adequados para garantir a integridade da mesma. Posteriormente, as amostras coletadas foram secas e prensadas para a confecção de exsiccatas para identificação. As plantas foram cuidadosamente embaladas em papel jornal e armazenadas em caixas adequadas para o transporte, e esta levada para identificação e depósito junto ao herbário Herbário Caririense Dárdano de Andrade-Lima (HCDAL), localizado na Universidade Regional do Cariri (URCA) na cidade de Crato - CE.

No herbário, as plantas aquáticas foram identificadas que se tratavam da espécie alvo do estudo, e registrada sob o número N° 11.976 e de protocolo N° 44.2024 da HCDAL, assegurando sua inclusão no acervo científico da instituição e garantindo a validade taxonômica da planta utilizada no estudo.

4.2 Cultivo de *Lemna minor*

Foi confeccionado um pequeno lago de dimensões 4 metros de largura por 5 metros de comprimento com o auxílio de uma lona e profundidade de 30cm, e com esta metragem se obteve um espelho de cultivo de 20m² de tanque de cultivo. Posterior a construção foi adicionado água ao seu interior para proporcionar o ambiente de cultivo para as *L. minor*. Como primeiras mudas foi pesado uma quantidade de 100 gramas da lentilha d'água para cada m² de tanque de cultivo, totalizando 2000g de mudas de lentilha d'água e adicionados ao reservatório para afins de obter uma densidade desejável (100g/m²). Preconizou-se a adubação do lago com aproximadamente seis litros de uma solução nutritiva composta 1kg de esterco de gado curtido diluído em cinco litros de água do próprio tanque onde este foi peneirado para retirar a parte sólida do adubo. Esta adubação foi repetida de 10 em 10 dias, durante um período máximo de 20 dias, para fertilização e nutrição das *L. minor*, a qual necessita de adubação nitrogenada (Medeiros, 2015, pag.97).

4.3 Coleta e processamento

A cada cinco dias coletava-se o material, retirava-se 100g para o novo cultivo e o restante da coleta era distribuída igualmente entre os tratamentos, sendo esse procedimento realizado quatro vezes ao longo dos 20 dias de experimento, vindo a ocorrer quatro coletas. Para realizar a coleta utilizou-se o auxílio de peneira de malha fina para facilitar a drenagem da água em demasia e baldes, vindo as plantas serem lavadas e pesadas in natura para acompanhar a produtividade ao longo do tempo. A cada coleta as plantas eram pesadas em balança digital eletrônica com precisão de 1g até 3 kg e o valor coletado destinado a períodos de secagem distintos, com pesagem ao final do tempo respectivo de secagem. No tratamento 1 (T1) as plantas eram submetidas a secagem em temperatura ambiente por 24h; enquanto no tratamento 2 (T2) o período de secagem era de 48horas.

Durante a secagem do material as plantas eram dispostas em uma superfície plana, sob uma lona de plástico e permanecendo nesse local por 24 horas (T1) e 48 horas (T2) com homogeneização periódica. Os valores in natura e pós secagem foram utilizados na análise de rendimento, onde do valor in natura deduzia o valor seco. A produção total foi calculada ao final do ciclo de cultivo, permitindo a determinação do rendimento por m².

4.4 Análise Bromatológica

Para realização da bromatologia, 500g de feno referente a cada tratamento foram alocados em recipiente apropriado, identificado (figura 2) e enviado para o Laboratório de Nutrição

Animal da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, campus Betânia, Sobral Ceará. No citado laboratório foram determinados os seguintes componentes: umidade (UD), teor de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) conforme metodologia do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT, 2021).

Figura 2. Amostras de feno de lentilha d'água (*L. minor*) submetidas a 24h e 48h de secagem destinadas a bromatologia.



Fonte: Arquivo pessoal.

4.5 Análise Estatística

Os dados foram tabulados em planilha do Microsoft Excel e realizados uma análise descritiva com base no delineamento utilizado.

5 Resultados e Discussão

Na tabela 2 pode-se observar os valores de massa verde, bem como os respectivos rendimentos obtidos nesta pesquisa. Os resultados da pesquisa evidenciam que a lentilha-d'água (*Lemna minor*) possui um rendimento satisfatório tanto em termos de produção de biomassa quanto em seu valor nutricional, como podemos aferir na tabela 02, o que reforça seu potencial como uma alternativa viável para a alimentação animal o que corroboram a relevância da busca por alternativas alimentares sustentáveis, como plantas aquáticas, devido ao alto custo e instabilidade no fornecimento de alimentos ocasionais, como milho e soja (Oliveira et al., 2013). A lentilha-d'água, com sua elevada produtividade e rico perfil nutricional, apresenta-se

como uma das opções mais promissoras para a alimentação de ruminantes, especialmente pela alta concentração de proteínas e fibras essenciais (Guo et al., 2021).

Pesquisas demonstraram que o cultivo de *Lemna minor* oferece vantagens únicas, incluindo baixo custo de produção e possibilidade de cultivo em áreas aquáticas sub utilizadas (Rohr et al., 2022). Essa planta é capaz de atingir teores de proteína bruta comparáveis ou superiores às de fontes convencionais, como o capim-tifton, que variam entre 8% e 12% (Antonelo et al., 2019). Além disso, seu rápido crescimento permite colheitas frequentes, o que potencializa sua aplicação em sistemas de produção sustentável (Pinaffi et al., 2018).

Estudos específicos sobre o uso da *Lemna minor* na alimentação animal destacam sua aplicabilidade em diferentes formas, como ração peletizada ou feno desidratado, com resultados positivos para diversas espécies, incluindo bovinos, suínos e aves (Silva et al., 2019). No entanto, a eficiência desse consumo depende do manejo adequado no cultivo e na secagem, sendo essencial o controle dos teores de umidade para garantir a qualidade e a conservação do produto final (Azevedo et al., 2015).

Com base nesses fundamentos, o presente estudo contribui para explorar o impacto de diferentes períodos de secagem (24h e 48h) sobre o rendimento e a composição bromatológica do feno de lentilha-d'água tendo por resultados que reforçam que o tratamento de 48 horas, embora apresente menor retenção de compostos voláteis energéticos, garante maior estabilidade e durabilidade, características fundamentais para a segurança alimentar em períodos de deficiência (INCT, 2021).

Assim, a proposta deste trabalho alinha-se à literatura existente, reafirmando o potencial da lentilha-d'água como um recurso inovador para a pecuária no semiárido. Além de contribuir para a sustentabilidade, sua utilização pode reduzir custos e fortalecer a segurança alimentar em regiões de clima adverso (Olga et al., 2024).

Na tabela 2 podemos debruçar sobre a produção lentilha d'água na forma em natura e em forma de feno nos dois tratamentos (T1, T2).

Tabela 2. Rendimento obtido de lentilha d'água (*L. minor*) in natura e fenada decorrente de quatro coletas ao longo de 20 dias de cultivo em tanque de 20m² e submetidas a distintos períodos de fenação.

Tratamentos	MV/kg/ m ²	MV - MI	Kg de feno	Aproveitamento	Rendimento/colheita /tratamento
T1	0,323 kg/m ²	0,223 kg	0,039kg/ m ²	17,70%	0,780 kg
T2	0,323 kg/m ²	0,223 kg	0,0216kg/ m ²	09,66%	0,432 kg
Total de kg do tanque 20m ²	6,46 kg	4,46 kg	0,0606 kg	22,53%	1,212kg
Produção Total	25,84kg	17,84 kg	12,779kg	22,53%	4,848 kg

T1 = planta seca por 24h; T2 = planta seca por 48h

Ao submeter a lentilha d'água por um período de 24h de secagem obteve-se um aproveitamento maior do que a submetê-la a um período de 48h de exposição ao sol, se atribuindo a isso a concentração maior de umidade do tratamento 1 (T1) no feno (Tabela 3), além de ganho de rendimento, biomassa e textura e sensorial mais macia ao toque e ganho de volume e rendimento do que o tratamento 2 (T2). Todavia o teor de umidade ideal para o armazenamento de feno é um fator crítico para evitar perdas nutricionais e o risco de deterioração por microrganismos (INCT, 2021). Geralmente, recomenda-se que o feno destinado ao armazenamento tenha um teor de umidade abaixo de 15%, esse valor minimiza a proliferação de fungos e a ocorrência de combustão espontânea devido ao aquecimento gerado pela atividade microbiana residual, valor esse não evidenciado no T1, onde o tempo de 24h não foi o suficiente para retirar a umidade desejada. Pesquisas no campo da conservação de forragens indicam que teores acima de 20% podem causar perdas significativas na qualidade do feno, enquanto níveis abaixo do limite ideal promovem maior durabilidade e estabilidade (INCT, 2021).

Tabela 3. Análise bromatológica de feno de lentilha d'água (*L. minor*) submetido a períodos de secagem de 24 e 48 horas no semiárido cearense.

Parâmetros	24 horas	48 horas
Umidade (máx)	23,82%	9,75%
Matéria seca (mín)	76,18%	90,25%
Extrato etéreo (mín)	9,00%	5,00%
Matéria mineral (mín)	11,86%	9,86%
Proteína bruta (mín)	21,16%	21,87%

Fibra detergente ácida (FDA)	28,08%	29,09%
Fibra detergente neutra (FDN)	50,07%	60,02%

Ademais, ao avaliar a bromatologia de ambos os fenos se denota diferenças marcantes na composição nutricional. O feno de 24 horas apresentou umidade mais elevada (23,82%), enquanto o de 48 horas registrou um valor consideravelmente menor (9,75%), refletindo uma maior eficiência da secagem prolongada. Essa diferença impacta diretamente na estabilidade do armazenamento, sendo o feno de 48 horas mais indicado para conservação em longo prazo.

A matéria seca, correspondente ao conteúdo sólido restante após a remoção da água, foi maior no intervalo de 48 horas (90,25%) em comparação ao de 24 horas (76,18%). Essa característica torna o feno de 48 horas mais denso em nutrientes por unidade de peso, um ponto positivo para dietas específicas (Reis et al., 2017).

Por outro lado, o feno de 24 horas se destacou no teor de extrato etéreo, com 9,00%, comparado a 5,00% no feno de 48 horas. Esse componente representa os lipídios da amostra, indicando que a secagem mais curta pode preservar melhor os compostos voláteis e energéticos. No entanto, o feno de 48 horas apresentou vantagem na fibra detergente ácida (FDA) e neutra (FDN), com valores de 29,09% e 60,02%, respectivamente, frente a 28,08% e 50,07% no feno de 24 horas, a literatura, os valores de FDN para forragens destinados à alimentação de ruminantes variam entre 45% e 65%, dependendo do tipo de forragem e das condições de cultivo e secagem (Antonelo et al., 2019), Já em relação os valores da FDA foram de 28,08% (T1) e 29,09% (T2), A literatura aponta que os teores da FDA para forragens normalmente variam entre 25% e 40% (Azevedo et al., 2015). Esses níveis são importantes para medir a fração menos digestível da fibra, como celulose e lignina, o que pode influenciar na digestibilidade do alimento. Os valores encontrados são práticos e apresentam boa digestibilidade para a lentilha-d'água. Isso indica que a secagem prolongada possivelmente contribui para maior estabilidade das fibras estruturais, essencial para a saúde digestiva dos animais (Reis et al., 2017).

O estudo de Antonelo et al. (2019) reforça a relevância do uso de macrófitas aquáticas, como a *Lemna minor*, na alimentação animal, destacando sua alta digestibilidade e teor proteico. Isso converge com os resultados do artigo investigado, onde o feno de *Lemna minor* apresentou teores proteicos superiores a 21%, alinhando-se ao potencial de uso como substituto parcial de suplementos comerciais. Da mesma forma, estudos como os de Guo et al. (2021)

relatam que essa planta pode atingir até 35% de proteína bruta, ou que a coloca como uma das fontes vegetais mais promissoras para formulações sustentáveis.

Em contrapartida, Piovesan et al. (2022) observaram que a inclusão de *Lemna minor* em dietas de peixes e aves gerou benefícios no desempenho de crescimento, mas alertaram para o manejo cuidadoso da dosagem para evitar efeitos adversos. Esse ponto também foi destacado no artigo em análise, estabelecendo que protocolos otimizados de manejo e secagem são cruciais para preservar os compostos bioativos da planta. Por outro lado, os resultados relacionados à fibra em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) do feno seco por 48 horas no estudo estão em consonância com as observações de Azevedo et al. (2015), que ressaltam a importância dessas fibras na saúde ruminal de bovinos. Isso demonstra que o uso de hidratação prolongada pode maximizar a estabilidade estrutural e o valor nutricional dos alimentos, o que é crucial para a sustentabilidade em sistemas de produção.

Oliveira et al. (2013) apontam a inclusão de fontes alternativas como uma estratégia viável para reduzir os custos com insumos convencionais, como milho e soja. A possibilidade de produção de *Lemna minor* em áreas aquáticas subutilizadas e seu cultivo com baixa dependência de insumos externos reforçam sua adequação a regiões semiáridas. Devido à sua capacidade de se desenvolver rapidamente em ambientes aquáticos e ao seu perfil nutricional, a lentilha-d'água apresenta uma composição rica em proteínas, fibras e minerais essenciais para o crescimento e desenvolvimento dos animais, o que a torna uma opção promissora para complementação de dietas (Rohr et al., 2022, p. 13).

Em suma, o feno de 48 horas destacou-se pelo menor teor de umidade (9,75% em T2 contra 23,82% em T1), maior densidade de matéria seca (90,25% em T2 contra 76,18% em T1) e maior concentração de fibras em detergente neutro e ácido, fundamentais para a saúde digestiva. Por outro lado, o feno de 24 horas obteve vantagens como maior teor de extrato etéreo (9,00% em T1 contra 5,00% em T2), indicando maior preservação de compostos voláteis energéticos. No entanto, o teor de umidade mais elevado compromete o armazenamento seguro e aumenta o risco de degradação microbológica. Assim, o tratamento T2 é mais indicado quando a prioridade é a durabilidade e estabilidade do feno, características essenciais para o armazenamento e uso estratégico em períodos de escassez. Esses resultados corroboram estudos como os de Azevedo et al. (2015), que destacam a importância de baixos teores de umidade para a qualidade de conservação de forragens, e de Graeff et al. (2010), que enfatizam o impacto positivo de fibras estruturais no desempenho de ruminantes.

A inclusão de fontes forrageiras aquáticas, como a *Lemna minor*, na dieta dos animais pode trazer diversos benefícios, contribuindo significativamente para a eficiência alimentar em

sistemas de produção animal e reduzindo a dependência de alimentos convencionais, como o milho e a soja, cujos preços podem variar no mercado (Reis et al., 2017). O que demonstra um potencial que a lentilha-d'água tem potencial para melhorar a conversão alimentar dos animais, proporcionando um aproveitamento mais eficiente dos nutrientes, o que pode resultar em menores custos de produção e maior rentabilidade para os produtores (Maria et al., 2024, p. 22).

Além disso, a lentilha-d'água possui características ecológicas vantajosas, pois cresce de forma rápida e sustentável, utilizando áreas aquáticas que não competem diretamente com as terras destinadas à agricultura convencional. A sua produção, em comparação com outras fontes forrageiras terrestres, requer menos insumos e permite uma colheita contínua, uma vez que a planta se regenera de forma natural em ambientes úmidos. Isso favorece a sustentabilidade do sistema de produção, uma vez que a *Lemna minor* utiliza áreas frequentemente subutilizadas e ainda contribui para a absorção de nutrientes da água, o que auxilia na manutenção da qualidade hídrica.

Por outro lado, o rendimento no tratamento de 48 horas apresentou menor variabilidade, corroborando a maior estabilidade desse método, o que o torna mais indicado para o armazenamento prolongado. Esses resultados reforçam a consistência dos métodos aplicados na produção de feno de lentilha-d'água, destacando a viabilidade prática e a confiabilidade estatística das abordagens experimentais adotadas neste estudo.

6 CONCLUSÃO

O tratamento com secagem de 48 horas apresentou melhores características de estabilidade nutricional e armazenamento em comparação ao tratamento de 24 horas, ficando os valores nutricionais dentro dos padrões. Adicionalmente, o feno de lentilha d'água demonstrou seu alto teor proteico, sendo um produto sugestivo para inclusão como fonte de proteína na dieta de ruminantes. Contudo, recomenda-se a realização de estudos complementares para avaliar seu impacto a longo prazo na saúde animal, além de explorar outras formas de processamento e gerenciamento para otimizar seu uso em sistemas específicos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONELO, F. A.; LOUREIRO, M. D. A.; JOHANN, G. Biomassa de *Eichhornia crassipes* e *Lemna minuta* para alimentação animal. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 2, p. 338–342, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v14i2.5799>.

AZEVEDO JUNIOR, R. L. et al. Forage mass and the nutritive value of pastures mixed with forage peanut and red clover. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 827-834, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000400002>.

COSTA, C. A. da et al. Pontes entre agricultura familiar e biológica através da formação em contexto de trabalho. **Inovação e Tecnologia nas Ciências Agrárias**, v. 2, p. 1-12, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172116121>.

EBERTON, J. Importância do Programa de Assistência Técnica e Gerencial do Senar na Pecuária Leiteira. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/4700>. Acesso em: 27 jun. 2024.

GIL, M. et al. Sustainability of Alternatives to Animal Protein Sources, a Comprehensive Review. **Sustainability**, v. 16, n. 17, p. 7701–7701, 4 set. 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16177701>. Acesso em: 23 mar. 2024.

GRAEFF, A. et al. Avaliação do potencial nutritivo da macrófita aquática *Lemna minor*, por meio da análise da composição química e por sua utilização em ração para carpa comum (*Cyprinus carpio L.*) na fase de recria. **Evidência**, v. 7, n. 1, p. 37-50, 2010. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/evidencia/article/view/1859>. Acesso em: 23 jan. 2024.

GUO, S. et al. *Lemna minor*: Unlocking the value of this duckweed for the food and feed industry. **Alimentos**, v. 13, n. 10, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/alimentos13101435>.

INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. *Métodos para análise de alimentos*. **Ciência Animal**. Fortaleza, 2021.

LEMONS, R. S. et al. *Lemna minor* como alternativa nutricional na alimentação de aves: efeitos no desempenho e na qualidade dos ovos. **Revista Brasileira de Avicultura**, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001000021>.

LIMA, V. R. A. Estratégias de suplementação de bovinos de corte criados a pasto no período de estacionalidade de produção de forragens. **UniCEPLAC**, 2019. Disponível em: <https://dspace.uniceplac.edu.br/handle/123456789/190>. Acesso em: 12 jun. 2024.

MARIA et al. Desempenho reprodutivo de peixes da espécie molinésia (*poecilia velifera*) recebendo exclusivamente lemma minor EM SUA DIETA. **Fórum de Integração Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação Tecnológica do IFRR - e-ISSN 2447-1208**, v. 6, n. 1, 2019. Acesso em: 12 out 2024

MEDEIROS, S. R. de et al. *Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações*. Brasília, DF: **Embrapa**, 2015. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 27 mai. 2024.

MELO, H. T. Uso de subprodutos na nutrição animal. **Pucgoias.edu.br**, 2021. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/3344>. Acesso em: 26 mai. 2024.

OLIVEIRA, R. L. et al. Alimentos alternativos na dieta de ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 15, n. 2, p. 141–160, 2013. DOI: <https://doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v15n2p141-160>.

OLGA Jaimes Prada; Olga Lora Diaz; Katherine Tache Rocha. Common duckweed (*Lemna minor*): food and environmental potential. Review. **Revista Mexicana de Ciências Pecuárias**, v. 15, n. 2, p. 404–424, 23 abr. 2024. DOI: 10.22319/rmcp.v15i2.6107. Acesso em: 13 mai. 2024.

OTTO, M. J. et al. Avaliação de níveis e fontes de proteína na alimentação de leitões na fase inicial de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1622–1627, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000900014>.

PEREIRA, L. E. T.; BUENO, I. C. da S.; HERLING, V. R. *Tecnologias para conservação de forragens: fenação e ensilagem*. Pirassununga: **FZEA-USP**, 2015. Disponível em: http://media.wix.com/ugd/58f11a_2255456c38f24515a3fa7fe3902e19b0.pdf. Acesso em: 01 nov. 2024.

PEXAS, Georgios; DOHERTY, Bob; KYRIAZAKIS, Ilias. The future of protein sources in livestock feeds: implications for sustainability and food safety. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 7, p. 1188467, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1188467>. Acesso em: 27 mai. 2024.

PIOVESAN, Giovana Queiroz et al. proteína verde: *Lemna Minor*, Alternativa Para Suplementação Humana E Animal Uma Aliada Para A Reutilização De Resíduos Aquosos. **II Mostra Científica do Litoral Norte MOSCLING 2022**, p. 111.

PINAFFI, C. D.; SANTOS, C. H. Volatilização de amônia em sistemas de tratamento de dejetos de suínos com macrófitas aquáticas. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, p. 423-431, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.181476>.

REIS, Ricardo Andrade; MOREIRA, Andréia Luciane. Conservação de forragem como estratégia para otimizar o manejo das pastagens. **FCAV/UNESP**, Jaboticabal. 2017. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/>, Acesso em: 12 out 2024.

ROHR, I.; PIOVESAN, G. Q. Proteína verde! *Lemna minor* como alternativa para suplementação humana e animal, uma aliada para a reutilização de resíduos aquosos. **Anais do MILSET Brasil 2022**, Fortaleza-CE, 2022. Disponível em: <https://doity.com.br/anais/milset2022/trabalho/229012>. Acesso em: 21 set. 2024.

SILVA, J. A. et al. Estratégias de suplementação de vacas de leite mantidas em pastagem de gramínea tropical durante o período das águas. **Pubvet**, v. 9, p. 101-157, 2015. DOI: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v9n3.150-157>.

VIANA, Claudio Henrique Roberto et al. Utilização de Aditivos para Bovinos de Corte em Confinamento. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 24, n. 5-esp., p. 536-543, 2020. DOI: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2020v24n5-esp.p536-543> Acesso em: 27 jun. 2024