



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Fundação Universidade Federal da Grande Dourados  
Faculdade de Ciências Agrárias



**PARÂMETROS CINÉTICOS DE DEGRADAÇÃO DE  
ALIMENTOS PROTEICOS, EM NOVILHOS  
ALIMENTADOS COM DOSES CRESCENTES DE TANINO  
CONDENSADO DE ACÁCIA NEGRA**

**Dayane Simone Moreira da Silva**

Dourados – MS

2024



**PARÂMETROS CINÉTICOS DE DEGRADAÇÃO DE  
ALIMENTOS PROTEICOS, EM NOVILHOS  
ALIMENTADOS COM DOSES CRESCENTES DE TANINO  
CONDENSADO DE ACÁCIA NEGRA**

**Acadêmico(a): Dayane Simone Moreira da Silva**  
**Orientador(a): Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes**

Trabalho apresentado á Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do grau de bacharel em Zootecnia

**Dourados – MS**

**2024**



## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

### PARÂMETROS CINÉTICOS DE DEGRADAÇÃO DE ALIMENTOS PROTEICOS, EM NOVILHOS ALIMENTADOS COM DOSES CRESCENTES DE TANINO CONDENSADO DE ACÁCIA NEGRA

**AUTOR:** Dayane Simone Moreira da Silva

**ORIENTADOR:** Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes

Aprovado como parte das exigências para a obtenção do grau de bacharel em  
**ZOOTECNIA** pela comissão examinadora.

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** RAFAEL HENRIQUE DE TONISSI E BUSCHINELLI  
Data: 19/12/2024 20:27:52-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

---

Prof. Dr. Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes  
(Orientador)

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** CAROLINA MARQUES COSTA ARAUJO  
Data: 19/12/2024 15:49:43-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

---

Prof. Dra. Carolina Marques Costa Araújo

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** LARA DE SOUZA OLIVEIRA  
Data: 17/01/2025 21:18:14-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

---

Lara de Souza Oliveira

Data de realização: 19 de dezembro de 2024

---

Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia  
Presidente da comissão do TCC-Zootecnia



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S586p Silva, Dayane Simone Moreira Da  
PARÂMETROS CINÉTICOS DE DEGRADAÇÃO DE ALIMENTOS PROTEICOS, EM  
NOVILHOS ALIMENTADOS COM DOSES CRESCENTES DE TANINO CONDENSADO DE  
ACÁCIA NEGRA [recurso eletrônico] / Dayane Simone Moreira Da Silva. – 2025.  
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes.  
TCC (Graduação em Zootecnia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2024.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:  
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Tanino condensado. 2. proteína degradável. 3. nutrição de ruminantes. I. Goes, Rafael  
Henrique De Tonissi E Buschinelli De. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.



## AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a Deus, a base de todas as minhas conquistas. Sem a Sua graça e presença constante, nada disso seria possível. Ele foi a luz que guiou meus passos, e por isso sou eternamente grata.

À minha família—minha mãe, Ayane e Davi—vocês são o meu tudo. Meu alicerce, meu porto seguro, e a maior fonte da minha força. O amor e apoio de vocês foram o maior presente que já recebi, permitindo-me superar cada obstáculo e celebrar cada vitória. Tudo o que sou e tudo o que sonho ser devo a vocês.

Minha gratidão também se estende às famílias que a vida tão generosamente me deu: Giovane e sua família, Zefinha e sua família. Desde os primeiros passos dessa jornada, vocês estiveram ao meu lado, mostrando-me que família não é apenas laço de sangue, mas também amor, cuidado e acolhimento. Vocês são a minha Grande Família, meu refúgio, e uma fonte constante de inspiração. Sou profundamente grata pelo carinho e dedicação que vocês dedicaram a mim e aos que amo.

Aos meus amigos—Lucas, Luiza, Lara, Naiara, Rayssa e todas as meninas da turma—vocês foram minhas companheiras nessa jornada incrível chamada faculdade. Obrigada por caminharem ao meu lado, pelas risadas, pelas noites de estudo e pelas memórias inesquecíveis que criamos juntas.

Um agradecimento especial a você, Kesney, minha parceira de tantos anos. Seu apoio constante foi indispensável, e eu não tenho palavras para agradecer por estar sempre ao meu lado.

E, de forma ainda mais especial, a Eduardo e Maria, meus queridos amigos que me sustentaram nos momentos mais difíceis. Ter vocês na minha vida é uma bênção imensurável, e eu os guardo no coração com profunda gratidão.

Ao meu orientador, Professor Rafael, minha mais sincera gratidão. Sua orientação foi essencial durante minha graduação, e seu apoio fez toda a diferença na minha formação. Obrigada por acreditar em mim e compartilhar seu conhecimento com tanta generosidade.

Por fim, à Universidade Federal da Grande Dourados e ao corpo docente do curso de Zootecnia, meu agradecimento mais profundo. Cada aula, cada orientação e todo o conhecimento transmitido pelos professores foram fundamentais para a minha formação.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
**Fundação Universidade Federal da Grande Dourados**  
Faculdade de Ciências Agrárias



Obrigada por despertar em mim a paixão pelo aprendizado e ajudar a construir a profissional que estou me tornando.

Essa jornada não foi apenas minha—ela foi construída com o amor, a fé e o apoio de tantas pessoas extraordinárias.

A todos vocês, dedico minha mais sincera gratidão.



## RESUMO

A eficiência da degradação ruminal de proteínas é essencial para maximizar o uso de alimentos em ruminantes. Este estudo avaliou os parâmetros cinéticos de degradação da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB) de cinco alimentos: farelo de amendoim, farelo de trigo, farelo de arroz integral, DDG (grãos secos de destilaria) e resíduo de cervejaria, suplementados com doses crescentes de tanino condensado de *Acacia mearnsii*. Os parâmetros cinéticos destacaram diferenças significativas entre os alimentos. O farelo de trigo e o resíduo de cervejaria apresentaram alta degradabilidade da PB ( $0,13$  e  $0,08$  h<sup>-1</sup>), tornando-os ideais para rápida disponibilização de nutrientes. Já o farelo de arroz integral e o DDG exibiram taxas mais baixas ( $0,04$  e  $0,05$  h<sup>-1</sup>), indicando liberação sustentada de nutrientes, útil para dietas de fornecimento prolongado. O farelo de amendoim, apesar de menor taxa de degradação da MS ( $0,04$  h<sup>-1</sup>), mostrou fração potencialmente degradável elevada para PB (73,58%), evidenciando seu potencial como fonte energética e proteica equilibrada. Os efeitos do tanino foram insignificantes nos parâmetros cinéticos, sugerindo que as doses testadas não afetaram a degradação de MS e PB. Este resultado reforça a aplicabilidade desses alimentos em dietas suplementadas com taninos moderados. Os alimentos estudados possuem características específicas que podem ser exploradas na formulação de dietas personalizadas. Farelo de trigo e resíduo de cervejaria são recomendados para rápida digestão, enquanto farelo de arroz integral e DDG são adequados para liberação sustentada. O farelo de amendoim é uma alternativa viável como fonte proteica e energética moderada. A utilização de taninos não comprometeu a degradabilidade dos alimentos, indicando potencial para estratégias de manejo sustentável.

**Palavras-chave:** Tanino condensado, proteína degradável, nutrição de ruminantes.



## ABSTRACT

The efficiency of ruminal protein degradation is essential to maximize the utilization of feed in ruminants. This study evaluated the kinetic parameters of dry matter (DM) and crude protein (CP) degradation for five feeds: peanut meal, wheat bran, whole rice bran, DDG (distillers' dried grains), and brewery residue, supplemented with increasing doses of condensed tannins from *Acacia mearnsii*. The kinetic parameters revealed significant differences among the feeds. Wheat bran and brewery residue showed high CP degradability rates (0.13 and 0.08 h<sup>-1</sup>, respectively), making them ideal for rapid nutrient availability. In contrast, whole rice bran and DDG exhibited lower degradation rates (0.04 and 0.05 h<sup>-1</sup>), indicating sustained nutrient release, which is beneficial for long-term nutrient supply strategies. Peanut meal, despite its lower DM degradation rate (0.04 h<sup>-1</sup>), demonstrated a high potentially degradable fraction of CP (73.58%), highlighting its potential as a balanced energy and protein source. The effects of tannins on the kinetic parameters were insignificant, suggesting that the tested doses did not affect DM or CP degradation. This finding supports the feasibility of using these feeds in diets supplemented with moderate tannin levels. The feeds studied have specific characteristics that can be utilized in the formulation of customized diets. Wheat bran and brewery residue are recommended for rapid digestion, while whole rice bran and DDG are suitable for sustained nutrient release. Peanut meal is a viable alternative as a moderate energy and protein source. The use of tannins did not compromise feed degradability, indicating their potential in sustainable management strategies.

Keywords: Condensed tannins, degradable protein, ruminant nutrition.



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1	Alimentos proteicos	11
2.1.1	Conceito de proteína bruta	11
2.1.2	Forma da proteína nos alimentos	12
2.1.3	Metabolismo de proteína	12
2.2	Acácia negra	12
2.3	Alimentos	13
2.3.1	Farelo de amendoim	13
2.3.2	Farelo de arroz integral	13
2.3.3	Farelo de trigo	14
2.3.4	DDG	14
2.3.5	Resíduo de cervejaria	15
3	MATERIAL E MÉTODOS	16
4	RESULTADO E DISCUSSÃO	18
5	CONCLUSÕES	22
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
7	ANEXOS	26



## 1 INTRODUÇÃO

A degradação proteica no rúmen é um processo fundamental para o aproveitamento de proteínas nos sistemas de produção de ruminantes, como os bovinos. No caso de novilhos, a eficiência da degradação de proteínas alimentares pode ser influenciada por vários fatores, incluindo a qualidade dos alimentos, a composição da dieta e, mais recentemente, o uso de compostos bioativos, como os taninos. Os taninos condensados, encontrados em várias plantas, são exemplos utilizados na nutrição dos ruminantes devido a sua abundância na natureza e estarem presentes na maioria dos alimentos que são ofertados aos animais (GALVANI, 2023)

Estudos anteriores indicam que os taninos podem ter um efeito antinutricional ao reduzir a digestibilidade de proteínas e diminuir a atividade microbiana ruminal, especialmente quando administrados em doses altas (TIEMANN et al., 2014). No entanto, doses moderadas de taninos podem também beneficiar os animais ao controlar a degradação excessiva de proteínas e reduzir a perda de amônia no rúmen (McSWEENEY et al., 2001). Assim, o efeito do tanino condensado de *Acacia mearnsii* sobre a degradação proteica de alimentos é complexo e depende de fatores como a dose administrada, a composição das rações e a adaptação dos microrganismos ruminais. Em seu trabalho Avila (2018), apresenta os efeitos obtidos com o uso de extratos de taninos de Acácia negra, sobre o desempenho de bovinos, onde Orlandi et al. (2015) demonstraram que, ao utilizar níveis de 20, 40 e 60 g de barra por quilograma de matéria seca na dieta, é possível aumentar o fluxo de aminoácidos no duodeno, alcançando uma dose de 18 g por quilograma. No entanto, níveis superiores a 18 g podem resultar em uma menor eficiência na síntese de proteína microbiana. Krueger et al. (2010) relataram que, ao utilizar 14,9 g de matéria rica, não houve efeitos significativos sobre os parâmetros de fermentação avaliados, mas foi observada uma redução no peso da carcaça quente.

Estudos sobre a interação entre taninos e proteínas alimentares em ruminantes têm implicações importantes para estratégias de manejo alimentar, visando otimizar a utilização de proteínas e melhorar a eficiência de produção, particularmente em sistemas de pastejo ou rações que contenham grandes quantidades de taninos.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Alimentos proteicos

A suplementação proteica é uma prática indispensável para aumentar a eficiência e a produtividade no manejo de gado de corte em pastagens. Segundo Branco (2022) quando aplicada de forma correta, ela traz grandes benefícios que fazem toda a diferença no desempenho do rebanho, como melhora na digestibilidade da forragem, a proteína suplementar fornece o nitrogênio necessário para os microrganismos do rúmen, que são responsáveis por "quebrar" a fibra da forragem. Isso significa que o alimento é aproveitado de maneira muito mais eficiente, liberando mais energia para o animal.

O aumento no consumo de pasto, aliado ao melhor aproveitamento da forragem por meio da digestibilidade, faz com que o alimento passe mais rapidamente pelo rúmen, permitindo que os animais consumam uma maior quantidade de alimento. Esse aumento no consumo é um fator chave para garantir maiores ganhos de peso e, conseqüentemente, melhor produtividade. Esses efeitos positivos justificam o uso da suplementação proteica, especialmente nos períodos em que a qualidade do pasto não é suficiente para atender às necessidades do rebanho, como durante a seca. Ao equilibrar os nutrientes disponíveis com o que o animal realmente precisa, é possível alcançar resultados melhores e ainda manter o sistema de produção sustentável e economicamente viável (BRANCO, 2024).

#### 2.1.1 Conceito de proteína bruta

As proteínas são moléculas compostas por cadeias de aminoácidos conectadas por ligações covalentes, que podem atingir estruturas complexas, como nas enzimas, fundamentais para reações bioquímicas vitais. Cadeias com menos de 60 aminoácidos são chamados polipeptídios, e a união de dois aminoácidos forma um peptídeo. O nitrogênio é usado como base para calcular o teor de proteína em alimentos. Esse cálculo utiliza o fator 6,25, mas o termo "proteína bruta" reflete limitações por incluir nitrogênio não proteico, que não compõe diretamente as proteínas estruturais ou funcionais (Araujo et al, 2014).



## **2.1.2 Forma da proteína nos alimentos**

### **2.1.2.1 Proteína degradável no rúmen**

A proteína degradável no rúmen (PDR) é crucial para os microrganismos ruminais, sendo usada principalmente como fonte de amônia e aminoácidos. A falta ou excesso de PDR pode prejudicar o desempenho do animal uma deficiência reduz a digestão da fibra, diminuindo a ingestão de matéria seca, enquanto o excesso gera custos energéticos com excreção de nitrogênio, reduzindo a eficiência (MEDEIROS et al., 2015). Para otimizar o funcionamento ruminal, recomenda-se ajustar a PDR entre 12% e 13% dos nutrientes digestíveis totais (NDT), equilibrando energia e proteína na dieta (Araujo et al, 2014).

### **2.1.2.2 Nitrogênio não proteico (NNP)**

Nos alimentos destinados a ruminantes, uma parte da proteína degradável no rúmen (PDR) é composta de nitrogênio não proteico (NNP). Quando a dieta está bem balanceada, esse NNP é aproveitado pelos microrganismos do rúmen, transformando-se em proteína microbiana, que possui alto valor biológico devido à sua excelente composição de aminoácidos (MEDEIROS et al., 2015).

O balanceamento ideal inclui 13% dos nutrientes digestíveis totais (NDT) como PDR, com no máximo 2/3 desse valor vindo de NNP. É importante reconhecer as diversas fontes de NNP, além da ureia, ao formular as dietas (Araujo et al, 2014).

### **2.1.3 Metabolismo de proteína**

De acordo com, Araújo et al (2014) degradação ruminal da proteína é um processo eficiente conduzido por enzimas e bactérias que transformam proteínas em peptídeos, aminoácidos e, finalmente, em amônia e esqueletos carbônicos. Esses esqueletos podem ser fermentados ou usados na formação de microrganismos. Já a amônia é utilizada para a síntese de proteínas microbianas, desde que haja energia disponível, ou é absorvida no fluido ruminal. Esse equilíbrio é essencial para a eficiência do metabolismo proteico nos ruminantes.

## **2.2 Acácia negra**

A acácia-negra é historicamente valorizada pela qualidade de sua casca, da qual são extraídos compostos vegetais ricos em tanantes e fenóis. Esses compostos dão origem aos taninos, amplamente utilizados no processo de curtimento de peles, sendo este o grupo



de produtos mais conhecido derivado da casca (HIGA *et al.*, 2009). O extrato de *Acacia mearnsii* tem sido utilizado como fonte de taninos condensados (TC) e estudado como aditivo devido ao seu potencial para melhorar a eficiência do uso de nitrogênio na produção de ruminantes, otimizar a fermentação ruminal e reduzir a excreção de nitrogênio (SANTOS, 2023).

Os efeitos do tanino podem ser benéficos ou prejudiciais, dependendo de fatores como sua concentração, natureza, adstringência, composição, qualidade geral da dieta e características específicas do animal, como espécie e estado fisiológico. Estudos indicam que baixas concentrações de taninos condensados, até 4% na dieta, podem trazer benefícios. No entanto, essa generalização não é adequada, pois a reversibilidade do processo de complexação varia conforme a natureza dos taninos e sua afinidade com macromoléculas. Entre os benefícios observados, destaca-se a redução da proteólise ruminal, que favorece o transporte e a absorção de aminoácidos no intestino delgado (SANTOS, 2023).

## **2.3 Alimentos**

### **2.3.1 Farelo de amendoim**

O farelo de amendoim é um subproduto da extração do óleo de amendoim (*Arachis hypogaea*) e tem ganhado espaço como alternativa econômica na alimentação de ruminantes, especialmente em regiões onde o amendoim é amplamente cultivado. Este subproduto é rico em proteínas e pode ser utilizado como fonte de suplementação proteica, substituindo parcialmente ingredientes mais caros como o farelo de soja (GALESI, 2021).

Além disso, sua digestibilidade no rúmen favorece a síntese de proteína microbiana, essencial para a saúde dos ruminantes e para a maximização do desempenho produtivo. É também uma alternativa sustentável em regiões onde o subproduto é facilmente acessível, contribuindo para a redução de custos na dieta, (SANTANA et al, 2019).

### **2.3.2 Farelo de arroz integral**

Segundo Costa et al, (2005), o farelo de arroz integral (FAI) é amplamente utilizado na alimentação animal, especialmente na nutrição de suínos e aves, sendo um dos subprodutos mais empregados para esse fim. Nos últimos anos, seu uso como suplemento alimentar para ruminantes também tem ganhado destaque. Esse subproduto



é obtido durante o processo de polimento dos grãos de arroz, no qual são removidas as camadas do pericarpo e do tegumento, além de partículas residuais da casca. Normalmente, o FAI inclui também o "brunido", uma mistura que contém a porção amilácea interna do grão e a camada de aleurona, o que contribui para o seu valor nutricional. No entanto, a adição de casca ao FAI pode comprometer sua qualidade nutricional, pois aumenta os teores de sílica, lignina e fibra bruta. Esses componentes reduzem o valor nutritivo do farelo, tornando-o menos atrativo para alimentação animal. Para monitorar e evitar adulterações no FAI causadas pela inclusão excessiva de casca, é fundamental analisar seus níveis de fibra bruta e matéria mineral. Idealmente, esses valores não devem exceder 12% e 10%, respectivamente (COSTA et al, 2005).

### 2.3.3 Farelo de trigo

O farelo de trigo é uma alternativa interessante ao farelo de milho como fonte de energia para rações de ruminantes. Esse subproduto do processamento do trigo, obtido durante o esmagamento do grão, destaca-se pelo alto valor energético e proteico, além de ser amplamente disponível em diversas regiões do Brasil a preços acessíveis. No processo de moagem do trigo, cerca de 70% a 75% do grão é destinado à produção de farinha, enquanto os 25% a 30% restantes resultam em farelo de trigo (FT) e farelo de trigo remoído (FTR). Esses subprodutos são extremamente versáteis e podem ser incorporados às rações e proteínados utilizados na pecuária de corte, atendendo às diferentes fases produtivas, como cria, recria, engorda, confinamento e semiconfinamento (MAÇANEIRO, 2022).

O farelo de trigo também se mistura bem com alimentos volumosos, como palma forrageira, capim, silagem e feno, além de poder substituir parcialmente o milho nas formulações, oferecendo uma alternativa econômica e eficiente para a nutrição animal (MAÇANEIRO, 2022).

### 2.3.4 DDG

O DDG (grãos secos de destilaria) vem se destacando como um insumo valioso para a pecuária, graças à sua composição equilibrada e funcionalidade, que o tornam uma excelente opção na nutrição animal. Com uma combinação de características nutricionais únicas, ele oferece benefícios tanto para o desempenho dos animais quanto para o manejo da dieta (LUAN, 2022).



O DDG, em sua composição, destaca-se por ser uma fonte rica e equilibrada de nutrientes essenciais para a nutrição animal. Ele contém cerca de 40% de fibra digestível, que desempenha um papel fundamental na saúde digestiva dos ruminantes. Além disso, oferece 80% de nutrientes essenciais, contribuindo para uma dieta balanceada (BUOSI, 2017). Um dos principais componentes do DDG é a proteína bruta, que representa pelo menos 30% da sua composição. Uma parte significativa dessa proteína é não degradável no rúmen (PNDR), permitindo uma absorção mais eficiente no intestino dos animais. O DDG também possui cerca de 8% de óleo (extrato etéreo), o que fornece uma fonte adicional de energia (BUOSI, 2017).

Além disso, o DDG tem um NDT (nutriente digestível total) superior a 89% e uma energia líquida de 1,5 Mcal, características que o posicionam como uma fonte energética de alta qualidade. Embora possua um teor de proteína bruta menor que o farelo de soja (45%), ele supera amplamente o farelo de milho, que apresenta apenas 8% de proteína. Com seu alto nível de energia, grande quantidade de fibra e baixo teor de amido, o DDG é uma solução versátil e eficiente para a formulação de dietas, promovendo saúde ruminal e ótimo desempenho animal (LUAN, 2022).

### **2.3.5 Resíduo de cervejaria**

O resíduo de cervejaria, conhecido como bagaço de malte, é uma excelente alternativa na alimentação animal, especialmente de ruminantes, graças ao seu alto valor nutritivo. Rico em proteínas, fibras e energia, ele oferece uma composição bromatológica bastante equilibrada, com benefícios importantes para o desempenho e a saúde dos animais (PEREIRA, 2018).

Esse subproduto possui um teor de proteína bruta que varia entre 20% e 25%, dependendo do tipo de grão utilizado no processo cervejeiro. Além disso, apresenta cerca de 50% de fibra em detergente neutro (FDN), essencial para a saúde do rúmen, e uma proporção de matéria seca que geralmente fica entre 20% e 25%, sendo ainda mais concentrada em versões desidratadas. O extrato etéreo, responsável por fornecer energia adicional, compõe cerca de 6% de sua fórmula, enquanto o baixo teor de amido ajuda a prevenir problemas como a acidose ruminal, contribuindo para o equilíbrio da dieta (PEREIRA, 2018).

Outra vantagem do bagaço de malte é sua alta palatabilidade, o que garante boa aceitação pelos animais e estimula o consumo. Ele pode ser oferecido de diferentes



formas, como fresco, ensilado ou desidratado, adaptando-se facilmente ao manejo e às condições de armazenamento. Além de ser uma solução econômica, seu uso promove sustentabilidade, reaproveitando um subproduto da indústria cervejira e reduzindo o desperdício no setor produtivo (PEREIRA, 2018).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido dentro das diretrizes prescritas pelo Comitê de Ética da Universidade Federal da Grande Dourados CEUA/UFGD (Protocolo 023/2015). A pesquisa foi desenvolvida no setor de Nutrição e Produção de Ruminantes e Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso Do Sul - MS.

Foram utilizados cinco novilhos mestiços canulados no rúmen, com média de idade de 22 meses e 400 kg, distribuídos aleatoriamente nos piquetes, suplementados na proporção de 0,3% do peso corporal, com 38% PB, e recebendo doses crescentes de tanino na proporção de 0, 35, 60 e 140 g dia.

Os alimentos utilizados foram farelo de amendoim, farelo de trigo, farelo de arroz integral, DDG, e resíduo de cervejaria; todos os alimentos foram obtidos na região de Dourados-MS.

A determinação dos parâmetros de degradabilidade *in situ*, foi realizado após a pesagem das amostras secas (0,5g) e moídas e introduzidas em saquinhos de TNT (100g/m<sup>2</sup>) de tamanho de 5x5 cm, respeitando-se a relação de 20 mg / cm<sup>2</sup> (Casali et al. 2009). As amostras foram preparadas e incubadas conforme as recomendações de Nocek (1988) e Huntington & Givens (1995). Os saquinhos de TNT foram introduzidos diretamente no rúmen em ordem decrescente de 48, 24, 12, 6, 3, e 0 hora, em triplicatas por animal e tempo de incubação, de acordo com o NRC (2001); Todos os saquinhos foram removidos de uma vez e lavados em água corrente, e então colocados em estufas de ventilação a 65°C por 24h.

O desaparecimento da Matéria Seca e da PB, foi baseado na diferença de peso entre o material incubado e o material recuperado após incubação. A estimativa dos parâmetros da cinética de degradação foi utilizada o modelo assintótico de primeira ordem descrito por Ørskov e McDonald (1979):

$$DP = a+b(1-e^{-ct}).$$



Onde DP=degradabilidade potencial; a=fração solúvel; b=fração potencialmente degradável da fração insolúvel; c=taxa de degradação da fração b; t= tempo de incubação em horas.

A fração indegradável foi calculada, conforme descrito,  $I = 100-(a+b)$ ; e a degradabilidade efetiva calculada conforme a equação:

$$DE = a + [(b*c)/(c+K)];$$

Onde K=taxa de passagem de sólidos pelo rúmen definida aqui como 2, 5 e 8.0% por hora (h), o que seria correspondente a baixa, média e alta oferta de alimentos. Depois de se ajustar os dados pelo modelo e usando os dados de desaparecimento obtidos no tempo zero (a'), foi estimado o tempo de colonização (TC) conforme descrito por Patiño et al. (2001), onde os parâmetros a, b, e c foram estimados pelo algoritmo de Gauss Newton:  $TC = [-\ln(a'-a-b) / c]$ .

A estimativa dos parâmetros de degradação foi utilizado o pacote estatístico R, através de ajustes por regressão não-linear de Gaus-Newton. Foi utilizado um delineamento inteiramente ao acaso e as médias avaliadas através do teste de TUKEY a 5% de probabilidade, pelo software estatístico R.

#### Análise Bromatológica.

Os alimentos foram processados em moinho tipo “Willey” com peneiras de crivo de 1 mm, e armazenados em frascos plásticos; e transportados para o Laboratório de Nutrição Animal, onde foram determinados os teores de matéria seca (MS, 930,15); proteína bruta (PB, 984.13;  $nx6,25$ ); extrato etéreo (EE 920.39); Cinzas (CZ, 942.05); MO (100-CZ) conforme metodologias descritas pela AOAC (2006). Os teores de FDA foram obtidos conforme descrito por Van Soest & Robertson (1985). Os teores de Lignina foram determinados por oxidação com permanganato de potássio (Van Soest & Wine, 1968). Para as análises de FDN as amostras foram tratadas com solução desprovida de sulfito de sódio e corrigida para cinzas (Mertens 2002). E os teores de Nutrientes digestíveis totais (NDT) estimado conforme equação proposta por Capelle et al, (2011);  $NDT = 81,41-(0,6*FDA*0,08)$ .



#### 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

A composição bromatológica dos alimentos é apresentada na Tabela 1. Os alimentos apresentaram variação em sua composição, especialmente na concentração de PB, com o farelo de amendoim (42,10%) sendo o mais rico, e o farelo de arroz integral (10,26%) o menos concentrado. Os teores de FDN (fibra em detergente neutro) foi mais alta no resíduo de cervejaria (57,86%).

Tabela 1 – Composição bromatológica dos alimentos

	MS	MO	PB	EE	FDN	FDA	CZ	NDT
F. de amendoim	88,89	94,80	42,10	0,83	35,58	22,86	5,19	80,31
F. de arroz integral	90,57	91,53	10,26	15,93	31,04	11,11	8,46	80,87
F. de trigo	87,32	94,92	15,77	1,52	43,19	14,36	5,07	80,72
DDG	88,89	94,82	31,69	5,54	39,35	11,65	5,17	80,85
Res. de cervejaria	91,55	97,73	17,25	3,22	57,86	18,92	2,26	80,50

$$NDT = 81,41 - (0,6 * FDA * 0,08). \text{ Capelle et al, (2011)}$$

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CZ: cinzas; NDT; nutrientes digestivos totais.

Não houve efeitos significativos das doses de tanino nos parâmetros cinéticos a 5% de probabilidade, indicando que as diferentes concentrações de tanino não alteraram a degradação dos alimentos, por isso optou-se por avaliar os alimentos isoladamente. A ausência de alterações significativas nos parâmetros cinéticos sugere que os níveis testados de tanino não influenciaram a degradação dos alimentos estudados (Anexos). Este resultado pode ser relevante para a formulação de dietas, já que o tanino é conhecido por limitar a digestibilidade em níveis altos.

Os parâmetros cinéticos de degradação para a matéria seca, são apresentados na Tabela 2, onde a menor taxa de degradação da MS indica digestão mais lenta, mas com potencial para liberação mais prolongada de nutrientes. Resíduo de cervejaria destacou-se pela alta FDN, o que pode limitar seu uso em dietas de alta performance, apesar do bom potencial degradável ( $b = 35,12$  na MS), já o farelo de amendoim apresentou baixa degradação com elevada fração indegradável (75,23%) e baixa solubilidade (6,43%) (Tabela 2; Figura 1). A alta PB no farelo de amendoim e no DDG se traduziu em maior



degradação protéica, mas não necessariamente refletiu em altas taxas de degradação, indicando que a natureza da proteína (solúvel ou insolúvel) tem papel importante, de acordo com a cinética de degradação (Tabela 3; Figura 2).

Tabela 2: Parâmetros cinéticos de degradação da matéria seca de alimentos proteicos em bovinos recebendo tanino condensado de acácia negra

	Parâmetros						
	a	b	c	I	DP	DE5	TC
	%	%	/h	%	%	%	h
Farelo de amendoim	6,43	18,34	0,04	75,23	21,69	13,13	6,20
Farelo de arroz integral	43,45	30,65	0,08	25,89	73,99	62,47	5,84
Farelo de trigo	41,00	33,48	0,15	25,53	74,17	68,78	5,46
DDG	21,39	18,42	0,04	60,19	38,03	38,37	6,23
Resíduo de cervejaria	29,47	35,12	0,09	35,41	64,01	60,03	6,01

DP=degradabilidade potencial; a=fração solúvel; b=fração potencialmente degradável da fração insolúvel; c=taxa de degradação da fração b; I= fração considerada indegradável; DE = degradabilidade efetiva; TC = tempo de colonização.

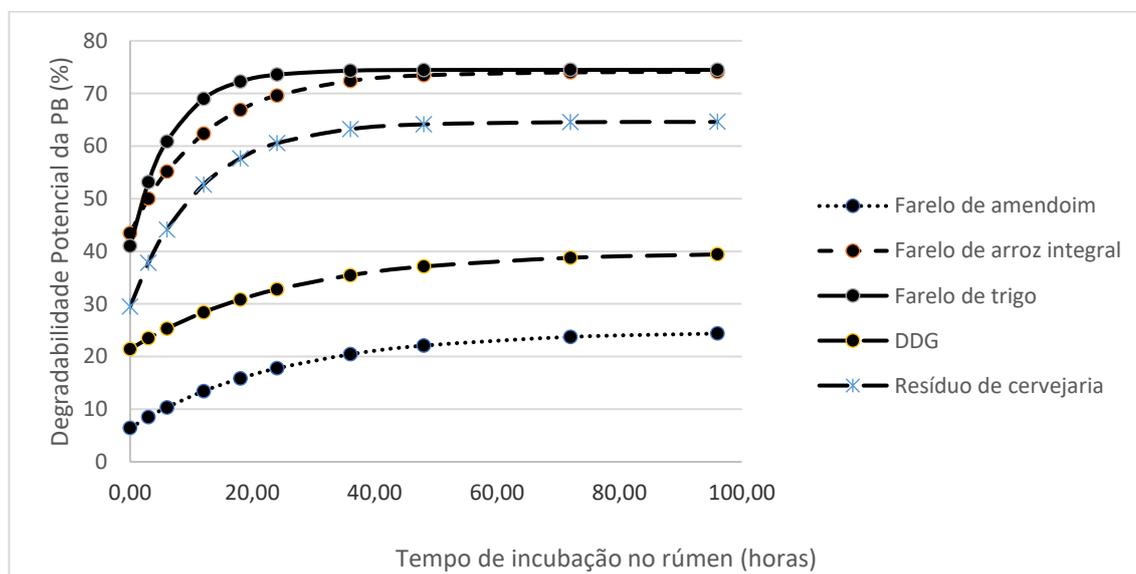


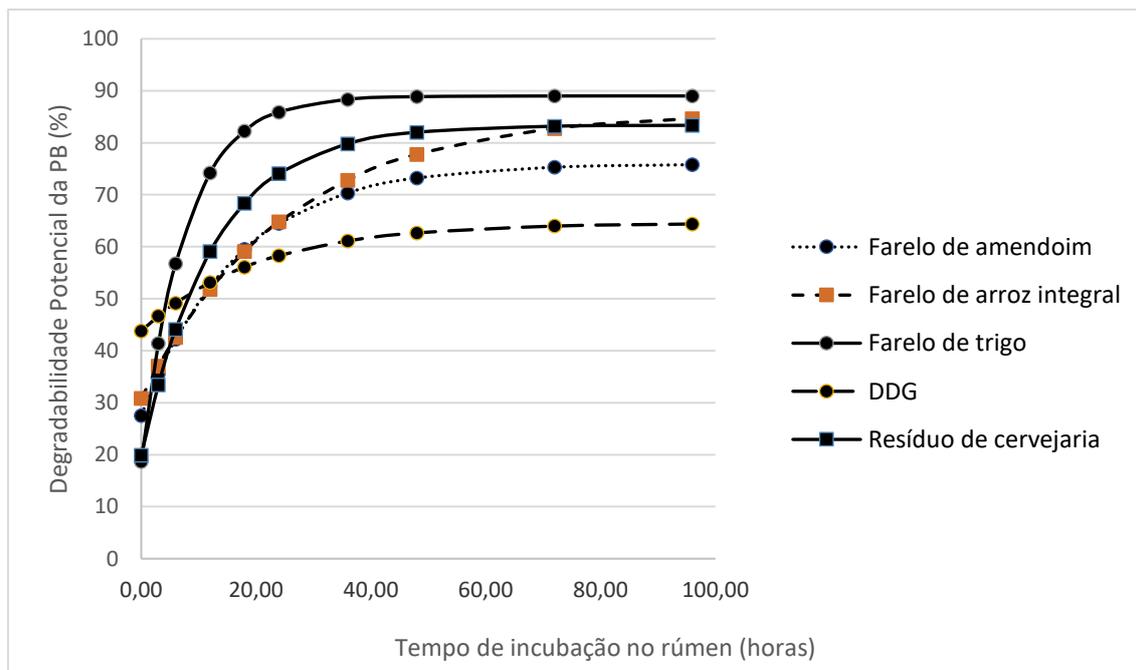
Figura 1. Cinética de degradação da matéria seca de alimentos em novilhos recebendo tanino da acácia negra

Tabela 3: Parâmetros cinéticos de degradação da proteína bruta de alimentos proteicos em bovinos recebendo tanino condensado de acácia negra



	Parâmetros						
	a	b	c	I	DP	DE5%	TC
	%	%	/h	%	%		h
Farelo de amendoim	27,56	48,38	0,06	24,06	73,58	67,16	6,72
Farelo de arroz integral	30,84	55,02	0,04	14,13	76,92	65,11	7,12
Farelo de trigo	18,68	70,33	0,13	10,99	88,99	63,96	6,33
DDG	43,78	20,77	0,05	35,45	61,96	60,18	5,86
Resíduo de cervejaria	19,90	63,49	0,08	16,60	82,79	65,52	6,74

DP=degradabilidade potencial; a=fração solúvel; b=fração potencialmente degradável da fração insolúvel; c=taxa de degradação da fração b; I= fração considerada indegradável; DE = degradabilidade efetiva; TC = tempo de colonização.



**Figura 2.** Cinética de degradação da proteína bruta de alimentos em novilhos recebendo tanino da acácia negra

Na comparação entre os alimentos o farelo de Arroz Integral e Farelo de Trigo apresentaram altos valores de degradação da MS (fração b e taxa c), o que os torna boas opções para rápida digestão ruminal. O DDG menor taxa de degradação da MS e menor fração solúvel (a) indicam digestão mais lenta, mas com potencial para liberação mais prolongada de nutrientes. Resíduo de Cervejaria, destacou-se pela alta FDN, o que pode



limitar seu uso em dietas de alta performance, apesar do bom potencial degradável ( $b = 35,12$  na MS).

Estudos recentes sobre a cinética de degradação de alimentos proteicos como farelo de amendoim, farelo de trigo, farelo de arroz integral, DDG (grãos secos de destilaria com solúveis) e resíduo de cervejaria têm fornecido dados valiosos para a formulação de dietas mais eficientes para ruminantes. Esses ingredientes possuem comportamentos distintos em relação à degradação da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB), características que determinam seu potencial nutricional no rúmen.

De acordo com Silva et al. (2020) e Oliveira et al. (2021), o farelo de trigo e o resíduo de cervejaria destacam-se pela alta degradabilidade da proteína bruta. Esses alimentos possuem frações potencialmente degradáveis elevadas e taxas de degradação de  $0,13$  e  $0,08 \text{ h}^{-1}$ , respectivamente, indicando rápida digestão e disponibilidade de nutrientes no rúmen. Esses atributos tornam-nos fontes proteicas ideais para sistemas de produção intensiva, onde a rápida disponibilização de nutrientes é desejável.

Por outro lado, o farelo de arroz integral e o DDG apresentam liberação mais lenta de nutrientes, com taxas de degradação da proteína bruta de  $0,04$  e  $0,05 \text{ h}^{-1}$ , respectivamente, conforme apontado por Santos et al. (2019). Essa característica é vantajosa em estratégias nutricionais que demandam fornecimento sustentado de proteína, promovendo uma liberação mais gradual de nitrogênio no rúmen, o que pode melhorar a eficiência do uso de proteína em dietas balanceadas.

O farelo de amendoim, segundo estudos de Almeida et al. (2022), apresenta uma taxa de degradação da matéria seca de  $0,04 \text{ h}^{-1}$ , inferior à de outras fontes avaliadas. Entretanto, possui uma fração potencialmente degradável da proteína bruta significativa, evidenciando sua utilidade como fonte proteica e energética de liberação moderada. Esse perfil é interessante para atender às exigências nutricionais de dietas voltadas para animais em condições de produção específicas, como aqueles em fases de crescimento prolongado ou lactação moderada.

Esses dados reforçam a importância de caracterizar os parâmetros cinéticos de alimentos utilizados na nutrição animal. Ao compreender a dinâmica de degradação de MS e PB, é possível otimizar as combinações de ingredientes em dietas, promovendo maior eficiência no uso de nutrientes e melhorando a performance produtiva dos ruminantes.



## **5 CONCLUSÕES**

Os resultados indicam que o uso de tanino condensado nas doses avaliadas não compromete a digestibilidade dos alimentos proteicos estudados. As diferenças entre os alimentos destacam o farelo de amendoim e o DDG como boas fontes de proteína, enquanto o farelo de arroz integral e o farelo de trigo são mais adequados para rápida disponibilidade energética. O resíduo de cervejaria, por sua vez, tem maior potencial como fonte de fibra.



## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, G. G. L. de; VOLTOLINI, T. V.; TURCO, S. H. N. Nutrição de ruminantes. In: ARAÚJO, G. G. L. de et al. *Estratégias para utilização de recursos forrageiros no semiárido brasileiro*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2014. p. 53-90. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1011213/1/NutricaoAnimalCAPITULO03.pdf>

ALMEIDA, M. N., et al. (2022). Avaliação da taxa de degradação da matéria seca e proteína bruta de farelo de amendoim em dietas para ruminantes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 57, e12345.

AVILA, André Sanches de. TANINOS CONDENSADOS DE ACÁCIA NEGRA (*Acacia mearnsii*) NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES. 2018. 73 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Marechal Cândido Rondon, 2018.

BRANCO, A. F. *Coprodutos proteicos para uso na alimentação de gado de corte*. Pasto Extraordinário, 2022. Disponível em: <https://www.pastoextraordinario.com.br/coprodutos-proteicos-para-alimentar-o-gado.html>. Acesso em: 8 dez. 2024.

CASALI, A. O., DETMANN, E., VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J.C.; CUNHA, M.; DETMANN, K.S.C.; PAULINO. Estimation of fibrous compounds contents in ruminant feeds with bags made from different textiles. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 01, p, 130-138, 2009.

CAPELLE, E.R., et al. Estimativas de valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2011, **30**, 1837-1856. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982001000700022>

GALVANI, Diúlia Zolin. DIFERENTES FONTES PROTEICAS, COM O USO OU NÃO DE TANINOSDEACÁCIA NEGRA (*Acacia mearnsii*), NA TERMINAÇÃO DE CORDEIROS. 2023. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2023.

GALESI, J. P. **Farelo de amendoim: uma alternativa em períodos de alta dos grãos**. Disponível em: <<https://blog.agromove.com.br/farelo-amendoim/>>.



HIGA, Rosana C/Ara Victoria et al. Acácia negra. 2009. Disponível em: [https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/631216/1/CPAFAP2009Acacia negra.pdf](https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/631216/1/CPAFAP2009Acacia%20negra.pdf). Acesso em: 08 jan. 2025.

KRUEGER, W.K.; GUTIERREZ-BAÑUELOS, H.; CARSTENS, G.E. Effects of dietary tannin source on performance, feed efficiency, ruminal fermentation, and carcass and noncarcass trait in steers fed a high-grain diet. *Animal Feed Science and Technology*, v.159,p. 1-9, 2010

LUAN. **DDG: Entenda o que é este importante insumo para a pecuária - Blog Target.** Disponível em: <<https://targetnutricaoanimal.com.br/public/blog-post-ddg-entenda-o-que-e-este-importante-insumo-para-a-pecuaria>>. Acesso em: 12 dez. 2024.

MCSWEENEY, C. S., Palmer, B., & Bunch, R. (2001). Effect of condensed tannins on ruminal fermentation. In: *Proceedings of the 6th International Symposium on the Nutrition of Herbivores*, 109-114.

MAÇANEIRO, Ailla **Farelo de Trigo: entenda como este derivado é utilizado na alimentação animal.** Disponível em: <<https://afnews.com.br/relatorio/farelo-de-trigo-entenda-como-e-utilizado-este-derivado-na-alimentacao-animal/>>. Acesso em: 12 dez. 2024.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles. Collaborative study. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*. Rockville. 85: 1212-1240. 2002.

NOCEK, J. E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. *Journal of Dairy Science*, v. 71, n. 8, p. 2051-2069, 1988.

NRC-National Research Council. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7th ed. Washington, D. C.: National Academy Press, 2001.

Oliveira, L. F., et al. (2021). Comparação de alimentos alternativos na dieta de ruminantes: farelo de trigo e resíduo de cervejaria. *Animal Feed Science and Technology*, 271, 114715.

ØRSKOV, E.R. and McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*. 1979, **92**, 499-503. <https://doi.org/10.1017/S0021859600063048>



OLIVEIRA, L. F., et al. (2021). Comparação de alimentos alternativos na dieta de ruminantes: farelo de trigo e resíduo de cervejaria. *Animal Feed Science and Technology*, 271, 114715.

PATINÕ, H.O., et al. Avaliação de métodos de ajuste da curva de degradação ruminal da FDN em forragens. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ. p.970, 2001.

PEREIRA, R. A. N., & Millen, D. D. (2018). *Subprodutos agroindustriais na alimentação de bovinos: Potencial e limitações*. Revista Brasileira de Zootecnia, 47.

MEDEIROS, Sérgio Raposo de et al. Proteínas na nutrição de bovinos de corte. In: MEDEIROS, Sérgio Raposo de. *Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações*. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2015. p. 29-44. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1011213/1/NutricaoAnimalCAPITULO03.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2025.

SANTOS, C. A., et al. (2019). Degradabilidade ruminal de fontes energéticas e proteicas em sistemas intensivos de produção animal. *Journal of Animal Science*, 97(4), 1234-1245.

SILVA, R. A., et al. (2020). Cinética de degradação ruminal de diferentes fontes proteicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 49(8), 1-12.

SANTOS, Fernanda Maria dos. Extrato de *Acacia mearnsii* como fonte de tanino condensado na alimentação de tourinhos Nelore. 2023. 83 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2023.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. *Analysis of forages and fibrous foods. : A Laboratory Manual*, Ithaca: Cornell University. NY. 1985. 613p.

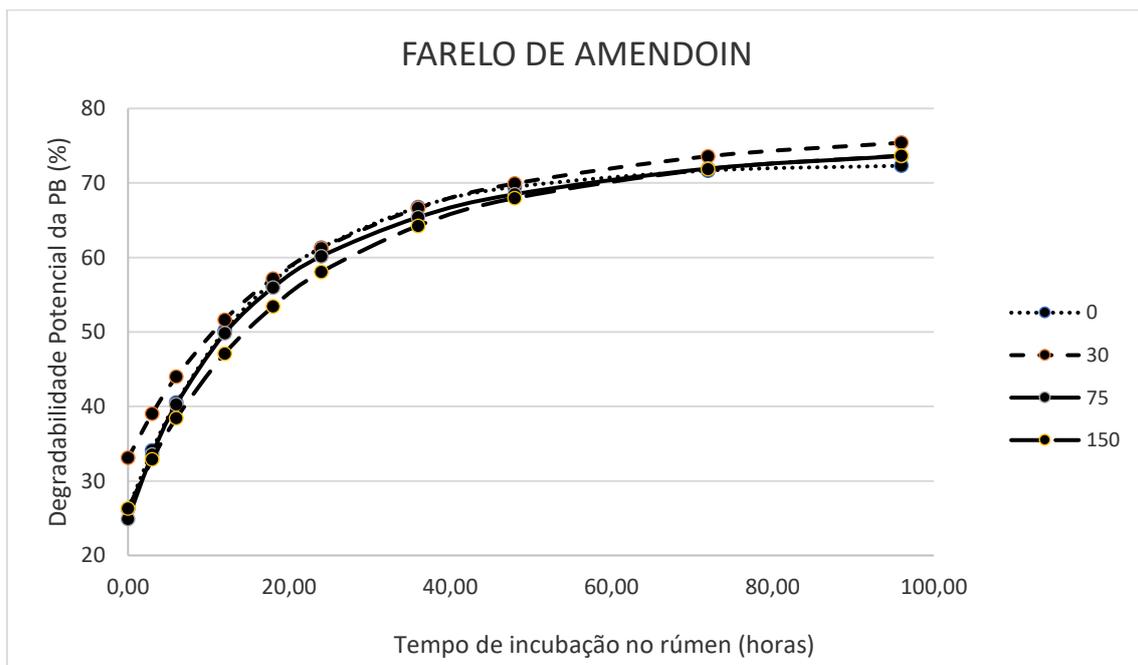
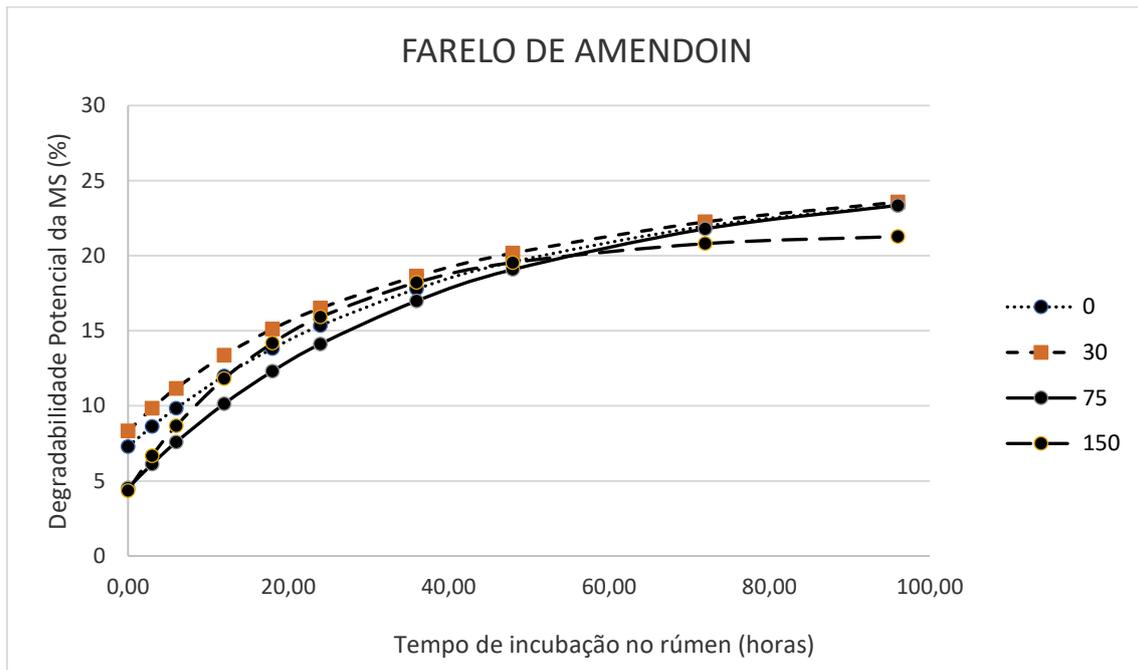
VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H. Determination of Lignin and Cellulose in Acid-Detergent Fiber with Permanganate. **Journal of the A.O.A.C.** Rockville v. 51, n. 04, p. 780-785. 1968.



## 7 ANEXOS

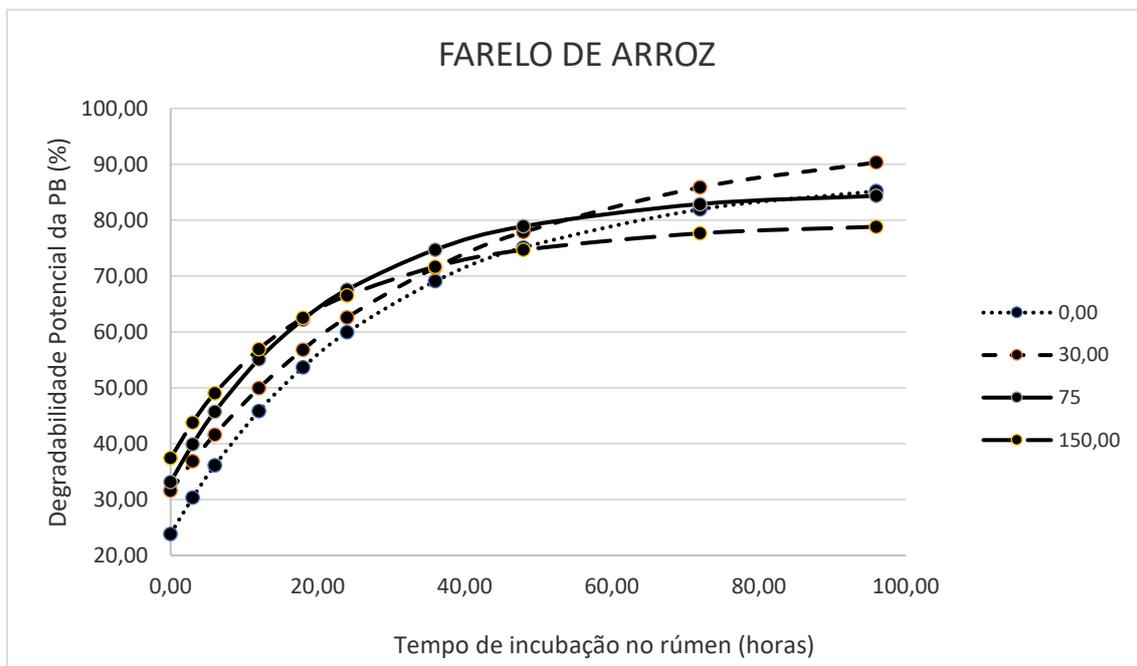
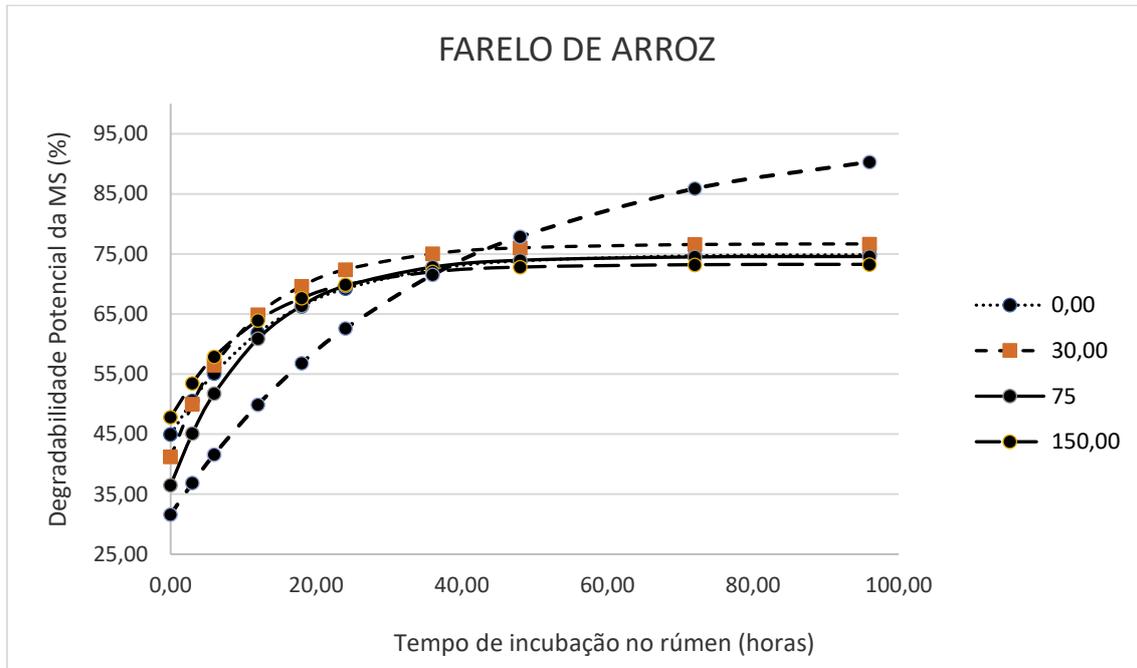
Parâmetros de degradação da matéria seca e da proteína bruta dos Alimentos em função do tempo de incubação por dose de tanino condensado de Acácia Negra

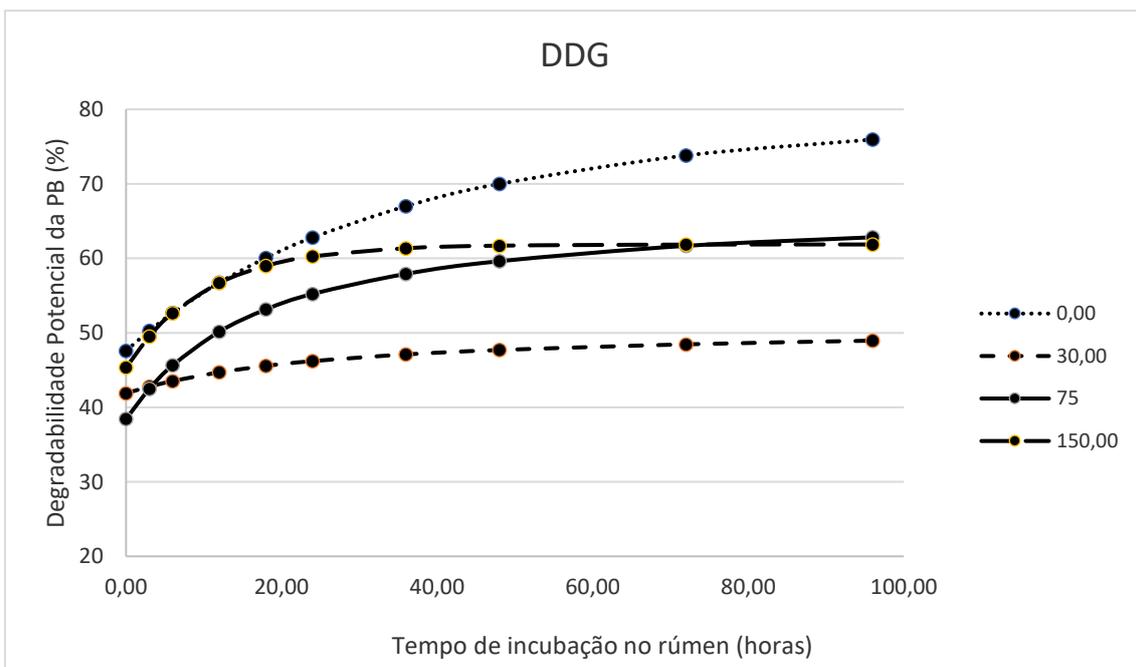
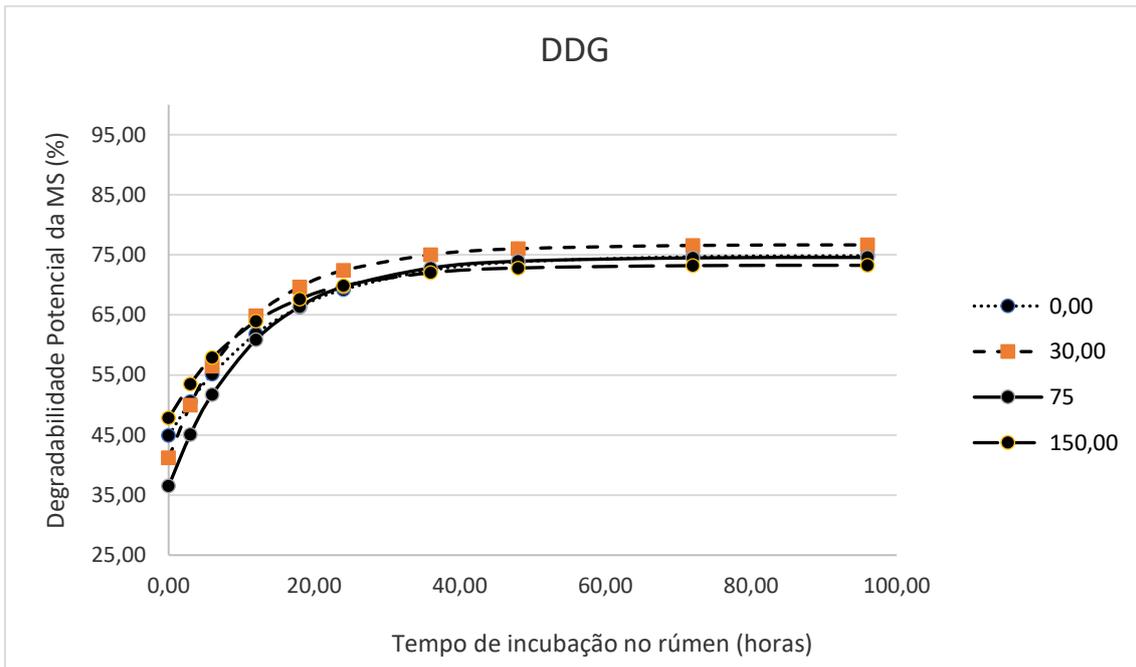
### FARELO DE AMENDOIM

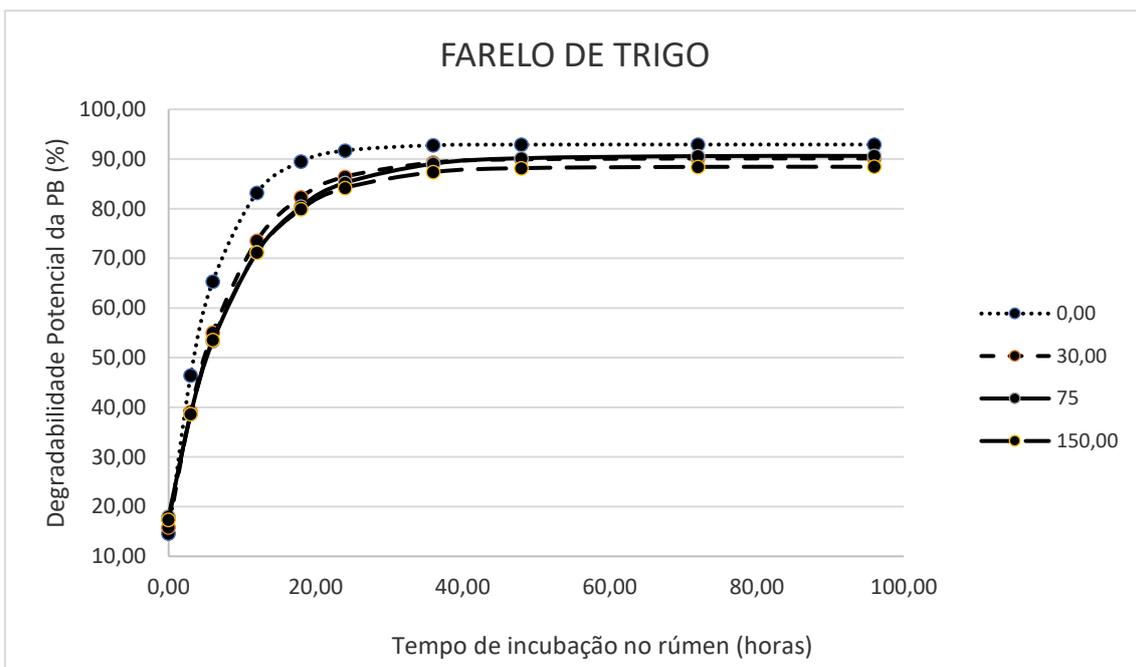
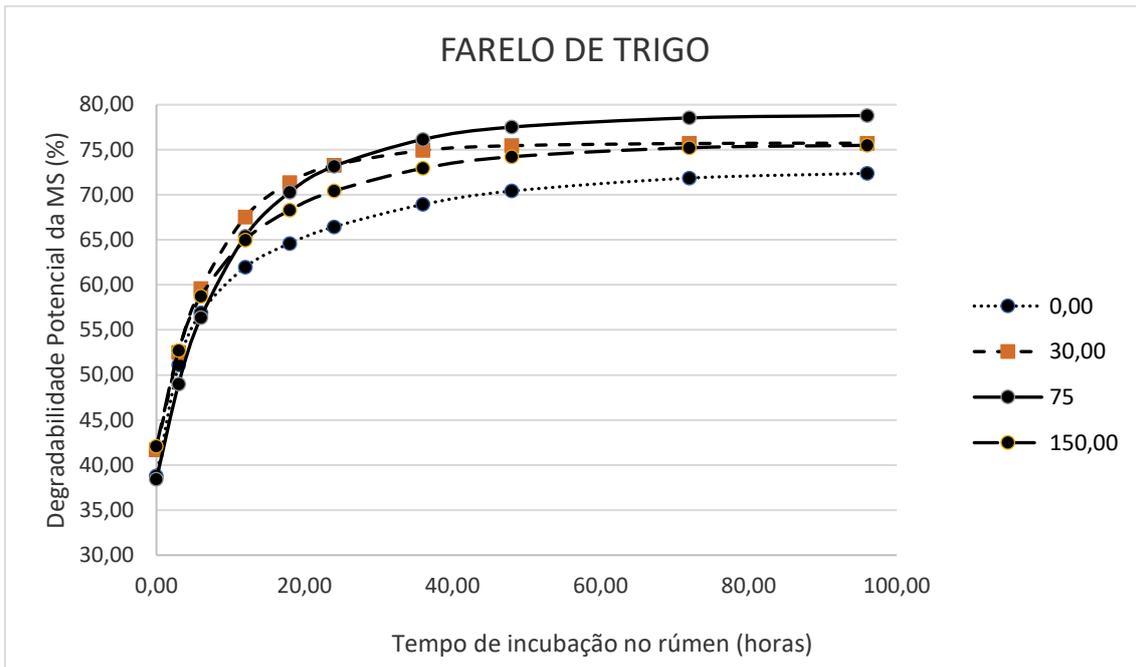




### FARELO DE ARROZ INTEGRAL







RESIDUO DE CERVEJARIA

