

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS**  
**ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA**  
**Curso de Zootecnia**

**USO DE SUBPRODUTOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL**

Acadêmico: Henrique Teixeira Melo  
Orientador: Prof. Dr. Antônio Viana Filho

**GOIÂNIA – GO**

**2021**



**HENRIQUE TEIXEIRA MELO**



## **USO DE SUBPRODUTOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia, junto ao Curso de Zootecnia da Escola de Ciências Médicas e da Vida, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Viana Filho

**GOÂNIA – GO**

**2021**



**HENRIQUE TEIXEIRA MELO**



## **USO DE SUBPRODUTOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à banca avaliadora em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ para conclusão da disciplina de TCC, no curso de Zootecnia, junto a Escola de Ciências Médicas e da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, sendo parte integrante para o título de Bacharel em Zootecnia. Conceito final obtido pelo aluno: \_\_\_\_\_

---

Prof. Dr. Antônio Viana Filho

(Orientador)

---

Prof. Dr. Otávio Cordeiro de Almeida

(Membro)

---

Prof. Dr. Roberto Toledo de Magalhães

(Membro)

DEDICO primeiramente a Deus pela bondade de me conceder saúde para correr atrás dos meus objetivos e a meus pais Antônio Carlos e Maria Rita por me apoiarem e darem suporte nessa conquista.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por estar comigo em todos os momentos, agradeço aos meus pais por me ajudarem e apoiarem no propósito que escolhi para a vida, agradeço aos meus professores que também me ajudaram a todo momento, contribuindo para minha capacitação pessoal.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS .....	vii
LISTA DE TABELAS .....	viii
RESUMO .....	ix
<b>1.INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2.REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. CAROÇO DE ALGODÃO .....	5
2.2. CASQUINHA DE SOJA .....	10
2.3. DDG (Dry Distillers Grains) .....	14
2.4. POLPA CÍTRICA .....	18
2.5. RESÍDUO ÚMIDO DE CERVEJARIA .....	22
<b>3.CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	26
<b>4.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	27

**LISTA DE FIGURAS**

	Página
<b>Figura 1.</b> Carço de algodão .....	6
<b>Figura 2.</b> Carço de algodão e suas diferentes estruturas .....	7
<b>Figura 3.</b> Grão de soja .....	11
<b>Figura 4.</b> Casca de soja peletizada e normal .....	12
<b>Figura 5.</b> Grão seco de destilaria (DDG) .....	15
<b>Figura 6.</b> Grão úmido de destilaria (WDG) .....	15
<b>Figura 7.</b> Polpa cítrica peletizada .....	20
<b>Figura 8.</b> Resíduo úmido de cervejaria .....	22

**LISTA DE TABELAS**

Página

<b>Tabela 1.</b> Composição bromatológica do caroço de algodão, farelo de soja e milho grão.....	7
<b>Tabela 2.</b> Composição nutricional da casca de soja, milho e sorgo .....	13
<b>Tabela 3.</b> Parâmetros entre milho e cana-de-açúcar .....	14
<b>Tabela 4.</b> Valores nutricionais dos coprodutos do etanol de milho .....	17
<b>Tabela 5.</b> Comparativo DDG, WDG e outros alimentos na bovinocultura .....	18
<b>Tabela 6.</b> Análise bromatológica Polpa Cítrica .....	19
<b>Tabela 7.</b> Comparação entre milho e polpa cítrica, segundo cotação em 05/2021 .....	21
<b>Tabela 8.</b> Resultados após secagem de resíduos úmidos de cervejaria .....	23
<b>Tabela 9.</b> Análise bromatológica do resíduo úmido de cervejaria .....	24
<b>Tabela 10.</b> Valor nutritivo de alimentos alternativos ao milho para nutrição animal....	24

## RESUMO

Atualmente, a vasta utilização dos grãos tradicionais faz com que haja uma forte concorrência por eles, elevando os seus preços a cada ano e aumentando os custos de produção dos pecuaristas. Como a nutrição reflete a maior parte dos custos de produção na criação de bovinos, torna-se necessário estudar alimentos alternativos, com possibilidades de substituição fonte de suplementação tradicional. Apesar de alguns recordes de produção brasileiras na última safra, alterações climático-ambientais sofridas nos últimos anos quebraram expectativas de produção e vem dificultando a realidade de alguns produtores. Surpresas como geada, aparecimento de cigarrinha do milho, lagarta do cartucho e chuvas muito mal distribuídas fizeram da produção brasileira na safrinha ser a pior em muitos anos. O processamento industrial é uma atividade muito difundida na atualidade, e que carrega grande importância, devido ao abastecimento de alimento para a população humana. A indústria processa os seus produtos de interesse, e, inevitavelmente, gera resíduos ou subprodutos que seriam descartados no meio ambiente. O acúmulo desses materiais poderia representar um problema socioambiental grave na sociedade a longo prazo. Dessa forma os ruminantes possuem grande importância no aproveitamento de resíduos de atividades agroindustriais. A formulação de rações é uma atividade que está sempre buscando o conhecimento dos níveis de exigência animal em cada raça e fase produtiva, além da análise bromatológica (feita em laboratório ou disponível em literaturas) de todos ingredientes a serem utilizados. Os aspectos nutricionais de cada alimento são levados em consideração, para assim saber se este ingrediente entrará na dieta animal como fonte de fibra, proteína, energia ou minerais.

**Palavras-chave:** Dieta, reaproveitamento, substituição.

## ABSTRACT

Currently, the widespread use of traditional grains means that there is strong competition for them, raising their prices every year and increasing production costs for ranchers. As nutrition reflects most of the production costs in raising cattle, it is necessary to study alternative foods, with possibilities of substituting a traditional supplementation source. Despite some Brazilian production records in the last harvest, climatic-environmental changes suffered in recent years have broken production expectations and have made the reality of some producers more difficult. Surprises such as frost, the appearance of corn leafhopper, cartridge caterpillar and very poorly distributed rains made Brazilian production during the off-season the worst in many years. Industrial processing is a very widespread activity nowadays, and it carries great importance due to the food supply for the human population. The industry processes its products of interest, and inevitably generates waste or by-products that would otherwise be discarded into the environment. The accumulation of these materials could represent a serious socio-environmental problem in society in the long run. Thus, ruminants are of great importance in the use of residues from agro-industrial activities. Feed formulation is an activity that is always seeking to know the animal requirement levels in each breed and production phase, in addition to the chemical analysis (made in the laboratory or available in literature) of all the ingredients to be used. The nutritional aspects of each food are taken into account, in order to know if this ingredient will enter the animal's diet as a source of fiber, protein, energy or minerals.

**Keywords:** Diet, reuse, replacement.

## 1. INTRODUÇÃO

Em virtude da grande competitividade vivida no cenário atual pelos cereais tradicionais (milho e soja), surge então a possibilidade de utilização e aproveitamento de resíduos industriais, também chamados de subprodutos ou coprodutos, na alimentação de ruminantes (SALMAN, 2012).

Essa grande competitividade pelos cereais mais nobres se dá pela sua vasta utilização. Atualmente, eles são usados suprir a alimentação humana e de outras classes de animais, como os monogástricos por exemplo, e para produção de álcool (através do milho), um biocombustível que ganha participação por agregar sustentabilidade ambiental na produção de combustível. Estabelecendo assim, uma forte concorrência devido a crescente na demanda por esses grãos, tanto no mercado interno quanto no externo (POLIZEL, 2021).

A alta do dólar também influencia na concorrência por esses produtos, uma vez que são commodities comercializados internacionalmente na moeda norte-americana. A utilização dos coprodutos na alimentação animal aparece, então, como uma alternativa para baixar os custos de produção, que vem se elevando a cada ano na pecuária intensiva (BARBOSA, 2021).

Os subprodutos são, de fato, sobras industriais, oriundos de processamentos de beneficiamento de matéria-prima vegetal. Devido a essa característica, possuem valor agregado mais baixo do que os produtos principais (MENEQUETTI, 2008). Alguns exemplos de processamentos industriais de matéria-prima vegetal que geram resíduos que podem ser utilizados na alimentação de ruminantes são: o beneficiamento do algodão, o processo de trilhagem da soja, a produção de etanol através do milho, a produção de suco de laranja e a produção de cerveja. Produzindo assim, o caroço de algodão, a casquinha de soja, o DDG (grão seco de destilaria), a polpa cítrica e o resíduo úmido de cervejaria, respectivamente. Segundo CAVALCANTE (2018), além dos subprodutos aparecerem como uma opção mais econômica para o produtor, representam um aproveitamento de um material que seria descartado. A reutilização de insumos preserva e maximiza os recursos do meio ambiente.

A partir da análise bromatológica desses alimentos, é possível verificar a sua composição química, seus valores alimentícios e calóricos, que muitas vezes podem conter propriedades físico-química alternativas aos alimentos tradicionais (MARTINEZ, 2021). A busca pelos subprodutos se dá ou por uma vantagem econômica direta no custo desse alimento ou por gerar um melhor desempenho animal, devido a uma melhora na eficiência alimentar.

Porém, outros componentes do custo também devem ser considerados, como a logística no transporte, na descarga e no armazenamento, seu teor de matéria seca, sua composição nutricional e seu consequente nível de inclusão na dieta. Os subprodutos além de gerar uma grande flexibilização para a formulação de dietas, dispensam qualquer tipo de processamento por já serem comercializados na forma adequada ao uso (MENEQUETTI, 2008). Segundo MOURÃO (2012) o processamento promove uma melhoria na qualidade da matéria-prima utilizada, porém é uma etapa onerosa na produção de alimentos para os animais. Processos como a moagem geram custo com máquinas, mão de obra e energia.

A última safra de grãos no Brasil (2020/21) foi afetada por diversos fatores que derrubaram expectativas, com a produção total de grãos menor que a do ano anterior. A incidência de pragas como o percevejo barriga-verde, a lagarta do cartucho e a cigarrinha do milho afetaram fortemente a produtividade da safrinha de milho. Condições extremas de frio como geadas também comprometeram a produção nessa fase. Por afetar principalmente as folhas mais jovens, a geada compromete todo o desenvolvimento e produção da planta. Esses contratemplos aliados à crescente demanda pelo grão forçaram o aumento do valor do milho no mercado, e a sua substituição passa a ser estudada (UDOP, 2021). O milho é sem dúvida o principal cereal energético no mercado, porém, a sua substituição deve ser considerada, pensando em uma eventual troca do amido como principal fonte de energia para o animal. Essa substituição pode gerar um benefício nutricional para o animal e financeiro para o produtor, quando bem orientada (MARTINEZ, 2021). Portanto, este trabalho tem por objetivo o conhecimento dos aspectos nutricionais dos subprodutos e as suas formas de utilização. Em tempos de instabilidade no mercado pecuário e altos custos de produção, alternativas como essa ganham ainda mais importância.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O setor agropecuário se mostra como uma atividade complexa e vulnerável a diversos fatores. Fatores climáticos, intensidade do papel de intervenção do estado, oscilações econômicas, entre outros, representam causas de riscos associadas a esse setor da economia. Produtores, atacadistas, indústrias, varejistas e consumidores finais ficam sujeitos a tais alterações (HARZER *et al.*, 2012).

A instabilidade no mercado de produtos agropecuários surge a partir de variações climáticas, instabilidade na política, surgimento de doenças e pragas, mudança na estrutura de preços pelo governo, desequilíbrio da relação de oferta e demanda e da sazonalidade dos preços ligada à produção. O Brasil vem enfrentando alterações de ordem climática e ambiental nos últimos anos, que estão resultando em mudanças na forma de produzir grãos, nos seus custos de produção, na sua disponibilidade em épocas de alta demanda e no consequente preço final para o consumidor (PEREIRA, 2017).

O milho, dentre os cereais, é o mais largamente utilizado, com alto teor de energia e baixo teor de proteína, principalmente lisina, um aminoácido essencial na produção de bovinos. (BARBOSA, 2004). É um componente importante na formulação de rações para diferentes cadeias produtivas e, portanto, a elevação do seu preço afeta a margem dos produtores que utilizam esse grão e encarece vários produtos até o consumidor final. A vasta utilização do milho reflete a sua alta demanda, principalmente no início e final do ano, onde sua oferta é menor (FORMIGONI, 2016).

Os biocombustíveis (biodiesel, etanol e biogás), também conhecidos como combustíveis limpos, têm tido uma procura muito alta nos últimos anos. Isso tem levado países industrializados a desenvolverem suas próprias tecnologias para aumentar a produção e suprir essa demanda de mercado (CORRÊA, 2006). O biodiesel tem sua produção a partir da extração do óleo de plantas. Alguns exemplos de plantas regionais que são capazes de gerar óleo são a soja, a mamona, a macaúba, o algodão, o girassol, entre outros. Esse combustível não necessita da utilização de combustíveis fósseis no seu processo de fabricação. Portanto, é caracterizado com uma fonte limpa de energia, tendo baixíssima emissão de gases poluentes (UDOP, 2010). O biogás é um combustível produzido a partir da decomposição de materiais orgânicos de origem animal e vegetal. É considerado um combustível renovável e ecológico devido a sua obtenção através da digestão anaeróbia de bactérias. Pode ser facilmente obtido com a instalação de biodigestores na propriedade para aproveitamento de resíduos fruto da atividade

animal e restos vegetais. A produção do biogás pode representar uma redução nos custos com energia e adubação (QUEVEDO, 2016).

O etanol do milho também é um biocombustível que está fazendo sucesso no mercado de combustível ao redor do mundo. Em 2012 aconteceu a inauguração da sua primeira usina de processamento do grão de milho para produção de etanol. Essa indústria vem ganhando participação recentemente. Esse tipo de combustível se mostra como um fator muito positivo para a indústria do álcool, pois permite que as usinas continuem trabalhando processando o grão no período de entressafra da cana-de-açúcar. Além disso, os usineiros também terão disponível para venda subprodutos como o DDG (grão seco de destilaria) e o WDG (grão úmido de destilaria), que estão sendo muito utilizados na alimentação de aves, bovinos e suínos. Atualmente, só existem usinas que utilizam o milho na produção de etanol no estado de Goiás e Mato Grosso. O potencial da produção do etanol de milho é alto, gera renda para o país, além de contribuir na redução do preço médio dos demais combustíveis no mercado (DALLÀGNOL, 2019).

Para GURGEL (2011), essa crescente na demanda por biocombustíveis se deve pela necessidade em fomentar fontes de energia de menor impacto ambiental, aumentar a segurança energética e reduzir a dependência das importações de petróleo.

Além de contribuírem reduzindo a dependência energética sobre os combustíveis fósseis, os biocombustíveis são produzidos a partir da fermentação de plantas que absorvem gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e, então, permitem a produção de combustíveis, que praticamente não causam a emissão de gases de efeito estufa, sendo assim, importantes na preservação do meio ambiente (REIS, 2019).

Com o aumento da preocupação por impactos causados no meio ambiente e a exaustão dos recursos renováveis, faz-se necessário a busca por produções alternativas, mais eficientes e ecológicas, tal como a produção de combustível através da biomassa de vegetais. Nesse contexto, o etanol produzido através do milho é uma opção que atende a essa procura, por se tratar de uma matéria-prima renovável e que neutraliza a emissão de CO<sub>2</sub> produzida pela combustão desse biocombustível (HOFFMANN, 2019).

O acúmulo de resíduos da atividade industrial gera impacto social, econômico e ambiental. O aproveitamento de resíduos na alimentação de animais domésticos pode ser muito útil por auxiliar na diminuição do impacto ambiental e, além de aparecer como uma oportunidade de redução nos custos de produtos de origem animal (SALMAN, 2012).

A grande maioria das pastagens que se encontram no Brasil são formadas por pastagens tropicais, que se mostram com boa adaptação às condições climáticas adversas no nosso país. No entanto, a estacionalidade da produção limita a disponibilidade de alimentos para animais ruminantes no período mais desafiador do ano, tornando necessário utilizar métodos que possam contornar os problemas da escassez de alimentos no período de déficit hídrico. Uma das maneiras de contornar esse problema é a utilização de subprodutos, que seriam descartados na natureza, podem se tornar alimentos alternativos de baixo custo, quando incluídos na alimentação de ruminantes. Os ruminantes tem papel muito importante no reaproveitamento de resíduos da agroindústria na sua alimentação. (CAVALCANTE, 2018).

## **2.1. CAROÇO DE ALGODÃO**

O Brasil está entre os cinco maiores produtores de algodão do mundo, juntamente com China, Índia, EUA e Paquistão (ABRAPA, 2021).

A cultura do algodão gera vários subprodutos tal como o caroço, a torta e o farelo de algodão, que são largamente utilizados na alimentação de ruminantes (GONÇALVES, 2009).

O estado de Goiás ocupa a terceira posição no ranking nacional de produção e área plantada de algodão, atrás apenas de Mato Grosso e Bahia (CONAB, 2020).

O caroço de algodão é um coproduto obtido nessa cultura e, tem rendimento por hectare após a retirada da pluma de 55%, em média, nas máquinas algodoeiras. O caroço é utilizado na formulação de dietas de bovinos leiteiros e bovinos de corte. Para muitos nutricionistas esse coproduto é considerado um ingrediente coringa durante a formulação (POLIZEL & SOARES, 2021).

Na figura 1 abaixo o caroço de algodão é representado.

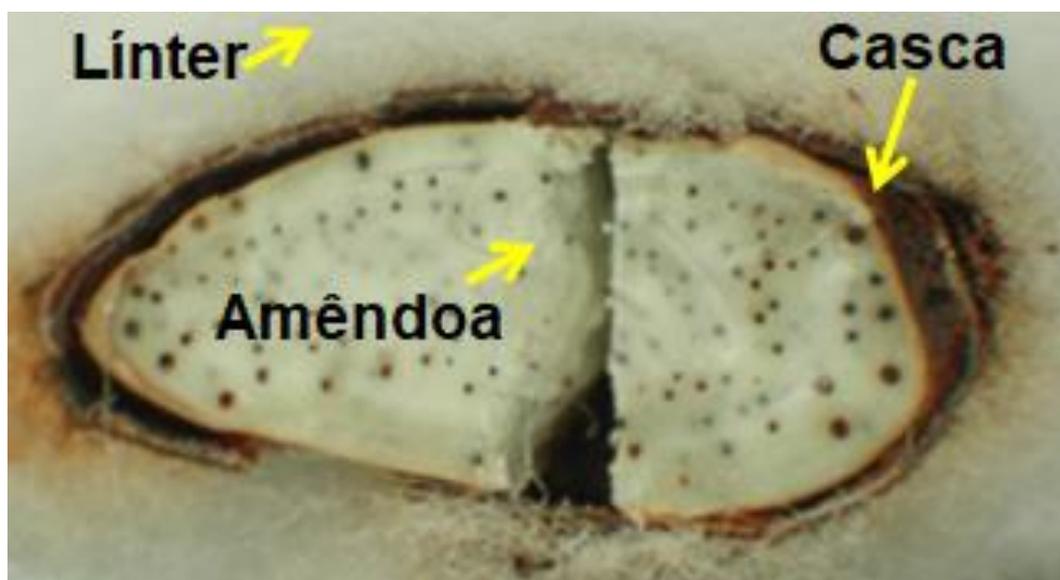


**Figura 1.** Caroço de Algodão.

**Fonte:** (NUTRITEC, 2021).

O caroço de algodão possui as seguintes estruturas: 36% de línter, 58% amêndoa e 6% de casca. O línter e a casca ricos em fibra e amêndoa é rica em óleo e proteína. Ou seja, o caroço de algodão é um alimento especial, além de ter características de volumoso (alto teor de fibra), também tem característica de concentrado (energia e proteína). A utilização do caroço de algodão resulta num aumento do teor de energia da dieta sem alterar negativamente a fermentação no rúmen, devido ao seu alto teor de fibra. Além de aumentar a energia e a fibra da dieta, fornece também proteína (LAGE, 2021).

As estruturas do caroço de algodão estão destacadas na figura abaixo (Figura 2), e em seguida, uma comparação entre a composição nutricional do caroço de algodão, milho e farelo de soja (Tabela 1).



**Figura 2.** Caroço de algodão e suas diferentes estruturas.

**Fonte:** (LAGE, 2021).

**Tabela 1:** Composição bromatológica do caroço de algodão, farelo de soja e milho grão.

Alimento	%MS	%PB	%FDN	%EE	%NDT
Caroço de Algodão	90,78	23,13	44,98	18,84	91
Farelo de Soja	88,56	47,64	14,81	1,63	81,04
Milho	87,64	9	11,61	4,01	85,65

**Fonte:** (VALADARES, 2002).

Para MARCELINO (2016), a análise do caroço de algodão revela a seguinte composição: 92% de matéria seca, 23% de proteína bruta, 20% de extrato etéreo, 44% de FDN (fibra em detergente neutro), 0,21% de cálcio, 4,80% de cinzas e 0,64% de fósforo. O que o torna um alimento com característica proteico-energética, portanto ele pode substituir em parte o alimento volumoso e o concentrado. A proteína do caroço apresenta uma digestibilidade maior e maior tempo de permanência no rúmen, essas características podem ser benéficas para a melhoria da síntese de proteína microbiana, ou seja, em associação com fontes energéticas de

lenta degradabilidade (milho moído, casca de soja, etc.) permite a sincronização da liberação de amônia (degradação da proteína) e da cadeia de carbono (quebra da fibra), de forma mais homogênea ao decorrer do período.

Um bom caroço de algodão não deve ter cheiro, deve estar limpo, livre de substâncias estranhas e com coloração variando do branco ao cinza-claro. Quando o caroço é obtido após a colheita e armazenado úmido, pode apresentar aquecimento, tornando-se escuro, o que geralmente indica prejuízo na qualidade, por diminuir a digestibilidade da proteína, pela rancificação (oxidação da gordura em ácidos graxos pouco voláteis). Além disso, pode ocorrer o aparecimento de fungos e de micotoxinas, como a aflatoxina. Se houver aflatoxina em excesso (20 partes por bilhão), o caroço não deve ser fornecido aos animais (CDRS, 2021).

Observa-se a superioridade no teor energético (%NDT) do caroço em relação ao milho e farelo de soja, e isto se deve essencialmente à grande quantidade de óleo (%EE) na amêndoa. A principal diferença entre o milho e o caroço de algodão é que o milho fornece energia na forma de amido, enquanto que o caroço fornece energia na forma de óleo. A utilização de óleo na alimentação de ruminantes, quando feita dentro dos limites fisiológicos do animal (máximo de 7% de gordura total na dieta), pode favorecer a manutenção de um ambiente ruminal mais saudável. Enquanto que a fermentação de amido no rúmen pode favorecer a ocorrência de acidose ruminal pela elevada produção de ácidos orgânicos, o mesmo não ocorre com as gorduras (LAGE, 2019)

O caroço pode estimular a mastigação e a ruminação, devido ao alto teor de fibra. O alto teor de fibra contribui para uma maior produção de saliva e manutenção do pH ruminal, com grande porcentagem de efetividade da fibra. O conceito de fibra efetiva está relacionado com a capacidade do alimento em estimular a ruminação. O estímulo da ruminação é importante para a vaca porque gera produção de saliva, que possui bicarbonato de sódio garantindo maior tamponamento por neutralizar os ácidos produzidos na fermentação no rúmen. A capacidade de estímulo de ruminação é normalmente atribuída aos alimentos volumosos (forragens), como feno ou silagens. De fato, o feno fornecido em partículas longas é classificado como o alimento com maior capacidade para estimular a ruminação. O caroço de algodão se caracteriza como uma fonte de fibra não-forrageira, por possui um fator de efetividade da fibra muito próxima à de forragens. Esta efetividade da fibra é alcançada pela presença do líter e da casca do caroço do algodão (LAGE, 2019).

Para armazenar o caroço deve-se utilizar estrados ou lona, em local seco, ventilado e sem luz solar direta. Pilhas muito grandes não são interessantes, podem elevar a temperatura

do caroço estocado. O teor de umidade deve ser monitorado, quando estiver acima de 10% o caroço deve ser passado pelo secador. Quando não se dispõe de secador ou de uma boa estrutura de armazenamento, deve-se evitar armazenagem do caroço de algodão por muito tempo (CDRS, 2021).

O caroço de algodão possui um fator anti-nutricional que se chama gossipol. O teor de gossipol livre (GL) pode variar de 0,5 a 1,0% na MS dependendo do cultivar. O gossipol passa a ser prejudicial para o animal só em grandes quantidades ou devido ao consumo por tempo prolongado, o gossipol pode causar lesões cardíacas e hepáticas em animais jovens. O GL tem efeito anticoncepcional em machos reprodutores e, por isso, geralmente não se utiliza derivados de algodão em dietas de machos reprodutores. Em Marcelino (2016) foram mostrados estudos, de reprodutores consumindo um nível de GL de 0,1% na MS durante dois meses, tiveram azoospermia (ausência de espermatozoide no sêmen), ou tiveram alterações na parte morfológica dos espermatozoides. A maioria dos problemas causados por alta ingestão de gossipol pode ser reduzido quando a dieta dispõe de bastante cálcio, pois apresenta capacidade de neutralizar o gossipol (MARCELINO, 2016).

O gossipol é tóxico para animais monogástricos e poligástricos (ruminantes), porém os ruminantes apresentam maior capacidade de ingestão quando com os monogástricos, através dos microrganismos do rúmen é possível anular esse efeito tóxico até certo nível de ingestão do gossipol (PERES, 2001).

O caroço de algodão pode ser utilizado diretamente na alimentação de bovinos, sem problemas de intoxicação pelo gossipol, desde que fornecido na dosagem de até 1,5kg/animal/dia, para bovinos adultos, tanto de forma isolada, quanto misturado com outros ingredientes, em ração balanceada, sem necessidade de trituração (BELTRÃO & PEREIRA, 2000).

Uma polêmica em relação ao uso do caroço de algodão é por uma possível alteração no gosto da carne. Porém em experimento conduzido pela Embrapa em parceria com a USP Pirassununga foi constatado que para alterar o sabor da carne é necessário dietas extremamente densas em caroço de algodão, ou seja, com níveis acima de 30% da matéria seca da dieta. Porém, a maioria dos pecuaristas não costuma utilizar o caroço em mais de 20% da dieta, esse problema pode tranquilamente ser contornado (ORLANDO, 2011).

## 2.2. CASQUINHA DE SOJA

A primeira referência da soja como alimento, data de mais de 5.000 anos atrás, no império Chinês. A soja ganhou tamanha importância, cultural e nutricional, que era utilizada como moeda. Participava de negociações sendo vendida à vista ou como mercadoria de troca. A soja aparece no Brasil no início do século XX, na Estação Agropecuária de Campinas, e foi se expandindo para as demais regiões brasileiras no decorrer desse século. Ganhou uma maior expansão em decorrência da ampliação da indústria de óleo e da demanda internacional do grão, de forma direta ou indireta, para alimentação humana (APROSOJA-GO, 2020).

O Brasil, a partir de 2020, passou a ser o maior produtor mundial de soja, com 38,9 milhões hectares de área plantada. Passou os Estados Unidos, atingindo nesta safra, 137 milhões de toneladas produzidas, com produtividade de 3.528 kg/ha (CONAB, 2021).

A soja pode ser considerada como um dos grãos de maior importância da atualidade. Tradicionalmente cultivada no verão, devido às suas exigências climáticas e fisiológicas, a soja vem ganhando maior relevância ano após ano, sendo a principal cultura de verão nas lavouras brasileiras (EMBRAPA, 2021).

A liderança da soja no cenário agrícola brasileiro, se deve, pelas suas qualidades nutricionais, facilidade de adaptação a quase todas as regiões do planeta, alta produção, facilidade de cultivo e, principalmente, pelo retorno econômico obtido nessa cultura. A soja possui alta versatilidade, sendo utilizado pela indústria como fonte de proteína, para alimentação humana e animal, produção de óleo vegetal, e até mesmo na produção de biocombustíveis. Esses fatores fazem da soja uma cultura amplamente difundida no país, sendo responsável por alavancar o PIB nacional (SANTOS, 2021).

A produção nacional de soja é bastante expressiva. Do processamento da soja para extração do óleo, são gerados dois subprodutos de grande relevância para a nutrição de ruminantes, o farelo e a casca de soja (MARTINEZ, 2021).

Na figura 3 seguir, o grão de soja.



**Figura 3.** Grão de soja.

**Fonte:** (AGRISHOW, 2021).

A casca de soja, é a parte externa do grão, também denominado de tegumento, obtida após o processo industrial de extração do óleo vegetal. Após separada, a casca da soja passa por um processo de tostagem para que ocorra a inativação da enzima uréase. Posteriormente é moída para aumentar a densidade do material, e então, é peletizada (TOWNSEND et al., 1997). A peletização contribui no processo de armazenagem, aumentando a vida útil do produto e reduzindo perdas, principalmente no momento do transporte. A forma peletizada de rações também pode trazer benefícios nutricionais, aumentando o consumo e o ganho de peso (KLEIN, 2009).

A cada tonelada de soja triturada para extração do óleo, em média, são gerados 183 kg de óleo, 733 kg de farelo 48% e 50 kg de casca (MARTINEZ, 2021).

As formas encontradas da casca de soja são representadas na abaixo (Figura 4).



**Figura 4.** Casca de soja peletizada e normal.

**Fonte:** (OLIVEIRA, 2018).

As características nutricionais da casca de soja permitem usá-la em substituição aos grãos mais utilizados na nutrição animal, como milho e sorgo. A casquinha de soja entra na dieta como um alimento concentrado, apesar de apresentar energia um pouco inferior à do milho. A principal fonte energética deste ingrediente é produto da extensa degradação ruminal da parte fibrosa contida em sua estrutura. O FDN (fibra em detergente neutro) desse coproduto possui alta digestibilidade, com alta produção de ácidos graxos de cadeia curta, que geram benefícios para a manutenção do pH ruminal (POLIZEL & SOARES, 2021).

A casca de soja possui baixo teor de amido (3,6%), e médio teor de pectina (13%), o que auxilia muito no processo de formulação de dietas mais seguras do ponto de vista fermentativo. O seu teor de proteína bruta é bom (em média 12%), superando o milho nessa análise (JESUS, 2020).

A seguir, é feita uma comparação entre a composição química da casca de soja, milho e sorgo (Tabela 2).

**Tabela 2.** Composição nutricional da casca de soja, milho e sorgo.

	Casca de soja	Milho	Sorgo
Matéria Seca (%MS)	90,30	87,91	88,12
Proteína Bruta (%MS)	12,73	9,05	9,67
Extrato Etéreo (%MS)	2,20	4,02	2,94
Amido (%MS)	3,51	72,43	64,51
Fibra em Detergente Neutro (%MS)	66,58	13,91	14,70
Nutrientes Digestíveis Totais (%MS)	68,85	85,73	79,86
Carboidratos Solúveis (%MS)	13,20	20,51	-

**Fonte:** (OLIVEIRA, 2018).

Apesar da casquinha de soja conter altas concentrações de FDN, ela não pode substituir os alimentos volumosos por completo, por não conter estrutura suficiente para estimular o processo de ruminação. A casca de soja é um material que possui tamanho de partícula pequeno em relação a outras fontes volumosas e isso deve ser levado em conta na hora da formulação da dieta (POLIZEL & SOARES, 2021).

Na proteína da casca de soja, observa-se um perfil de aminoácidos adequado para suprir as necessidades proteicas de uma dieta de qualidade. Sendo utilizada em dietas contendo silagem de milho como volumoso, a casca de soja tem perfil energético similar ao da polpa cítrica, pode substituí-la sem diferença de desempenho (MARTINEZ, 2021).

Apesar da grande variação da composição química de cada lote de subproduto, impactando diretamente no momento da formulação, a sua utilização em substituição aos ingredientes clássicos que vem encarecendo a cada ano pode trazer redução nos custos de produção com benefícios nutricionais comprovados (JESUS, 2020).

O resíduo de casca de soja é fonte de carboidratos, proteína, fibra e minerais, apresentando-se como uma matéria-prima de qualidade na alimentação de ruminantes (SANTOS, 2005).

### 2.3. DDG (Dry Distillers Grains)

O DDG (grão seco de destilaria) é um subproduto da indústria de produção de etanol através do milho. As usinas de etanol estão dispostas no modelo Full Cana, produzindo etanol apenas da cana-de-açúcar; Full Milho, produzindo etanol apenas através do milho; Flex, utilizando o milho quando falta cana e a Flex Full, produzindo etanol de milho e cana de forma simultânea (UNEM, 2021). São listados parâmetros para comparar o milho e a cana-de-açúcar na produção de etanol (Tabela 3).

**Tabela 3.** Parâmetros entre milho e cana-de-açúcar.

Parâmetros	MILHO	CANA-DE-AÇÚCAR
Ciclo de colheita	4 meses	12 – 18 meses
Rendimento de etanol/ton.	400L e 28,5% coprodutos	70 – 90L
Rendimento de etanol/ha	2,5 – 3,5 mil L	7 – 8 mil L
Tempo de fermentação	Pode chegar a 70hrs	10 – 12hrs
Coprodutos	DDG, WDG, óleo	Bagaço, melaço e vinhaça
Produção de etanol (20/21)	2,70 milhões L	27,86 bilhões L
Volume demandado	4,12 milhões de t (19/20)	418,17 milhões de t (19/20)
Produtividade média	5.533kg/há (19/20)	76.133kg/há (19/20)
Área equivalente	744,62 mil ha (19/20)	5,49 milhões ha (19/20)
	1,16 milhão ha (20/21)	4,52 milhões ha (20/21)

**Fonte:** (BIZUCA, 2020).

O DDG (grão seco de destilaria) é um subproduto da indústria de produção de etanol através do milho. Trata-se de um farelo proteico, obtido após o processo de moagem, fermentação e destilação do milho para obtenção do álcool. Vem sendo utilizado por pecuaristas em países como Argentina, Paraguai e Estados Unidos há bastante tempo. Chegou ao Brasil em 2010, e começou a ganhar relevância a partir de 2013 ao chegar em muitos confinamentos de bovinos no Mato Grosso em substituição ao farelo de soja. Hoje, está presente em muitos estados brasileiros, como Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais, apresenta teores de proteína bruta entre 26 a 30% (UNEM, 2021).

O WDG (grão úmido de destilaria) é o produto obtido inicialmente após a fermentação e destilação do milho. Nesta forma, também é utilizado na alimentação animal, contudo, por

apresentar alto teor de umidade, inviabiliza o seu transporte e impossibilita o seu armazenamento por longo tempo. Após a secagem do WDG é obtido o DDG, produto de utilização mais fácil, que permite estocagem por mais tempo e transporte facilitado. É por esse motivo que o DDG é mais amplamente utilizado e, conseqüentemente, apresenta valores comerciais maiores que os do WDG (POLIZEL, 2021). Essas duas formas estão representadas nas figuras 5 e 6 abaixo:



**Figura 5.** Grão seco de destilaria (DDG)

**Fonte:** (REHAGRO, 2021)



**Figura 6.** Grão úmido de destilaria (WDG)

**Fonte:** (REHAGRO, 2021)

A utilização do DDG é vasta, além de atender os setores da avicultura, suinocultura, equinocultura, piscicultura e linha pet, existe uma boa procura pelo DDG para a fase de terminação de bovinos (SOSSUÍNOS, 2021).

POLIZEL & SOARES (2021) em pesquisa pela ESALQLab afirmam que para cada tonelada de milho processada, são produzidos, em média 430 litros de etanol, 300 kg de DDG e 15 litros de óleo. Podendo variar segundo a eficiência no processo e pela cultivar da planta de milho utilizada.

Uma das diferenças entre o DDG e os farelos proteicos convencionais utilizados no Brasil (farelo de soja e farelo de algodão), é devido o DDG possuir alta porcentagem de proteína bruta, sendo que boa parte dessa proteína é classificada como PNDR (proteína não degradada no rúmen) (POLIZEL & SOARES, 2021).

Quando a fonte proteica é de baixa degradabilidade ruminal, aminoácidos chegam intactos ao duodeno, e esta proteína será quebrada no intestino delgado por microrganismos ou excretada nas fezes. Porém, quando trabalhamos com alimentos efetivos em aumentar a síntese de proteína pelas glândulas mamárias, além de terem baixa degradabilidade no rúmen, possuem alta digestibilidade intestinal e também contém um bom teor de aminoácidos limitantes em sua composição, como lisina, metionina e fenilalanina. A utilização de proteína com baixa degradabilidade no rúmen quando associada a proteína das forragens, que é de alta degradabilidade ruminal, balanceiam a absorção de proteína pelo corpo do animal, uma vez que um alto índice de proteína com alta degradabilidade no rúmen implica na produção de amônia, em concentrações excessivas traz complicações para o animal (PEREIRA, 2004).

Em experimento conduzido por SIMIELI (2018) avaliando o efeito do DDG em relação aos parâmetros ruminiais de bovinos de corte confinados, foi constatado um aumento na produção total de ácidos graxos de cadeia curta, o que comprova a sua digestibilidade em relação ao farelo de algodão.

No processo de produção do álcool é feita a remoção do amido do milho para a produção do etanol, e o resíduo gerado apresenta 30% de proteína bruta. O DDG entra, então, nas dietas como uma fonte de alimento proteico. A determinação de uso desse ingrediente é sempre feita usando como referência o seu aporte proteico, apesar de também fornecer em boas quantidades outros elementos (PAINE, 2016).

Em seguida, observa-se a composição nutricional dos subprodutos do etanol de milho (Tabela 4).

**Tabela 4.** Valores nutricionais dos coprodutos do etanol de milho.

	DDGs	WDGs
Matéria seca (%)	90,0	31,4
Proteína bruta (%)	30,8	30,6
Fibra em detergente neutro (%)	33,7	31,5
Extrato etéreo (%)	10,5	10,7
NDT (%)	89,0	98,0
Energia líquida g,Mcal	1,5	1,7

**Fonte:** (MINERVAFOODS, 2021).

MACHADO NETO (2018) conduziu um experimento na FMVZ-UNESP, utilizando dietas com até 45% da matéria seca de DDG em bovinos F1 Angus-Nelore, não foram observados efeitos negativos sobre o desempenho dos animais. Como trata-se de um alimento com baixo teor de amido e alto teor de fibra digestível, sua inclusão colabora em dietas densas em energia, evitando prejuízos por distúrbios digestivos como a acidose.

O DDG é tido como um alimento completo, pois pode substituir a fonte proteica do farelo de soja em 100%, e pode substituir, em muitos casos, o milho como fonte energética, devido ao seu alto teor de nutrientes digestíveis totais (NDT). Essa substituição do milho em relação a fonte energética deve ser parcial (50%) em vacas de alta produção, pois o DDG tem baixo teor de amido. Vacas de alta produção necessitam de teores relativamente altos de amido (GARCIA, 2020).

As formas DDGS e WDGS também podem ser encontradas. Refere-se a presença de solúveis condensados acrescentados aos grãos de destilaria. Os solúveis condensados, também chamados de xarope de milho, são obtidos após a centrifugação e evaporação da vinhaça, representam uma fração rica em aminoácidos e parede de levedura (MORETTI, 2021).

Para se utilizar os subprodutos do processo de destilação, deve-se entender que ao extrair o amido do grão (cerca de 70%) concentramos no DDG o que sobrou no grão. Ou seja, a parte mineral fica concentrada em 3 vezes mais. É por isso que inclusões superiores a 20% da MS total, pode-se ocorrer toxidez com algum elemento mineral, especialmente o enxofre. É

recomendado regular o núcleo mineral para trabalhar com esse subproduto na alimentação animal (MORETTI, 2021). Na tabela 5 a seguir, temos a comparação de alguns valores regionais de subprodutos proteicos.

**Tabela 5.** Comparativo DDG, WDG e outros alimentos na bovinocultura.

ALIMENTOS CONCENTRADOS	MÉDIO (R\$/T)	PB (%)	MS (%)	R\$/T de MS	R\$/KG de PB
DDG MT e GO	1.358,48	32	88,0	1.543,73	4,82
WDG MT e GO	368,63	32	30,0	1.228,77	3,84
Farelo de algodão 28 MT	1.380,09	28	93,0	1.483,97	5,30
Farelo de algodão 38 MT	1.801,60	38	92,0	1.958,26	5,15
Caroço de algodão MT	1.094,29	25	88,0	1.243,51	4,97
Farelo de soja MT	2.617,06	48	88,6	2.953,79	6,15

**Fonte:** (MINERVAFOODS, 2021).

Assim como qualquer outro alimento, os subprodutos originados da indústria de etanol de milho podem apresentar certa variabilidade em sua composição. Essa variação está relacionada ao processamento, qualidade da matéria-prima, quantidade de solúveis incorporados, entre outros fatores (GARCIA, 2000).

As flutuações nos valores dos ingredientes da dieta fazem com que o pecuarista tenha que escolher cada vez mais racionalmente os insumos a serem utilizados. O ajuste fino nas dietas é uma ferramenta necessária para se obter excelência produtiva com retorno financeiro na atividade, e assim, prosperar no setor (POLIZEL & SOARES, 2021).

## 2.4. POLPA CÍTRICA

A citricultura é uma das atividades agrícolas de maior relevância econômica atualmente. A adaptação ecológica das plantas cítricas nas porções intertropicais do planeta aliado ao consumo generalizado das frutas cítricas em todo mundo são motivos desse sucesso (EMBRAPA, 2021).

O Brasil ocupa a primeira posição na produção mundial de suco de laranja, e o estado de São Paulo é responsável por isso (CDRS, 2021). Estima-se para a safra de 2021/22 uma

produção de 294,1 milhões de caixas de 40,8 kg no cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste de Minas Gerais (FUNDECITRUS, 2021).

Subproduto da indústria alimentícia, a polpa cítrica é proveniente da extração do suco das frutas cítricas, tal como a laranja, o limão, a lima e a tangerina. Tem grande utilização em países europeus e nos Estados Unidos, a sua forma mais utilizada é desidratada (SANTOS, 2019).

A polpa cítrica tem se mostrado como uma alternativa na alimentação de bovinos, podendo substituir parte do milho nas formulações. Apesar da polpa ser um alimento rico em energia bruta, boa parte dos seus carboidratos estão na forma não-estrutural, porém existe alta quantidade de pectina. A pectina é um carboidrato estrutural, quando fermentada no rúmen gera ácidos mais fracos, como o acético, que diminui a propensão de acidose ruminal (REGUSE, 2018). Na sequência, a análise bromatológica da polpa cítrica (Tabela 6).

**Tabela 6.** Análise bromatológica Polpa Cítrica.

Item	Concentração
Matéria Seca	91,5 %
Proteína Bruta	6,4 %
Extrato Etéreo	3,0 %
Matéria Mineral	5,5 %
Fibra Bruta	13,5 %
Extrativos Não Nitrogenados	72,0 %
FDN	25,0 %
FDA	23,0 %
Carboidrato Não-Estrutural	60,0 %
Carboidrato Ácido Digestíveis (amilose, amilopectina, mono e dissacarídeos)	26,2 %
Pectina	25,0 %
Amido	0,3 %

**Fonte:** (BARRÊTO JÚNIOR *et al.*, 2008).

Segundo NRC (2007), a polpa cítrica peletizada apresenta em sua composição nutricional 79% de NDT, 7% de proteína bruta, 21% de FDN, 2,2% de extrato etéreo e 7% de

matéria mineral. É um alimento que apresenta alto valor energético e alta digestibilidade da matéria seca. Na figura a seguir a polpa cítrica peletizada (Figura 7).



**Figura 7.** Polpa cítrica peletizada.

**Fonte:** (OSTINATO, 2021).

Rica em pectina, um carboidrato de alto valor nutricional, a polpa cítrica tem também um caráter higroscópico. Isto é, possui alta capacidade de reter água, podendo ser um malefício no momento da secagem e estocagem desse alimento. Para facilitar a secagem, é adicionado 0,3 a 0,6% de hidróxido ou óxido de cálcio antes da prensagem. No momento da estocagem, a polpa cítrica também exige alguns cuidados. Locais ventilados e secos permitem o armazenamento do produto por até 6 meses. Em caso de aquecimento, a polpa deve ser espalhada para se evitar a combustão (TIGRE, 2012). A forma úmida da polpa cítrica também pode ser utilizada, mas é bastante perecível, o seu tempo de durabilidade não ultrapassa 3 a 4 dias (SOUZA, 2020). Para VILELA (1998), a capacidade higroscópica da polpa cítrica pode ser benéfica, aumentando o peso em contato com forrageiras úmidas e preservando nutrientes que seriam perdidos.

A pectina, principal componente da polpa cítrica, é um carboidrato estrutural complexo, que possui alta e rápida degradação no rúmen. A pectina possui taxa de degradação ruminal de 30 a 50%/hora, enquanto que o amido (não processado a vapor) é digerido em taxas entre 10 a 20%/hora. Além disso, a fermentação da pectina no rúmen propicia uma maior

formação de ácido acético em relação a outros ácidos como lático e propiônico, evitando quedas bruscas no pH ruminal, por serem fermentados por bactérias fibrolíticas que trabalham em pH mais alcalino (TIGRE, 2012).

A polpa cítrica apresenta deficiência em aminoácidos como cistina, metionina e triptofano (VARGAS & RAMIREZ, 2019).

Apesar da pectina ser encontrada na parede celular de células vegetais, ela é considerada um carboidrato não fibroso, ou seja, de rápida degradabilidade. Portanto, a polpa cítrica entra nas dietas em substituição ao milho como concentrado, mesmo tendo caráter intermediário entre volumoso e concentrado (DEMARTINI, 2016).

A polpa de citros também pode ser utilizada como aditivo. Devido a sua capacidade em reter água, existe a possibilidade de misturar a polpa cítrica triturada em silagens, especialmente de capim, com intuito de melhorar a qualidade do processo fermentativo desse alimento (TIGRE, 2012).

A última safra de laranja (2020/21) teve uma quebra de 30,5% em relação a safra 2019/20. Essa diminuição na produção se deve por fatores climáticos como a estiagem que afetaram a produtividade dessa cultura (FUNDECITRUS, 2021). Comparação entre o milho em grão e a polpa cítrica, em relação ao custo por tonelada de matéria seca e NDT (Tabela 7).

**Tabela 7.** Comparação entre milho e polpa cítrica, segundo cotação em maio de 2021.

PRODUTO	R\$/T	MS %	MS R\$/T	NDT %	NDT R\$/T
Milho grão	1.791,67	88,0	2.035,98	85,0	2.395,28
Polpa cítrica peletizada	1.410,00	91,0	1.549,45	82,0	1.889,57

**Fonte:** (SECCARECIO, 2021).

Mesmo com a queda da última safra de laranja, e o preço da polpa cítrica elevado, a substituição de parte do milho por esse insumo na dieta ainda é viável. Logicamente, dependendo da disponibilidade regional (SECCARECIO, 2021).

Um fator que impossibilita a substituição total do milho pela polpa cítrica na dieta, é que a pectina tem inclusão máxima de 30%, substituindo completamente o milho pela polpa cítrica esse teor de pectina se excederia. Pelo caráter higroscópico em reter água, a pectina faz com que o animal se sinta saciado e então diminui o consumo. Mas respeitando essa limitação, nenhuma alteração no desempenho animal foi observada (DEMARTINI, 2016).

## 2.5. RESÍDUO ÚMIDO DE CERVEJARIA

Com o aumento do consumo de bebidas alcoólicas no Brasil, e a falta de local para destinação dos resíduos gerados pela indústria, o resíduo úmido de cervejaria se configura como uma boa fonte de alimento para os animais e uma ótima forma de reaproveitar resíduos para diminuir custos e preservar os recursos naturais (BERNARDES, 2020).

O Brasil está classificado como o terceiro produtor mundial de cerveja, atrás apenas de China e Estados Unidos. A produção no Brasil é de aproximadamente 14 bilhões de litros de cerveja por ano, representando 1,6% do PIB nacional (CERVBRASIL, 2021).

O uso de subprodutos agroindustriais na alimentação animal assume, então, um caráter ecológico e econômico, muitas vezes sendo responsável pela viabilidade econômica do sistema, e praticamente eliminando os resíduos que seriam despejados de forma direta no meio ambiente. Um exemplo de subproduto que pode contribuir no reaproveitamento de matéria na alimentação de ruminantes é o resíduo úmido de cervejaria (MENDONÇA, 2012).

O resíduo úmido de cervejaria é o subproduto gerado, pela indústria cervejeira, após o processo de remoção do amido dos grãos de cereais para produção de álcool. Na fabricação de cerveja, o grão de cevada é molhado para sofrer germinação, com intuito de converter o amido em dextrina e açúcar, processo que é interrompido por meio de aquecimento no ponto máximo de conversão, para que resulte no produto conhecido como malte de cevada (MARTINEZ, 2021). A seguir, o resíduo úmido de cervejaria (Figura 8).



**Figura 8.** Resíduo Úmido de Cervejaria.

**Fonte:** (BERNARDES, 2020).

O malte de cevada é triturado e então pode ser misturado com o milho, arroz ou outro cereal disponível. Após o cozimento dessa mistura, é feita a separação entre a parte sólida e a parte líquida. A fração líquida é fermentada e então é transformada em cerveja, e a parte sólida resulta no resíduo de cervejaria (MARTINEZ, 2021).

Antes da comercialização, o resíduo de cerveja pode ser prensado para que seja removida parte da água, com intuito de facilitar o transporte e utilização desse produto. Na forma úmida esse coproduto possui de 25 a 30% de matéria seca. Existe também a forma seca desse resíduo, que pode chegar a 90% de matéria seca (ALBRECHT, 2019).

A produção brasileira de cevada está concentrada na região Sul do país, pelas características climáticas preferenciais dessa cultura. O grão de cevada pode ser utilizado na alimentação animal in natura, na forma de silagem ou na forma de resíduo. Tem características que nos permite fazer a substituição do milho, parcialmente, como concentrado na dieta. A cevada traduz a importância da produção de grãos no período do inverno (CÓRDOVA, 2004). Na tabela abaixo, teores de umidade do resíduo úmido de cervejaria (Tabela 8).

**Tabela 8.** Resultados após secagem de resíduos úmidos de cervejaria.

Substrato	% Umidade
Resíduo de cervejaria bruto	88,0 a 95,0 %
Resíduo prensado HYDRUS	63,0 a 66,0 %
Produto seco BRUTUS F	6,0 a 8,0 %

**Fonte:** (ALBRECHT, 2019).

O teor de proteína e minerais são concentrados após a retirada do amido, em comparação com a composição química do cereal do qual se originou (MENDONÇA, 2012). Na sequência, temos duas tabelas com a análise bromatológica do resíduo úmido de cervejaria (Figura 9) e o valor nutritivo de alguns alimentos alternativos ao milho (Figura 10).

**Tabela 9.** Análise bromatológica do resíduo úmido de cervejaria.

Item (%)	Úmido 1	Úmido 2	Úmido 3	Silagem
Matéria Seca (MS)	24,6	24,9	20 – 29,0	25,6
Proteína Bruta (PB)	29,0	25,9	32,0	29,2
Fibra em detergente neutro (FDN)	48,9	49,6	50,0	57,5
Fibra em detergente ácido (FDA)	24,1	20,8	23,0	21,0
Extrato Etéreo (EE)	9,5	7,0	9,5	7,4
Amido	5,6	5,7	-	-
Cálcio (Ca)	0,35	0,30	0,31	0,51
Fósforo (P)	0,69	0,58	0,57	0,80
Potássio (K)	0,15	0,16	0,09	-
Nutrientes Digestíveis Totais (NDT)	74,1	66,1	76,0	67,4

**Fonte:** (BRANCO, 2019).

**Tabela 10.** Valor nutritivo de alimentos alternativos ao milho para nutrição animal.

Fontes de Energia	Amido	Proteína %	Fósforo
Cevada	55-60	12	0,39
Polpa cítrica	1	9	0,12
Resíduo de cervejaria	10	29	0,67
Farelo de canola	2	41	1,00
Milho	65-70	9	0,30
Refinasil (promil)	12	24	1,00
Silagem de milho	25-30	8	0,20
Caroço de algodão	1	24	0,60
Grãos destilados	5	30	0,83
Sorgo grão	65-80	12	0,35
Casca de soja	1	14	0,17
Trigo grão	65-70	14	0,43
Farelo de trigo	15-20	19	1,02

**Fonte:** (MARTINEZ, 2021).

O resíduo úmido de cervejaria é utilizado como fonte de proteína na dieta de ruminantes, o que permite a sua utilização em substituição parcial do concentrado. Uma característica a ser observada é que boa parte da proteína desse alimento é classificada como PNDR (proteína não degradada no rúmen). O fato de a proteína não ser totalmente degradada no rúmen faz com que ela seja enviada para intestino grosso, onde será processada e absorvida (MENDONÇA, 2012).

Como é rico em metionina, o resíduo úmido de cervejaria pode trazer benefícios quando consorciado com o farelo de soja, que é pobre nesse aminoácido. A sua disponibilidade é o seu diferencial, existe produção de cerveja durante todo ano, conseqüentemente sempre existirá resíduo úmido de cervejaria nas usinas cervejeiras. Trata-se de um alimento muito palatável para os ruminantes, elevando os níveis de ingestão diária de alimento. Devido a sua alta palatabilidade é ideal para ser fornecido adicionado a outros alimentos de menor palatabilidade. Porém, é altamente perecível, tendo durabilidade de apenas alguns dias na fazenda. Sua distribuição é limitada a propriedades num raio de 150 a 350 km das usinas cervejeiras (BERNARDES, 2020).

Alguns pontos negativos, não só do resíduo de cervejaria, mas também da maioria dos outros subprodutos é referente a falta de controle de qualidade com a variação de composição entre lotes, para produtos com alta umidade o transporte e armazenamento fica impossibilitado e a produção de toxinas pode ocorrer quando mal armazenamento ou mesmo pelo seu tempo de durabilidade (BERNARDES, 2020).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, diante da literatura revisada, foi possível constatar que a utilização dos subprodutos pode contribuir bastante a nosso favor. Os subprodutos são gerados por atividades industriais imprescindíveis a nossa sobrevivência. Desta maneira, serão sempre gerados, e a utilização deles, mediante o aproveitamento de uma oportunidade ou em substituição a outro produto convencional, pode ser viável, de acordo com a disponibilidade de cada região.

Os subprodutos e os ruminantes fazem um trabalho muito positivo para o meio ambiente no reaproveitamento de resíduos de muitas atividades agrícolas. Seriam grandes quantidades de matéria, sem utilidade, sendo deixadas para processo de decomposição. O reaproveitamento permite usufruir ao máximo da matéria-prima que estamos utilizando, preservando os recursos naturais para sempre existirem paralelamente a nossa existência.

A lei da oferta e demanda conduz as movimentações de mercado, e não é diferente para os insumos pecuários. Produtos que vem sendo amplamente utilizados, refletem em demanda de mercado, quando não alcançadas, resultam em elevação de seus valores comerciais. Portanto, a utilização de qualquer produto, convencional ou resíduo, dependerá de oportunidades de mercado.

Em aspectos nutricionais, todos os produtos revisados tem muito boa aceitação pelos bovinos. Podem contribuir com propriedades nutricionais alternativas a de alimentos convencionais, cada um com sua especialidade, para ser usada como referência na formulação de rações. Ao mesmo tempo, merecem muita atenção por se tratar de produtos que variam muito a sua composição química. O acompanhamento da análise bromatológica é fundamental para monitorar a qualidade nutricional do produto que vamos utilizar.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAPA – Associação Brasileira de Produtores de Algodão, 2021.  
<https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-brasil.aspx>

ALBRECHT. Soluções para secagem de resíduos de cervejaria Albrecht, 2019.  
Equipamentos Industriais LTDA Joinville – SC.

ALVES, J. O; ZHUO, C.; LEVENDIS, Y. A.; TENÓRIO, J.A.S. Síntese de nano materiais de carbono a partir do resíduo de milho (DDGS). Química Nova, v.35, 2012.

BARBOSA, F. A. Alimentos na Nutrição de Bovinos, 2004. Disponível em:  
[http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos\\_nutricao\\_bovinos.htm](http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_nutricao_bovinos.htm)

BARBOSA, G. H. V; CARRIJO, V. M. F. Utilização de subprodutos na alimentação de bovinos leiteiros. Revista Attalea Agronegócios, 2021.

BARRÊTO JÚNIOR *et al.* Avaliação do potencial da polpa cítrica em provocar acidose láctica ruminal aguda em bovinos. Braz. J. vet. Res. Anim. Sci., São Paulo, v. 45, n. 6, p. 421-428, 2008.

BERNARDES, T. Resíduo Úmido de Cervejaria na Alimentação Animal, 2019.  
Disponível em: <https://tecnologianocampo.com.br/residuo-umido-de-cervejaria/>

BIZUCA, R. R. S. Etanol de milho seu coproduto DDG na nutrição de bovinos terminados em confinamento, 2020.

BRANCO, A. F. Resíduo de cervejaria (RUC) na dieta de bovinos, 2019. Disponível em: <https://pastoextraordinario.com.br/uso-de-ruc-para-bovinos/>

CAVALCANTE, S. E. A. S. Potencial de utilização de subprodutos regionais da microrregião de Chapadinha na alimentação de ruminantes e produção de gases. Vol.15, Nº 02, Marc./Abr. de 2018, ISSN: 1983- 9006, [www.nutritime.com.br](http://www.nutritime.com.br).

CDRS - Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Produção Animal, Caroco de Algodão na Alimentação Bovina, 2021. Disponível em: <https://www.cdrs.sp.gov.br/portal/produtos-e-servicos/publicacoes/acervo-tecnico/caroco-de-algodao-na-alimentacao-bovina>

CÓRDOVA, H. A. Utilização de cevada em substituição ao milho em dietas para vacas holandesas de alta produção, 2004.

CORRÊA, L. C. Transformação do Álcool em Commodity. In: Simpósio internacional e mostra de tecnologia e energia canavieira, 2006.

DALL'AGNOL, A. Etanol de Milho, 2019. Disponível em:

[https://www.agrolink.com.br/colunistas/etanol-do-milho\\_418884.html](https://www.agrolink.com.br/colunistas/etanol-do-milho_418884.html)

DEMARTINI, B. Uso de pectina para bovinos de corte. FCAT, UNESP Dracena, 2016.

FORMIGONI, I. B. Melhores meses para venda de milho e soja, Farmnews, 2016. Disponível em: <http://www.farmnews.com.br/mercado/melhores-meses-para-venda-de-milho/>

FUNDECITRUS. Reestimativa da safra de laranja 2021/22 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro – Cenário em Setembro/2021.

GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. Alimentos para gado de leite, 2009.

GURGEL, A. C. Impactos da política americana de estímulos aos biocombustíveis sobre a produção agropecuária e o uso da terra. RESR, Piracicaba, SP, vol.49, nº 01, p. 181-214, 2011.

HOFFMANN, A. Eficiência da substituição do farelo de algodão por DDGs na produção de bovinos de corte, p. 84. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de

Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2019.

JESUS, M. H. Casca de soja na formulação de ração para vacas leiteiras, 2020. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao-de-leite/utilizacao-da-casca-de-soja-na-formulacao-de-racao-para-bovinos-220349/>

KLEIN, A. A. Peletização de Rações: Aspectos Técnicos, Custos e Benefícios e Inovações Tecnológicas, 2009. Disponível em: <https://pt.engormix.com/balanceados/artigos/peletizacao-racoes-aspectos-tecnicos-t36785.htm>

LAGE, H. F. Carozo de Algodão: um ingrediente único! Movimento Agro, 2021. Disponível em: <https://www.movimentoagro.com.br/noticia/57/caroco-de-algodao-um-ingrediente-unico>

MANELLA, M. Q., BOIN, C. Alimentos alternativos: carozo de algodão, 2000. Disponível em: <https://www.beefpoint.com.br/alimentos-alternativos-caroco-de-algodao-4805/>

MARCELINO, R. A. Uso de carozo de algodão na alimentação de bovinos leiteiros, 2016. Disponível em: <https://www.3rlab.com.br/2016/05/16/uso-de-caroco-de-algodao-na-alimentacao-de-bovinos-leiteiros/>

MARTINEZ, J. C. Alimentos alternativos ao milho para bovinos leiteiros, 2021. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao-de-leite/fontes-alternativas-de-energia-para-bovinos-leiteiros-224473/>

MENDONÇA, L. M. Utilização do resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cabras anglo nubiana em final de lactação, 2012.

MENEGHETTI, C. C.; DOMINGUES, J. L. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. Revista Eletrônica Nutritime, v.5, n°2, p. 512-536, Março/Abril, 2008.

MINERVAFOODS. Vantagens e desvantagens no uso de DDG e WDG na alimentação animal, 2021. Disponível em: <https://www.minervafoods.com/posts-pecuaristas/vantagens-e-desvantagens-no-uso-de-ddg-e-wdg-na-alimentacao-animal/>

MOURÃO, R. C. *et al.* Processamento do milho na alimentação de ruminantes. PUBVET, Londrina, V.6, N. 5, Ed. 192, Art. 1292, 2012.

MACHADO NETO, O. R. O uso dos subprodutos do etanol de milho na nutrição de bovinos. ScotConsultoria, 2018.

OLIVEIRA, C. Por dentro do cocho – casca de soja, Agroceres Multimix, 2018. Disponível em: <https://agroceresmultimix.com.br/blog/por-dentro-do-cocho-casca-de-soja/>

PAINE, R. DDG e WDG na alimentação de bovinos, 2016. Disponível em: <https://nutrimosaic.com.br/ddg-e-wdg-na-alimentacao-de-bovinos/>

PEREIRA, L. A. G., SANTOS, I. J. F. Mercado de commodities agrícolas e exportações de soja no cenário mundial. V Colóquio Cidade e Região. Universidade Estadual de Montes Claros, 2017.

POLIZEL, D. M., SOARES, L. C. B. Caroço de Algodão: qual qualidade do coproduto que utilizo na minha propriedade. ESALQLab, 2021.

REGUSE, E. M. Subprodutos da laranja na alimentação de ruminantes: Revisão, 2018.

REIS, P. Biocombustíveis vantagens e desvantagens, 2019. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/biocombustiveis-vantagens-e-desvantagens/>

ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; SANTIAGO, G. S.; TEIXEIRA, D. A. B. Uso de caroço de algodão na alimentação de ruminantes. Arq. Ciên. Vet. Zool. UNIPAR, 6(1): p. 75-80, 2003.

SALMAN, A. K. D. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação de bovinos leiteiros em Porto Velho, Embrapa Rondônia, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/34014/aproveitamento-de-residuos-agroindustriais-na-alimentacao-de-bovinos-leiteiros-em-porto-velho-rondonia>

SANTOS, A. A importância da citricultura nacional. Comunicação Faeg/Senar, 2019. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/a-importancia-da-citricultura-nacional>

SANTOS, M. S. Qual a importância da soja para a agricultura brasileira, 2021. Disponível em: <https://maissoja.com.br/qual-a-importancia-da-soja-para-a-agricultura-brasileira/>

SANTOS, D.T.; ROCHA, M.G.; QUADROS, L.F.; GENRO, T.C.M.; MONTAGNER, D.B.; GONÇALVES, E.N.; ROMAN, J. Suplementos energéticos para recria de novilhas de corte em pastagens anuais. Desempenho animal. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 209-219, 2005.

SECCARECIO, E. Carta Insumos: O mercado da polpa cítrica, 2021. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/cartas/54105/carta-insumos---o-mercado-de-polpa-citrica-em-2021.htm%20-%20educardo%20seccarecio%202021>

SOSSUÍNOS. Uso de DDGs na alimentação animal, Cartilha Técnica, 2021. Disponível em:

<http://www.sossuinos.com.br/DDG/Cartilha%20Te%CC%81cnica%20DDGS.pdf>

SOUZA, D. A. Utilizando a polpa cítrica úmida, 2020. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao-de-leite/utilizando-a-polpa-citrica-umida-93n.aspx>

TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; COSTA, N. de L. Utilização de subprodutos e resíduos agrícolas na alimentação de ruminantes. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 1997. 26p. (EMBRAPA-CPAF Rondônia. Circular Técnica, 32).

UDOP – União dos Produtores de Bioenergia. O biodiesel e sua matéria-prima, 2021. Disponível em: [https://www.udop.com.br/producao-brasileira-arquivos/15/gordura\\_animal.pdf](https://www.udop.com.br/producao-brasileira-arquivos/15/gordura_animal.pdf)

UNEM – União Nacional do Etanol de Milho, 2021. Disponível em: <http://www.etanoldemilho.com.br/ddg-2/>

VARGAS, M. D.; RAMIREZ, C. F. D. Composição química e utilização de polpa cítrica na nutrição de não ruminantes: Revisão. Pubvet, v.13, n.6, a353, p1-8, Jun., 2019.

VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, 1998, Botucatu. Anais... São Paulo: SBZ, 1998. p. 73-108.



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE DESENVOLVIMENTO  
INSTITUCIONAL  
Av. Universitária, 1069 | Setor Universitário  
Caixa Postal 86 | CEP 74605-010  
Goiânia | Goiás | Brasil  
Fone: (62) 3946.3081 ou 3089 | Fax: (62) 3946.3080  
www.pucgoias.edu.br | prodin@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

**Termo de autorização de publicação de produção acadêmica**

O(A) estudante: Henrique Teixeira Melo  
do Curso de Zootecnia, matrícula 2018/00270115-3, telefone: (62) 98458-6525  
e-mail henriquemelo\_593@hotmail.com, na qualidade de titular dos  
direitos autorais, em consonância com a Lei n° 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a  
Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de  
Curso

gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do  
documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto  
(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI,  
QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de  
divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 16/12/21.

Assinatura Henrique T. Melo do(s) autor(es):

Nome Henrique Teixeira Melo completo do autor:

Assinatura Antonio Viana Filho do professor-orientador:

Nome ANTONIO VIANA FILHO completo do professor-orientador: