



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**JOANE DA SILVA SANTOS**

**POLPA CÍTRICA E CASQUINHA DE SOJA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES**

**ARAGUAÍNA (TO)**

**2018**

JOANE DA SILVA SANTOS

POLPA CÍTRICA E CASQUINHA DE SOJA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

Monografia apresentada à UFT-  
Universidade Federal do Tocantins –  
Campus Universitário de Araguaína para  
obtenção do título de Bacharel em  
Zootecnia, sob orientação da Prof<sup>a</sup>.  
Deborah Alves Ferreira

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Deborah Alves  
Ferreira

**ARAGUAÍNA (TO)**

**2018**

JOANE DA SILVA SANTOS

POLPA CÍTRICA E CASQUINHA DE SOJA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES  
EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO

Monografia apresentada à UFT-  
Universidade Federal do Tocantins –  
Campus Universitário de Araguaína,  
Curso de Zootecnia foi avaliada para  
obtenção do título de Bacharel e aprovada  
em sua forma final pelo Orientador e pela  
Banca Examinadora.

Data de Aprovação 30/11/18

Banca examinadora:



Profª Drª. Deborah Alves Ferreira, Orientadora, UFT



Profº Dr. João Vidal Negreiros, Examinador, UFT



MSc. Rafael de Oliveira da Silva, Examinador, UFT

*A meus pais pelo incentivo, dedicação,  
perseverança e por acreditarem em mim.*

## AGRADECIMENTOS

*A Deus por me conceder saúde, sabedoria e determinação mesmo com todos os obstáculos encontrados no caminho.*

*A minha família pelo apoio financeiro, emocional e por todo amor transmitido.*

*A meus professores pela dedicação, paciência e compreensão nos momentos de dificuldade.*

*A professora Dr<sup>a</sup> Marilu Santos Sousa pelo incentivo, dedicação para comigo contribuindo diretamente para a conclusão do meu curso.*

*Ao professor Dr<sup>o</sup> João Vidal Negreiros por sempre está disposto a ajudar.*

*A minha orientadora Dr<sup>a</sup> Deborah Alves Ferreira por aceitar o meu convite e me orientar no trabalho de conclusão de curso.*

*A minha tia Zenólia Leita da Silva por toda dedicação, orientação, preocupação e ajuda financeira para comigo.*

*A meu namorado Pedro Henrique Gama pela paciência e disposição em me ajudar sempre que preciso, principalmente nesse período.*

O futuro pertence àqueles que acreditam na  
beleza de seus sonhos.

*Eleanor Roosevelt*

## RESUMO

O Brasil detém o maior rebanho comercial bovino do mundo com aproximadamente 221,8 milhões de cabeças. Desse total, aproximadamente 13% dos bovinos abatidos são terminados em regime de confinamento. Objetivou-se com esta revisão pesquisar na literatura científica dados do valor nutritivo e respostas dos animais recebendo dietas contendo casca de soja (CS) e polpa cítrica (PC) em substituição ao milho na dieta de ruminantes. O uso de alimentos alternativos como subprodutos gerados na indústria processadoras de alimentos têm sido utilizados na dieta de bovinos com a finalidade de substituir total ou parcialmente milho nas dietas de confinamentos. Alguns subprodutos têm se destacado na alimentação animal em substituição ao milho, como a CS e a PC, as quais apresentam potencial em substituir o milho sem afetar a digestibilidade dos nutrientes, consumo de matéria seca e o desempenho dos animais. A CS e a PC são fontes de fibra ricas em pectina com alto valor de digestibilidade proporcionando bom aporte energético, além do potencial em melhorar o ambiente ruminal por alterar a composição da produção de ácidos graxos voláteis, com maior produção de acetato e menor produção de lactato com efeitos benéficos sobre o pH do rúmen, principalmente em dietas com altos níveis de concentrado.

**Palavras-Chave:** Carboidratos não fibrosos. Pectina. Subprodutos

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Frações dos carboidratos das plantas. ....	12
--	----

## **LISTAS DE TABELAS**

Tabela 1- Principais espécies de bactérias degradadoras de fibra.....	15
Tabela 2- Análise bromatológica da casca de soja por diferentes autores.....	21

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AGV	Ácidos graxos voláteis
ATP	Adenosina trifosfato
CE	Carboidratos Estruturais
CF	Carboidratos fibrosos
CHOS	Carboidratos
CNE	Carboidratos não-estruturais
CNF	Carboidratos não fibrosos
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
CS	Casca de Soja
EA	Eficiência alimentar
EE	Extrato Etéreo
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
H <sub>2</sub>	Hidrogênio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MM	Matéria mineral
MO	Matéria Orgânica
MS	Matéria Seca
NDT	Nutrientes Digestíveis Totais
PB	Proteína Bruta
PC	Polpa Cítrica
PCP	Polpa Cítrica Peletizada

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Caracterização dos carboidratos .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Metabolismo dos carboidratos fibrosos .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 Metabolismo dos carboidratos não fibrosos .....</b>	<b>16</b>
<b>3 INGREDIENTES ALTERNATIVOS PARA ANIMAIS EM CONFINAMENTO .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Polpa Cítrica .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Uso da polpa cítrica na alimentação de ruminantes .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3 Casca de soja .....</b>	<b>20</b>
<b>3.4 Uso da casca de soja na alimentação de ruminantes .....</b>	<b>21</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>23</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil detém o maior rebanho comercial bovino do mundo com aproximadamente 218,23 milhões de cabeças (IBGE, 2016). Além disso, o Brasil é o maior exportador de carne bovina do mundo tornando uma das principais atividades da economia brasileira. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) as exportações brasileiras de carne bovina *in natura* no 3º trimestre de 2018 cresceram 25,4% em volume e 20,8% em faturamento, quando comparada ao mesmo período do ano anterior.

Animais terminados em confinamento têm sua base alimentar em concentrados como o milho. O milho é o principal ingrediente energético como fonte de amido utilizado nas dietas de animais em sistemas de confinamento. E nesse tipo de sistema a alimentação pode representar até 70% dos custos operacionais totais (BARBIERI et al., 2016). Tendo isso em vista, tem se buscado alternativas para reduzir os custos com alimentação e produzir uma carcaça mais barata e competitiva, aumentando desta forma a rentabilidade do negócio.

Diante disso, o uso de alimentos alternativos como subprodutos gerados nas indústrias processadoras de alimentos têm sido utilizados na dieta de bovinos com a finalidade de substituir total ou parcialmente o milho e reduzir os custos com alimentação, com aumento ou manutenção da produção (MUELLER et al., 2011; BASTOS et al., 2015; ALNAIMY et al., 2017).

Alguns subprodutos têm se destacado na alimentação animal como substituto do milho, como é o caso da casca de soja (CS) e da polpa cítrica (PC), os quais apresentam potencial de substituir o milho e melhorar o ambiente ruminal (MUELLER et al., 2011; GOUVÊA et al., 2016).

Com intuito de aumentar o desempenho dos animais, e explorar melhor o potencial de ganho, nutricionistas têm cada vez mais utilizado maiores níveis de concentrado nas dietas ocasionando algumas vezes problemas de desordens metabólicas como a acidose, devido à grande produção de ácidos graxos voláteis (AGV) em um curto período de tempo (OLIVEIRA et al., 2013). A CS e a PC pelo seu elevado teor em FDN proporciona melhor ambiente ruminal por garantir maior produção de ácido acético e por ter menor potencial de produção de ácido láctico promovendo assim maior resistência a queda do pH ruminal, com redução dos

efeitos deletérios sobre a degradação da fibra da dieta (ALNAIMY et al., 2017; RESTLE et al., 2004).

Portanto, essa revisão tem como objetivo pesquisar nas bases de dados Biblioteca Científica Eletrônica On-line, Periódicos Capes e Google acadêmico artigos de pesquisas que avaliaram o uso da CS e da PC em alternativa ao uso do milho na alimentação de ruminantes.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Caracterização dos carboidratos

Os carboidratos de origem vegetal (Figura 1) compreendem de 70 a 80% da ração de ruminantes e são fontes energéticas fundamentais para o atendimento das exigências de energia e proteína e para a manutenção da saúde animal (NUSSIO et al., 2011). A fermentação dos carboidratos no rúmen por meio de bactérias, fungos e protozoários dá origem a produção de ácidos graxos voláteis (AGV) que são as principais fontes de energia para os ruminantes atendendo até 80% das exigências diárias para produção de leite ou carne (ALVES et al., 2009).

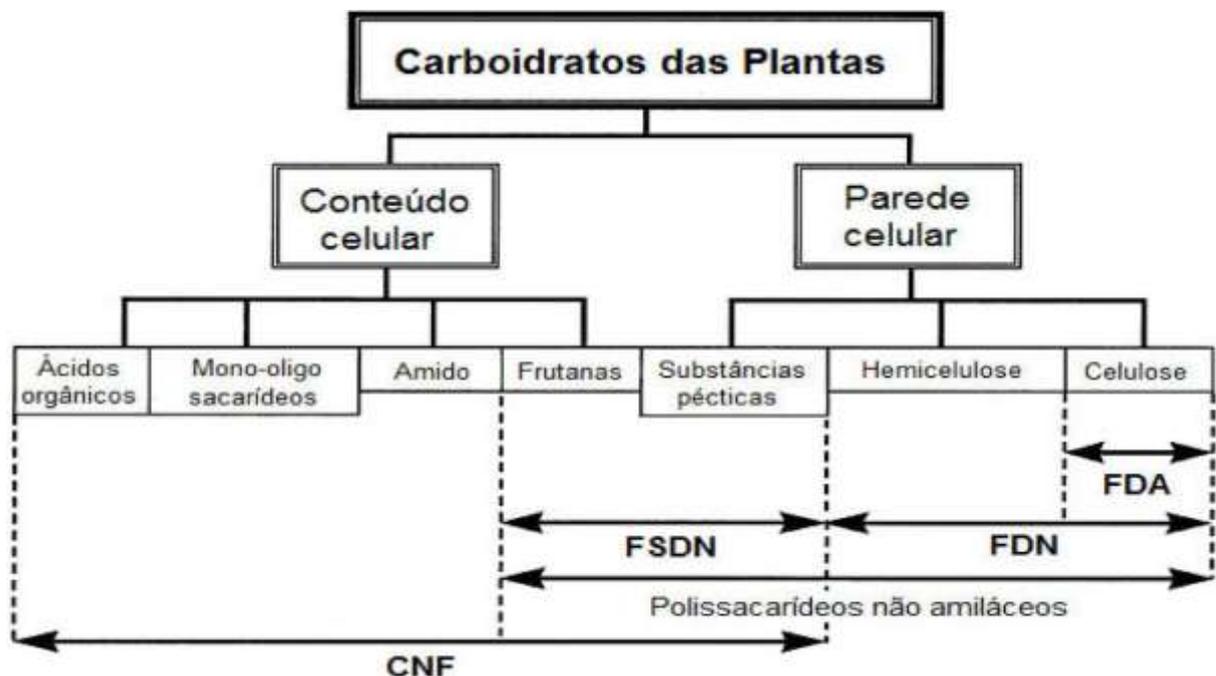


Figura 1. Frações dos carboidratos das plantas. FDA = Fibra em Detergente Ácido, FDN = Fibra em Detergente Neutro, FSDN = Fibra Solúvel em Detergente Neutro (que inclui todos os polissacarídeos não presentes no FDN), CNF = Carboidratos não-fibrosos.

Fonte: Hall (2003).

Os carboidratos podem ser classificados de diferentes formas: de acordo com sua quantidade de unidades de glicose como: monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos; pela função que exerce na planta: carboidratos estruturais e não estruturais e do ponto de vista nutricional em carboidratos fibrosos (CF) e não fibrosos (CNF) (HALL, 2014).

Os carboidratos não fibrosos estão contidos no conteúdo celular e tem função energética nos vegetais apresentando altas taxas de degradabilidade no rúmen e encontrados em maior quantidade nos grãos, caules e raízes. Já os carboidratos fibrosos estão contidos na parede celular dos vegetais sendo abundantemente encontrado nas plantas forrageiras, principal volumoso da dieta dos ruminantes (OLIVEIRA et al., 2016).

Dentre os CNF encontram-se o amido, principal carboidrato da dieta de animais confinados, açúcares solúveis (glicose, frutose, maltose) oligossacarídeos e frutanas (Figura 1) (BRANDI e FURTADO, 2009). A pectina apesar de estar contida na parede celular, mais especificamente no espaço intercelular, nutricionalmente é considerada um CNF por sua solubilidade em água e taxa de degradabilidade alta e constante próxima a do amido (OLIVEIRA et al., 2016). Já os CF são representados principalmente pela celulose e hemicelulose, constituintes da parede celular e importantes fontes de energia para bovinos criados a pasto que tem sua dieta baseada em forragens (VELÁSQUEZ et al., 2010).

## **2.2 Metabolismo dos carboidratos fibrosos**

Os CF são polímeros presentes na parede celular dos vegetais e são representados por celulose, hemicelulose que juntamente com a pectina e a lignina têm função principal de sustentação e proteção da planta (MERTENS, 1992).

A celulose é um homopolissacarídeo linear não ramificado e insolúvel em água, constituído por unidades de glicose, ligadas entre si por meio de ligações glicosídicas  $\beta$ -1,4. O arranjo estrutural da celulose em forma paralela dos seus polímeros (NELSON e COX, 2016) confere a esta maior resistência a degradação bacteriana no ambiente ruminal com redução na digestibilidade da FDN (MACIEL et al., 2012).

A hemicelulose é um heteropolissacarídeo constituído de polímeros de hexoses, pentoses e ácidos urônicos podendo ser linear ou ramificado. A disposição

dos polímeros da hemicelulose são menos organizados quando comparado com os da celulose conferindo assim a hemicelulose maior facilidade a penetração do microorganismos e, portanto, maior digestibilidade (NELSON e COX, 2016).

A digestibilidade da fibra está diretamente ligada à porção que não é excretada nas fezes. Assim, a fibra tem uma fração indigestível e digestível. O processo de degradação da fibra acontece no rúmen por meio da flora microbiana com hidrólise dos polissacarídeos gerando os mono e dissacarídeos passíveis de serem absorvidos pela parede bacteriana (KOZLOSKI, 2009).

Um dos fatores que podem impedir que os microorganismos do rúmen tenham acesso a fibra e consiga extrair os nutrientes disponíveis é a lignina, composto fenólico presente na parede celular, que dificulta as bactérias de realizarem o processo de adesão e degradação da fibra. A lignina faz parte da constituição da célula vegetal apresentando uma baixa ou mesmo nula digestibilidade. Um ponto relevante observado na formulação das dietas e especialmente na escolha dos nutrientes, uma vez que há altas correlações negativas do teor de lignina com a digestibilidade da matéria seca, da fibra bruta, da celulose e hemicelulose (KOZLOSKI, 2009).

As bactérias se aderem a fibra e produzem enzimas específicas que degradam a parede celular liberando os nutrientes que são absorvidos e transformados nos AGV's. Os produtos resultantes do processo da fermentação microbiana dos carboidratos no rúmen são o ácido acético, propiônico e butírico, além da produção de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e metano ( $\text{CH}_4$ ) (DIJKSTRA et al., 2012).

Embora o teor de fibra da dieta possa trazer limitações ao consumo e a digestibilidade dos nutrientes, por tratar-se de um componente estrutural da parede celular, em ruminantes a fibra é essencial para estímulo da mastigação e ruminação. A FDN promove à manutenção da saúde ruminal, por meio da mastigação e da ruminação, a qual estimula a produção de saliva rica em fosfato e bicarbonato, os quais desempenham um efeito tamponante sobre no rúmen principalmente devido a alcalinidade desta em ruminantes, possuindo o pH em torno de 8,2 e 8,4 (OLIVEIRA et al., 2013).

O pH ruminal é importante para degradação da fibra por propiciar ambiente adequado para atividade das bactérias celulolíticas que são sensíveis a pH menor que 6,0. Portanto, busca-se a manutenção do pH ruminal acima de 6,0 para

maximização da produção microbiana principalmente quando a dieta possui proporções significativas de concentrado (DIJKSTRA et al., 2012).

A microbiologia do rúmen é extremamente complexa em virtude da ampla variedade e número de microrganismos presentes nesse compartimento, além de suas diferentes naturezas e alterações que ocorrem na população conforme o tipo de dieta oferecida. A população microbiana do rúmen é regulada pelo balanço ecológico das condições presentes no ambiente.

As bactérias são classificadas de acordo com os substratos que elas utilizam e pelos substratos finais da fermentação (Tabela 1) podendo ser classificadas em celulolíticas, hemicelulolíticas, amilolíticas, proteolíticas, metanogênicas, lácticas, pectinolíticas, lipolíticas, ureolíticas e Archeae.

Tabela 1- Principais espécies de bactérias degradadoras de fibra

<b>Espécies bacterianas fermentadoras de carboidratos fibrosos</b>	
<b>Celulolíticas</b>	<b>Hemicelulolíticas</b>
<i>Ruminococcus albus</i>	<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>
<i>Ruminococcus flavefaciens</i>	<i>Prevotella ruminicola</i>
<i>Bacterioides succinogenes</i>	<i>Bacterioides ruminicola</i>
<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	<i>Eubacterium xylanophilum</i>
<i>Clostridium lochheadii</i>	<i>Eubacterium. Uniformis</i>
<i>Cillobacterium cellulosolven</i>	
<i>Clostridium longisporum</i>	

Fonte: adaptado de Oliveira et al. (2007)

As enzimas celulasas produzidas pelas bactérias celulolíticas degradam as duas formas de celulose; a amorfa e a cristalina gerando os monômeros passíveis de serem absorvidos. Algumas espécies degradam tanto celulose, quanto hemicelulose como é o caso da *Butyrivibrio fibrisolvens* (Tabela 1) que atuam nas hemicelulose liberando pentoses.

Independentemente do tipo de carboidrato fermentado no rúmen são digeridos por ação dos microrganismos em hexoses, pentoses e ácido urônicos, os quais tem rota comum e são convertidos em piruvato, o qual é rapidamente transformado nos AGV por diferentes rotas metabólicas (GOULARTE et al., 2011).

A quantidade e a proporção dos AGV presentes no conteúdo do retículo-rúmen são resultado da ação da atividade microbiana, desse modo o tipo de dieta

principalmente a relação volumoso:concentrado da mesma determinará a proporção dos AGV produzidos no rúmen. Dietas ricas em concentrados produzem maiores quantidades de ácido propiônico, ao passo que dietas a base de forragem produzem maiores quantidades de ácido acético. Apesar de grandes variações que ocorrem na população bacteriana e no consumo, as proporções de AGV verificadas no rúmen são valores geralmente próximos de 65:25:10 moles de acetato:propionato:butirato para rações a base de forragens; e 50:40:10 para rações ricas em concentrados a depender do pH que pode afetar a atividade de determinadas espécies bacterianas (GOULARTE et al., 2011).

### **2.3 Metabolismo dos carboidratos não fibrosos**

Os carboidratos não fibrosos (CNF) são compostos pelo amido, açúcares simples, frutonas e pectina (HALL, 2014). Os açúcares simples e o amido são encontrados em maior quantidade nos grãos de cereais, sementes e raízes, mas também podem ser encontrados em caules, como é o caso da pectina, onde se apresentam na forma de monossacarídeos ou na composição dos dissacarídeos, sacarose e maltose (DENARDIN e SILVA et al., 2009; CANTERI et al., 2012).

A pectina é encontrada em grandes quantidades nas polpas cítricas e casca de soja e é considerada um CNF pois mesmo estando localizada na parede celular é solubilizada na solução em detergente neutro (VAN SOEST, 1994). A pectina é uma fibra solúvel e está localizada na região da lamela média, espaço entre duas células, e composta por ácidos galacturônico (CANTERI et al., 2012). A pectina sofre degradação por meio de bactérias gerando principalmente ácido galacturônico (BERCHIELLI et al., 2011). Essa fibra solúvel sofre degradação ruminal de bactérias do gênero *Fibrobacter* e *Butyrivibrio* (Tabela 1) produzindo majoritariamente ácido acético o que contribui para menor propensão dos ruminantes a distúrbios metabólicos como acidose e timpanismo em sistemas intensivos (BERCHIELLI et al., 2011).

Os CNF são fermentados rapidamente no rúmen através da ação dos microrganismos ruminais e, portanto, são fontes que estão facilmente disponíveis para o uso do metabolismo do ruminante. O amido é o principal CNE na dieta dos ruminantes, possuindo como características peculiar uma alta taxa de fermentação, produzindo como subproduto principal o ácido propiônico (GOULARTE et al., 2011).

Em determinadas situações como de grandes proporções de amido na dieta podem ocorrer rápida produção e acúmulo de ácidos orgânicos reduzindo o pH do rúmen, com produção de ácido láctico, depressão das bactérias celulolíticas e redução da motilidade ruminal e degradação da fibra (DIJKSTRA et al., 2012).

O metabolismo dos CNF acontece no rúmen por meio da ação dos microrganismos de forma sequenciada transformando os nutrientes em seus monômeros para facilitar a entrada na célula microbiana, parte dos CNF não degradados no rúmen escapam para o intestino delgado onde é digerido e absorvido.

Grande parte da fermentação é realizada pelas bactérias, atuando também nesse processo os protozoários e os fungos, no qual resulta como produto final da fermentação os AGVs, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, metano e lactato (DIJKSTRA et al., 2012). As bactérias atuam em boa parte da digestão devido sua proporção no rúmen, assim como também a diversidade de substratos no rúmen.

A energia gerada através da fermentação é de grande importância para a síntese de proteína microbiana, podendo ser limitada pela baixa disponibilidade de CNF, os quais pode levar a produção de ATP (ALVES et al., 2010).

Após a fermentação do CNF no rúmen, em particular o amido, a depender da taxa de passagem e pelo processamento pelo qual esses CNF passaram os mesmos alcançam o intestino delgado onde ocorre a digestão e absorção em três processos distintos. O processo inicia no duodeno com ação da  $\alpha$ -amilase pancreática que quebra o amido gerando maltose e vários produtos de cadeia ramificada. Na segunda fase na mucosa intestinal há a ação das enzimas maltase e isomaltase. Após isso há absorção da glicose pelos enterócitos intestinais por meio de um transportador de glicose sódio-dependente (CHURCH, 1979).

### **3 INGREDIENTES ALTERNATIVOS PARA ANIMAIS EM CONFINAMENTO**

#### **3.1 Polpa Cítrica**

A polpa cítrica (PC) é um resíduo sólido da indústria gerado após a prensagem das frutas frescas para retirada do suco. A PC pode ser utilizada na alimentação animal na forma fresca, ensilada, desidratada ou peletizada (BUENO et al., 2002). Devido sua relativa alta digestibilidade da matéria orgânica (85-90%) e

valor energético correspondendo a 85-90% do milho a PC vem sendo utilizada como substituto de cereais em dietas concentradas (BAMPIDIS e ROBINSON, 2006).

Na forma peletizada a polpa cítrica (PCP) apresenta alto valor energético, com boa digestibilidade da MS, apresentando cerca de 72,4% de nutrientes digestíveis totais; 7,1% de proteína bruta; 21,5% de fibra em detergente neutro; 3,5% de extrato etéreo; 7,0% de matéria mineral; 1,8% de cálcio; 0,12% fósforo e 3,2% de lignina com base na matéria seca (ASSIS et al., 2004; VILLAREAL et al., 2006). Devido aos teores relativamente altos de cálcio na composição da PC, pode haver um desbalanço na relação cálcio:fósforo da dieta, portanto é importante uma suplementação com fósforo para adequar essa relação em dietas que utilizem PC (ALNAIMY et al., 2017).

Com alta concentração de pectina, e razoável porção de FDN, quando esta é utilizada na alimentação de ruminantes, a PCP favorece o estímulo ruminal e contribui para a produção de ácido acético e manutenção do pH ruminal (BAMPIDIS e ROBINSON, 2006). Um dos principais elementos que compõem a parede celular das polpas cítricas é a pectina, um carboidrato estrutural complexo que é digerido rapidamente pelos microrganismos ruminais, produzindo o ácido galacturônico (VAN SOEST et al., 1991).

A pectina apresenta taxas de degradação ruminal variáveis ficando em torno de 30 a 50%/hora, em contrapartida os amidos in natura apresentam taxas de digestão que variam entre 10 a 20%/hora. Devido suas propriedades químicas a polpa cítrica pode ser utilizada em substituição ao milho em dietas de ruminantes, devido seus nutrientes não acarretar danos ao desempenho do animal. Na composição química média da PCP comparada ao milho observa que a polpa cítrica possui uma alta digestibilidade e desse modo, sendo um ótimo substituto ao milho. A PCP é um componente rico em pectina que fornece energia para os microrganismos ruminais, sendo que apresenta mínimo teor de amido e uma fibra de alta digestibilidade (NOCEK e TAMMINGA, 1991), além do efeito tamponante proveniente do uso desta na dieta de ruminantes.

De acordo com Porcionato et al. (2004), a PCP apresenta alto valor energético com boa digestibilidade da porção fibrosa o que permite um padrão de fermentação ruminal diferente quando comparado ao milho, devido a PCP possuir menor quantidade de amido e grande concentração de fibra solúvel.

### 3.2 Uso da polpa cítrica na alimentação de ruminantes

A polpa cítrica é utilizada em dietas com intuito de substituir principalmente o milho da dieta e alguns trabalhos mostram que a mesma pode substituir em até 100% o milho sem causar qualquer prejuízo aos parâmetros ruminais, ao consumo e ao desempenho.

Henrique et al. (2004) trabalhando com tourinhos Santa Gertudes, com nove meses de idade e peso inicial de 277 kg, mantidos em confinamento avaliaram diferentes níveis de participação da polpa cítrica peletizada (0; 25; 40 e 55%) na matéria seca da dieta, e não observaram nenhum efeito da inclusão da PCP sobre o ganho de peso, ingestão de matéria seca, eficiência alimentar e rendimento de carcaça. Entretanto, neste trabalho os autores verificaram redução na espessura de gordura subcutânea com o aumento da participação da polpa cítrica na dieta, o que os autores justificaram ser em parte pela redução na concentração energética da dieta com a inclusão a PCP.

Henrique et al. (1998) em estudo evidenciaram que dietas com baixa proporção de concentrado (até 50% da MS) para bovinos em confinamentos, a polpa cítrica pode substituir totalmente o milho da dieta sem efeitos negativos sobre o ganho de peso diário, consumo de matéria seca e eficiência alimentar.

Ao avaliarem a substituição do milho em diferentes níveis (0, 33, 67 e 100%) pela polpa cítrica na dieta de vacas em lactação produzindo 20 kg de leite, Assis et al. (2004) não encontraram diferenças no consumo de nutrientes, produção de leite corrigido para 4% de gordura, teor de gordura, proteína e extrato seco total. Os autores concluíram que a polpa cítrica pode substituir até 100% do milho em dietas completas para vacas produzindo em média 20 kg de leite.

Quando avaliado em ovinos a polpa cítrica também apresentou bons resultados ao substituir o milho na dieta desses animais.

Gilaverte et al. (2011) avaliaram o efeito de substituição total do milho por polpa cítrica na dieta de ovinos sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes, parâmetros ruminais e desempenho. Os autores verificaram que a substituição total do milho pela polpa cítrica não alterou ( $P>0,05$ ) a digestibilidade aparente da matéria

seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro. Quanto aos parâmetros ruminais também não verificaram efeito da substituição do milho pela polpa cítrica, sem diferenças significativas nas proporções dos ácidos graxos totais (71,08 vs 61,37 mM), acético (40,08 vs 38,86 mM), propiônico (18,90 vs 13,86 mM), butírico (8,13 vs 6,09 mM) e na relação acetato:propionato (2,50 vs 2,92). Também observaram ganho de peso (158,3 vs 137,8 g/dia) e eficiência alimentar (187,5 vs 160,6) semelhantes para a dieta padrão e para a dieta com inclusão de polpa cítrica, respectivamente. Resultados que levaram os autores a concluir que a polpa cítrica peletizada pode substituir totalmente o milho em dietas para ovinos sem qualquer prejuízo para a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho animal.

Pereira et al. (2008), ao avaliarem o efeito de substituição da silagem de milho pela polpa cítrica úmida prensada em níveis crescentes (0, 25, 50 e 75%) sobre o consumo e desempenho de cordeiro da raça Santa Inês, não encontraram diferenças no consumo de matéria seca e efeito quadrático sobre o ganho de peso com ponto de máxima no nível de substituição de 48%.

### **3.3 Casca de soja**

A casca de soja (CS) é um subproduto adquirido através da industrialização do grão de soja. O início do processamento se dá com a aquisição da soja crua e finaliza com a extração do óleo e diversos subprodutos como lecitina e farelo de soja (RESTLE et al., 2004). O grão é classificado e limpo, onde passa pelo processo de secagem alcançado 10% de umidade, fase em que este é quebrado e há soltura da casca, que corresponde 7 a 8% de seu peso (RHEE, 2000).

Devido sua elevada digestibilidade da FDN e proporcionar elevada produção de ácidos graxos voláteis no rúmen em virtude da boa fermentabilidade da fibra no rúmen e dos benefícios advindos da digestão da fibra sobre o pH ruminal, a CS se destaca quanto ao seu potencial de uso na alimentação de ruminantes em substituição aos grãos de cereais (SANTOS et al., 2008). Esta pode ser classificada como um alimento energético, visto que pode ter cerca de 80% do valor energético do milho (Tabela 2).

Devido suas características nutricionais, esse subproduto pode ser incorporado às dietas em substituição tanto aos alimentos concentrados como aos

volumosos. Comumente, a CS é submetida ao processamento passando pela: moagem, peletização, visando reduzir o custo de transporte (RESTLE et al., 2004).

Tabela 2- Análise bromatológica da casca de soja por diferentes autores

Autores	Nutrientes					
	MS	PB	FDN	FDA	EE	Cinza
Van Soest (1991)	90,7	9,99	69,2	43,02	1,38	4,47
Lima (2009)	88,7	11,9	72,2	52,7	6,34	4,30
NRC (1989)	91,49	10,5	64,21	-	1,4	4,22
Bastos et al. (2015)	89,1	8,8	69,9	48,3	2,13	3,39
Santos et al. (2008)	93,0	12,13	67,04	47,6	2,42	4,47
Restle et al. (2004)	89,1	12,19	-	-	-	4,49

Assim a casca de soja apresenta características peculiares de um alimento intermediário entre volumoso e concentrado. O seu valor nutricional é determinado pela sua composição química da casca e pelos fatores advindos do processamento do grão.

### 3.4 Uso da casca de soja na alimentação de ruminantes

Vários estudos têm demonstrado as vantagens do uso da CS como fonte energética para ruminantes em substituição ao milho, desde que fornecido junto com uma fonte de fibra efetiva para reduzir a taxa de passagem e permitir uma fermentação adequada (MUELLER et al., 2011; MUELLER et al., 2014; BASTOS et al., 2015).

Em uma pesquisa realizada por Ludden et al. (1995), trabalhando com novilhos cruzados alimentados com 95% de concentrado na dieta, foi verificado que o consumo de matéria seca teve um crescimento em relação casca de soja em substituição ao milho, nos níveis 0, 20, 40 e 60%. Esses autores observaram, porém, que o consumo de energia digestível não diferiu entre os diferentes níveis de substituição, inferindo-se que os animais aumentaram o consumo de matéria seca visando alcançar os requerimentos de energia.

Avaliando a substituição total do milho pela casca de soja em uma dieta de confinamento com relação volumoso:concentrado 55:45 e trabalhando com novilhos,

Mueller et al. (2014) não observaram diferenças sobre o consumo de matéria seca (6,19 kg/dia), ganho médio (1,25 kg/dia) e eficiência alimentar (0,20 kg/kg) ao substituir a CS pelo milho na dieta.

Bastos et al. (2015) trabalhando com ovinos Santa Inês avaliaram níveis de substituição do milho pela CS (0; 25, 50, 75 e 100%) em uma dieta com relação volumoso:concentrado 60:40 sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes, desempenho e características de carcaça. Os autores não observaram efeito negativo dos níveis de substituição da CS pelo milho sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB, EE, FDN, FDA, nem para as características de carcaça e ganho médio diário.

A depender da conjuntura econômica, principalmente do preço do milho, a CS pode proporcionar maior rentabilidade e margem bruta, mesmo que não verificado efeito no desempenho, pois geralmente a CS é comercializada a um preço mais barato que o milho.

Esse comportamento foi observado no trabalho de Santos et al. (2008) que avaliaram a substituição total do milho por CS em uma dieta com 50% de concentrado para ovinos não verificaram influência da CS sobre a digestibilidade dos nutrientes, ganho de peso (0,215 kg/animal/dia) e a conversão alimentar dos animais (6,20 kg MS/kg peso ganho), no entanto houve redução com os gastos com alimentação e aumento na margem bruta de R\$ 10,89 para R\$ 18,63 por animal.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A Pecuária brasileira é líder em exportação e produção de carne, portanto tem se a necessidade de implementar ações que venham favorecer o lucro e a produtividade.

A alimentação considerada um dos gargalos da pecuária por representar o maior custo no sistema produtivo, requer a busca por tecnologias e/ou alternativas que sejam capazes de substituir o milho, principal ingrediente energético das dietas, e proporcionar dessa forma maior rentabilidade para o produtor.

Conforme revisado, a casca de soja e a polpa cítrica se apresentam como alternativas para substituir totalmente o milho em dietas de ruminantes uma vez que as pesquisas mostram não haver prejuízo nas suas utilizações e apresentam menor custo por quilo.

## REFERÊNCIAS

- ALNAIMY, A.; GAD, A. E.; MUSTAFA, M. M.; ATTA, M. A. A.; BASUONY, H. A. M. Using of citrus by-products in farm animals feeding. **Med Crave**, v. 1, n. 13, p. 58-67, 2017.
- ALVES, T. C.; FRANZOLIN, R.; RODRIGUES, P. H. M.; ALVES, A. C. Efeitos de dietas com níveis crescentes de milho no metabolismo ruminal de energia e proteína em bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n.10, p. 2001-2006, 2009.
- ALVES, E. M.; PEDREIRA, M. S.; OLIVEIRA, C. A. S.; FERREIRA, D. N.; MOREIRA, B. S.; FREIRE, L. D. R. Importância da sincronização do complexo proteína/energia na alimentação de ruminantes. **PUBVET**, v. 4, n. 20, p.1-15, 2010.
- ASSIS, A. J.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; LANA, R. P.; EUCLYDES, R. F.; MENDES NETO, J.; MAGALHÃES, A. L. R.; MENDONÇA, S. S. Polpa Cítrica em Dietas de Vacas em Lactação. 1. Consumo de Nutrientes, Produção e Composição do Leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.242-250, 2004.
- BAMPIDIS, V.A.; ROBINSON, P.H. Citrus by-products as ruminant feed: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.128, n.34, p.175-217, 2006.
- BARBIERI, R. S.; CARVALHO, J. B.; SABBAG, O. J. Análise de viabilidade econômica de um confinamento de bovinos de corte. **Interações**, v. 17, n. 3, p. 357-369, 2016.
- BASTOS, M. P. V; CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, R. R. S.; CARVALHO, B. M. A.; BRANDÃO, R. K. C.; MARANHÃO, C. M. A. Impact of total substitution of corn for soybean hulls in diets for lambs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, n. 3, p. 83-91, 2015.
- BERCHIELLI, T. T.; MESSANA, J. D.; CANESIN, R. C. Produção de metano entérico em pastagens tropicais. **Revista de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4, p. 954-968, 2011.

BRANDI, R. A.; FURTADO, C. E. Correspondências devem ser enviadas para: Importância nutricional e metabólica da fibra na dieta de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 246-258, 2009.

BUENO, M. S.; FERRARI, E.; BIANCHINI, D.; FLEINZ, F.; CRODRIGUES, C. F.; Effect of replacing corn with dehydrated citrus pulp in diets of growing kids. **Small Ruminants Research**, v. 46, n. 2, p.179–185, 2002.

CANTERI, M. H. G.; MORENO, L.; WOSIACKI, G.; SCHEER, A. P. Pectina: da Matéria-Prima ao Produto Final. **Polímeros**, v. 22, n. 2, p.149-157, 2012.

CHURCH, D. C. 1979. Digestive physiology and nutrition of ruminants. **Digestive Physiology**. 2nd ed., Corvallis, OR. 1979

DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físicoquímicas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 945–954, 2009.

DIJKSTRA, J.; ELLIS, J. L.; KEBREAB, E.; STRATHE, A. B.; LÓPEZ, S.; FRANCE, J.; BANNINK, A. Ruminant pH regulation and nutritional consequences of low pH. **Animal Feed Science and Technology**, v. 172, n. 2, p. 22–33, 2012.

GILAVERTE, S.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; FERREIRA, E. M.; MENDES, C. Q.; GENTIL, R. S.; BIEHL, M. V.; RODRIGUES, G. H. Digestibilidade da dieta, parâmetros ruminais e desempenho de ovinos Santa Inês alimentados com polpa cítrica peletizada e resíduo úmido de cervejaria. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, n. 3, p. 639-647, 2011.

GOULARTE, S. R.; ÍTAVO, L. C. V.; SANTOS, G. T.; ÍTAVO, C. C. B. F.; OLIVEIRA, L. C. S.; FAVARO, S. P.; DIAS, A. M.; TORRES JUNIOR, R. A. A.; BITTAR, C. M. M. Ácidos graxos voláteis no rúmen de vacas alimentadas com diferentes teores de concentrado na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.6, p.1479-1486, 2011.

GOUVÊA, V. N.; BATISTEL, F.; SOUZA, J.; CHAGAS, L. J.; SITTA, C. CAMPANILI, P. R. B.; GALVANI, D. B.; PIRES, A. V.; OWENS, F. N.; SANTOS, F. A. P. Flint corn grain processing and citrus pulp level in finishing diets for feedlot cattle. **Journal Animal Science**, v.94, n.2, p. 665-677, 2016.

HALL, M.B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v.81, n. 12, p.3226-3232, 2003.

HALL, M. B. Selection of an empirical detection method for determination of water-soluble carbohydrates in feedstuffs for application in ruminant nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, v. 198, n. 14, p. 28-37, 2014.

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A. A. M.; LEME, P. R.; LANNA, D. P. D.; ALLEONI, G. F.; COUTINHO FILHO, J. L. V. Desempenho e Características da Carcaça de Tourinhos Santa Gertrudes Confinados, Recebendo Dietas com Alto Concentrado e Níveis Crescentes de Polpa Cítrica Peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.463-470, 2004

HENRIQUE, W.; LEME, P. R.; LANNA, D. P.D. Efeito de diferentes fontes de polpa cítrica peletizada e níveis de concentrado na dieta de novilhas confinadas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, 1998. **Anais...Zootecnia**, v. 1, p. 344,1998.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE. Estatística da produção Pecuária**. Website, 2018. Disponível em: <  
[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Pecuaria/Fasciculo\\_Indicadores\\_IBGE/abate-leite-couro-ovos\\_201803caderno.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_201803caderno.pdf)>  
Acessado em: 15/12/2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**. Website, v.44, p. 1-51, 2016. Disponível em: <  
[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2016\\_v44\\_br.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2016_v44_br.pdf)>  
Acessado em: 14/12/2018.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2ª edição, revista ampliada, editora UFSM. Santa Maria, 2009.

LIMA, M. L. M.; FERNANDES, J. J. R.; CARVALHO, E. R.; SANTOS, S. C.; ROCHA, F. M.; LIMA, D. A. Substituição do milho triturado por casca de soja em dietas para vacas mestiças em lactação. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 4, p. 1037-1043, 2009.

LUDDEN, P.A.; CECAVA, M.J.; HENDRIX, K.S. The value of soybean hulls as a replacement for corn in beef cattle diets formulated with or without added fat. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2706-2711, 1995.

MACIEL, R. P.; NEIVA, J. N. M.; ARAUJO, V. L.; CUNHA, O. F. R.; PAIVA, J.; RESTLE, J.; MENDES, C. Q.; LÔBO, R. N. B. Consumo, digestibilidade e desempenho de novilhas leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de dendê. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.698-706, 2012

MERTENS, D.R. Nonstructural and structural carbohydrates. In: Van HORN, H.H.; WILCOX, C.J. **Large dairy herd management**. Champaign: American Dairy Science Association, p.219-239, 1992.

MUELLER, C. J.; PAS.; BOGGS, D. L. Use of soybean hulls with or without corn by-product protein sources in feedlot backgrounding diets. **The Professional Animal Scientist**, v. 27, n. 3. p. 228–234, 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6.rev.ed. Washinton, D.C.: 1989. p.157.

NELSON, DAVID L.; COX, MICHAEL M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. Porto Alegre: Artmed. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n. 10, p. 3598- 3629, 1991.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; LIMA, M. L. M. Metabolismo de Carboidratos Estruturais: Caracterização dos Carboidratos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. 2ª edição. Jaboticabal: Funep. 2006, p. 183-223.

OLIVEIRA, V. S.; SANTANA NETO, J. A.; VALENÇA, R. L. Características químicas e fisiológicas da fermentação ruminal de bovinos em pastejo – revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, 2013.

OLIVEIRA, V. D.; SANTANA NETO, J. A.; VALENÇA, R. de L.; SILVA, B. C. D.; SANTOS, A. C. P. Carboidratos fibrosos e não fibrosos na dieta de ruminantes e seus efeitos sobre a microbiota ruminal – review. **Veterinária Notícias**, v.22, n. 2, p.1-18, 2016.

OLIVEIRA, J. S.; ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M. Processo fermentativo, digestivo e fatores antinutricionais de nutrientes para ruminantes. **REDEVET**, v. 8, n. 2, p. 1-13, 2007.

ORSKOV, E.R. The feeding of ruminants – principles and practice. Aberdeen: Rowett Research Institute, **Chalcombe Publications**, 1987.

PEREIRA, M. S.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y.; ROCHA, M. A.; KURAOKA, J. T.; NAKAGHI, E. Y. O. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros em

confinamento alimentados com dietas com polpa cítrica úmida prensada em substituição à silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.37, n.1, p.134-139, 2008.

PORCIONATO, M. A. F.; BERCHIELLI, T. T.; FRANCO, G. L.; ANDRADE, P.; SILVEIRA, R. N.; SOARES, W. V. B. Digestibilidade, Degradabilidade e Concentração Amoniacal no Rúmen de Bovinos Alimentados com Polpa Cítrica Peletizada Normal ou Queimada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p. 258-266, 2004.

RESTLE, J.; FATURI, C.; ALVES, D. C. F.; BRONDANI, I. L.; SILVA, J. H. S.; KUSS, F.; SANTOS, C. V. M.; FERREIRA, J. J. Substituição do grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 1009-1015, 2004.

SANTOS, J. W.; CABRAL, L. S.; ZERVOUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L.; ABREU, J. G.; BAUER, M. O. Casca de soja em dietas para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.2049-2055, 2008.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583- 3597, 1991.

VELÁSQUEZ, P. A. T.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A.; RIVERA, A. R.; DIAN, P. H. M.; TEIXEIRA, I. A. M. A. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade in vitro de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 6, p. 1206-1213, 2010.

VILLARREAL, M.; COCHRAN, R. C.; BOURRILLÓN C, A. R.;MURILLO, O.; MUÑOZ, H.; POORE, M. Effect of supplementation with pelleted citrus pulp on digestibility and intake in beef cattle fed a tropical grass-based diet (*Cynodon nlemfuensis*). **Animal Feed Science and Technology**, v. 125, n. 2, p. 163–173, 2006.