

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLOGIA

MILENA CORRÊA MARTINS

SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO POR GRÃO DE AVEIA NA  
TERMINAÇÃO DE NOVILHOS PURUNÃ EM CONFINAMENTO

PONTA GROSSA

2018

MILENA CORRÊA MARTINS

SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO POR GRÃO DE AVEIA NA  
TERMINAÇÃO DE NOVILHOS PURUNÃ EM CONFINAMENTO

Dissertação de Mestrado apresentada para  
obtenção do título de mestre em Zootecnia na  
Universidade Estadual de Ponta Grossa. Área  
de concentração: Nutrição de Ruminantes e  
Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Maia Ferreira  
Co-orientador: Dr. José Luís Moletta

PONTA GROSSA

2018

## Ficha Catalográfica

Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

Martins, Milena Corrêa  
M386 Substituição da silagem de milho por grão de aveia na terminação de novilhos Purunã em confinamento/ Milena Corrêa Martins. Ponta Grossa, 2018.  
52f.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia - Área de Concentração: Produção Animal), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Maia Ferreira.

Coorientador: Prof. Dr. José Luís Moletta.

1.Bovinos de corte. 2.Comportamento ingestivo. 3.Dietas com alto grão. 4.Digestibilidade. 5.Eficiência alimentar. I.Ferreira, Evandro Maia. II. Moletta, José Luís. III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em Zootecnia. IV. T.

CDD: 636.2



# TERMO DE APROVAÇÃO

MILENA CORRÊA MARTINS

## “SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE MILHO POR GRÃO DE AVEIA NA TERMINAÇÃO DE NOVILHOS PURUNÃ EM CONFINAMENTO”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia – Mestrado em Zootecnia, Setor de Ciências Agrárias e Tecnologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, no dia 25 de junho de 2018, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Evandro Maia Ferreira - (ESALQ/USP/UEPG)  
(Orientador)

Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires (ESALQ/USP)  
(Membro)

Prof. Dr. Ivan Roque de Barros Filho (UFPR/CURITIBA)  
(Membro)

Ponta Grossa, 25 de junho de 2018.

Aos meus pais, João Corrêa Martins e Nelci Domingues Martins pelo amor incondicional, por sempre acreditar nos meus sonhos.

Ao meu noivo, André Moletta pelo amor, incentivo e compreensão.

*Com amor dedico!*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e sempre guiar meu caminho.

Aos meus pais João e Nelci pelo amor, dedicação, apoio e carinho.

Ao meu noivo, André Moletta, por todo incentivo, companheirismo, compreensão e ajuda ao longo dessa caminhada.

Ao meu co-orientador Dr. José Luís Moletta, por toda a ajuda, por dividir seus conhecimentos e por tornar possível a realização do projeto dessa dissertação.

Ao meu orientador Evandro Maia Ferreira, por ter me aceito no programa, por todo apoio e incentivo, pela amizade e pelos ensinamentos. Um exemplo de profissional.

À professora Dr. Janaína S. Biava, por toda ajuda na realização do experimento, contribuir com seus conhecimentos e também pela amizade.

Ao professor Ivan R. de Barros Filho e ao seu grupo de pesquisa pelo auxílio nas colheitas de líquido ruminal e pela parceria firmada.

Ao programa de pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Fazenda Modelo de Ponta Grossa, por disponibilizar o local, suas instalações e os animais para a realização do experimento.

Agradeço a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), por ter concedido a bolsa de estudos.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), por abrir as portas para realização de parte das análises laboratoriais do experimento.

Aos colegas do programa de pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Aos colegas do grupo de pesquisa “RumeNutri”, por toda ajuda no desenvolver do projeto, pela amizade e troca de conhecimentos.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação.

*Muito obrigada!*

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito.  
Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”

(Marthin Luther King)

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do fornecimento do grão de aveia integral na dieta em substituição a silagem de milho sobre o desempenho, digestibilidade dos nutrientes, o comportamento ingestivo e as características da carcaça em bovinos confinados. Para tanto, conduziu-se um estudo na Estação Experimental Fazenda Modelo (EEFM), do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) de Ponta Grossa – PR. Os tratamentos experimentais foram constituídos por cinco teores de substituição do volumoso (silagem de milho) por grão de aveia branca (base de MS), sendo assim identificados: 0A = 50% de concentrado + 50% de silagem de milho (controle); 25A = 50% de concentrado + 37,5% de silagem de milho + 12,5% de aveia branca integral; 50A = 50% de concentrado + 25% de silagem de milho + 25% de aveia branca; 75A = 50% de concentrado + 12,5% de silagem de milho + 37,5% de aveia branca; 100A = 50% de concentrado + 50% de aveia branca. Foram utilizados, 35 tourinhos da raça Purunã, com peso médio inicial de 241 kg ± 5,51 kg e idade média inicial de 10 meses. Os animais foram divididos em cinco lotes, equilibrados por peso e idade. O experimento teve duração de 120 dias divididos em quatro subperíodos sendo um período de adaptação às dietas experimentais e três períodos experimentais. Para avaliação do desempenho considerou-se todo período experimental. Para determinação da digestibilidade dos nutrientes realizou-se colheita total de fezes por cinco dias consecutivos (entre os dias 103 e 107 do experimento). Entre o 119º e 120º dia do período experimental realizou-se a avaliação do comportamento ingestivo dos animais por 24 horas, com observações individuais a cada 10 min. No último dia experimental realizou-se a colheita de líquido ruminal por meio de sonda esofágica para determinação do pH ruminal. Após o término do período experimental, os animais foram mantidos nas mesmas dietas até o dia do abate. Para o CMS, expresso em kg/d ( $P=0,02$ ) ou em  $g/PV^{0,75}$  ( $P<0,001$ ) houve efeito de interação entre os tratamentos e os períodos experimentais. Em todos os períodos experimentais observou-se efeito quadrático. Sendo que nos períodos 1 e 2 os maiores CMS (kg/d) foram apresentados pelos animais que receberam a dieta contendo 75% de aveia em substituição ao milho, contudo no período 3 o maior CMS foi observado para os animais da dieta 50A. Para o GMD não houve interação entre as dietas e os períodos experimentais, entretanto, observou-se efeito quadrático dos teores de aveia sobre esta variável, sendo o maior GMD observado para os animais alimentados com a dieta contendo 50% de aveia em substituição a silagem de milho. A eficiência alimentar (EA) foi afetada de forma quadrática ( $P = 0,01$ ) pelos teores de aveia, sendo os animais que receberam a dieta 75A os que apresentaram a pior EA (0,15) e os animais do tratamento com 100% de substituição da silagem de milho por aveia os que apresentaram a melhor EA (0,23). A digestibilidade da MO e da FDN diminuiram linearmente em resposta aos teores crescentes de aveia. De outra forma, a digestibilidade da PB apresentou resposta quadrática, cujo menor valor foi observado para a dieta contendo 75% de substituição da silagem de milho por aveia. Diminuição linear também foi observado para o pH ruminal em resposta aos teores de aveia o que é coerente com a diminuição linear observada para os tempos de ruminação e mastigação em min/d em resposta as inclusões crescentes de aveia nas dietas. A exemplo do observado para o GMD, o peso vivo ao abate foi superior para os animais alimentados com a dieta contendo 50% de substituição da silagem de milho por aveia, efeito similar foi encontrado para o grau de marmoreio.

Palavras-chave: Bovinos de corte, Comportamento ingestivo, Dietas com alto grão, Digestibilidade, Eficiência alimentar.

## ABSTRACT

It was aimed to evaluate the effect of whole grain oats on the diet in replacement of corn silage on performance, nutrient digestibility, ingestive behavior and carcass traits in confined cattle. Therefore, a study was conducted at the Fazenda Modelo Experimental Station (FMEE), from the Agronomic Institute of Paraná (IAPAR) of Ponta Grossa-PR. The experimental treatments were constituted by five levels of substitution of the corn silage by white oat grain (DM basis), thus being identified: 0A = 50% of concentrate + 50% of corn silage (control); 25A = 50% concentrate + 37.5% corn silage + 12.5% whole white oats; 50A = 50% concentrate + 25% corn silage + 25% whole white oats; 75A = 50% concentrate + 12.5% corn silage + 37.5% whole white oats; 100A = 50% concentrate + 50% whole white oats. Thirty five Purunã steers with initial BW of 241 kg  $\pm$  5,51 kg and initial mean age of 10 months were used. The animals were divided into five lots, balanced by weight and age. The experiment lasted 120 days divided into four sub periods, being a period of adaptation to the experimental diets and three experimental periods. The performance was evaluated throughout the trial period. To determine the digestibility of nutrients, a total fecal harvest was carried out for five consecutive days (between days 103 and 107 of the experiment). Between the 119th and 120th day of the experimental period, the ingestive behavior of the animals was evaluated for 24 hours, with individual observations every 10 min. On the last experimental day, ruminal fluid was collected by means of an esophageal probe to determine the ruminal pH. After the end of the experimental period, the animals were kept in the same diets until the day of slaughter. For DMI, expressed in kg/d ( $P = 0.02$ ) or in  $g/PV^{0.75}$  ( $P < 0.001$ ) there was an interaction effect between the treatments and the experimental periods. In all experimental periods, a quadratic effect was observed. During the periods 1 and 2 the highest DMI (kg/d) were presented by the animals that received the diet containing 75% of oats instead of corn, but in the period 3 the highest DMI was observed for the animals of the 50A diet. For ADG there was no interaction between diets and experimental periods, however, there was a quadratic effect of oat contents on this variable, with the highest ADG observed for animals fed with the diet containing 50% oats instead of silage of corn. Feeding efficiency (FE) was affected in a quadratic manner ( $P = 0.01$ ) for oat contents, with the animals receiving diet 75A those with the worst FE (0.15) and animals treated with 100% of corn silage replacement per oats were those that presented the best FE (0.23). The digestibility of OM and NDF linearly decreased with increasing levels of oats. Otherwise, the digestibility of CP showed a quadratic response, the lowest value of which was observed for the diet containing 75% of corn silage substitution for oats. Linear decrease was also observed for ruminal pH according to oat contents, which is consistent with the linear decrease in the rumination and chewing times in min/d in response to increasing oat inclusions in the diets. As observed for ADG, BW at slaughter was higher for animals fed with the diet containing 50% replacement of corn silage by oats, a similar effect was found for the degree of marbling.

Key words: Beef cattle, Ingestive behavior, Diets with high grain, Digestibility, Food efficiency.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Macho reprodutor da raça Purunã.....	13
Figura 2 - Fêmea da raça Purunã.....	13
Figura 3 - pH ruminal de novilhos Purunã recebendo dietas com diferentes teores de substituição de silagem de milho por grão de aveia .....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química de grãos integrais de aveia, milho e silagem de milho .....	19
Tabela 2 – Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.....	33
Tabela 3- Composição química dos ingredientes das dietas experimentais, porcentagem de matéria seca, fibra insolúvel em detergente neutro, matéria orgânica e proteína bruta .....	34
Tabela 4 - Desempenho no período de adaptação e período experimental de novilhos Purunã recebendo diferentes teores de substituição de silagem de milho por grão de aveia.....	41
Tabela 5 - Consumo e digestibilidade de matéria seca e fibra insolúvel em detergente neutro de novilhos Purunã recebendo diferentes teores de substituição de silagem de milho por grão de aveia .....	43
Tabela 6 - Comportamento ingestivo de bovinos da raça Purunã recebendo diferentes teores de substituição de silagem de milho por grão de aveia .....	46
Tabela 7 - Características de carcaça de bovinos da raça Purunã recebendo diferentes teores de substituição de silagem de milho por aveia .....	48

## LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

AGCC	Ácidos Graxos de Cadeia Curta
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
AOL	Área de Olho de Lombo
CA	Conversão Alimentar
CC	Comprimento de Carcaça
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
CFDN	Consumo de Fibra insolúvel em Detergente Neutro
CNE	Carboidratos Não Estruturais
CNF	Carboidratos Não Fibrosos
CMO	Consumo de Matéria Orgânica
CMS	Consumo de Matéria Seca
CFMV	Conselho Federal de Medicina Veterinária
CP	Comprimento de Perna
CPB	Consumo de Proteína Bruta
DFDN	Digestibilidade de Fibra insolúvel em Detergente Neutro
DMO	Digestibilidade de Matéria Orgânica
DMS	Digestibilidade de Matéria Seca
DPB	Digestibilidade de Proteína Bruta
EA	Eficiência Alimentar
EC	Espessura de Coxão
ED	Extrato Etéreo
EE	Energia Digestível
EG	Espessura de Gordura
EGS	Espessura de Gordura Subcutânea
ENN	Extrato Não Nitrogenado
FB	Fibra Bruta
FDA	Fibra insolúvel em Detergente Ácido
FDN	Fibra Insolúvel em Detergente Neutro
FDNfe	Fibra Fisicamente Efetiva
GMD	Ganho Médio Diário
MO	Matéria Orgânica
MS	Matéria Seca
NDT	Nutrientes Digestíveis Totais
NRC	National Research Council
PA	Peso ao Abate
PCQ	Peso de Carcaça Quente
PB	Proteína Bruta
PVA	Peso Vivo no Abate
PVF	Peso Vivo Final
PVI	Peso Vivo Inicial
RCQ	Rendimento de Carcaça Quente

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>12</b>
<b>1.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>12</b>
1.1 RAÇA PURUNÃ.....	12
1.2 PRODUÇÃO DE NOVILHOS SUPERPRECOSES OU PRECOSES .....	13
1.3 CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE BOVINOS DE CORTE .....	15
1.4 USO DE DIETAS SEM FORRAGEM NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS .....	15
1.5 CARACTERIZAÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA AVEIA ( <i>Avena sativa L.</i> ).....	17
1.6 EFEITO DO USO DA AVEIA SOBRE O CONSUMO, O GANHO DE PESO E A EFICIÊNCIA ALIMENTAR .....	19
1.7 EFEITO DO USO DA AVEIA SOBRE A DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES .....	20
1.8 EFEITO DO USO DA AVEIA SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE FERMENTAÇÃO RUMINAL .....	22
1.9 EFEITO DO USO DA AVEIA SOBRE O COMPORTAMENTO INGESTIVO.....	23
<b>2.REFERÊNCIAS</b> .....	<b>24</b>
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>30</b>
<b>1.INTRODUÇÃO</b> .....	<b>30</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>32</b>
2.1 LOCAL, ANIMAIS E INSTALAÇÕES EXPERIMENTAIS.....	32
2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS .....	33
2.3 MANEJO ALIMENTAR E COLHEITA DE AMOSTRAS .....	34
2.4 AVALIAÇÃO DE CONSUMO, GANHO DE PESO E EFICIÊNCIA ALIMENTAR .....	34
2.5 DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES .....	35
2.6 COMPORTAMENTOS INGESTIVO .....	35
2.7 CARACTERÍSTICAS DE FERMENTAÇÃO RUMINAL .....	36
2.8 CARACTERÍSTICAS DA CARCAÇA.....	36
2.9 ANÁLISES LABORATORIAIS E CÁLCULOS .....	37
2.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	37
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>38</b>
3.1 DESEMPENHO .....	38
3.2 DIGESTIBILIDADE.....	42
3.3 COMPORTAMENTO INGESTIVO.....	44
3.4 AVALIAÇÃO DE CARCAÇA.....	46
<b>4. CONCLUSÕES</b> .....	<b>49</b>
<b>5. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>49</b>

## CAPÍTULO 1

### 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 1.1 Raça Purunã

A raça Purunã é composta de quatro raças: Aberdeen Angus, Caracu, Canchim e Charolês em proporções iguais. O Padrão Racial Purunã é voltado para produção de carne, são animais bem estruturados e que apresentam uma boa musculatura, características fenotípicas associadas ao alto rendimento de carcaça. São adaptados ao clima de todas as regiões brasileiras. O Purunã é um animal dócil e prolífero; apresenta precocidade sexual, bom rendimento de corte, com presença de marmoreio na carne. Os machos apresentam bom desempenho na terminação, tanto em pasto como em confinamento (Figura 1) (AGPUR, 2016).

Kuss et al. (2008) no trabalho que teve como objetivo avaliar o desempenho em confinamento e as características da carcaça e da carne de novilhos inteiros dos grupos genéticos  $\frac{1}{2}$  Pardo Suíço +  $\frac{1}{2}$  Canchim (1B1C),  $\frac{1}{2}$  Purunã +  $\frac{1}{2}$  Canchim (1P1C) e  $\frac{3}{4}$  Purunã +  $\frac{1}{4}$  Canchim (3P1C), utilizaram 23 novilhos inteiros com idade média de 22 meses, que permaneceram confinados por 145 dias. Foi observado que o aumento da proporção de genes Purunã na composição racial dos animais de 50% para 75% no cruzamento com Canchim resultou em incrementos de peso no abate (PA) e de ganho médio diário (GMD) de 10,6 e 12,1%, respectivamente.

Cullmann et al. (2017) avaliaram o desempenho produtivo e o rendimento de cortes comerciais da carcaça de animais castrados ou não castrados  $\frac{1}{2}$  Purunã +  $\frac{1}{2}$  Canchim terminados em confinamento e abatidos em idade precoce (26 meses) ou superprecoce (16 meses), a dieta era composta de 50% de volumoso e 50% de concentrado. Novilhos precoces apresentaram maior ganho de peso médio diário (1,34 kg), bem como novilhos precoces não castrados apresentaram maior peso final (581 kg).

Tanto touros (Figura 1) quanto as vacas (Figura 2) devem apresentar pelo curto e de aspecto lustroso, admitindo-se variações em função da região climática e da época do ano. Nas composições raciais intermediárias de formação do Purunã por cruzamentos absorventes (graus de sangue  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  e  $\frac{7}{8}$ ) e nas duas primeiras gerações dos animais Purunã são admitidas pelagens de cores e tonalidades variadas. Os animais da raça Purunã (composição racial final) deverão apresentar a pelagem branca ou variações do cinza claro ao escuro,

também são aceitos os tons avermelhados. Os animais deverão ter pelo curto e liso (AGPUR, 2016).

Figura 1 - Touro reprodutor da raça Purunã



Fonte: AGPUR, 2016

Figura 2 - Vaca da raça Purunã



Fonte: <http://www.gadopuruna.com.br/>

## 1.2 Produção de novilhos superprecoces ou precoces

Com o aumento da competitividade no mercado da carne e a exigência pelos consumidores por produtos de qualidade, há sempre a necessidade de melhorar a eficiência na

produção desse setor no Brasil. Neste contexto, cresce a participação dos denominados novilhos superprecoces, ou seja, animais abatidos com idade aproximadamente entre 12 a 15 meses, juntamente com os denominados precoces, que são aqueles abatidos com idade de 16 a 24 meses. São estes que têm sido os grandes responsáveis pela oferta de produtos de qualidade durante boa parte do ano (EUCLIDES FILHO et al., 2003)

Gottschall et al. (2007) avaliaram biologicamente três categorias de bovinos de corte terminados em confinamento, novilhos superprecoces, machos, castrados, abatidos entre 12 a 14 meses, 241 novilhos precoces, machos, castrados, abatidos entre 20 a 22 meses e 241 vacas de descarte, o peso médio inicial (kg) foi de 262; 276; 418 respectivamente e o peso médio final (kg) de 364; 400 e 472 respectivamente. Os animais foram sendo abatidos conforme visualização de gordura subcutânea, não havendo nenhum tipo de restrição quanto ao peso mínimo de abate. Observou-se o GMD de 1,14 (novilhos superprecoces), 1,07 (novilhos precoces) e 1,03 kg/dia (vacas de descarte), conversão alimentar (CA) de 7,8, 8,5 e 10,7 kg MS ingerida/kg ganho de peso, respectivamente. Os novilhos superprecoces obtiveram maior GMD e menor CA, conferindo a esses animais um desempenho biológico superior.

Ao avaliar características de carcaça de bovinos precoces e superprecoces, Ítavo et al. (2008) observou efeito do sistema de produção para ganho de peso total (GPT), GMD, área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS), e marmoreio, com menores médias para animais precoces, que foram terminados em pastagens, abatidos com 26 meses de idade, já os animais superprecoces, foram abatidos com 15 meses de idade, terminados em sistema de confinamento.

Vaz et al. (2007) avaliaram a qualidade da carcaça e de carne de novilhos precoces terminados em diferentes sistemas de alimentação, os animais foram terminados em confinamento ou em pastagem, o peso médio inicial foi de 320 kg e idade de 20 meses, o peso final foi de 394 e 396 kg respectivamente e idade de abate de 24 meses. Não houve diferença nas percentagens de músculo e de osso, a percentagem de gordura foi similar, sendo de 23% e 21%, respectivamente, para animais terminados em pastagem e confinamento, a suculência, o sabor, a força de cisalhamento e a quebra no descongelamento mostraram-se maiores nos animais terminados em pastagem cultivada. Contudo, outras características qualitativas da carne como cor, textura, marmoreio, maciez e quebra na cocção foram similares entre os tratamentos.

Rubiano et al. (2009) avaliaram o desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos superprecoces das raças Canchim, Nelore e seus mestiços e afirma que os

valores de força de cisalhamento comprovam que o abate de animais jovens garante carne macia, independentemente do grupo genético estudado.

### **1.3 Características de carcaça de bovinos de corte**

Um dos principais pontos para os produtores de bovinos de corte é produzir carcaças com peso adequado e com qualidade de gordura subcutânea, com isso, garantir a qualidade da carne durante o processo de resfriamento. A importância de se estudar características da carcaça é avaliar a qualidade do produto final de um sistema. O rendimento de carcaça e dos cortes comerciais e o peso de carcaça são medidas de interesse dos frigoríficos na avaliação do valor do produto adquirido e nos custos operacionais, visto que carcaças com pesos diferentes demandam a mesma mão-de-obra e tempo de processamento (COSTA et al., 2002).

Missio et al. (2010) avaliaram as características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne de tourinhos abatidos entre 14-16 meses de idade, alimentados com diferentes teores de concentrado na dieta com valores de concentrado de 22, 40, 59 ou 79%, o volumoso utilizado foi a silagem de milho. Os animais foram abatidos ao atingirem 400 kg de peso corporal. A maturidade fisiológica da carcaça diminuiu com o aumento de concentrado na dieta, enquanto a porcentagem de traseiro da carcaça, a coloração e a textura da carne aumentaram linearmente com o nível de concentrado na dieta. O aumento dos níveis de concentrado na dieta não altera a maioria das características de carcaça, mas melhora o aspecto visual da carne.

As características de carcaça de bovinos Purunã abatidos aos 18 (superprecoce) ou 24 meses (precoce) foram avaliadas por Ito et al. (2010). Os animais receberam uma dieta com proporção de volumoso concentrado de 52:48, com 12% de proteína e 72% de nutrientes digestíveis totais (NDT). Os animais do sistema superprecoce, apresentaram menor conformação (12,46 vs. 13,41 pontos), maior espessura de gordura de cobertura (3,82 vs. 3,11 mm), menor área do *Longissimus* (66,17 vs. 70,87 cm<sup>2</sup>), menor porcentagem de músculo (60,64 vs. 64,26%) e maior porcentagem de gordura (23,56 vs. 20%).

### **1.4 Uso de dietas sem forragem na terminação de bovinos**

O confinamento é uma técnica que implica em maiores investimentos por parte do produtor rural, há maior necessidade de instalações, maquinário e de mão de obra especializada envolvidos no processo. Para produção do volumoso, ingrediente que

geralmente apresenta grande participação nos confinamentos convencionais, há necessidade de grande área para o plantio, bem como planejamento estratégico antecipado (BORGES et al., 2011). Além da necessidade de maior área para produzir os alimentos volumosos, em um cenário de terras cada vez mais valorizadas, dietas ricas em volumoso são mais difíceis de manipular, são menos estáveis no cocho, e podem não permitir consumo de energia suficiente para otimizar o desempenho animal. Nesse sentido, a participação de alimentos concentrados nas formulações de dietas de bovinos aumentou consideravelmente no Brasil. Como o país é um grande produtor de grãos (CONAB, 2016), deu suporte aos incrementos na inclusão de grãos às dietas. No Brasil é recente o uso de dietas contendo alto grão, começou-se a trabalhar nesse conceito em 2005, no entanto esse tipo de dieta já tem uma história relativamente antiga, tendo sido pesquisada e utilizada nos Estados Unidos desde a década de 70 (PAULINO et al., 2013).

Devido ao elevado custo das dietas contendo maior teor de concentrado, no Brasil as dietas são compostas em maior proporção por volumosos, como consequência disso, bovinos que são criados intensivamente apresentam baixo desempenho, devido o consumo de energia limitado, embora resultados promissores estejam sendo atingidos (SILVA et al., 2005).

O uso de dietas com grão inteiro traz algumas vantagens, como por exemplo: praticidade com o uso de apenas dois ingredientes; a não utilização de alimento volumoso, que por sua vez reduz uma série de atividades e investimentos que seriam necessários para esse fim, como (alto investimento em insumos para o plantio; maquinários; mão-de-obra; transporte de ingrediente com alto teor de umidade até o cocho, custo com transporte e equipamentos de mistura adequados); redução do custo com equipamentos e energia; menos mão-de-obra; menor custo operacional e investimento inicial (PAULINO et al., 2013).

Além das vantagens pelo não uso do volumoso, ingredientes concentrados dificilmente apresentam variações em sua composição nutricional, pois o seu processamento de secagem ocorre em nível industrial (BERNARDES et al., 2015). Porém, junto com as vantagens o uso de dietas sem forragem traz vários riscos e desafios. Justamente por não ter forragem em sua composição, caracteriza-se como uma dieta de alto risco, que torna os animais susceptíveis a desordens metabólicas, especialmente quando o manejo nutricional é mal feito. Para que não ocorram maiores problemas com o uso desse tipo de dieta, é necessário um período de adaptação muito bem realizado e com um acompanhamento bastante rígido tanto para a realização da dieta quanto para mistura e distribuição, devendo ser respeitado à quantidade a ser fornecida, os horários de fornecimento, e um constante monitoramento dos animais no que se refere ao consumo, comportamento e escore de fezes, permitindo detectar, de forma

precoce e rápida, qualquer tipo de eventualidade que possa comprometer a eficácia dessa tecnologia nutricional (PAULINO et al., 2013).

### **1.5 Caracterização e composição química da aveia (*Avena sativa L.*)**

A aveia é uma cultura alternativa de inverno, muito utilizada no Centro-Sul do Brasil, para a produção de forragem, grãos e também como cobertura verde. A aveia branca (*A. sativa L.*) pode ser utilizada tanto para produção de forragem quanto para colheita de grãos no rebrote, enquanto que a aveia preta (*A. strigosa Schreb*) é tipicamente forrageira (FLOSS et al., 2007). Segundo Dal Molin (2011) a aveia branca tem grande importância na produção agrícola por apresentar características nutricionais relevantes para produção animal, principalmente em relação ao teor e qualidade das fibras alimentares.

Com o aumento da oferta da aveia no mercado, ela se tornou uma alternativa de alimento na produção animal, sua utilização para alimentação de bovinos, é dada preferencialmente na forma integral, isso porque é mais prático e não tem custo com a moagem do cereal (RESTLE et al., 2009), além disso, em dietas ricas em concentrado, a aveia contribui de maneira significativa no suprimento de fibra fisicamente efetiva (FDNfe), diminuindo-se a necessidade de inclusão de fontes de forragem na dieta. Um sistema muito utilizado com a aveia no Sul do Brasil é o sistema de integração lavoura-pecuária. A aveia é cultivada como cobertura verde/morta de solo, isso faz com que evite as perdas por erosão causadas pela chuva além de ser uma excelente alternativa de forrageira para os animais nas épocas de menor disponibilidade de pastagens naturais, serve também para a elaboração de silagem e feno para a alimentação de bovinos e como produtora de grãos de qualidade superior, tanto para a alimentação humana quanto animal (LÂNGARO e CARVALHO, 2014).

Levien e Cogo (2001), avaliaram a erosão na cultura do milho em sucessão à aveia preta, observou que as perdas de solo e água medidas durante o desenvolvimento do milho foram sempre maiores sob preparo convencional do que sob plantio direto, constatou-se que o cultivo da aveia preta no inverno reduziu as perdas de solo entre 28 e 38%, respectivamente, nas formas de tração animal e tratorizada, em relação aos valores com o solo mantido sem cobertura invernal. Luciano et al. (2009) realizaram um trabalho sobre perdas de água e solo por erosão hídrica em duas direções de semeadura de aveia e ervilhaca, observaram que cobertura do solo pelo dossel vegetativo das plantas foi maior na aveia do que na ervilhaca até

o teste 2 de chuva simulada e maior na ervilhaca nos testes 3 e 4, não tendo variado com a direção de semeadura das culturas.

Com relação ao valor nutricional, Floss et al. (2007) observaram valores de proteína bruta (PB) de 12% para aveia com casca, e 15% sem casca. Por sua vez, Weber et al. (2002) verificaram teor de 15% de PB ao avaliar a composição química da cariopse da aveia descascada, e o teor de amido encontrado foi de 41%. Pedó e Sgarbieri (1997) ao caracterizar quimicamente quatro cultivares de aveia, encontraram valores de 14%, fibra bruta (FB) de 10% a 11%, e 53% de amido.

O grande uso da aveia em algumas regiões do Brasil, principalmente pelos produtores de carne pode ser baseado na qualidade do cereal, como por exemplo, o alto conteúdo de fibra, que apresenta o menor risco de ocasionar acidose láctica ruminal. O teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) constitui um dos principais pontos em que se baseia a diferença do grão de aveia com respeito aos demais cereais. Os grãos de milho (13% FDN) (CULLMANN et al., 2017), sorgo (16% FDN) (FATURI et al., 2003), trigo (14%) (TD SOFTWARE., 2018) possuem baixo teor de fibra (CAMPOS e GONZALES, 2017). Em contra partida a aveia apresenta concentração de FDN na ordem de 29% (FATURI et al., 2003). Essa diferente composição em relação com o maior conteúdo de fibra deste grão referidos se deve ao fato da semente esteja recoberta por uma envoltura que representa, em média, 30% do peso do grão (CAMPOS e GONZALES, 2017).

Se comparado a outros cereais como centeio, cevada e trigo, o teor de amido da aveia pode ser considerado baixo, devido à elevada concentração de proteínas, lipídios e fibras (WEBER et al., 2002). Segundo Mcallister e Cheng (1996), os grãos de aveia e cevada, diferentemente do milho e do sorgo, além do pericarpo que envolve o gérmen e o endosperma, possui também uma camada envoltória fibrosa, cujas estruturas são extremamente resistentes à digestão microbiana, o que pode ter reflexos negativos na digestibilidade da aveia e conseqüentemente em seu valor energético quando comparada com as fontes supracitadas.

A composição química dos grãos de aveia permite substituir parcialmente os grãos de milho como ingrediente para o preparo de rações levando-se em conta o alto teor de fibras dos grãos de aveia (SÁ, 1995). Segundo Campos e Gonzales (2017), um ingrediente com maior quantidade de fibra que outro, aporta menor quantidade de energia ao animal, é perfeitamente aplicável ao grão de aveia. Seu valor energético de 3,2 Mcal (FATURI et al., 2003), é inferior ao de outros cereais (milho, sorgo, centeio e trigo) de 15% a 30%, mas seu conteúdo em

aminoácidos e óleo é mais elevado (com exceção ao milho, que é rico em óleo) sendo assim o cereal melhor equilibrado em aminoácidos.

Tabela 1 - Composição química de grãos integrais de aveia, milho e silagem de milho

	Aveia (%)	Milho (%)	Silagem de milho (%)
Matéria seca	87,0	90,0	36,0
Proteína bruta	12,0	10,0	7,0
Extrato etéreo	5,0	2,0	3,0
Fibra insolúvel em detergente neutro	29,0	13,0	44,0
Energia digestível (Mcal/kg)	3,2	3,6	2,5
Amido	53,0	71,0	25,0

Fonte: Floss et al. (1988); Pedó e Sgarbieri (1997); Mizubuti et al. (2007); Faturi et al. (2003); Cullmann et al. (2017).

### 1.6 Efeito do uso da aveia sobre o consumo, o ganho de peso e a eficiência alimentar

Avaliando processamento do grão de aveia preta Restle et al. (2009) observou-se que a moagem do grão de aveia não influenciou o consumo médio diário de matéria seca (MS), com valor médio de 10 kg, os valores de consumo foram similares mesmo quando ajustados para o peso vivo e peso metabólico, com valores médios de 2% do peso vivo e 103 g de MS por unidade de tamanho metabólico, e os animais alimentados com grãos moídos foram mais eficientes em converter alimento em ganho de peso que os alimentadas com grãos inteiros. O melhor aproveitamento dos grãos moídos conferiu aos animais um maior aporte de energia digestível, resultando em maior ganho de peso e peso de abate, fatores que explicam a maior deposição de gordura nas vacas alimentadas com grão de aveia moído.

Em um trabalho realizado por Bernardes et al. (2015), onde se comparou o uso do grão de milho inteiro, aveia preta, aveia branca e casca de arroz em ração para cordeiros, as características como: GMD, CA, escore de condição corporal dos cordeiros do tratamento milho apresentaram os melhores resultados em relação aos demais tratamentos. O consumo de matéria (CMS) foi de 0,88 kg/dia, CMS em porcentagem de peso vivo foi de 3%, o ganho de peso diário foi de 0,30 kg e CA de 3,07. Nesse trabalho a menor proporção de FDN e de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e maior de carboidratos não estruturais (CNE) presentes na dieta à base de grão de milho, em comparação com as dietas à base de aveia branca, aveia preta ou arroz com casca, pode explicar o resultado obtido sobre maior consumo comparado com os outros grãos.

Borges et al. (2011) quando avaliaram os efeitos de diferentes teores de substituição do milho grão inteiro por aveia preta grão (0, 15 e 30% base natural), em rações para cordeiros a base de concentrados sobre o CMS, de nutrientes e desempenho, observaram que

os tratamentos não apresentaram diferença para CMS e CA. A crescente inclusão de aveia preta em substituição ao milho inteiro apresentou efeito linear crescente sobre o consumo de (PB kg/dia 0,20; 0,25; 0,36), (fibra bruta kg/dia 0,075; 0,110; 0,124) e (FDN kg/dia 0,37; 0,58; 0,62) e efeito quadrático sobre o consumo de (extrato etéreo EE kg/dia 0,074; 0,069; 0,089). Concluindo que a substituição do milho inteiro por aveia em rações sem forragem, em até 30%, pode ser utilizada sem interferir nos resultados de desempenho.

Faturi et al. (2003) utilizaram grão de aveia preta em substituição ao grão de sorgo na alimentação de novilhos de terminação, observaram que o aumento da proporção de aveia no concentrado, em substituição ao grão de sorgo, foram alimentados com dieta composta por 60% de volumoso e 40% de concentrado, contendo PB para ganho de peso de 1,2 kg/animal/dia promoveu decréscimo linear no ganho de peso (1,29; 1,25; 1,21; e 1,05 kg, respectivamente, para os níveis 0; 33; 66 e 100% de aveia), assim como aumentou linearmente a quantidade de alimento consumido para cada kg de peso vivo ganho (7,91; 8,00; 8,22 e 9,21 kg, respectivamente). O decréscimo no ganho de peso, à medida que aumentou o nível de aveia, esteve relacionado à maior concentração de FDN (29 vs 16%) e menor concentração de energia digestível (ED) (3,18 vs 3,59 Mcal/kg) da aveia em relação ao sorgo, o que limitou o consumo de matéria seca e de energia digestível/animal/dia. Conforme, a autores supracitados, a utilização de volumoso de melhor qualidade no período final do confinamento, proporcionou maior CMS e de ED, além de possibilitar melhor uniformidade do ganho de peso durante todo o período experimental.

Ao realizar uma avaliação econômica de dietas com diferentes níveis de substituição do grão de sorgo por grão de aveia preta para terminação de novilhos em confinamento Faturi et al. (2003) concluíram com esses resultados que analisando apenas a relação receita bruta/custo, o grão de aveia preta pode substituir o grão de sorgo totalmente, quando o preço do quilograma for menor que 81% do preço do grão de sorgo.

### **1.7 Efeito do uso da aveia sobre a digestibilidade dos nutrientes**

Um fator importante em uma dieta é sua digestibilidade. O balanço de matéria perdida na passagem através do trato digestivo é o que melhor mensura o aproveitamento de um alimento, porém nas fezes não contêm apenas o alimento não digerido, mas também produtos metabólicos como bactérias e perdas endógenas do metabolismo animal. A digestibilidade aparente é o balanço dos alimentos menos as fezes. A digestibilidade verdadeira é o balanço entre a dieta e os respectivos resíduos alimentares que escaparam da digestão e chegaram nas

fezes, excluindo os produtos metabólicos. Resíduos alimentares que ultrapassam o trato digestivo intacto são chamados de verdadeiramente indigestíveis. Sua identificação é complicada porque parte do material indigestível que chega nas fezes foi originado na fermentação ruminal (VAN SOEST, 1994). O consumo, a obtenção de nutrientes, o atendimento das exigências nutricionais dos animais, e a digestibilidade estão correlacionados diretamente entre si, dependendo da qualidade e do balanceamento da ração. Ao inverso do que ocorre com rações de baixa qualidade (acima de 75% de FDN), em rações de alta digestibilidade, ricas em concentrados e com baixo teor de FDN (abaixo de 25%), quanto mais digestivo o alimento, menor o consumo (VAN SOEST, 1994; MERTENS, 1994).

Para oferecer dietas com alta concentração de energia aos animais, deve-se elevar o teor de concentrado e diminuir a quantidade de fibra, desde que não ocorram prejuízos na motilidade ruminal, o que pode provocar decréscimos acentuados no pH ruminal e no crescimento microbiota, afetando negativamente, principalmente a atividade das bactérias amilolíticas e celulolíticas, levando a uma diminuição na digestibilidade da FDN e no CMS (SILVA, 2014). Portanto, mesmo em dietas sem forragem, os grãos utilizados na formulação da dieta, devem atender minimamente as exigências de fibra, para adequada atividade de ruminação e saúde ruminal, neste cenário, a aveia branca com casca tem se firmado como uma alternativa de ingrediente para uso em dietas de confinamento com 100% de concentrado.

Quando os grãos de cereais foram introduzidos na alimentação de animais, eles eram moídos ou cozidos, já que se entendia que quanto mais intenso fosse o tratamento prévio, mais completa seria sua digestão. Outro objetivo era a destruição de sementes duras de ervas daninhas ou ainda, referia-se ao aparecimento de grãos inteiros nas fezes (RSKOV, 1980). Segundo Goi et al. (1998) nos últimos anos tem se chegado a resultados de que para conseguir uma melhora na digestibilidade dos grãos de cereais é necessário submetê-los a tratamento de pouca intensidade. O tratamento praticado na envoltura externa é suficiente para que as bactérias do rúmen possam penetrar até seu interior (RSKOV, 1990). Toland (1977), em um trabalho realizado com grãos de trigo, cevada e aveia usando grão inteiro e triturado na alimentação de bovinos, observou que o benefício digestivo obtido no processamento foi significativo para a cevada (48%) e o trigo (40%) e pequeno para a aveia (5%).

Goi et al. (1998) não observaram diferença significativa para os valores da digestibilidade aparente da MS, matéria orgânica (MO), PB, EE, FB, extrato não nitrogenado (ENN), bem como o conteúdo de nutrientes digestíveis totais (NDT) quando avaliaram o grão de aveia submetido a quatro formas de processamento: inteiro seco; moído com peneira de 7

mm; machacado e inteiro umedecido. O que permite concluir, que a utilização do grão de aveia inteiro pode ser uma opção mais viável em relação às suas formas de processamento, tendo em vista que seu fornecimento inteiro incorre em economia dos custos com processamento.

Faturi et al. (2003) utilizando grão de aveia preta em substituição ao grão de sorgo na alimentação de novilhos de terminação, observaram que o grão de aveia preta apresentou menor digestibilidade e menor teor de energia digestível. Entre as silagens, observa-se que a silagem de milho (utilizada no período de adaptação) apresentou maiores digestibilidade e teor de energia digestível.

### **1.8 Efeito do uso da aveia sobre as características de fermentação ruminal**

O amido é um dos principais componentes das dietas de confinamento no Brasil, sendo que uma das fontes mais usadas para sua obtenção é o grão de milho, que geralmente é fornecido quebrado para os animais. A trituração de cereais para a alimentação dos ruminantes visa a aumentar a área superficial dos grãos para facilitar os processos digestivos, sejam eles fermentativos ou enzimáticos (BOLZAN et al., 2007).

Deve-se levar em conta que com dietas de alto grão de cereal, aumenta a possibilidade de ocorrência acidose ruminal (OLIVEIRA et al., 2015). Na maioria dos casos, o pH do líquido ruminal pode oscilar de 5,5 a 7,5, de acordo com o teor de concentrado e de fibra fisicamente efetiva da dieta (BRITO et al., 2007). O grão quando fornecido inteiro, seu aproveitamento é totalmente dependente da extensão em que sua estrutura física é rompida pelo processo de mastigação. Para que ocorra a degradação ruminal do amido do grão de milho, torna-se necessário que o grão sofra rupturas físicas do seu endosperma, visto que o grão intacto passa direto pelo trato gastrintestinal dos animais. Animais mais jovens tendem a mastigar de forma mais intensa o alimento ingerido, aumentando o aproveitamento do amido presente no grão (PAULINO et al., 2013).

A aveia preta quando utilizada sem nenhum tipo de processamento do grão é muito contestada, principalmente pelo fato da aveia preta possuir o pericarpo que envolve o endosperma e o gérmen mais fibroso do que a aveia branca, o que a torna mais resistente à degradação pelos microrganismos ruminais (RESTLE; FATURI; PASCOAL, 2001). Entretanto, Mathison (1996) não observou diferença para o tipo de processamento dado a aveia, concluindo ser melhor sua utilização de forma não processada (inteira), devido ao alto custo para sua moagem, ocasionado pela dificuldade de trituração.

Entre as atividades de manejo realizadas para fornecimento de rações para os animais em um sistema de confinamento é necessário um arrazoamento de acordo com o teor de concentrado e processamento dos grãos na dieta. O milho é um alimento que contém alto teor de amido em suas estruturas, quando fornecido ao animal aumenta a sua fermentação no ambiente ruminal. Com isso, se faz necessário buscar estratégias de arrazoamento para distribuição dos tratos, com isso reduzir os distúrbios metabólicos ruminais ao fornecer elevados níveis de amido nas rações, precisando aumentar as operações quando dietas com elevados teores de energia são fornecidas aos animais, uma dessas estratégias é aumentar o número de tratos, para que não ocorra quedas bruscas no pH ruminal em determinados horários do dia, acarretando um ambiente mais favorável para ação dos microrganismos ruminais (SILVA, 2014). Os protozoários e bactérias celulolíticas necessitam de pH de 6,2 ou mais alto, enquanto bactérias amilolíticas são ativas em condições mais ácidas com pH em torno de 5,8. Portanto, o pH do fluido ruminal afeta a degradação dos alimentos e o seu valor ideal varia de 5,5 a 7,0 (BERCHIELLI et al., 2011).

Porém os custos operacionais com o aumento do número de tratos em sistema de confinamento levam os produtores buscar alternativas, sendo importante escolher um determinado e viável sistema de manejo, para potencializar o produto final com abate precoce dos animais (SILVA, 2014). A distribuição da alimentação para os animais pode ser feita com dois tratos por dia, visando diminuir os custos e ainda prevenir problemas com distúrbios metabólicos.

Em confinamentos que utilizam dietas com alto teor de concentrado, se faz necessário uma adaptação da dieta, evitando riscos para saúde do animal. O tempo de adaptação representa apenas pequena porção do período total de alimentação, protocolos para adaptar bovinos rapidamente podem trazer consequências adversas em longo prazo (como redução do desempenho) e adaptar os animais muito lentamente, pode aumentar o custo do ganho de peso vivo durante o período de confinamento (PARRA, 2011).

### **1.9 Efeito do uso da aveia sobre o comportamento ingestivo**

A etologia, que estuda os hábitos dos animais em seu ambiente de criação ou em ambientes modificados, é importante para a eficiência da exploração zootécnica, pois estuda o emprego de melhores técnicas de manejo e alimentação. Esta expectativa vem sendo confirmada com a ampliação e valorização de estudos do comportamento animal aplicados à produção (PARANHOS DA COSTA et al., 2002).

O comportamento ingestivo dos animais consiste em avaliar a quantidade e o valor nutritivo da dieta, bem como estabelecer a relação entre o comportamento e o consumo voluntário, para a obtenção de dados para a melhora do desempenho animal (ALBRIGHT, 1993). Animais mantidos em confinamento têm melhor desempenho em relação aos mantidos em pastagem por ficarem mais tempo em ócio (SOUZA et al., 2007). Da mesma forma, o tempo despendido em ruminação é influenciado pela natureza da dieta e, provavelmente, é proporcional ao teor de parede celular dos volumosos (SILVA e NEUMANN, 2012).

O estímulo à mastigação de um ruminante é resultado da efetividade da parede celular do vegetal, a qual é representada pela FDN, também designada de carboidratos fibrosos, entidade esta composta pelas frações da celulose e da hemicelulose em associação com a lignina (SILVA e NEUMANN, 2012). Beauchemin et al. (1994) estudando os efeitos da mastigação sobre a digestão dos grãos de cereais integrais por bovinos destacam que vacas passam mais tempo ruminando quando são alimentadas com os cereais trigo e cevada em comparação a animais alimentados com milho, devido à ruminação auxiliar a fraturar o pericarpo destes dois cereais.

Missio et al. (2010) observaram que a inclusão de níveis mais altos de concentrado na dieta diminui o tempo que os animais destinam ao consumo de alimento e à ruminação, o número de mastigadas meréricas por bolo e aumenta o tempo em descanso. Essas alterações no comportamento ingestivo, no entanto, não são suficientes para impedir a diminuição do consumo de alimento, em relação ao peso corporal, em níveis superiores a 68% de concentrado na dieta, mas aumentam o consumo de energia digestível, por melhorarem a eficiência de alimentação e ruminação do alimento.

## 2. REFERÊNCIAS

AGPUR – SANTOS, A.L.; PEROTTO, D.; SILVA, L. O. C. AGPUR 2016 – **Avaliação genética Purunã de 2016 - sumário de bovinos da raça Purunã / semestre 2**, IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná, Fazenda Modelo – Ponta Grossa – PR, v. 1, dez. 2016. Arquivo não publicado.

ALBRIGHT, J.L. Nutrition, feeding and calves: feeding behaviour of dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v.76, p.485-498, 1993.

BEAUCHEMIN, K. A. et al. Effects of mastication on digestion of whole cereal grains by cattle. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 236-246, 1994.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal, SP: FUNEP. 2<sup>a</sup> ed. 2011.

BERNARDES, G.M.C.; CARVALHO, S.; PIRES, C.C.; MOTTA, J.H.; TEIXEIRA, W.S.; BORGES, L.I.; FLEIG, M.; PILECCO, V.M.; FARINHA, E.T.; VENTURINI, R.S. Consumo, desempenho e análise econômica da alimentação de cordeiros terminados em confinamento com o uso de dietas de alto grão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, p.1684-1692, 2015.

BOLZAN, I.T.; SANCHEZ, L.M.B.; CARVALHO, P.A.; VELHO, J.P.; LIMA, L.D.; MORAIS, R.L.C.J. Consumo e digestibilidade em ovinos alimentados com dietas contendo grão de milho moído, inteiro ou tratado com uréia, com três níveis de concentrado. **Ciência Rural**, v.37, p.229-234, 2007.

BORGES, C.A.A.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y.; SILVA, L.D.F.; PEREIRA, E.S.; ZARPELON, T.G.; CONSTANTINO, C.; FAVERO, R. Substituição de milho grão inteiro por aveia preta grão no desempenho de cordeiros confinados recebendo dietas com alto grão. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 2011-2020, 2011.

BRITO, M.; SAMPAIO, A. A. M.; FERNANDES, A.R. M.; HENRIQUE, W.; CATTELAN, J. W.; ROUTMAN, K. S. Degradabilidade *in situ* e parâmetros ruminais em bovinos alimentados com dietas balanceadas para diferentes ganhos de peso e potenciais de fermentação microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1639-1650, 2007.

CAMPOS, D. N.; GONZALES, G. O. **Aveia na alimentação do gado**. Disponível em: <<http://sinueloagropecuaria.com.br/wp-content/uploads/2016/09/aveia-na-alimentacao-do-gado.doc>> Acesso em: 01/11/2017.

CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira- grãos. Safra 2015/16 - Quarto levantamento**, v.3, n.4, 2016.

COSTA E. C.; RESTLE, J.; VAZ F. N.; ALVES, D.C. F; BERNARDES, R. A. L. C.; KUSS, F. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoce abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.119-128, 2002.

CULLMANN, J. R.; KUSS, F.; MOLETTA, J. L.; LANÇANOVA, J. A. C.; SILVEIRA, M. F.; MENEZES, L. F. G; MOURA, I.C.F.; STRACK, M. Produção de novilhos castrados ou não castrados terminados em confinamento em idade jovem ou superjovem. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, p.155-164, 2017.

DAL MOLIN, V. T. S. D. **Avaliação química e sensorial do grão de aveia em diferentes formas de processamento**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G. R.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, L. O. C.; ROCCO, V.; BARBOSA, R. A.; JUNQUEIRA, C. E. Desempenho de Diferentes Grupos

Genéticos de Bovinos de Corte em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1114-1122, 2003.

FATURI, C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; ROSA, J.R.P.; KUSS, F.; MENEZES, L.F.G. Grão de aveia-preta em substituição ao grão de sorgo para alimentação de novilhos na fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 437-448, 2003.

FLOSS, E.L. Manejo forrageiro de aveia (*Avena sp.*) e azevém (*Lolium sp.*). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., Piracicaba-SP. **Anais ... FEALQ**, p.231-68, 1988.

FLOSS, E. L.; PALHANO, A. L.; SOARES FILHO, C. V.; PREMAZZI, L. M. Crescimento, produtividade, caracterização e composição química da aveia branca. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.29, p.1-7, 2007.

GOTTSCHALL, C. S.; CANELLAS, L. C.; FERREIRA, E. T.; MARQUES, P. R. Avaliação de três diferentes categorias de bovinos de corte terminados em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, p.61-70, 2007.

GOI, L. J.; SANCHEZ, L. M. B. GONÇALVES, M. B. F.; OLIVO, C. J. Tratamentos físicos do grão de aveia branca (*Avena sativa*) na alimentação de bovinos. **Ciência Rural**, v. 28, p. 303-307, 1998.

ÍTAVO, L. C. V.; GOMES, F. C.; JACINTO, M. A. C.; CELESTE, C.; ÍTAVO, B. F.; SUGUISAWA, L.; SCHIO, A. R.; MATEUS, R. G. Características de Carcaça e do Couro de Bovinos Precoces e Superprecoces. **45º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Lavras – Minas Gerais, UFLA, 2008.

ITO, R. H.; PRADO, I. N.; VISENTAINER, J. V.; PRADO, R. M.; FUGITA, C. A.; PIRES, M. C. O. Carcass characteristics, chemical end fatty acid composition of *Longissimus* muscle of Purunã bulls slaughtered at 18 or 24 months of age. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, p.299-307, 2010.

KUSS, F.; MOLETTA, J. L.; PEROTTO D.; PAULA, M. C.; MARTINS, A. S.; SILVA, N. L.; LEME, M. C. J. Carcaça e carne de novilhos cruzas Pardo Suíço x Canchim e Purunã x Canchim terminados em confinamento. **Ciência Rural**, v.38, p.1061-1066, 2008.

LANGARO N. C.; CARVALHO I. Q. **Indicações técnicas para a cultura da aveia XXXIV reunião da comissão brasileira de pesquisa de aveia Fundação ABC**. 2014.

LEVIEN, R.; COGO, N. P. Erosão na cultura do milho em sucessão à aveia preta e pousio descoberto, em preparo convencional e plantio direto, com tração animal e tratorizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.683-692, 2001.

LUCIANO, R. V.; BERTOL, I.; BARBOSA, F. T.; VÁZQUEZ, E. V.; FABIAN, E. L. Perdas de água e solo por erosão hídrica em duas direções de semeadura de aveia e ervilhaca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.3, p.669-676, 2009.

MATHISON, G. W. Effects of processing on the utilization of grain by cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.58, p.113-125, 1996.

MCALLISTER, T.A.; CHENG, K.J. Microbial strategies in the ruminal digestion of cereal grains. **Animal Feed Science Technology**, v.62, p.29-36, 1996.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, p.450-493, 1994.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES, D. C. F.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M. Z.; SEGABINAZZI, L. R. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1571-1578, 2010.

MIZUBUTI, I. Y.; MOREIRA, F. B.; RIBEIRO, E. L. A.; PEREIRA, E. S.; ROCHA, M. A.; SILVA FILHO, M. F. Degradabilidade in situ da matéria seca e da proteína bruta do farelo de arroz, farelo de trigo, grão de milho e grão de aveia. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.29, p.187-193, 2007.

OLIVEIRA, L.S.; MAZON, M.R.; CARVALHO, R.F.; PESCE, D.M.C.; SILVA, S.L.; NOGUEIRA, J.C.M.F. Processamento do milho grão sobre desempenho e saúde ruminal de cordeiro. **Ciência Rural**, v.45, p.1292, 2015.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; COSTA E SILVA, E.V.; CHIQUITELLI NETO, M. Contribuição dos estudos de comportamento de bovinos para implementação de programas de qualidade de carne. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 20., Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Etologia, p.71-89, 2002.

PAULINO, P. V. R.; OLIVEIRA, T. S.; GIONBELI, M. P.; GALLO, S. B. Dietas sem forragem para terminação de animais ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, v.15, p.161-172, 2013.

PARRA, F. S. **Protocolos de adaptação à dietas com alta inclusão de concentrados para bovinos Nelore confinados**. Dissertação (Pós graduação em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2011.

PEDÓ I.; SGARBIERI, V. C. Caracterização química de cultivares de aveia (*Avena sativa* L). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.17, p.78-83, 1997.

RESTLE, J.; FATURI, C.; PASCOAL, L. L. Efeito da forma física da aveia preta sobre o desempenho de vacas de descarte terminadas em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001.

RESTLE, J.; FATURI, C.; PASCOAL, L.L.; ROSA, J.R.P.; BRONDANI, I.L.; ALVES, D.C.F. Processamento do grão de aveia para alimentação de vacas de descarte terminadas em confinamento. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, p.496-503, 2009.

RUBIANO, G.A.G.; ARRIGONI, M.B.; MARTINS, C.L. RODRIGUES, E.; GONÇALVES, H. C.; ANGERAMI, C. N. Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos superprecoces das raças Canchim, Nelore e seus mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2490-2498, 2009.

RSKOV, E.R. Whole grain feeding for ruminants. **The Veterinary Record**, v.106, p.399-401, 1980.

RSKOV, E.R. Alimentación de los ruminants, principios y practica. Zaragoza: Acribia, 119 p. 1990.

SÁ, G. P. J. **Utilização da aveia na alimentação animal Instituto Agronômico do Paraná - Londrina-PR**. 1995.

SILVA, B. C.; PEREIRA, O. G.; PEREIRA, D. H.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. C.; CHIZZOTTI, F. H. M. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes e ganho de peso de bovinos de corte alimentados com silagem de brachiaria brizantha e concentrado em diferentes proporções. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1060-1069, 2005.

SILVA, M. R. H.; NEUMANN, M. Fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva: conceitos e importância na nutrição de ruminantes. FAZU em Revista, n. 9, p. 69-84, 2012.

SILVA, J. **Frequências de alimentação sobre o comportamento ingestivo, digestibilidade do amido e flutuação de consumo em bovinos Nelore confinados**. Dissertação (Ciência e Tecnologia Animal) Universidade Estadual Paulista - Campus Experimental de Dracena, Dracena, 2014.

SOUZA, S.R.M.B.O.; ÍTAVO, L.C.V.; RIMOLI, J. et al. Comportamento ingestivo diurno de bovinos em confinamento e em pastagens. **Archivos de Zootecnia**, v.56, p.67-70, 2007.

TD SOFTWARE. **Composição química de alimentos**. Disponível em: <<https://www.agropecuaria.inf.br/composicao-quimica-de-alimentos>> Acesso em: 18/01/2018

TOLAND, P.C. The digestibility of wheat, barley or oat gain feed either whole or rolled at restricted levels with hay to steers. **Nutrition Abstracts and Review**, v. 47, p. 679, 1977.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 476 p, 1994.

VAZ, F. N.; RESTLE, J.; PADUA, J. T.; METZ, P. A. M.; MOLETTA, J. L.; FERNANDES, J. J. R. Qualidade da carcaça e da carne de novilhos abatidos com pesos similares, terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, p.31-40, 2007.

WEBER, F. H.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS M. C. Caracterização química de cariopses de aveia (*avena sativa L*) da cultivar upf 18. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, p.39-44, 2002.

## CAPÍTULO 2

### 1. INTRODUÇÃO

O setor agropecuário tem sido responsável pelo superávit primário da economia brasileira nos últimos anos (BRASIL, 2015). A grande competitividade deste setor no Brasil se deve a vários fatores, tais como: disponibilidade de terras agricultáveis, clima favorável, potencial bioenergético e pesquisas. Valendo destacar que a continuidade dos investimentos em pesquisa é de fundamental importância para que o setor agropecuário torne-se cada vez mais sustentável economicamente. A terminação de bovinos de corte, no Brasil, ainda é predominantemente realizada em pastagens, equivalendo a aproximadamente 93% do total produzido. Ou seja, apenas cerca de três milhões de cabeças das 45 milhões abatidas anualmente são terminadas em confinamento (ALMEIDA et al., 2010). Com a intensificação da atividade pecuária torna-se necessário a máxima eficiência do sistema pecuário, como a engorda de bovinos de corte em confinamentos, que, no Brasil, teve um aumento de 54,09% no número de cabeças entre 2007 e 2015 (ANUALPEC, 2015).

O aumento da densidade energética por meio do fornecimento de maiores quantidades de concentrados, pode melhorar a eficiência e o desempenho animal (RODRIGUES et al., 2007) e alterar aspectos qualitativos e quantitativos da carcaça e da carne (ARTHAUD et al., 1977). Segundo Holton et al. (1995) as características de carcaça e qualidade da carne podem ser alteradas através de fatores genéticos, idade de abate, nutrição e sistemas de alimentação.

Como a alimentação é responsável por grande parte dos custos de produção nos sistemas de confinamento, a condução criteriosa dos programas de alimentação exige estudos que busquem conhecer, com maior precisão, as interações e os impactos produzidos pelo emprego do concentrado na alimentação de bovinos (COSTA et al., 2005), ainda que vários resultados experimentais mostrem que o ganho de peso diário é maior, quando se utilizam rações com maior porcentagem de concentrado, a resposta animal à adição de concentrado tende a ser curvilínea (GESUALDI JR et al., 2000). Dessa forma, o estudo de diferentes proporções de concentrado nas dietas é importante, pois permite determinar seu nível ótimo, para que se obtenha o melhor desempenho animal aliado à melhor resposta econômica (COSTA et al., 2005).

O alimento, o animal ou as condições de alimentação podem interferir no consumo (MERTENS, 1994). Além disso, não se sabe como o animal ajusta o consumo e a produção a partir de seus pontos críticos ou ótimos, na tentativa de se ajustar à dieta (ÍTAVO et al.,

2002). Se a densidade energética da ração for alta, isto é, com baixa concentração de fibra, em relação às exigências do animal, o consumo será limitado pela demanda energética do animal e o animal poderá deixar de ingerir alimentos, mesmo que o rúmen não esteja repleto (NRC, 2000). Por outro lado, se a dieta estiver com baixa densidade energética, o consumo será limitado pelo enchimento do trato gastrointestinal (NRC, 2000). No entanto, se a disponibilidade do alimento for limitada, nem o enchimento nem a demanda energética serão importantes para prever o consumo (MERTENS, 1994). Segundo Mertens (1994), o desempenho animal é função direta do consumo de matéria seca digestível. Assim, de 60 a 90% do desempenho animal são pela variação do consumo, enquanto de 10 a 40% advêm de flutuações na digestibilidade. Portanto, o consumo é considerado o fator mais importante na determinação do desempenho animal (COSTA et al., 2005).

O aumento da oferta do grão de aveia no mercado representa mais uma alternativa de alimento para produção animal. Em geral, os produtores preferem utilizar o grão de aveia na forma inteira para alimentação de bovinos, pela praticidade do fornecimento e ausência do custo da moagem (RESTLE et al., 2009). Informações sobre o desempenho de bovinos alimentados com grãos de aveia são raros na literatura brasileira. Em um dos poucos trabalhos publicados sobre a utilização do grão de aveia-preta, Faturi et al. (2003) verificaram que o aumento no nível de substituição do grão de sorgo moído por grão de aveia-preta moído para novilhos na fase de terminação em confinamento reduziu linearmente o ganho de peso.

Góti et al. (1998), não encontraram diferença no ganho de peso quando forneceram grãos inteiros e secos, moídos, machacados ou inteiros e umedecidos, sobre o desempenho de novilhos em confinamento. Já Restle et al. (2009) observaram aumento na digestibilidade, ganho de peso e eficiência alimentar da aveia preta moída. Mcallister e Cheng (1996) ressaltam que o processamento físico, como a moagem, em grãos de cereais, aumenta o grau e a taxa de digestão ruminal do amido. Mathison (1996), em revisão realizada sobre os efeitos do processamento na utilização dos grãos por bovinos, concluiu que os grãos de aveia podem ser fornecidos na forma inteira e que o custo do processamento não se justificaria.

Diversos cereais podem ser usados como suplemento, dentre eles destaca-se a aveia branca que, além de possibilitar redução no custo de produção permite maior integração entre lavoura e pecuária (MEDEIROS et al., 1987). A aveia integral, na alimentação de ruminantes, comporta-se como um "concentrado-volumoso" (PEIXOTO et al., 1985), por apresentar elevado teor de fibra e também alta densidade energética.

Neste sentido, este trabalho objetivou avaliar o desempenho, a digestibilidade dos nutrientes, o pH ruminal, o comportamento ingestivo e as características de carcaça de

bovinos superprecoces alimentados com teores crescentes de substituição do volumoso (silagem de milho) por grãos de aveia na dieta.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local, animais e instalações experimentais**

O presente experimento foi realizado na Estação Experimental Fazenda Modelo (EEFM), do Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR (latitude: 25° 05" 42" S, longitude: 50° 09" 43" O e altitude: 969 m), localizado no município de Ponta Grossa, estado do Paraná. O experimento foi conduzido no período de 05 de junho a 23 de novembro de 2017.

Para a realização do estudo, foram utilizados, em confinamento, 35 tourinhos da raça Purunã, todos provenientes do rebanho experimental da EEFM do IAPAR, criados e recriados sob as mesmas condições de manejo e alimentação, com peso médio inicial de 241 ± 5,51 kg e idade média inicial de 10 meses. Todos os procedimentos experimentais seguiram as recomendações da Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, protocolado sob o nº 05/2012.

Ao início do experimento os animais foram vermifugados via subcutânea com uma associação de Fosfato de Levamisol (Zoetis Indústria de Produtos Veterinários Ltda.; Brasil) e Sulfóxido de Albendazol (Ouro Fino Saúde Animal Ltda., Cravinhos – SP, Brasil) na dose de 1 ml para 40 kg de peso corporal, submetidos a banho com solução carrapaticida de Fenthion, Cipermetrina e 30% de Clorpirifós (Ouro Fino Saúde Animal Ltda., Cravinhos – SP, Brasil) na diluição de 25 ml para 20 litros de água. Posteriormente, todos os animais foram submetidos a um período de jejum alimentar de 16 horas, pesados em balança eletrônica (Tru Test SR 3000 Porto Alegre – RS, Brasil) e alojados em baias individuais cobertas (1,8 m de largura x 4,4 m de comprimento), com piso de concreto, providas de cocho de madeira para fornecimento de ração (0,30 m de largura x 0,93 m de comprimento x 0,25 m de profundidade) e bebedouro de concreto com boia (0,66 m de largura x 0,50 m de comprimento x 0,44 m de profundidade). A limpeza das baias foi realizada manualmente três vezes durante as semanas experimentais.

## 2.2 Delineamento experimental e tratamentos

Os animais foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo divididos em cinco lotes de sete animais cada, sendo equilibrados por peso, entre os quais foram sorteados os tratamentos experimentais, constituídos por cinco teores de substituição da silagem de milho por grão de aveia branca integral, sendo assim identificados: 0A (CONTROLE) = 50% de concentrado + 50% de silagem de milho (controle); 25A = 50% de concentrado + 37,5% de silagem de milho + 12,5% de aveia branca integral; 50A = 50% de concentrado + 25% de silagem de milho + 25% de aveia branca; 75A = 50% de concentrado + 12,5% de silagem de milho + 37,5% de aveia branca; 100A = 50% de concentrado + 50% de aveia branca.

O experimento teve duração de 120 dias dividido em quatro subperíodos, sendo: um período de adaptação às dietas experimentais, duração = 32 dias e três períodos experimentais (período 1 = 33 dias, período 2 = 27 dias e período 3 = 28 dias). Após o término do último período os animais foram mantidos nas mesmas condições, recebendo as mesmas dietas até o dia do abate. As dietas experimentais foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2000). A proporção dos ingredientes e a composição química das dietas estão apresentadas na Tabela 2. As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas e permitirem GMD de 1,2 kg/animal/dia.

Tabela 2 – Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Item	Tratamentos <sup>2</sup>				
	0A	25A	50A	75A	100A
<b>Ingredientes, % da MS</b>					
Silagem de milho	44,8	35,0	24,1	12,6	0
Aveia Branca	0	10,3	22,3	34,8	48,5
Farelo de soja	10,0	7,1	4,6	2,5	0
Concentrado <sup>1</sup>	45,2	47,6	49,0	50,1	51,5
<b>Composição química, % MS</b>					
Matéria seca	41,7	46,9	54,3	65,1	83,3
Matéria orgânica	96,9	97,0	97,1	97,1	97,2
Proteína bruta	16,7	16,5	16,4	16,6	16,7
Fibra em detergente neutro	45,5	43,0	40,1	37,1	33,7

<sup>1</sup> Proporção dos ingredientes do concentrado (% MS): milho moído = 68,5; sal = 2,0; calcário = 1,5; farelo de soja = 28,0. Composição química do concentrado (% MS): MS = 85,8; MO = 95,6; FDN = 32,2; PB = 18,8;

<sup>2</sup> 0A = 50% de concentrado + 50% de silagem de milho;

25A = 50% de concentrado + 37,5% de silagem de milho + 12,5% de aveia branca integral;

50A = 50% de concentrado + 25% de silagem de milho + 25% de aveia branca;

75A = 50% de concentrado + 12,5% de silagem de milho + 37,5% de aveia branca;

100A = 50% de concentrado + 50% de aveia branca.

**Fonte:** O autor.

Tabela 3- Composição química dos ingredientes das dietas experimentais, porcentagem de matéria seca, fibra insolúvel em detergente neutro, matéria orgânica e proteína bruta

<b>Ingredientes</b>	<b>% MS</b>	<b>%FDN</b>	<b>%MO</b>	<b>%PB</b>
Silagem de milho	25,61	65,17	98,49	7,41
Concentrado	85,79	32,24	95,62	18,78
Aveia	80,83	35,3	98,91	14,41
Farelo de soja	83,28	16,74	95,85	48,55

Fonte: o autor

### 2.3 Manejo alimentar e colheita de amostras

Os animais passaram por um período de adaptação em que a cada oito dias aumentava-se um dos teores de aveia, até que todos os animais passassem a receber a dieta pré-estipulada, como segue:

- Dia 1 a 8 – Todos os animais receberam a dieta 0A;
- Dia 7 a 14 – animais dos tratamentos 25A, 50A, 75A e 100A receberam a dieta 25A;
- Dia 16 a 24 – animais dos tratamentos 50A, 75A e 100A receberam a dieta 50A;
- Dia 24 a 32 – animais dos tratamentos 75A e 100A receberam a dieta 75A;
- A partir do dia 32 – todos os grupos passaram a ser alimentados com as dietas experimentais pré-determinadas

Todos os dias do período experimental o concentrado foi pesado em balança eletrônica Balmak ELC - 15 com precisão de cinco gramas e a silagem de milho em balança eletrônica Triunfo PLT – 15/30 com precisão de 10 gramas e ofertadas *ad libitum* aproximadamente às 9:00 horas da manhã, no mesmo horário do dia seguinte as sobras foram pesadas para obtenção do consumo por animal. A quantidade de ração ofertada foi definida com base no consumo do período anterior, sendo feitos os ajustes de oferta a cada período experimental. Os alimentos (volumoso + concentrado) foram ofertados em cochos separados, sendo fornecidos duas vezes ao dia, com aproximadamente 60% da quantidade diária fornecida pela manhã e 40% no período da tarde, aproximadamente às 14 horas.

### 2.4 Avaliação de consumo, ganho de peso e eficiência alimentar

O CMS foi calculado pela diferença entre a quantidade de alimento fornecido e a quantidade de sobras. As pesagens dos animais foram realizadas no início do experimento e no final de cada período experimental após jejum alimentar de 16 horas, utilizando balança digital Tru Test SR 3000. O GMD foi calculado dividindo a variação de peso corporal entre

os períodos pela duração de cada período experimental. As medidas de CMS e GMD foram utilizadas para cálculo da eficiência alimentar (kg de GMD/kg de CMS).

## **2.5 Digestibilidade dos nutrientes**

Entre 103º e o 107º dia do período experimental realizou colheita total de fezes, individualmente de cada animal para determinação da digestibilidade dos nutrientes. Antes do início da colheita todas as baias foram lavadas, a partir de então com início às 9:00 horas do 103º dia do experimento, por cinco dias consecutivos, dois observadores permaneceram em tempo integral realizando colheita de fezes. Cada dupla de observadores permanecia por um período de três horas, quando era substituída por outra dupla até completar cinco dias de colheita. A cada turno de 24 horas a produção fecal total de cada animal foi pesada em balança eletrônica de precisão (Triunfo PLT), homogeneizada e amostrada (5% do peso). Ao término dos cinco dias de colheita as amostras diárias de fezes foram compostas por animal, acondicionadas em sacos plásticos e armazenada a -20 °C.

Durante o período de colheita de fezes, também realizou-se a mensuração do consumo, seguindo a mesma rotina descrita anteriormente no experimento de desempenho. Dessa forma, diariamente as sobras foram pesadas, homogeneizadas e amostradas (5% do peso). Ao término dos cinco dias referentes ao período da digestibilidade, as amostras de sobras foram compostas por animal e armazenadas a -20 °C para posterior análise.

## **2.6 Comportamentos ingestivo**

No 109º dia do período experimental foi realizada a avaliação do comportamento ingestivo de cada animal, durante 24 horas, com observações realizadas a cada 10 minutos. Dois observadores devidamente treinados foram utilizados para cada turno de avaliação de quatro horas. Determinaram-se os tempos gastos com ingestão, ruminação, mastigação, ócio e água em min/dia. O tempo despendido em cada atividade (expresso em min/d) foi calculado por meio da multiplicação do número de observações por 10. O tempo total de mastigação foi considerado como a soma dos tempos de ingestão e ruminação (WEIDNER; GRANT, 1994). Os tempos de ingestão, ruminação e mastigação foram também expressos em min/g de MS e min/g de FDN ingeridas.

## 2.7 Características de fermentação ruminal

Amostras do fluido ruminal foram colhidas no 129º dia do período experimental. As colheitas foram realizadas aproximadamente quatro horas após o fornecimento da ração. Em cada horário uma amostra representativa do conteúdo ruminal de cada animal foi colhida via sonda esofágica com auxílio de uma bomba de sucção Gold Sun 0411 (2VC, 27”Hg, 20/25 PSI, 37 lpm, HP 1/4, 1725 RPM) interligada a um kitasato. Imediatamente após a colheita a amostra de líquido ruminal foi imediatamente filtrada em tecido de *nylon*, obtendo-se, aproximadamente 300 mL de fluido ruminal filtrado, que em seguida, foi utilizado para medição imediata do pH em potenciômetro digital (PH Meter Pen PH-107).

## 2.8 Características da carcaça

O abate foi realizado em dois dias, no 154º e 168º dia do período experimental. Inicialmente, os animais foram submetidos a um jejum de sólidos de 16 horas na estação experimental, em seguida foram pesados e transportados até o frigorífico comercial, onde após descanso de 12 horas foram abatidos por concussão cerebral com uso de pistola de dardo cativo penetrante, seguida de secção da veia jugular, conforme Resolução 714 de 2002 do Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV). Ao término de cada abate, as carcaças foram identificadas e transportadas para uma câmara fria, onde foram resfriadas a 4 °C por 18 a 24h. No 156º e 171º dia, após o resfriamento, foram tomadas na meia carcaça direita as seguintes medidas métricas: comprimento de carcaça: distância entre o bordo anterior do osso púbis e o bordo anterior medial da primeira costela; espessura de coxão: medida com auxílio de compasso posicionado entre a face lateral e a medial da porção superior do coxão. Após essas duas medidas, realizou-se um corte horizontal entre a 12ª e a 13ª costela com o objetivo de expor o músculo *Longissimus dorsi* e aferir a área de olho de lombo (AOL) com auxílio de um planímetro, bem como realizar a medição da espessura de gordura subcutânea, cuja média derivou de três medidas que foram realizadas na parte cranial, medial e final do músculo. Após, decorridos 30 minutos de exposição do músculo *Longissimus dorsi* ao ar, procedeu-se a aferição do grau de marmorização por meio da observação da quantidade de gordura intramuscular, da textura pela observação da granulometria das fibras musculares e da coloração (MÜLLER, 1980).

## 2.9 Análises laboratoriais e cálculos

Depois de descongeladas, as amostras dos ingredientes, das fezes e das sobras foram secas em estufa de ventilação forçada (MARCONI; Piracicaba, SP, BR) a 65 °C por 72 horas, de acordo com o método da “Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1990; #934.01), em seguida as amostras pré-secas foram moídas em moinho tipo Willey (MARCONI, Piracicaba, SP, BR) com peneiras com crivos de 1,0 mm. Em seguida foram analisadas para determinação do teor de MS final por meio da secagem em estufa (Fanem, 315 SE; São Paulo, SP, BR) a 105 °C por 24 h (AOAC, 1990; #934.01); matéria orgânica (MO) por meio da incineração da amostra em mufla (Merse, MELF 1992; São Paulo, SP, BR) a 550 °C por 4 h (AOAC, 1990; #942.5); FDN segundo Van Soest, Robertson e Lewis (1991), utilizando  $\alpha$ -amilase termoestável e sulfito de sódio, em um aparelho Ankom A2000 (ANKOM Tech. Corp., Macedon, NY), nitrogênio total utilizando um aparelho Leco FP528 (Leco Corporation, St. Joseph, MI), conforme a AOAC (1997) e teor de proteína bruta (PB) foi obtido multiplicando-se o teor de N total da amostra por 6,25.

## 2.10 Análise estatística

Os dados de consumo, ganho de peso e EA foram analisados como medidas repetidas no tempo usando o procedimento MIXED do SAS (1999), de acordo com o modelo estatístico que segue:  $Y = \mu + A_i + T_j + P_k + T_j * P + e_{ijk}$ , em que  $\mu$  = média,  $A_i$  = efeito de animal ( $i = 1$  a 35),  $T_j$  = efeito de tratamento ( $j = 1$  a 5),  $P_k$  = efeito de período experimental ( $k = 1$  a 3),  $T_j * P$  = efeito de interação entre tratamentos e período experimental e  $e_{ijk}$  = erro experimental.

Os dados de consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, pH ruminal, comportamento ingestivo e características de carcaça foram analisados utilizando o procedimento “MIXED” do SAS (1999), de acordo com o modelo:  $Y = \mu + A_i + T_j + e_{ijk}$ , em que  $\mu$  = média,  $A_i$  = efeito de animal ( $i = 1$  a 35),  $T_j$  = efeito de tratamento ( $j = 1$  a 5) e  $e_{ijk}$  = erro experimental. As médias foram obtidas pelo comando LSMEANS. Os efeitos dos teores de inclusão de grão de aveia integral nas dietas em substituição a silagem de milho foram avaliados por meio de polinômios ortogonais lineares e quadráticos. Os efeitos foram declarados significativos quando  $P < 0,05$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Desempenho

##### 3.1.1. Adaptação

Durante o período de adaptação, observou-se maior GMD (1,237 kg/d) para os animais da dieta com 50% de aveia em substituição a silagem de milho (efeito quadrático,  $P = 0,01$ ). Durante esse período, os animais do tratamento contendo 100% de aveia em substituição a silagem de milho foram os que apresentaram menor GMD (0,692 kg/d), o que demonstrou a importância do período de adaptação quando da utilização de dietas com alto teor de concentrado. Apesar do maior GMD para dieta 50A durante a adaptação, isso não se refletiu em diferença no peso corporal final dos animais ao final desse período (Tabela 4).

##### 3.1.2. Após a adaptação

Para o CMS, expresso em kg/d ( $P=0,02$ ) ou em  $g/PV^{0,75}$  ( $P<0,001$ ) houve efeito de interação entre os tratamentos e os períodos experimentais. Independentemente da forma de expressão, em todos os períodos experimentais observou-se efeito quadrático dos teores de aveia sobre o consumo. Desdobrando a interação, para os períodos 1 e 2 verificou-se que os maiores CMS (kg/d) foram apresentados pelos animais que receberam a dieta contendo 75% de aveia em substituição ao milho, contudo no período 3 o maior CMS foi observado para os animais da dieta 50% de aveia em substituição ao milho. Quando o CMS foi expresso em  $g/PV^{0,75}$ , em todos os períodos, os animais da dieta 75A foram o que apresentaram maior CMS. Em termos gerais, até o teor de 75% de substituição da silagem de milho por aveia o CMS se manteve elevado, contudo, apresentou decréscimo acentuado em resposta à substituição total da silagem por aveia, o que caracterizou de forma mais efetiva os efeitos quadráticos observados sobre esta variável (Tabela 4). Contudo, vale ressaltar que nos dois primeiros períodos após a adaptação o consumo dos animais da dieta 100A (6,59 e 7,11 kg/dia) foi superior ao dos animais da dieta controle (6,29 e 6,52 kg/dia; respectivamente), indicando que apesar do decréscimo no consumo com a substituição total da silagem de milho por aveia, este se manteve dentro de limites adequados (Tabela 4).

Segundo o NRC (1996) o consumo de animais ruminantes é regulado pela limitação física em dietas ricas em volumoso e pela ingestão energética em dietas ricas em concentrado. De acordo com o NRC o a silagem de milho apresenta 65% de NDT e 54% de FDN, ao passo

que a aveia apresenta 76% de NDT e 28% de FDN, o que é coerente com o decréscimo nos valores de FDN à medida que a silagem de milho foi substituída por aveia (Tabela 2). Levando-se em conta a teoria bifásica de regulação de consumo, que diz que em dietas ricas em fibra o consumo é regulado pelo enchimento ruminal e que em dietas ricas em grãos o consumo é limitado pela ingestão energética (MERTENS, 1994), é possível sugerir que no presente experimento o menor consumo observado pelos animais das dietas controle e 25A em relação às dietas 50A e 75A foi devido à limitação física, tendo em vista que o teor de FDN e conseqüentemente o potencial de enchimento das dietas controle (45,5%) e 25A (43,0%) foram superiores aos das dietas 50A (40,1%) e 75A (37,1%). Portanto, é possível inferir que a partir no teor de 75A o consumo deixou de ser determinado pela limitação física e passou a ser definido pela ingestão energética, de modo que o menor consumo observado pelos animais da dieta 100A certamente foi devido a maior ingestão de energia proporcionada por esta dieta comparativamente às demais, o que é coerente com a maior digestibilidade da matéria orgânica da dieta 100A (Tabela 5).

Para o GMD não houve interação entre as dietas e os períodos experimentais, entretanto, observou-se efeito quadrático dos teores de aveia sobre esta variável, sendo o maior GMD observado para os animais alimentados com a dieta contendo 50% de aveia em substituição a silagem de milho (Tabela 4). Observou-se um aumento de 20,2% no GMD (1,677 kg/d) dos animais da dieta contendo o teor de 50% de aveia em relação aos da dieta controle (1,395 kg/d). Apesar do decréscimo no GMD dos animais alimentados com as dietas contendo 75 e 100% de substituição da silagem de milho por aveia, é importante ressaltar que a substituição total da silagem de milho por aveia promoveu maior GMD (1,562 kg/d) que o fornecimento da dieta à base de silagem de milho (controle), estes resultados deixam claro a possibilidade de uso da aveia grão integral em substituição total a silagem em dietas para terminação de bovinos, sobretudo em regiões que a disponibilidade e/ou o preço do ingrediente volumoso inviabiliza seu uso.

Em média, todos os novilhos que receberam as dietas contendo aveia apresentaram GMD superior a 1,5 kg/d, demonstrando o bom potencial de uso deste ingrediente, que no caso específico deste experimento desempenhou função de concentrado/volumoso. Como base de comparação, Goi et al. (1998) utilizaram novilhos para avaliar diferentes formas de processamento do grão de aveia, observaram um GMD de 1,047 kg/d para o grão de aveia inteiro seco, sendo a dieta composta de 42% de grão de aveia branca, 7,5% de farelo de soja, 49,5% de feno de bermuda (*Cynodon dactylon*) e 1% de minerais. Joner (2014) ao avaliar aveia branca em substituição do grão de milho na terminação de novilhos, recebendo como

volumoso a silagem de sorgo compondo 50% da MS, observou 0,984 kg de GMD para o grão de aveia.

A eficiência alimentar (EA) foi afetada de forma quadrática ( $P = 0,01$ ) pelos teores de aveia, sendo os animais que receberam a dieta 75A os que apresentaram a pior EA (0,15) e os animais do tratamento com 100% de substituição da silagem de milho por aveia os que apresentaram a melhor eficiência alimentar (0,23), estando este valor próximo ao observado para os animais dos tratamentos controle, 25A e 50A (0,21; 0,22 e 0,21; respectivamente) (Tabela 4). A melhoria na EA dos animais que receberam a dieta contendo 100% de substituição da silagem de milho por aveia, deve ser atribuída a maior digestibilidade da MO desta dieta em relação as demais (Tabela 5), apresentando com isso maior valor energético. Estes resultados são muito animadores no que se refere à possibilidade de uso de dietas com 100% de concentrado à base de aveia integral. Restle et al. (2009) forneceram dieta com 60% de silagem de milho e 40% de concentrado, contendo grãos de aveia-preta, encontraram valores de EA de 0,075 para aveia inteira e 0,109 para aveia moída, valores bem inferiores aos do presente experimento. Restle et al. (2000) argumentaram que além da dieta, fatores como forma física da ração, a fermentação ruminal, manejo, disponibilidade de água, categoria animal, e condições ambientais podem afetar o desempenho animal. Segundo o NRC (1996), quando se aumenta o peso do animal e quanto mais este se aproxima do peso a maturidade, maior é a proporção de gordura no ganho de peso e com isso maior a exigência energética. No presente experimento, foram utilizados novilhos jovens, os quais foram abatidos precocemente, apresentando boa musculatura, o que justifica a elevada eficiência alimentar observada (Tabela 4).

Tabela 4 - Desempenho no período de adaptação e período experimental de novilhos Purunã recebendo diferentes teores de substituição de silagem de milho por grão de aveia

Item <sup>1</sup>	Dietas <sup>2</sup>					EPM <sup>3</sup>	Efeito <sup>4</sup>			
	CONT	25A	50A	75A	100A		L	Q	P	P *D
Nº de baias	7	7	7	7	7	-	-	-	-	-
<b>Período de adaptação</b>										
PCI, kg	238,29	239,00	242,86	241,43	243,71	5,51	0,75	0,97	-	-
PCF, kg	263,86	268,71	282,43	275,00	265,86	5,74	0,81	0,33	-	-
GMD, kg/d	0,799	0,929	1,237	1,049	0,692	0,07	0,84	0,01	-	-
<b>Período experimental</b>										
PCF, kg	386,29	411,86	428,86	403,57	402,29	5,75	0,66	0,14	-	-
<b>Consumo, kg/d</b>										
Período 1	6,29	7,14	7,91	10,01	6,59	0,30	<0,03	<0,001		
Período 2	6,52	7,30	8,36	10,42	7,11	0,31	<0,008	<0,001	0,29	0,02
Período 3	7,62	8,43	8,75	8,43	6,93	0,22	0,33	0,01		
<b>Consumo, g/PV<sup>0,75</sup></b>										
Período 1	86,10	95,15	101,25	130,03	88,56	3,11	<0,0002	<0,001		
Período 2	81,54	87,67	96,60	123,76	85,80	2,90	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Período 3	87,57	92,12	92,53	93,39	76,99	1,59	<0,03	<0,001		
<b>GMD, kg/d</b>	1,395	1,643	1,677	1,500	1,562	0,03	0,40	0,03	<0,01	0,48
<b>EA, kg GMD/kg CMS</b>	0,21	0,22	0,21	0,15	0,227	<0,01	<0,44	0,01	0,03	0,79

<sup>1</sup>PCI = peso corporal inicial; PVF = peso corporal final; GMD = ganho médio diário; EA = eficiência alimentar; CMS = consumo de matéria seca;

<sup>2</sup>CONT = 50% de concentrado + 50% de silagem de milho (controle); 25A = 50% de concentrado + 37,5% de silagem de milho + 12,5% de aveia branca integral; 50A = 50% de concentrado + 25% de silagem de milho + 25% de aveia branca; 75A = 50% de concentrado + 12,5% de silagem de milho + 37,5% de aveia branca; 100A = 50% de concentrado + 100% de aveia branca;

<sup>3</sup>EPM = erro padrão da média;

<sup>4</sup>L = linear; Q = quadrática; P = período; D = desempenho.

**Fonte:** o autor

### 3.2 Digestibilidade

Durante os dias de avaliação da digestibilidade, os consumos de MS, MO e PB foram afetados de maneira quadrática pelos teores de aveia ( $P<0,01$ ), sendo que a exemplo do observado durante o último período de avaliação do desempenho, os animais que receberam a dieta contendo 50% de substituição da silagem de milho por aveia foram os que apresentaram os maiores consumos (Tabela 5). O efeito quadrático ( $P<0,01$ ) no consumo de PB foi definido pelo consumo de MS, tendo em vista que as dietas foram isoproteicas (Tabela 2). O consumo de FDN também foi afetado de forma quadrática ( $P<0,001$ ) pelos teores crescentes de substituição da silagem de milho por aveia, contudo neste caso o maior consumo foi observado pelos animais alimentados com a dieta contendo 25% de substituição da silagem de milho por aveia, o que deve ser atribuído ao maior teor de FDN da dieta 25A em relação à dieta 50A.

A digestibilidade da MS não foi afetada pelos tratamentos (Tabela 5). Por sua vez, a digestibilidade da MO aumentou linearmente em resposta a substituição da silagem de milho por aveia, o que ilustra o maior valor energético da aveia em relação a silagem de milho e reafirma a ideia de que o menor CMS pelos animais da dieta contendo 100% de substituição da silagem de milho por aveia foi regido pela teoria de limitação energética do consumo (MERTENS, 1994). A digestibilidade da PB apresentou resposta quadrática ( $P<0,01$ ), tendo diminuído do tratamento controle até o tratamento 75A, onde se observou o menor valor, contudo a substituição de 100% da silagem de milho por aveia resultou em aumento na digestibilidade da PB, sendo observado para este tratamento o maior valor.

A digestibilidade da FDN diminuiu linearmente ( $P=0,03$ ) em resposta ao aumento dos teores de aveia na dieta (Tabela 4). Em média o teor de FDN da silagem de milho (54% da MS; NRC, 2007) é superior ao FDN do grão de aveia (28% da MS; NRC, 2007), contudo o teor de lignina do grão de aveia é da ordem de 3,8% (WEISE, 2016), enquanto o teor de lignina da silagem de milho é de 2,6% (VELHO, 2007), portanto, o decréscimo na digestibilidade da FDN com a inclusão crescente de aveia nas dietas pode ser atribuído a maior concentração de lignina na parede celular do grão de aveia, vale lembrar que a aveia utilizada na presente pesquisa encontrava-se na forma integral, cuja casca apresenta uma concentração de lignina na MS de 22,2% (WEISE, 2016), desta forma é possível inferir que a FDN da silagem de milho apresenta melhor qualidade nutricional que a do grão de aveia integral.

Tabela 5 - Consumo e digestibilidade de matéria seca e fibra insolúvel em detergente neutro de novilhos Purunã recebendo diferentes teores de substituição de silagem de milho por grão de aveia

Item <sup>1</sup>	Diets <sup>2</sup>					EPM <sup>3</sup>	Efeito <sup>4</sup>	
	0A	25A	50A	75A	100A		L	Q
<b>Consumo, kg/d</b>								
CMS	7,56	8,58	8,87	8,20	6,45	0,24	0,09	<0,001
CMO	7,33	8,33	8,63	7,96	6,30	0,23	0,11	<0,01
CPB	1,29	1,42	1,46	1,35	1,14	0,04	0,14	<0,01
CFDN	3,43	3,76	3,62	3,11	2,19	0,12	<0,001	<0,001
<b>Digestibilidade, %</b>								
DMS	71,98	73,32	72,26	73,50	75,66	0,60	0,09	0,45
DMO	73,78	74,96	73,96	75,26	78,34	0,62	0,04	0,24
DPB	74,55	73,22	71,05	69,80	76,47	0,69	0,92	<0,01
DFDN	66,49	68,98	66,43	64,94	62,19	0,81	0,03	0,16

<sup>1</sup>CMS = consumo de matéria seca CMO = consumo de matéria orgânica; CPB = consumo de proteína bruta; CFDN = consumo de fibra insolúvel em detergente neutro; DMS = digestibilidade de matéria seca; DMO = digestibilidade da matéria orgânica; DPB = digestibilidade de proteína bruta DFDN = digestibilidade de fibra insolúvel em detergente neutro;;

<sup>2</sup>0A = 50% de concentrado + 50% de silagem de milho (controle); 25A = 50% de concentrado + 37,5% de silagem de milho + 12,5% de aveia branca integral; 50A = 50 % de concentrado + 25% de silagem de milho + 25% de aveia branca; 75A = 50% de concentrado + 12,5% de silagem de milho + 37,5% de aveia branca; 100A = 50% de concentrado + 100% de aveia branca;

<sup>3</sup>EPM = erro padrão da média;

<sup>4</sup>L = linear; Q = quadrática

Fonte: o autor.

O pH ruminal diminuiu linearmente com os teores crescentes de substituição da silagem de milho por aveia ( $P < 0,01$ ) (Figura 3). O teor de FDN das dietas decresceu com os teores crescentes de aveia, o que já era esperado devido ao menor teor de FDN do grão de aveia (28,0%) em relação à silagem de milho (54,0%; NRC, 2007), da mesma forma, o teor de FDNfe da aveia (34,0%) é inferior ao da silagem de milho (60,0%; NRC, 2007), o que justifica o maior pH ruminal dos animais que receberam as dietas com maior proporção de silagem de milho. Vale lembrar que apesar dos menores valores de pH ruminal para os animais das dietas com maior proporção de aveia, mesmo no teor de 100% de substituição da silagem de milho por aveia não foi detectado nenhum distúrbio metabólico. Segundo Santos (2011) valores de pH ruminal inferiores a 5,8 já são indicativos de acidose subclínica, entretanto, no presente trabalho em nenhum dos tratamentos observou-se valores desta magnitude (Figura 1). O decréscimo no pH ruminal com os teores crescentes de aveia também é coerente com o aumento na digestibilidade da MO (Tabela 5) e com a diminuição no tempo diário de ruminação pelos novilhos das dietas com maiores teores de aveia (Tabela 6).

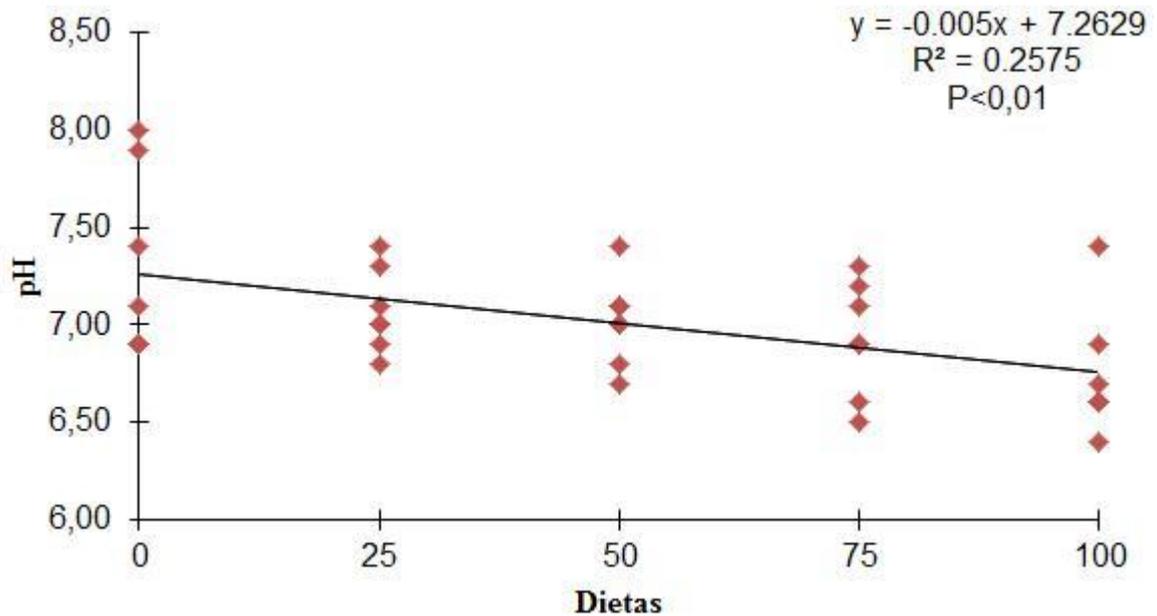


Figura 3 - pH ruminal de novilhos Purunã recebendo dietas com diferentes teores de substituição de silagem de milho por grão de aveia quatro horas após a alimentação

Fonte: o autor.

### 3.3 Comportamento ingestivo

Em relação ao comportamento ingestivo, o tempo de ingestão expresso em min/d não foi afetado pelos tratamentos, contudo, apresentou resposta quadrática quando expresso em min/g de MS ( $P=0,05$ ) e min/g de FDN, sendo que quando em min/g de MS o menor valor foi observado para os animais da dieta 75A e quando em min/g de FDN o menor valor foi observado para os animais da dieta 25A. Uma vez que o tempo diário de ingestão não foi afetado pelos tratamentos, deve-se atribuir as variações observadas nos tempos relativos de ingestão (min/g de MS e min/g de FDN) às variações relatadas anteriormente no consumo de MS e FDN.

O tempo de ruminação em min/d diminuiu linearmente ( $P<0,01$ ) em resposta aos teores crescentes de inclusão de aveia nas dietas, quando expresso em min/g MS e min/g de FDN não apresentou resposta. Os menores tempos diários de ruminação pelos animais das dietas com maiores teores de aveia devem ser atribuídos ao menor consumo de FDN pelos animais destes tratamentos (Tabela 5). Por sua vez, a similaridade no tempo de ruminação em min/g de FDN indica que a efetividade física da FDN da aveia é similar a da silagem de milho.

O tempo de mastigação em min/d diminuiu linearmente em resposta a substituição da silagem de milho pela aveia ( $P<0,001$ ), entretanto, quando expresso em min/g de MS e em

min/g de FDN apresentou resposta quadrática ( $P=0,03$ ), sendo os menores valores observados pelos novilhos da dieta 25A. A diminuição no tempo diário de mastigação pelos animais das dietas com maiores teores de aveia (Tabela 6) deve também ser atribuída ao menor consumo de FDN pelos animais destes tratamentos (Tabela 5). Por sua vez, apesar do seu efeito quadrático o aumento nos tempos de mastigação pelos animais das dietas contendo 50, 75 e 100% de substituição da silagem de milho por aveia, ilustra a boa efetividade física da FDN da aveia em relação à silagem de milho. O tempo diário em que os animais permaneceram em ócio não foi afetado pelos tratamentos (Tabela 6).

Missio et al. (2010), realizaram um estudo para avaliar o comportamento ingestivo de bovinos terminados em confinamento com diferentes níveis de concentrado na dieta, alimentados com 22, 40, 59 ou 79% de concentrado. O tempo destinado ao consumo de alimento e à ruminação, o número de mastigadas por bolo alimentar e a eficiência na ruminação da FDN diminuiram linearmente com o aumento dos níveis de concentrado na dieta. O resultado referente ao tempo destinado ao consumo de alimento também foi correlacionado ao teor de fibra em detergente neutro da dieta. Resultados semelhantes foram encontrados por Goularte et al. (2011), ao avaliarem a influência do teor de concentrado na dieta sobre o comportamento ingestivo em bovinos, utilizando 30, 40, 50 e 60% de concentrado na matéria seca, observaram que as atividades de consumo e ruminação diminuiram linearmente em função do teor de concentrado. No presente experimento a presença da casca na aveia, foi o diferencial, no sentido de permitir aos animais, mesmo nas dietas em forragem tempos de ruminação e mastigação compatíveis com adequada saúde ruminal dos animais.

Tabela 6 - Comportamento ingestivo de bovinos da raça Purunã recebendo diferentes teores de substituição de silagem de milho por grão de aveia

Item <sup>1</sup>	Dieta <sup>2</sup>					EPM <sup>3</sup>	Efeito <sup>4</sup>	
	0A	25A	50A	75A	100A		L	Q
<b>Ingestão</b>								
Min/d	111,43	92,86	118,57	101,43	111,43	6,69	0,86	0,81
Min/g de MS	0,014	0,011	0,013	0,010	0,019	<0,01	0,37	0,05
Min/g de FDN	0,033	0,024	0,031	0,031	0,056	<0,01	0,01	0,02
<b>Ruminação</b>								
Min/d	450,00	422,86	400,00	407,14	288,57	13,38	<0,0001	0,08
Min/g de MS	0,06	0,05	0,04	0,05	0,05	<0,01	0,13	0,16
Min/g de FDN	0,13	0,11	0,11	0,13	0,15	<0,01	0,37	0,09
<b>Mastigação</b>								
Min/d	561,43	515,71	518,57	508,57	400,00	14,64	<0,001	0,18
Min/g de MS	0,08	0,06	0,06	0,06	0,07	<0,01	0,54	0,03
Min/g de FDN	0,16	0,13	0,14	0,16	0,20	<0,01	0,10	0,03
<b>Ócio, min/d</b>	18,57	21,43	8,57	22,86	18,57	14,59	0,94	0,56

<sup>1</sup>Min/d = minutos por dia; Min/g de MS = minutos por dia de matéria seca; Min/g de FDN = minutos por dia de fibra insolúvel em detergente neutro;

<sup>2</sup>0A = 50% de concentrado + 50% de silagem de milho (controle); 25A = 50% de concentrado + 37,5% de silagem de milho + 12,5% de aveia branca integral; 50A = 50% de concentrado + 25% de silagem de milho + 25% de aveia branca; 75A = 50% de concentrado + 12,5% de silagem de milho + 37,5% de aveia branca; 100A = 50% de concentrado + 100% de aveia branca;

<sup>3</sup>EPM = erro padrão da média;

<sup>4</sup>L = linear; Q = quadrática;

Fonte: o autor.

### 3.4 Avaliação de carcaça

Para peso vivo ao abate (PVA) (P=0,05), peso de carcaça quente (PCQ) (P=0,03), conformação (P<0,01) e marmoreio (P<0,001), observou-se resposta quadrática, sendo os maiores valores observados para os animais que receberam a dieta contendo 50% de substituição de silagem de milho por aveia (Tabela 7). Os efeitos quadráticos observados para estas variáveis são coerentes com o observado para o GMD (Tabela 4) que também foram superiores (P=0,03) para os animais que receberam a dieta contendo 50% de substituição da silagem de milho por aveia. O PCQ é uma medida de interesse dos frigoríficos para avaliação do valor do produto adquirido e dos custos operacionais, visto que carcaças com pesos diferentes demandam a mesma mão de obra e o mesmo tempo de processamento (MOLETTA, 2011). Esta pode ser destacada como mais uma importante vantagem do uso da aveia no presente experimento, tendo em vista que todas as dietas contendo aveia possibilitaram PCQ superiores ao da dieta controle.

A EG de gordura também apresentou resposta quadrática (P=0,05) aos teores crescentes de aveia, contudo os maiores valores foram observados para a dieta 75A. Considerando o

consumo médio de MS ao longo do experimento (Tabela 4) e a digestibilidade da MS (Tabela 5), os animais que receberam a dieta 75A foram os que consumiram a maior quantidade de MS digestível, o que justifica a maior deposição de gordura corporal pelos animais deste tratamento, tendo em vista que adipogênese relaciona-se com o consumo de energia.

Segundo Moletta (2011) normalmente nos animais que apresentam escasso acabamento ocorre o escurecimento dos músculos externos da carcaça durante o resfriamento, prejudicando o aspecto visual e intensificando as perdas de líquidos da carcaça, com reflexos negativos no preço da arroba no atacado. No entanto, apesar do menor acabamento dos animais que receberam a dieta com 100% de substituição da silagem por aveia, não houve prejuízos à coloração da carcaça, tendo em vista que a cor aumentou de maneira linear em resposta aos teores de aveia da dieta. Isto demonstra que a EG de 3,5 mm nas carcaças dos animais que receberam a dieta 100A (Tabela 7), foi suficiente para proteger a carcaça no processo de resfriamento. Segundo Missio et al. (2010) a cor é uma importante característica que influencia a compra da carne pelo consumidor, tendo em vista que se a carne for mais escura a compra é inibida por ser associada à possível deterioração. A melhora desta característica é importante do ponto de vista dos vendedores finais, como supermercados e açougues, os quais terão maior saída deste produto e conseqüentemente maior giro de capital.

O marmoreio é uma característica importante, pois é uma das características sensoriais da carne mais observadas e apreciadas pelo consumidor (COSTA et al., 2002). Maiores valores são obtidos quando o abate ocorre em fase de desenvolvimento mais adiantada, pois a deposição de gordura intramuscular ocorre em maior intensidade mais tardiamente que a gordura de cobertura (BERG e WALTERS, 1983). Contudo, no presente experimento, apesar dos animais terem sido abatidos precocemente, foi possível detectar efeito quadrático ( $P < 0,001$ ) dos tratamentos sobre essa característica, sendo observado que os animais que ganharam mais peso (dieta 50A, Tabela 4) apresentaram maior grau de marmoreio (Tabela 6).

Para rendimento de carcaça quente (RCQ), espessura de coxão (EC), comprimento de carcaça (CC), comprimento de perna (CP), textura, área de olho de lombo (AOL) e ratio não foi observado efeito dos tratamentos (Tabela 7). Estes resultados são coerentes com o de Moletta (2011) que também não observou efeito do fornecimento de teores crescentes de concentrado sobre as referidas características de carcaça

Tabela 7 - Características de carcaça de bovinos da raça Purunã recebendo diferentes teores de substituição de silagem de milho por aveia

Item <sup>1</sup>	Dietas <sup>2</sup>					EPM <sup>3</sup>	Efeito <sup>4</sup>	
	0A	25A	50A	75A	100A		L	Q
PVA	430,3	456,9	467,9	443,0	431,0	6,77	0,79	0,05
PCQ	238,6	254,2	268,3	248,2	243,6	4,15	0,88	0,03
RCQ	55,4	55,6	57,4	56,1	56,4	0,25	0,14	0,16
EC	25,6	26,1	26,4	25,0	24,9	0,29	0,21	0,20
CC	128,6	128,6	129,6	127,1	128,86	0,81	0,88	1,0
CP	64,4	64,0	64,9	65,0	64,9	0,43	0,57	0,97
CONFORMAÇÃO	13,7	15,3	15,7	14,1	13,1	0,31	0,26	<0,01
COR	3,6	3,9	4,3	4,0	4,4	0,14	0,05	0,16
TEXTURA	5,0	4,7	4,7	4,9	4,7	0,07	0,39	0,47
MARMOREIO	3,9	5,1	6,1	5,9	3,7	0,27	0,79	<0,001
EG	3,9	4,2	4,6	4,9	3,5	0,21	0,90	0,05
AOL	67,6	69,6	71,3	69,7	68,1	1,34	0,90	0,38
RATIO	0,48	0,51	0,51	0,48	0,51	0,01	0,64	0,67

<sup>1</sup> PVA= peso vivo animal; PCQ = peso de carcaça quente; RCQ = rendimento de carcaça quente; EC = espessura de coxão; CC = comprimento de carcaça; CP = comprimento de perna; EG = espessura de gordura; AOL = área de olho de lombo;

COR: 1 = escura; 2 = vermelho escura; 3 = vermelho levemente escura; 4 = vermelho; 5 = vermelho vivo

TEXTURA: 1 = muito grosseira; 2 = grosseira; 3 = levemente grosseira; 4 = fina; 5 = muito fina

MARMOREIO: 1 a 3 = traços; 4 a 6 = leve; 7 a 9 = pequeno; 10 a 12 = médio; 13 a 15 = moderado; 16 a 18 = abundante

<sup>2</sup> 0A = 50% de concentrado + 50% de silagem de milho (controle); 25A = 50% de concentrado + 37,5% de silagem de milho + 12,5% de aveia branca integral; 50A = 50 % de concentrado + 25% de silagem de milho + 25% de aveia branca; 75A = 50% de concentrado + 12,5% de silagem de milho + 37,5% de aveia branca; 100A = 50% de concentrado + 100% de aveia branca;

<sup>3</sup> EPM = erro padrão da média;

<sup>4</sup> L = linear; Q =

quadrática. **Fonte:** o autor

#### 4. CONCLUSÕES

Em termos gerais, caso o confinador pretenda explorar o máximo do potencial do animal, levando-se em consideração o ganho de peso e o peso de carcaça com menos riscos de ocorrência de acidose ruminal, recomenda-se o uso da dieta contendo 50% de substituição da silagem de milho por aveia branca integral. Contudo, ficou evidenciada a real possibilidade de uso de dietas contendo 100% de substituição da silagem de milho por aveia branca integral em dietas sem forragem na terminação de novilhos, tendo em vista que os animais recebendo essa dieta apresentaram GMD acima de 1,5 kg/d, com excelente eficiência alimentar sem nenhum indício de distúrbios metabólicos. Dessa forma, nas regiões em que a oferta de volumoso é limitada, ou seu custo é elevado ou mesmo quando se tem grande oferta de aveia a baixo custo esta pode ser uma excelente estratégia a ser adotada.

#### 5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R.; MEDEIROS, S.R.; CALEGARE, L.; ALBERTINI, T. Z.; LANNA, D. P. D. Fazendas de Terminação. In: PIREZ, A. V. **Bovinocultura de Corte**. 1.ed. Piracicaba: Fealq, 2010. p.183-198.

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2015.

ARTHAUD, V.H.; MANDIGO, R.W.; KOCH, R.M. et al. Carcass composition, quality and palatability attributes of bulls and steers fed different energy levels and killed at four ages. **Journal of Animal Science**, v.44, p.53-64, 1977.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16<sup>th</sup> ed. Gaithersburg, 1990. 1141 p.

BERG, R.T.; WALTERS, L.E. The meat animal: changes and challenges. **Journal of Animal Science**, v.57, p.133-146, 1983.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**, 2015.

COSTA E. C.; RESTLE, J.; VAZ F. N.; ALVES, D.C. F; BERNARDES, R. A. L. C.; KUSS, F. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoce abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.119-128, 2002.

COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.; PAULINO, M.F. et al. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.268-279, 2005.

FATURI, C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; ROSA, J.R.P.; KUSS, F.; MENEZES, L.F.G. Grão de aveia-preta em substituição ao grão de sorgo para alimentação de novilhos na fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 437-448, 2003.

GESUALDI JR., A.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1467-1473, 2000.

GOI, L. J.; SANCHEZ, L. M. B. GONÇALVES, M. B. F.; OLIVO, C. J. Tratamentos físicos do grão de aveia branca (*Avena sativa*) na alimentação de bovinos. **Ciência Rural**, vol.28, p. 303-307, 1998.

GOULARTE, S. R.; ÍTAVO, L. C. V.; ÍTAVO, C.C.B.F.; DIAS, A. M.; MORAIS, M. G.; SANTOS, G. T.; OLIVEIRA, L. C. S. Comportamento ingestivo e digestibilidade de nutrientes em vacas submetidas a diferentes níveis de concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.414-422, 2011.

HOLTON, P. et al. Comparison of palatability and carcass traits of steers from large and medium frame Angus and Limousin sires fed for 120, 140 and 160 days. **Animal and Dairy Science**, Annual Report, p.75-80, 1995.

ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. Níveis de concentrado e proteína bruta na dieta de bovinos Nelore nas fases de recria e terminação: consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1033-1041, 2002.

JONER, G. **Casca do grão de soja e/ou aveia branca na terminação de novilhos confinados**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2014.

MATHISON, G. W. Effects of processing on the utilization of grain by cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.58, p.113-125, 1996.

MCALLISTER, T.A.; CHENG, K.J. Microbial strategies in the ruminal digestion of cereal grains. **Animal Feed Science Technology**, v.62, p.29-36, 1996.

MEDEIROS, R.B., ZAMBRA, J.E., SAIBRO, J.C. 1987. Avaliação de oito cultivares de veia sob diferentes sistemas de utilização. In: RESULTADOS DE EXPERIMENTAÇÃO E PESQUISA DO CTC, 76/86. Augusto Pestana: COTRIJÚÍ, 1987, 321 p. p.239-251.

- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, p.450-493, 1994.
- MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES, D. C. F.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M. Z.; SEGABINAZZI, L. R. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1571-1578, 2010.
- MOLETTA, J. L. **Desempenho, características da carcaça e da carne de bovinos não castrados e castrados terminados em confinamento e alimentados com três níveis de concentrado**. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, 2011.
- MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, v.1, p.31, 1980.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7.ed, 242 p, 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7. Ed. rev: National Academy Press, 242 p, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**: National Academic Press, 292 p, 2007.
- PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. Tecnologia da Produção Leiteira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GADO LEITEIRO, p. 175, 1985,
- RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; NEUMANN, M. Eficiência na terminação de bovinos de corte. In: RESTLE, J. (Ed.). Eficiência na produção de bovinos de corte. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, p.277-303, 2000.
- RESTLE, J.; FATURI, C.; PASCOAL, L.L.; ROSA, J.R.P.; BRONDANI, I.L.; ALVES, D.C.F. Processamento do grão de aveia para alimentação de vacas de descarte terminadas em confinamento. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, p.496-503, 2009.
- RODRIGUES, K.K.N.L.; ROSSI JR., P.; MOLETTA, J.L. et al. Avaliação do desempenho de bovinos mestiços Purunã alimentados com diferentes níveis de energia. **Boletim de Indústria Animal**, v. 64, p. 241-247, 2007.
- SANTOS, J.E.P. Distúrbios metabólicos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. 2.ed. Nutrição de ruminantes. Jaboticabal: Funep, 616p, 2011.
- SAS INSTITUTE. SAS® user's guide: statistics, Version 8 Edition. Cary, 1990.

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

VELHO, J. P.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L.; VELHO, I. M. P. H.; GENRO, T. C. M.; KESSIER, J. D. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1532-1538, 2007.

WEIDNER, S. J.; GRANT, R.J. Soyhulls as a replacement for forage fiber in diets for lacting dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 513-521, 1994.

WEISE, M. S. **Aveia branca e/ou casca de soja na dieta de bovinos alimentados com ou sem volumoso**. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2016.