

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

GLAITON RICARDO MARTINS

**NÍVEIS DE VALORIZAÇÃO DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DE
CARBOIDRASES NA DIETA E SEUS EFEITOS NO COMPORTAMENTO DE
SUÍNOS EM FASE DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2023

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

GLAITON RICARDO MARTINS

**NÍVEIS DE VALORIZAÇÃO DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DE
CARBOIDRASES NA DIETA E SEUS EFEITOS NO COMPORTAMENTO DE
SUÍNOS EM FASE DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Newton Tavares Escocard de Oliveira.

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2023

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

MARTINS, GLAITON RICARDO

Níveis de valorização de energia metabolizável de carboidratos na dieta e seus efeitos no comportamento de suínos em fase de crescimento e terminação / GLAITON RICARDO MARTINS; orientador Newton Tavares Escocard de Oliveira; coorientador Paulo Levi de Oliveira Carvalho. -- Marechal Cândido Rondon, 2023.

59 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Marechal Cândido Rondon) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2023.

1. alfa-amilase. 2. beta-mananase. 3. câmera de vídeo em circuito fechado. 4. frequência comportamental dos suínos. I. Oliveira, Newton Tavares Escocard de , orient. II. Carvalho, Paulo Levi de Oliveira , coorient. III. Título.

GLAITON RICARDO MARTINS

Níveis de valorização de energia metabolizável de carboidratos na dieta e seus efeitos no comportamento de suínos em fase de crescimento e terminação

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Zootecnia”, Área de Concentração “Produção e Nutrição Animal, Linha de Pesquisa “Produção e Nutrição de Não-Ruminantes / Aquicultura”, APROVADO pela seguinte Banca Examinadora:

Orientador / Presidente – Prof. Dr. Newton Tavares Escocard de Oliveira
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal Cândido Rondon

Coorientador – Prof. Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon

Membro – Prof.^a Dr.^a Silvana Teixeira Carvalho
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon

Membro – Prof. Dr. Jansler Luiz Genova
Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Marechal Cândido Rondon, 25 de maio de 2023.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



PARANÁ

GOVERNO DO ESTADO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DECLARAÇÃO E PARECER DE PARTICIPAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO REALIZADA À DISTÂNCIA, DE FORMA SÍNCRONA, POR VIDEOCONFERÊNCIA

Eu, **Prof. Dr. Newton Tavares Escocard de Oliveira**, declaro como **ORIENTADOR** que presidi os trabalhos de defesa à **distância, de forma síncrona e por videoconferência**, da Banca Examinadora de Defesa de Dissertação do candidato **Glaiton Ricardo Martins**, aluno de Mestrado deste Programa de Pós-Graduação.

Considerando o trabalho entregue, a apresentação e a arguição dos membros da Banca Examinadora, **formalizo como Orientador**, para fins de registro, por meio desta declaração, a decisão da Banca Examinadora de que o candidato foi considerado **APROVADO** na banca realizada em 25/05/2023, com o trabalho intitulado **"Níveis de valorização de energia metabolizável de carboidratos na dieta e seus efeitos no comportamento de suínos em fase de crescimento e terminação"**.

Descreva abaixo observações e/ou restrições (se julgar necessárias):

O mestrando deve acatar as mudanças e sugestões dos membros da banca examinadora. O mesmo se comprometeu em realizá-las, as quais estão demonstradas nos textos impressos que estarão com o mestrando.

Newton Tavares Escocard de Oliveira

Prof. Dr. Newton Tavares Escocard de Oliveira – ORIENTADOR/PRESIDENTE
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) / Campus de Mal. Cândido Rondon
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Modelo 2 – Para orientador(a) da Banca Examinadora de Programa de Pós-graduação da UNIOESTE



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



PARANÁ

GOVERNO DO ESTADO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA


DECLARAÇÃO E PARECER DE PARTICIPAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE MESTRADO REALIZADA À DISTÂNCIA, DE FORMA SÍNCRONA, POR VIDEOCONFERÊNCIA

Eu, **Prof. Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho**, declaro que **participei à distância, de forma síncrona e por videoconferência**, da Banca Examinadora de Defesa de Dissertação do candidato **Glaiton Ricardo Martins**, aluno de Mestrado deste Programa de Pós-Graduação.

Considerando o trabalho entregue, apresentado e a arguição realizada, **formalizo como COORIENTADOR**, para fins de registro, por meio desta declaração, minha decisão de que o candidato pode ser considerado **APROVADO** na banca realizada em 25/05/2023, com o trabalho intitulado "**Níveis de valorização de energia metabolizável de carboidratos na dieta e seus efeitos no comportamento de suínos em fase de crescimento e terminação**".

Descreva abaixo observações e/ou restrições (se julgar necessárias):

FAVORÁVEL


Prof. Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho
Unioeste / Campus de Mal. Cândido Rondon
Centro de Ciências Agrárias



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



PARANÁ

GOVERNO DO ESTADO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DECLARAÇÃO E PARECER DE PARTICIPAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE MESTRADO REALIZADA À DISTÂNCIA, DE FORMA SÍNCRONA, POR VIDEOCONFERÊNCIA

Eu, **Prof.^a Dr.^a Silvana Teixeira Carvalho**, declaro que **participei à distância, de forma síncrona e por videoconferência**, da Banca Examinadora de Defesa de Dissertação do candidato **Glaiton Ricardo Martins**, aluno de Mestrado deste Programa de Pós-Graduação.

Considerando o trabalho entregue, apresentado e a arguição realizada, **formalizo como Membro**, para fins de registro, por meio desta declaração, minha decisão de que o candidato pode ser considerado **APROVADO** na banca realizada em 25/05/2023, com o trabalho intitulado "**Níveis de valorização de energia metabolizável de carboidratos na dieta e seus efeitos no comportamento de suínos em fase de crescimento e terminação**".

Descreva abaixo observações e/ou restrições (se julgar necessárias):

Silvana Teixeira Carvalho

Prof.^a Dr.^a Silvana Teixeira Carvalho
Unioeste / Campus de Mal. Cândido Rondon
Centro de Ciências Agrárias



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DECLARAÇÃO E PARECER DE PARTICIPAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE MESTRADO REALIZADA À DISTÂNCIA, DE FORMA SÍNCRONA, POR VIDEOCONFERÊNCIA

Eu, **Prof. Dr. Jansller Luiz Genova**, declaro que **participei à distância, de forma síncrona e por videoconferência**, da Banca Examinadora de Defesa de Dissertação do candidato **Glaiton Ricardo Martins**, aluno de Mestrado deste Programa de Pós-Graduação.

Considerando o trabalho entregue, apresentado e a arguição realizada, **formalizo como Membro**, para fins de registro, por meio desta declaração, minha decisão de que o candidato pode ser considerado **APROVADO** na banca realizada em 25/05/2023, com o trabalho intitulado "**Níveis de valorização de energia metabolizável de carboidratos na dieta e seus efeitos no comportamento de suínos em fase de crescimento e terminação**".

Descreva abaixo observações e/ou restrições (se julgar necessárias):

Prof. Dr. Jansller Luiz Genova
Universidade Federal de Viçosa (UFV)

DEDICATÓRIA

À minha família, que sempre esteve ao meu lado, dividindo alegrias e enfrentando todas as dificuldades que o espetáculo da vida nos proporciona.

“Viva como se fosse morrer amanhã, aprenda como se fosse viver pra sempre.”

Mahatma Ghandi

AGRADECIMENTOS

Agradeço todo dia a Deus ao término do dia e quando acordo, sempre me guiando com muita saúde e iluminando meu caminho;

Ao meu pai José Decarli dos Santos Martins (*in memoriam*), que sempre batalhou para dar o melhor à nossa família, e à minha mãe Gladis Heinrich Martins, sempre incentivando aos estudos e nos dando muito amor;

À minha esposa Sandra Bavaresco, companheira de todas as horas, sou muito grato a Deus por estar com você, te amo;

Aos meus irmãos Luis Fernando Martins e Susana Colli, meus confidentes, enfrentando tudo desde o início juntos, todas as batalhas da vida, e o melhor de tudo, compartilhando muitos momentos de alegria;

Ao meu orientador Dr. Newton Tavares Escocard de Oliveira sou muito grato por todo suporte prestado, o que tornou possível o desenvolvimento deste trabalho;

Ao meu coorientador Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho, pela amizade, o profissionalismo e a confiança em direcionar este projeto a mim;

Aos professores Dr. Jansller Luiz Genova e Dra. Silvana Teixeira Carvalho por todo o conhecimento e o auxílio prestados para a conclusão deste trabalho;

A todos colegas, funcionários e professores do PPZ da Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, PR, e ao Grupo de Estudos e Pesquisa em Suínos (GEPS), que tornaram este projeto possível durante o período experimental;

À cooperativa Copagrill e à empresa Elanco, pelo suporte e apoio à pesquisa.

“A consciência é meu guia.
A paz é meu abrigo.
A experiência é minha escola.
O obstáculo é minha lição.”

Chico Xavier

NÍVEIS DE VALORIZAÇÃO DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DE CARBOIDRASES NA DIETA E SEUS EFEITOS NO COMPORTAMENTO DE SUÍNOS EM FASE DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

RESUMO - O objetivo com o trabalho foi de avaliar o efeito da adição de enzimas carboidrases em dietas de suínos em fase de crescimento e de terminação com diferentes níveis de redução de energia metabolizável (EM) sobre o comportamento de suínos. No primeiro experimento foram utilizados quarenta e dois suínos machos mestiços inteiros, com peso corporal inicial médio de 25,81 (0,20) kg, em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, sete repetições e um suíno por unidade experimental (UE). Os tratamentos foram constituídos em esquema fatorial 2×3 , com duas classes da enzima α -amilase (sem e com inclusão de 100 g de α -amilase/t de dieta) e três níveis de redução de EM (0, 50 e 100 kcal de EM/kg de dieta). No segundo experimento utilizaram-se quarenta suínos híbridos (Landrace \times Large White), machos mestiços (Agroceres PIC \times DB), com peso corporal inicial médio de 26,0 (0,9) kg, em delineamento de blocos casualizados, com quatro tratamentos, dez repetições e um suíno por UE. Todos os tratamentos experimentais apresentaram uma adição de xilanase com valorização de 40 kcal de EM/kg de dieta e foram constituídos por: dieta referência (DR) sem inclusão de β -mananase, e DR com adição de 300 g de β -mananase /t de ração e redução de 30, 45 e 60 kcal de EM/kg de dieta, resultando em redução energética total de 40 (DR₄₀), 70 (DR₇₀), 85 (DR₈₅) e 100 (DR₁₀₀) kcal/kg. Nos experimentos, as observações comportamentais nas fases de crescimento e terminação foram registradas com o auxílio de câmeras de vídeo em circuito fechado, instaladas na parte superior do galpão. No primeiro experimento, houve efeito ($P < 0,05$) de interação entre enzima (ENZ) e redução de EM na dieta (ENZ*EM) nos atos de ficar em pé, ócio, dormir e interagir dos suínos em crescimento I, sobre o ficar em pé, deitar-se, comer e interagir dos suínos em crescimento II, nos comportamentos de ficar deitado e interagir de suínos em terminação I, e sobre o ficar em pé, comer, beber e dormir de suínos em terminação II. No segundo experimento, verificou-se efeito ($P < 0,05$) de valorização da enzima (VE) sobre o ócio de suínos em crescimento II, e no ficar em pé, deitar-se, sentar-se, ócio e comer de suínos na fase de terminação II. A suplementação com 100 g de α -amilase/t de dieta com redução de até 50 kcal de EM/kg de dieta eleva a frequência de comer de suínos em crescimento II. O uso de 300 g de β -mananase e 400 g de xilanase/t de dieta com redução de 70 e 85 kcal de EM por kg aumenta o percentual de ingestão de ração de suínos em terminação II.

Palavras-chave: alfa-amilase, beta-mananase, câmera de vídeo em circuito fechado, frequência comportamental dos suínos, modelo linear generalizado

LEVELS OF METABOLIZABLE ENERGY RECOVERY FROM CARBOHYDRASES IN THE DIET AND THEIR EFFECTS ON THE BEHAVIOR OF PIGS IN THE GROWING AND FINISHING PHASES

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effect of the addition of carbohydrase enzymes in diets of growing and finishing pigs with different levels of reduction of metabolizable energy (ME) on the behavior of pigs. In the first experiment, forty-two crossbred male pigs were used, with an average initial body weight of 25.81 (0.20) kg, in a completely randomized design, with six treatments, seven replicates and one pig per experimental unit (EU). The treatments were carried out in a 2×3 factorial scheme, with two classes of the enzyme α -amylase (with and without inclusion of 100 g of α -amylase/t of diet) and three levels of reduction of ME (0, 50 and 100 kcal of ME/kg of diet). In the second experiment, forty hybrid pigs (Landrace \times Large White), crossbred males (Agroceres PIC \times DB), with an average initial body weight of 26.0 (0.9) kg, were used in a randomized block design, with four treatments, ten replicates and one pig per EU. All experimental treatments showed an addition of xylanase with an appreciation of 40 kcal of ME/kg of diet, consisted of: reference diet (RD) without inclusion of β -mannanase, and DR with the addition of 300 g of β -mannanase/t of feed and reduction of 30, 45 and 60 kcal of ME/kg of diet, resulting in a total energy reduction of 40 (DR40), 70 (DR70), 85 (DR85), and 100 (DR100) kcal/kg. In the experiments, the behavioral observations in the growth and finishing phases were recorded by means of closed-circuit video cameras, installed in the upper part of the housing. In the first experiment, there was an effect ($P < 0.05$) of interaction between enzyme (ENZ) and reduction of dietary ME (ENZ*EM) on the acts of standing, idleness, sleeping and interacting of growing pigs I, on standing, lying down, eating and interacting of growing pigs II, on the behaviors of lying down and interacting of finishing pigs I, and on the standing, eating, drinking, and sleeping of finishing pigs II. In the second experiment, it was possible to observe an effect ($P < 0.05$) of enzyme valorization (VE) on the idleness of growing pigs II, and on the standing, lying down, sitting, idleness and eating of pigs in the finishing phase II. Supplementation with 100 g of α -amylase/t of diet with a reduction of up to 50 kcal of ME/kg of diet increases the frequency of eating of growing pigs II. The use of 300 g of β -mannanase and 400 g of xylanase/t of diet with a reduction of 70 and 85 kcal of ME per kg increases the percentage of feed intake of finishing II pigs.

Keywords: alpha-amylase, beta-mannanase, closed-circuit video camera, generalized linear model, pig behavioural frequency

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais com e sem α -amilase para suínos em crescimento, na base da matéria natural	37
Tabela 2. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais com e sem α -amilase para suínos em terminação, na base da matéria natural.....	38
Tabela 3. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais com e sem β -mananase para suínos em crescimento, na base da matéria natural	40
Tabela 4. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais com e sem β -mananase para suínos em terminação, na base da matéria natural.....	41
Tabela 5. Valores de probabilidade de significância para os efeitos do modelo e médias observadas para a interação entre enzima e energia metabolizável, e de período no comportamento de suínos na fase de crescimento.....	45
Tabela 6. Valores de probabilidade de significância para os efeitos do modelo e médias observadas para a interação entre enzima e energia metabolizável, e de período no comportamento de suínos na fase de terminação	48
Tabela 7. Comparação entre proporções observadas (%) de variáveis comportamentais de suínos nas fases de crescimento I e II de acordo com o efeito simples de valoração energética (VE) da enzima β -mananase na dieta referência (DR) e período	51
Tabela 8. Comparação entre proporções observadas (%) de variáveis comportamentais de suínos nas fases de terminação I e II de acordo com o efeito simples de valoração energética (VE) da enzima β -mananase na dieta referência (DR) e período	53
Tabela 9. Valores de deviance e sua probabilidade de significância (P) para diagnóstico de subdispersão e sobredispersão de modelos lineares generalizados binomiais ajustados aos dados de comportamento de suínos no segundo experimento	59

LISTA DE ABREVIATURAS

Anti-GnRF	Antígeno do fator de liberação de gonadotrofina
DR	Dieta referência
EB	Energia bruta
EM	Energia metabolizável
EEG	Equações de estimação generalizadas
FA	Fator antinutricional
MLG	Modelos lineares generalizados
PER	Período
PNA	Polissacarídeo(s) não amiláceo(s)
PNAS	Polissacarídeos não amiláceos solúveis
UE	Unidade experimental
VE	Valorização energética

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	14
1 INTRODUÇÃO	17
2. Revisão de literatura	18
2.1 Polissacarídeos não amiláceos (PNA)	18
2.1.1 β -mananos.....	19
2.2 Uso de enzimas na alimentação de suínos	20
2.3 Carboidrases na alimentação de não ruminantes	21
2.3.1 α -amilase em nutrição de não ruminantes	22
2.3.2 β -mananase na alimentação de não ruminantes.....	23
2.4 Bem-estar e comportamento animal	24
2.5 Referências	28
3. NÍVEIS DE VALORIZAÇÃO DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DE CARBOIDRASES NA DIETA E SEUS EFEITOS NO COMPORTAMENTO DE SUÍNOS EM FASE DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO	33
3.1 Introdução	35
3.2 Material e métodos	36
3.3 Resultados e discussão	44
3.4 Conclusões	56
3.5 Referências	57
4. APÊNDICE A	59

1 INTRODUÇÃO

Os consumidores têm se preocupado com o modo como os animais são criados, carregados e abatidos, pois além das questões humanitárias, há a percepção de que o bem-estar animal, em todas as etapas produtivas, proporciona produtos mais seguros e de melhor qualidade. Essas constatações têm contribuído para que o assunto esteja em evidência nos círculos técnicos, científicos e acadêmicos (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014).

O uso de sensores e câmeras para avaliação e monitoramento da conformação e escore corporal de suínos tem sido frequente em granjas multiplicadoras de genéticas, no momento da seleção e da classificação de lotes. Para pesquisas com ênfase na avaliação do comportamento animal, o monitoramento por meio de câmeras é uma ferramenta mais vantajosa no registro das informações do que os métodos de avaliação visual com observação *in loco*, pois permite o diagnóstico em tempo real, sem a interferência do observador (BREWSTER et al., 2018).

Os efeitos no bem-estar e no comportamento dos suínos podem ser modulados via composição da dieta. A maior parte das dietas comerciais formuladas para suínos no Brasil apresenta o milho e o farelo de soja como ingredientes majoritários, os quais possuem em sua composição nutricional frações fibrosas compostas por polissacarídeos não amiláceos (PNA), que não são hidrolisados pelas enzimas digestivas dos suínos, provocando redução da digestibilidade e do desempenho dos animais (SAKOMURA et al., 2014).

Em sua composição o farelo de soja apresenta um elevado teor de PNA (17 a 27%) (BACH KNUDSEN, 2014), e o milho apresenta em sua parede celular cerca de 8,00 a 9,00% de PNA, com predomínio dos arabinosilanos (5,1 a 5,35%) (TAVERNARI et al., 2008). Os β -mananos, presentes em 1,3% no farelo de soja (JACKSON et al., 2004), e os arabinosilanos fazem parte da fração solúvel da hemicelulose, PNA encontrado em ingredientes vegetais que pode proporcionar uma perda energética de até 90 kcal de EM/kg de ração (VEUM; ODLE, 2001; SHASTAK et al., 2015; SINGH et al., 2018).

O mecanismo pelo qual os β -mananos, provenientes principalmente do farelo de soja, promovem maior gasto energético ocorre no sistema imunológico inato, os reconhecem como substâncias estranhas ao organismo (VANGROENWEGHE; POULSEN; THAS, 2021). Em relação à alta concentração de amido no milho, os suínos em crescimento e terminação produzem as amilases salivar e pancreática, que o clivam em açúcares simples para posterior absorção no intestino delgado e produção de energia, mas ocorrem perdas energéticas durante essas etapas, e sua digestão na parte final do trato digestivo é incompleta (RUIZ et al., 2008).

Essa perda energética pode ser compensada com a inclusão na dieta de enzimas exógenas que, em sinergia com as enzimas endógenas, podem melhorar a absorção dos nutrientes do milho e do farelo de soja, por meio do aumento da eficiência na catálise de reações químicas específicas, promovendo uma economia de energia nestas ativações (GOMES; CONY; STELLA, 2019). Hipotetiza-se que tal economia possa promover o aumento da proporção de comportamentos ativos dos suínos.

Desse modo, o estudo tem por objetivo a avaliação do efeito da utilização das enzimas exógenas α -amilase e β -mananase em dietas com diferentes níveis de redução de energia metabolizável, na frequência de consumo de ração e água, e nos comportamentos de ficar em pé, deitar-se, interagir, dormir e ócio de suínos durante as fases de crescimento e terminação.

2. Revisão de literatura

2.1 Polissacarídeos não amiláceos (PNA)

Os PNA atuam dificultando o funcionamento do trato gastrointestinal de três formas. Inicialmente, atuam reduzindo a motilidade, dificultando o esvaziamento gástrico, levando o suíno a diminuir o consumo de ração e o desempenho. Em uma segunda etapa, retardam a digestão dos nutrientes criando uma barreira física, dificultando a atuação das enzimas endógenas e bile. Os PNA também aumentam a viscosidade do meio devido à redução dos movimentos peristálticos, prejudicando a difusão passiva e a absorção dos nutrientes, contribuindo com o pobre rendimento produtivo (MARTÍNEZ-AISPURO et al., 2017; ZHANG et al., 2018; BAKER et al., 2021; RADZIKOWSKI; MILCZAREK, 2021).

Os PNA são classificados em solúveis e insolúveis, e geralmente a fração solúvel é a mais propensa à fermentação microbiana que a fração insolúvel. Esta solubilidade provocará efeitos distintos na fisiologia intestinal dos suínos. Quanto maior a capacidade de retenção de água do PNA em aumentar a viscosidade intestinal, maior será a dificuldade do intestino delgado em absorver os nutrientes da dieta (TEJEDA; KIM, 2021).

Este aumento da viscosidade intestinal do trato digestivo reduz o acesso às enzimas digestivas, prejudicando a utilização de energia e nutrientes da dieta; como consequência, aumenta a fermentação microbiana no intestino delgado e modifica a secreção endógena de água, enzimas e eletrólitos (CHOCT et al., 2010).

Grande parte das rações comerciais são compostas por ingredientes vegetais que possuem em sua composição uma quantidade considerável de fatores antinutricionais. O farelo de soja contém em sua composição de 17 a 27% de PNA. Na parede celular dos grãos de soja estão presentes xiloglucanos, glicomananos, galactomananos e polissacarídeos pécticos que são indigeríveis para os não ruminantes, causam um efeito de encapsulamento de nutrientes devido à incapacidade de quebrarem esses compostos. Os principais PNA que constituem a parede celular de cereais, como o milho, são arabinoxilanas e β -glucanos (BACH KNUDSEN, 2014).

O efeito antinutricional dos PNA se deve ao fato de não serem hidrolisados pelas enzimas digestivas dos suínos, e sua presença compromete seu efeito, o que acaba contribuindo para uma maior produção de dejetos. Assim, estratégias nutricionais têm sido utilizadas, como a inclusão de aditivos nas dietas, com o objetivo de melhorar a eficiência produtiva do animal associada a valores produtivos mais sustentáveis (AMORIM et al., 2011).

Os componentes dos PNA estão ordenados em três padrões principais: os polissacarídeos da fibra (principalmente celulose), a matriz de polissacarídeos (hemicelulose e pectinas) e substâncias incrustadas, como compostos polifenóis e lignina (BARROS, 2012).

O consumo de dietas ricas em fibras também afeta adversamente a utilização da energia dos nutrientes e leva à redução de desempenho do suíno (AGYEKUM et al., 2014; AGYEKUM et al., 2015). Portanto, é de extrema importância que a enzima PNase, carboidrases com ação nos PNA, seja complementada de forma apropriada, especialmente quando se utiliza um blend de enzimas, que atuam em uma variedade de substratos, para degradar o fator antinutricional (FA) e melhorar o desempenho dos animais. De acordo com Agyekum e Nyachoti (2017), muitas abordagens têm sido empregadas para melhorar os efeitos adversos relacionados ao consumo de dietas ricas em fibras e para melhorar o valor nutritivo destas dietas.

2.1.1 β -mananos

Os β -mananos ou beta-galacto-mananos se constituem em um FA que reduz a produtividade dos animais e que está presente na alimentação, particularmente na fração fibrosa de sementes oleaginosas e cereais. O farelo de soja contém aproximadamente 22,7% de seus carboidratos na forma de PNA. Destes, incluem-se os polissacarídeos ácidos (8 a 10%), arabinogalactinas (5%), celulose (1 a 2%) e aproximadamente 1,3% de β -mananos, que são polissacarídeos lineares compostos por unidades repetidas de β -1,4-manose e α -1,6-galactose e unidades de glicose ligadas ao esqueleto de β -mananos (JACKSON et al., 2004).

Os β -mananos fazem parte da hemicelulose, polissacarídeo típico de todos os ingredientes vegetais, que causam uma perda de energia metabolizável de até 90 kcal/kg de ração e não são digeridos por animais não ruminantes, tornando-se um FA importante para suínos e frangos de corte, pois esses não possuem as enzimas que clivam as ligações α -1,6-galactosil e β -1,4-manosil (VEUM; ODLE, 2001), reduzindo a uniformidade dos lotes e aumentando a susceptibilidade a infecções (SHASTAK et al., 2015; SINGH et al., 2018; VANGROENWEGHE; POULSEN; THAS, 2021).

Poulsen (2020) relata que em situações de alto estresse, como durante uma infecção aguda, os efeitos adversos dos β -mananos aumentam dramaticamente e a perda de produtividade pode ultrapassar 20%. Quando isso ocorre, a influência negativa dos β -mananos na saúde torna-se mais forte, com aumento da morbidade e mortalidade.

O teor de β -mananos solúveis (%) em diferentes ingredientes varia de 0,08 na canola integral até 7,24 no farelo de palma, sendo alto na casca de soja (6,67) e moderado nos farelos de soja (0,6), milho (0,14) e grãos secos de destilaria de milho (0,57) (POULSEN, 2020). O autor relata que uma perda de 3% na eficiência de produção pode ser esperada quando o teor de β -mananos na dieta excede 0,2 a 0,25%, o que equivale a uma inclusão aproximada de 12% de farelo de soja, e ainda suportam os processos térmicos como secagem, peletização e extrusão.

2.2 Uso de enzimas na alimentação de suínos

As enzimas exógenas são aditivos zootécnicos digestivos que são proteínas ligadas ou não a cofatores, que possuem propriedades catalíticas específicas (BRASIL, 2004). Elas são adicionadas à ração com o objetivo de melhorar o desempenho dos animais de produção, maximizando a conversão de nutrientes ingeridos nas dietas em energia e novos tecidos. Elas fazem isso ligando-se a substratos específicos na ração, quebrando-os em componentes menores. Cada tipo de enzima é altamente eficiente em sua atividade catalítica quando entra em contato com o substrato específico e quando utilizada em condições adequadas de pH e temperatura. Uma pequena dosagem é suficiente para aumentar a catálise de reações químicas e produzir o efeito desejado (COWIESON; MASEY O'NEILL, 2013).

A justificativa para a inclusão de enzimas exógenas se dá em função de sua capacidade de promover a liberação de polímeros menores e de menor peso molecular, além de vários tipos de carboidratos presos entre as fibras da parede celular dos vegetais (LUISE et al., 2020).

Os benefícios com o uso das enzimas exógenas podem ser obtidos também nos custos de produção, com a inclusão de ingredientes alternativos e de menor custo, pois promovem uma digestão mais eficiente, com a redução da energia de manutenção e da quantidade de substrato no intestino, melhorando a microbiota (SAKOMURA et al., 2014).

As enzimas podem ser classificadas por fabricação em três tipos: monocomponentes, blends enzimáticos e complexos multienzimáticos. Enzimas monocomponentes são derivadas de fermentação e suas atividades enzimáticas secundárias podem permanecer. Blends enzimáticos são misturas de enzimas monocomponentes e podem apresentar atividades enzimáticas secundárias. Os complexos multienzimáticos derivados de fermentação apresentam diversas atividades enzimáticas, dificilmente controladas pelo fabricante (MASEY O'NEILL; SMITH; BEDFORD, 2014).

As principais enzimas que degradam os carboidratos encontrados na dieta de animais monogástricos são chamadas de PNAses, ou enzimas que degradam os PNA. A suplementação de um complexo enzimático (α -glucanase e xilanase) melhorou o ganho de peso médio diário de suínos desmamados e em crescimento (PRANDINI et al., 2014).

Enzimas em forma de complexos com capacidade de degradar PNA podem melhorar o crescimento e o desempenho de suínos do desmame até a fase de crescimento e terminação (JO et al., 2012; YI et al., 2013).

Existem três abordagens práticas para se trabalhar com a inclusão de enzimas: a forma mais prática é chamada de “*over the top*”, que consiste em suplementar as enzimas na formulação padrão sem alterar os níveis nutricionais para melhoria de desempenho; a segunda forma consiste em adicionar as enzimas exógenas reduzindo os nutrientes da formulação para restaurar os níveis nutricionais da dieta padrão de forma mais econômica; a terceira forma de se trabalhar é superestimar a energia metabolizável de algum ingrediente adicionando a enzima exógena (SAKOMURA, 2014).

2.3 Carboidrases na alimentação de não ruminantes

As carboidrases são enzimas que catalisam a quebra de carboidratos e aumentam sua utilização na dieta do animal, aumentando a digestibilidade dos nutrientes (GOMES; CONY; STELLA, 2019). Os polissacarídeos não amiláceos (PNA) estão associados principalmente à lignina para formar complexos fibrosos. A consequência deste fato é que os suínos não possuem as enzimas endógenas adequadas para quebrar este complexo, o que afeta o conteúdo energético

ao reter nutrientes como carboidratos, lipídios e proteínas em suas estruturas, além de reduzir a absorção e a digestibilidade.

Altos níveis de PNA solúveis aumentam a viscosidade do quimo e impedem a digestão e absorção de proteínas, lipídios e vitaminas lipossolúveis (PARTRIDGE, 1996). Em dietas de alta viscosidade, as enzimas exógenas degradam os complexos e fibras solúveis, e reduzem a viscosidade da digesta. Desse modo há otimização da digestão dos nutrientes e diminuição no consumo de água e no índice de umidade da cama na avicultura (CAMPESTRINI et al., 2005). Assim, o uso de carboidrases nas dietas permite o uso de alimentos com alto teor de PNA.

Enzimas do grupo carboidrases são amplamente aplicadas na Europa, os ingredientes mais utilizados na alimentação animal são os grãos brancos como trigo, cevada e centeio, cereais ricos em PNA (SCHOULTEN et al., 2003). A utilização de carboidrases pode promover o aumento da utilização de subprodutos de origem vegetal, reduzindo o custo de produção de ração animal, além de colaborar com a proteção ambiental, devido à redução da excreção de nutrientes nas fezes (SCHOULTEN et al., 2003; OHH, 2011).

A inclusão de carboidrases, especialmente em dietas com grãos de cereais de alto teor de PNA, levou a efeitos positivos na morfologia e na microbiota intestinal, e aumento nos níveis de imunoglobulinas (LONG et al., 2021) e no ganho de peso com diminuição da viscosidade da dieta (HE et al., 2020). O uso de carboidrase na formulação melhora a digestibilidade de energia da dieta e reduz a necessidade de adição de óleos e gorduras, com impacto no custo da formulação (SAKOMURA et al., 2014).

Tiwari et al. (2018) avaliaram os efeitos da associação entre xilanase e mananase, em condições *in vivo* e *in vitro*, sobre a saúde intestinal e a digestibilidade de nutrientes de leitões em fase de creche alimentados com grãos secos de destilaria de milho. Os autores constataram que houve resposta significativa para o aumento da altura de vilosidades e proliferação de microrganismos benéficos do trato gastrointestinal, mantendo a integridade da mucosa.

2.3.1 α -amilase em nutrição de não ruminantes

O substrato sobre o qual a α -amilase atua é o amido, um polissacarídeo composto por dois tipos de polímeros: amilose e amilopectina. A amilose, que representa de 20 a 25% da molécula de amido, é uma cadeia linear de unidades de glicose ligadas por ligação glicosídica α -1-4. A amilopectina constitui 75 a 80% do amido e é caracterizada por unidades de cadeias ramificadas de glicose em que as unidades lineares sucessivas de glicose são ligadas por ligação glicosídica

α -1,4, enquanto a ramificação que ocorre a cada 15-45 unidades de glicose apresenta ligações glicosídicas α -1,6. Após a hidrólise do amido, a composição obtida é dependente do efeito da temperatura, condições de hidrólise e origem da enzima (SUNDARRAM; PANDURANGAPPA; MURTHY, 2014).

A principal amilase exógena suplementada em rações é a α -amilase, extraída da bactéria *Bacillus amyloliquefaciens*, que degrada rapidamente o amido em oligossacarídeos curtos. Os produtos finais obtidos por hidrólise são maltotriose e maltohexose (ROBYT, 2009). Existem dois tipos de amilases, exo e endo-amilases. As exo-amilases hidrolisam a extremidade não redutora do amido, enquanto as endo-amilases hidrolisam ligações glicosídicas dentro da molécula de amido (KAMON et al., 2015). Em biotecnologia, a amilase é uma enzima crucial e tem muitas aplicações industriais (GOPINATH et al., 2017).

As amilases podem ser isoladas de diferentes classes biológicas, como bactérias, fungos, plantas e animais mamíferos. Nos animais, as amilases endócrinas são produzidas nas glândulas salivares e no pâncreas (SAINI; SAINI; DAHIYA, 2017). As isoladas de fontes bacterianas e fúngicas têm dominância em sua utilização entre as bactérias do gênero *Bacillus spp*, em que têm sido comumente utilizados o *B. amyloliquefaciens*, *B. subtilis*, *B. mesentericus*, *B. coagulans*, *B. stearothermophilus*, *B. licheniformis*, enquanto que fungos do gênero *Aspergillus spp* têm sido comumente empregados, como o *A. oryzae*, *A. awamori*, *A. fumigatus*, *A. kawachii*, *A. Niger* e *A. favus* (FAROOQ et al., 2021), além de *Saccharomyces cerevisiae* (LACINAN et al., 2020).

A digestibilidade do amido de alimentos de origem vegetal difere de acordo com os níveis de amido resistente, tamanho de partícula, composição química e encapsulamento, diferenças na genética da cultura, condições de cultivo, condições de corte, conservação e processamento (ROBYT, 2009). As amilases endógenas degradam o amido presente em grãos e subprodutos de grãos durante a digestão de leitões após o desmame; no entanto, a adição de amilase exógena traz benefícios ao sistema digestivo subdesenvolvido, em que uma menor ingestão de alimentos relaciona-se com uma maturação lenta da secreção de amilase (OJHA; SINGH; SHRIVASTAVA, 2019).

2.3.2 β -mananase na alimentação de não ruminantes

A β -mananase faz parte das enzimas classificadas como carboidrases. Ela atua diretamente nas cadeias lineares de manose e galactose com ligação do tipo β -1,4 das frações

hemicelulósicas das plantas (VANGROENWEGHE; POULSEN; THAS, 2021), favorecendo a liberação de energia e melhorando a viscosidade dos substratos na luz intestinal, a conversão alimentar e o ganho de peso dos animais (KIPPER et al., 2020). A β -mananase utilizada neste trabalho foi obtida pela fermentação da bactéria *Paenibacillus lentus*, U (unidade de β -mananase ativa) libera 0,72 mcg de açúcares redutores por minuto (equivalente a D-manose) a 40 °C e pH = 7,5.

Sánchez et al. (2022) avaliaram a ação da inclusão de β -mananase na dieta com redução de 1,6% na energia líquida em comparação com o grupo controle. Os suínos que receberam a dieta com adição de β -mananase apresentaram um desempenho equivalente aos animais alimentados com a dieta controle, uma maior energia líquida e menor prevalência de diarreia.

Jackson et al. (2004) concluíram que a enzima β -mananase pode ser uma alternativa à substituição dos antibióticos, pois observaram reduções significativas no desempenho em lotes desafiados com coccidiose e *Clostridium sp.* Esses resultados comparados com o grupo tratado, cujos animais receberam dieta com bacitracina e salinomicina, foram um pouco melhores. A inclusão de β -mananase melhorou significativamente o desempenho do lote de aves.

Vangroenweghe et al. (2021) verificaram que o efeito de economia de energia em dietas suplementadas com β -mananase é atribuído a uma desativação imunológica desnecessária causada pelos β -mananos em produtos vegetais.

O β -manano derivado de plantas pode ser considerado um padrão molecular associado a patógenos que induz um aumento excessivo, metabolicamente dispendioso, da imunidade inata (DALE et al., 2008). As β -mananas no intestino podem causar aumento da proliferação de monócitos e macrófagos, resultando em maior produção de citocinas em aves (WU et al., 2005).

Vangroenweghe et al. (2021) observaram redução no índice de diarreia de leitões desmamados alimentados com dieta com a enzima β -mananase. A redução na incidência de diarreia foi considerada um efeito secundário da β -mananase. Episódios de diarreia na fase de desmame estão entre as principais enfermidades que afetam o desempenho dos suínos.

2.4 Bem-estar e comportamento animal

Em geral, as definições de bem-estar levam em conta conceitos como homeostase, estados mentais e físicos, as “cinco liberdades” e as necessidades da espécie (SARUBBI, 2014). As cinco liberdades mencionadas são: 1) Os animais devem estar livres de fome e sede, de modo que seja ofertada uma nutrição adequada, que atenda às exigências nutricionais; 2) Livre de

desconforto, atendendo à necessidade de instalações adequadas, respeitando a quantidade de animais por m²; 3) Livre de dor, ferimentos e doença, ou seja, com status sanitário adequado; 4) Livre de sentir medo e angústia (uso de enriquecimento ambiental); e 5) Liberdade para expressar o comportamento natural da espécie (fatores de ambiência adequados).

Dentre as liberdades que sustentam o conceito de bem-estar, a liberdade de comportamento é uma das características mais importantes, pois é fundamental na adaptação das funções biológicas e representa a parte do organismo que interage com o meio (SNOWDON, 1999). Segundo o autor, o estudo do comportamento animal é uma ponte entre os aspectos moleculares e fisiológicos da biologia e da ecologia, sendo a ligação entre organismos e o ambiente, e entre o sistema nervoso e o ecossistema. O comportamento é uma das propriedades mais importantes da vida animal.

Circunstâncias que ameacem o bem-estar dos suínos podem afetar adversamente os aspectos de saúde, produtividade e qualidade do produto, incluindo a qualidade ética, o que ameaça a rentabilidade do produtor (LUDTKE; CASTRO; BUENO, 2014). A avaliação do comportamento suíno é um indicador essencial de bem-estar dentro do sistema de produção, além de possibilitar a mensuração da condição do suíno em relação ao seu ambiente.

O bem-estar na espécie suína pode ser avaliado por meio das respostas comportamentais, fisiológicas, ligadas à sanidade e à produção (BAPTISTA et al., 2011). Observando-se o comportamento dos suínos é possível medir seu estado em relação ao ambiente, consegue-se analisar se o animal está em estresse, injúria, agonia e medo das condições de manejo e alojamento onde está alojado (BROOM, 1991).

As avaliações comportamentais são realizadas sob três formas: visualização direta, em que o avaliador se encontra no ambiente onde está o animal, sendo a forma mais laboriosa e subjetiva (BROWN et al., 2013); visualização indireta, situação em que o observador registra os dados de comportamento com o auxílio de câmeras de vídeo, estrategicamente instaladas sobre a instalação onde os animais estão alojados, e realiza a análise visual do comportamento posteriormente, por método computacional; e por utilização de inteligência artificial para identificar e interpretar os padrões de comportamento. Neste caso, o resultado positivo da avaliação depende da acurácia do modelo utilizado, apresentando como vantagem o diagnóstico em tempo real e sem a interferência do observador (BREWSTER et al., 2018).

Toda vez que o animal estiver frente a um desafio de estresse sanitário, térmico ou nutricional ocorrem desvios de energia metabólica. Um dos sinais é o aumento dos níveis de cortisol que levam a perda do desempenho produtivo dos animais. O cortisol é um mediador hormonal esteroide produzido pelas glândulas suprarrenais e está diretamente envolvido no

controle do estresse pelo organismo, as variações na concentração ocorrem em reações aos agentes estressores e aos desafios ambientais (MARTÍNEZ-MIRÓ et al., 2016). Quando um animal é submetido a situações estressantes ocorre uma ativação do eixo hipotálamo-hipófise adrenal, aumento do cortisol e ativação dos fatores de estresse oxidativo com o aumento na produção de radicais livres, causando danos ao metabolismo celular e conseqüentemente ao desenvolvimento tecidual (BEZERRA et al., 2019).

O comportamento varia conforme a espécie e existem padrões comportamentais específicos da espécie. O comportamento aberrante pode ser classificado como um desvio desses critérios (MILLS; MARCHANT-FORDE, 2010). Broom e Fraser (2007) definiram comportamento anômalo como o comportamento que difere em forma, frequência ou contexto do comportamento exibido pela maioria dos membros de uma espécie em seu ambiente natural.

Como os suínos usam meios comportamentais para regular a temperatura, o comportamento pode ser usado como um indicador de conforto térmico. Estas exigências dependem da fase de crescimento em que os suínos se encontram, que pode variar de 29 a 32 °C no neonato; de 27 a 29 °C em leitões de 5 a 8 kg; de 21 a 23 °C para leitões com peso entre 10 e 15 kg; para a fase de crescimento (15 a 30 kg) o conforto térmico varia entre 19 e 21 °C; animais de engorda de 30 a 60 kg entre 17 e 19 °C; e na fase final, dos 60 a 120 kg, a exigência de temperatura varia entre 15 e 17 °C (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014).

Em períodos de estresse calórico ou em locais mais quentes, eles alteram suas atividades em relação a períodos mais frios do dia ou da noite e recorrem à respiração para perda de calor corporal, pois suas glândulas sudoríparas são afuncionais. A ofegação é um comportamento típico de proteção contra as altas temperaturas e sua eficiência dependerá da temperatura ambiente, velocidade do vento e umidade relativa do ar (BORTOLOZZO et al., 2011).

Morales et al. (2018) mostraram que os efeitos negativos do estresse calórico podem ser reduzidos com a suplementação de dietas com aminoácidos cristalinos. Apesar da melhoria nos sistemas de resfriamento de granjas, a produtividade diminuiu durante os meses mais quentes. As perdas econômicas para a indústria suína dos americanos devido ao estresse térmico foram estimadas em US\$ 300 milhões por ano, dos quais US\$ 200 milhões estão associados a perdas na produção de suínos na fase de terminação. Em altas temperaturas, os suínos tendem a aumentar a frequência de alimentação durante os períodos iniciais (3:00h às 5h59min) e tardios (18:00h às 20h59min) do dia (ANDRETTA et al., 2016; CROSS et al., 2020).

Em situações de calor os animais ficam menos ativos, reduzem o consumo de ração e permanecem mais tempo deitados e espaçados um dos outros (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014). Além das adaptações fisiológicas às altas temperaturas, os suínos também modificam

seu comportamento alimentar para atenuar o efeito térmico da alimentação ao longo do dia. Reduzir o tamanho das refeições e a alimentação noturna pode ajudar os suínos a manter a homeotermia em altas temperaturas ambientes. Santos et al. (2018) verificaram que altas temperaturas reduziram ($P < 0,05$) a quantidade diurna de tempo de alimentação e consumo alimentar durante a primeira fase de crescimento.

Alves et al. (2020) realizaram estudo no nordeste brasileiro verificando a influência da temperatura e da umidade relativa do ar no consumo alimentar dos suínos. As altas temperaturas registradas no período experimental levaram os suínos ao estresse térmico, comprometendo seu ganho de peso e eficiência alimentar durante a fase de crescimento e terminação.

Ewaoluwagbemiga et al. (2021) estudaram as características do comportamento alimentar como ingestão diária de ração, ingestão de ração por refeição, número de refeições diárias, duração por refeição, taxa de alimentação e ocupação do comedouro em suínos da raça Large White com acesso livre à ração com restrição de proteína bruta e verificaram efeito positivo em eficiência energética e ganho lipídico nos suínos durante a fase de crescimento e terminação.

2.5 Referências

- AGYEKUM, A.K.; WOYENGO, T.A.; SLOMINSKI, B.A. et al. Effects of formulating growing pig diet with increasing levels of wheat-corn distillers dried grains with solubles on digestible nutrient basis on growth performance and nutrient digestibility. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.98, n.4, p.651-658, 2014.
- AGYEKUM, A.K.; SANDS, J.S.; REGASSA, A. et al. Effect of supplementing a fibrous diet with a xylanase and β -glucanase blend on growth performance, intestinal glucose uptake, and transport-associated gene expression in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.93, n.7, p.3483-3493, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.2527/jas.2015-9027>> Acesso em: 03/11/2023.
- AGYEKUM, A.K.; NYACHOTI, C.M. Nutritional and metabolic consequences of feeding high-fiber diets to swine: A Review. **Engineering**, v.3, n.5, p.716-725, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.eng.2017.03.010>> Acesso em: 03/11/2023.
- ALVES, C.P.; EUGÊNIO, D.S.; SOUZA, L F. et al. Influence of temperature and relative humidity in food consumption of swine in the Brazilian semiarid region. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v.3, n.4, p.4263-4269, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34188/bjaerv3n4-122>> Acesso em: 03/11/2023.
- AMORIM, A.B. Enzimas exógenas para suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.133, p.1-15, 2011.
- ANDRETTA, I.; POMAR, C.; KIPPER, M. et al. Feeding behavior of growing–finishing pigs reared under precision feeding strategies. **Journal of Animal Science**, v.94, p.3042-3050, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.2527/jas.2016-0392>> Acesso em: 03/11/2023.
- BACH KNUDSEN, K.E. Fiber and nonstarch polysaccharide content and variation in common crops used in broiler diets. **Poultry Science**, v.93, p.2380-2393, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.3382/ps.2014-03902>> Acesso em: 03/11/2023.
- BAKER, J.T.; DUARTE, M.E.; HOLANDA, D.M. et al. Friend or foe? Impacts of dietary xylans, xylo-oligosaccharides, and xylanases on intestinal health and growth performance of monogastric animals. **Animals**, v.11, n.3, p.1-28, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ani11030609>> Acesso em: 03/11/2023.
- BAPTISTA, R.I.A.A.; BERTANI, R.G.; BARBOSA, N.C. Indicadores do bem-estar em suínos. **Ciência Rural**, v.41, n.10, p.1823-1830, 2011.
- BEZERRA, B.M.O.; SILVA, S.S.C.; OLIVEIRA, A.M.A. et al. N.Avaliação do estresse e do desempenho de suínos na fase de creche, empregando-se técnicas de enriquecimento ambiental. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.71, n.1, p.281-290, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1678-4162-10209>> Acesso em: 03/11/2023.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004. Aprova o Regulamento Técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF: Imprensa Nacional, n.230, p.61-63, 1 dez. 2004. Disponível

em: <Página 61 do Diário Oficial da União - Seção 1, número 230, de 01/12/2004 - Imprensa Nacional> Acesso em 08/11/2023.

- BREWSTER, L.R.; DALE, J.J.; GUTTRIDGE, T.L. et al. Development and application of machine learning algorithm for classification of elasmobranch behavior from accelerometry data. **Marine Biology**, v.165, n.4, art. 62, p.1-19, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00227-018-3318y>> Acesso em: 03/11/2023.
- BROOM, D.M. Animal welfare: concepts and measurement. **Journal of Animal Science**, v.69, p.4167-4175, 1991.
- BROOM, D.M.; FRASER, A.F. **Domestic animal behaviour and welfare**. 5.ed. Wallingford: CABI, 2007. 472p.
- CHOCT, M.; DERSJANT-LI, Y.; MCLEISH, J. et al. Soy oligosaccharides and soluble non-starch polysaccharides: a review of digestion, nutritive and antinutritive effects in pigs and poultry. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.23, p.1386-1398, 2010.
- COWIESON, A.J.; MASEY O'NEILL, H.V. Effects of exogenous xylanase on performance, nutrient digestibility and caecal thermal profiles of broilers given wheat-based diets. **British Poultry Science**, v.54, n.3, p.346-354, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00071668.2013.780200>> Acesso em: 03/11/2023.
- CROSS, A.J.; BROWN-BRANDL, T.M.; KEEL, B.N. et al. Feeding behavior of grow-finish swine and the impacts of heat stress. **Translational Animal Science**, v.4, n.2, p.986-992, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/tas/txaa023>> Acesso em: 03/11/2023.
- DALE, N.M.; ANDERSON, D.M.; HSIAO, H. Identification of an inflammatory compound for chicks in soybean meal. **Poultry Science**, v.87 (Suppl. 1), n.153 (Abstr.), 2008.
- DIAS, C.P.; SILVA, C.A.; MANTECA, X. **Bem-estar dos suínos** 1.ed. Londrina: o Autor, 2014. 403p.
- EWAOLUWAGBEMIGA, E.; BEE, G.; KASPER, C. Evaluation of feeding behaviour traits to predict efficiency traits in pigs using partial least square regression. **BioRxiv**. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1101/2020.11.13.381103>> Acesso em: 03/11/2023.
- FAROOQ, M.A.; ALI, S.; HASSAN, A. et al. Biosynthesis and industrial applications of α -amylase: a review. **Archives of Microbiology**, v.203, n.4, p.1281-1292, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00203-020-02128-y>> Acesso em: 03/11/2023.
- GOMES, B.K.; CONY, B.S.L.; STELLA, L. Enzimas exógenas na alimentação de suínos. **Nutritime**, v.16, n.3, p.8477-8487, 2019.
- GOPINATH, S.C.B.; ANBU P.; ARSHAD M.K. et al. V.Biotechnological processes in microbial amylase production. **BioMed Research International**, p.1-9, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1155/2017/1272193>> Acesso em: 03/11/2023.
- HE, X.; YU, B.; HE, J. et al. Effects of xylanase on growth performance, nutrients digestibility and intestinal health in weaned piglets. **Livestock Science**, v.233, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.103940>> Acesso em: 03/11/2023.

- JACKSON, M.E.; GERONIAN, K.; KNOX, A. et al. A dose response study with the feed enzyme β -mannanase in broilers provided with corn-soybean meal based diets in the absence of antibiotic growth promoters. **Poultry Science**, v.83, p.1992-1996, 2004.
- KAMON, M.; SUMITAMI, J.I.; TANI, S. et al. Characterization and gene cloning of a maltotriose-forming exo-amylase from *Kitasatospora* sp.MK-1785. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.99, p.4743-4753, 2015.
- KIPPER, M.; ANDRETTA, I.; QUADROS, V.R. et al. Performance responses of broilers and pigs fed diets with β -mannanase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.49, n.1, p.1-13, 2020.
- LACINAN, O.; THIERRY, K.F.M.; EVRARD, D.A. et al. Production, partial purification and characterization of two α -amylase isoforms from *Saccharomyces cerevisiae* strain YOP 1/2-2 isolated from Tchapalo (Côte d'Ivoire). **Journal of Advances in Biology & Biotechnology**, v.23, n.9, p.17-30, 2020.
- LONG, S.; HU, J.; MAHFUZ, S. et al. Effects of dietary supplementation of compound enzymes on performance, nutrient digestibility, serum antioxidant status, immunoglobulins, intestinal morphology and microbiota community in weaned pigs. **Archives of Animal Nutrition**, v.75, n.1, p.31-47, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/1745039X.2020.1852008>> Acesso em: 03/11/2023.
- LUDTKE, C.; CASTRO, A.V.; BUENO, A.D. Perspectivas para o bem-estar animal na suinocultura. Produção de suínos: teoria e prática. **Brasília: ABCS**, 2014. p.133-145.
- LUISE, D.; MOTTA, V.; BOUDRY, C. et al. The supplementation of a corn/barley-based diet with bacterial xylanase did not prevent diarrhea of susceptible piglets, but favoured the persistence of *Lactobacillus reuteri* in the gut. **Livestock Science**, v.240, n.11, p.1-10, 2020.
- MARTÍNEZ-AISPURO, J.A.; FIGUEROA-VELASCO, J.L.; CORDERO-MORA, J.L. et al. Dietas para cerdos en iniciación incluyendo salvado de trigo y adicionadas con xilanasas. **Ecosistemas y Recursos Agropecuarios**, v.4, n.10, p.73-80, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.19136/era.a4n10.996>> Acesso em: 03/11/2023.
- MARTÍNEZ-MIRÓ, S.; TECLES, F.; RAMÓN, M. et al. Causes, consequences and biomarkers of stress in swine: an update. **BMC Veterinary Research**, v.12, n.1, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12917-016-0791-8>> Acesso em: 03/11/2023.
- MASEY O'NEILL, H.V.; SMITH, J.A.; BEDFORD, M.R. Multicarbohydase Enzymes for non-ruminants. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.27, p.290-301, 2014.
- MILLS, D. S.; MARCHANT-FORDE, J.N. (Eds.) **The encyclopedia of applied animal behaviour and welfare**. CABI, 2010.
- MORALES, A.M.; CHAVES, N.; VASQUEZ, J.K. et al. Increased dietary protein or free amino acids supply for heat stress pigs: effect on performance and carcass traits. **Journal of Animal Science**, v.96, p.1419-1429, 2018.
- OJHA, B.K.; SINGH, P.K.; SHRIVASTAVA, N. Enzymes in the Animal Feed Industry. In: KUDDUS, M. **Enzymes in Food Biotechnology**. Academic Press, p.93-109, 2019.

- POULSEN, K. Tackling presence of beta-mannans in feed could unlock sizeable gains for industry. Perspectives: **Feedinfo** [2020] Source: Elanco via Feedinfo News Service. Disponível em: <<https://www.feedinfo.com/perspectives/perspectives-tackling-presence-of-beta-mannans-in-feed-could-unlock-sizeable-gains-for-industry-elanco-1/123081>> Acesso em: 03/11/2023.
- RADZIKOWSKI, D.; MILCZAREK, A. Selected feed additives used in pig nutrition. **Journal of Central European Agriculture**, v.22, n.1, p.54-65, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.1.2927>> Acesso em: 03/11/2023.
- ROBYT, J.F. Enzymes and their action on starch. In: BEMILLER, J.; WHISTLER, R. **Starch**. 3.ed. [S.l.]: Academic Press, 2009. p.237-292. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-746275-2.00007-0>> Acesso em: 03/11/2023.
- RUIZ, U.D.S.; THOMAZ, M.C.; HANNAS, M.I. et al. Complexo enzimático para suínos: digestão, metabolismo, desempenho e impacto ambiental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.458-468, 2008.
- SAINI, R.; SAINI, H.S.; DAHIYA, A. Amylases: Characteristics and industrial applications. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v.6, n.4, p.1865-1871, 2017.
- SAKOMURA, N.K.; SILVA, H. V. DA.; COSTA, G. P.C. et al. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2014. 678p.
- SÁNCHEZ, U.P.; ROMERA, R.E.; CABRERA, G.C.G. et al. Effect of β -mannanase addition during whole pigs fattening on production yields and intestinal health. **Animals**, v.12, n.21, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ani12213012>> Acesso em: 03/11/2023.
- SANTOS, L.S.; POMAR, C.; CAMPOS, P.H.R.F. et al. Precision feeding strategy for growing pigs under heat stress conditions. **Journal of Animal Science**, v.96, n.11, p.4789-4801, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/jas/sky343>> Acesso em: 03/11/2023.
- SARUBBI, J. Técnicas de manejo voltadas para o BEA em suínos. **Produção de suínos: teoria e prática**. Brasília: ABCS, 2014. p.146-155.
- SNOWDON, C.T. O significado da pesquisa em comportamento animal. **Estudos de Psicologia**, v.4, n.2, p.365-373, 1999. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-294X1999000200011>> Acesso em: 03/11/2023.
- SUNDARRAM, A.; PANDURANGAPPA, T.; MURTHY, K. α -Amylase production and applications: a review. **Journal of Applied & Environmental Microbiology**, v.2, p.166-175, 2014.
- TAVERNARI, F.C.; CARVALHO, T.A.; ASSIS, A.P. Polissacarídeo não-amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n.5, p.673-689, 2008.
- TEJEDA, O. J.; KIM, W.K. Effects of fiber type, particle size, and inclusion level on the growth performance, digestive organ growth, intestinal morphology, intestinal viscosity, and gene expression of broilers. **Poultry Science**, v.100, n.10, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101397>> Acesso em: 03/11/2023.

- VANGROENWEGHE, F.A.; POULSEN, K.; THAS, O. Supplementation of a β -mannanase enzyme reduces post-weaning diarrhea and antibiotic use in piglets on an alternative diet with additional soybean meal. **Porcine Health Management**, v.7, p.1-12, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s40813-021-00191-5>> Acesso em: 03/11/2023.
- VEUM, T.L.; ODLE, J. Feeding neonatal pigs. In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. **Swine Nutrition**. 2.ed. New York: CRC Press, 2001. p.671-691.
- WU, G.; BRYANT, M.M.; VOITTE, R.A. et al. Effect of beta-mannanase in corn-soy diets on commercial leghorns in second-cycle hens. **Poultry Science**, v.84, n.6, p.894-897, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/ps/84.6.894>> Acesso em: 03/11/2023.
- ZHANG, Z.; TUN, H.; LI, R. Impact of xylanases on gut microbiota of growing pigs fed corn or wheat- based diets. **Animal Nutrition**, v.4, n.4, p.339-350, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.06.007>> Acesso em: 03/11/2023.

3. NÍVEIS DE VALORIZAÇÃO DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DE CARBOIDRASES NA DIETA E SEUS EFEITOS NO COMPORTAMENTO DE SUÍNOS EM FASE DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

RESUMO - O objetivo com o trabalho foi de avaliar o efeito da adição de carboidrases em dietas de suínos em fase de crescimento e de terminação com diferentes níveis de redução de energia metabolizável (EM) sobre o comportamento de suínos. No primeiro experimento utilizaram-se quarenta e dois suínos machos mestiços inteiros, com peso corporal inicial médio de 25,81 (0,20) kg, em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, sete repetições e um suíno por unidade experimental (UE). Os tratamentos foram constituídos pela combinação de duas classes da enzima α -amilase (sem e com inclusão de 100 g de α -amilase/t de dieta) e três níveis de redução de energia metabolizável (0, 50 e 100 kcal de EM/kg de dieta). No segundo experimento utilizaram-se quarenta suínos híbridos (Landrace \times Large White), machos mestiços (Agrocercos PIC \times DB), com peso corporal inicial médio de 26,0 (0,9) kg, em delineamento de blocos casualizados, com quatro tratamentos, dez repetições e um animal por UE. Os tratamentos experimentais, com adição de xilanase e valorização de 40 kcal de EM/kg de dieta, foram constituídos por: dieta referência (DR) sem inclusão de β -mananase, e DR com adição de 300 g/t de β -mananase e redução de 30, 45 e 60 kcal de EM/kg de dieta, resultando em redução energética total oriunda de β -mananase e xilanase de 0 + 40 (DR₄₀), 30 + 40 (DR₇₀), 45 + 40 (DR₈₅) e 60 + 40 (DR₁₀₀), respectivamente. As observações comportamentais dos suínos nas fases de crescimento e terminação foram registradas por meio de câmeras de vídeo em circuito fechado instaladas na parte superior do galpão. No primeiro experimento, houve efeito ($P < 0,05$) de interação entre enzima amilase (ENZ) e redução de EM da dieta (ENZ*EM) na frequência (%) de ficar em pé, em ócio, dormir e de interagir de suínos em crescimento I, e nos comportamentos de ficar em pé, deitar-se, comer e de interagir dos suínos em crescimento II. Houve efeito ($P < 0,05$) de ENZ*EM no deitar-se e no interagir dos suínos em terminação I, e nos atos de ficar em pé, comer, beber e de dormir dos suínos em terminação II. No segundo experimento, verificou-se efeito ($P < 0,05$) de valorização da enzima β -mananase (VE) no ócio de suínos em crescimento II, e no ato de ficar em pé, deitar-se, sentar-se, ócio e comer de suínos em terminação II. A suplementação com 100 g de α -amilase/t de dieta com redução de até 50 kcal de EM/kg promove aumento da frequência de ingestão de ração de suínos em crescimento II. A inclusão de 300 g de β -mananase e 400 g de xilanase/t de dieta com redução de 70 e 85 kcal de EM por kg eleva o percentual de ingestão de ração de suínos em terminação II.

Palavras-chave: alfa-amilase, beta-mananase, câmera de vídeo em circuito fechado, frequência comportamental dos suínos, modelo linear generalizado

LEVELS OF METABOLIZABLE ENERGY RECOVERY FROM CARBOHYDRASES IN THE DIET AND THEIR EFFECTS ON THE BEHAVIOR OF PIGS IN GROWING AND FINISHING PHASES

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effect of carbohydrase addition in diets of growing and finishing pigs with different levels of metabolizable energy (ME) reduction on the behavior of pigs. In the first experiment, forty-two crossbred male pigs were used, with an average initial body weight of 25.81 (0.20) kg, in a completely randomized design, with six treatments, seven replicates and one pig per experimental unit (EU). The treatments consisted of a combination of two classes of the enzyme α -amylase (with and without the inclusion of 100 g of α -amylase/t of diet) and three levels of reduction of metabolizable energy (0, 50 and 100 kcal of ME/kg of diet). In the second experiment, forty hybrid pigs (Landrace \times Large White), crossbred males (Agroceres PIC \times DB), with an average initial body weight of 26.0 (0.9) kg, were used in a randomized block design, with four treatments, ten replicates and one animal per EU. The experimental treatments, with the addition of xylanase and valorization of 40 kcal of ME/kg of diet, consisted of: reference diet (RD) without inclusion of β -mannanase, and DR with the addition of 300 g/t of β -mannanase and reduction of 30, 45 and 60 kcal of ME/kg of diet, resulting in total energy reduction from β -mannanase and xylanase of 0 + 40 (DR₄₀), 30 + 40 (DR₇₀), 45 + 40 (DR₈₅) and 60 + 40 (DR₁₀₀), respectively. The behavioral observations of the pigs in the growing and finishing phases were recorded by means of closed-circuit video cameras installed in the upper part of the housing. In the first experiment, there was an effect ($P < 0.05$) of interaction between amylase enzyme (ENZ) and reduction of dietary ME (ENZ*EM) on the frequency (%) of standing, idleness, sleeping, and interacting of growing pigs I, and on the standing, lying down, eating, and interacting behaviors of growing pigs II. There was an effect ($P < 0.05$) of ENZ*EM on the lying down and interaction of the finishing pigs I, and on the standing, eating, drinking, and sleeping acts of the finishing pigs II. In the second experiment, it was possible to observe an effect ($P < 0.05$) of the valorization of the enzyme β -mannanase (VE) in the idleness of growing pigs II, and in the act of standing, lying down, sitting, idleness, and eating of finishing pigs II. Supplementation with 100 g of α -amylase/t of diet with a reduction of up to 50 kcal of ME/kg promotes an increase in the frequency of feed intake of growing pigs II. The inclusion of 300 g of β -mannanase and 400 g of xylanase/t of diet with a reduction of 70 and 85 kcal of ME per kg increases the percentage of feed intake of finishing pigs II.

Keywords: alpha-amylase, beta-mannanase, closed-circuit video camera, generalized linear model, pig behavioural frequency

3.1 Introdução

Os consumidores têm se preocupado com o modo como os animais são criados, carregados e abatidos, pois além das questões humanitárias, há a percepção de que o bem-estar animal, em todas as etapas produtivas, proporciona produtos mais seguros e de melhor qualidade. Essas constatações têm contribuído para que o assunto esteja em evidência nos círculos técnicos, científicos e acadêmicos (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014).

O uso de sensores e câmeras para avaliação e monitoramento da conformação e escore corporal de suínos tem sido frequente em granjas multiplicadoras de genéticas, no momento da seleção e classificação de lotes. Para pesquisas com ênfase na avaliação do comportamento animal, o monitoramento por meio de câmeras é uma ferramenta mais vantajosa no registro das informações do que os métodos de avaliação visual com observação *in loco*, pois permite o diagnóstico em tempo real, sem a interferência do observador (BREWSTER et al., 2018).

Os efeitos no bem-estar e no comportamento dos suínos podem ser modulados via composição da dieta. A maior parte das dietas comerciais formuladas para suínos no Brasil apresenta o milho e o farelo de soja como ingredientes majoritários, os quais possuem em sua composição nutricional frações fibrosas compostas por polissacarídeos não amiláceos (PNA), que não são hidrolisados pelas enzimas digestivas dos suínos, provocando redução da digestibilidade e do desempenho dos animais (SAKOMURA et al., 2014).

Em sua composição, o farelo de soja apresenta um elevado teor de PNA (17 a 27%) (BACH KNUDSEN, 2014), e o milho apresenta em sua parede celular cerca de 8,00 a 9,00% de PNA, com predomínio dos arabinosilanos (5,1 a 5,35%) (TAVERNARI et al., 2008). Os β -mananos, presentes em 1,3% no farelo de soja (JACKSON et al., 2004), e os arabinosilanos fazem parte da fração solúvel da hemicelulose, PNA encontrado em ingredientes vegetais que pode proporcionar uma perda energética de até 90 kcal de EM/kg de ração (VEUM; ODLE, 2001; SHASTAK et al., 2015; SINGH et al., 2018).

O mecanismo pelo qual os β -mananos, provenientes principalmente do farelo de soja, promovem maior gasto energético ocorre no sistema imunológico inato, que os reconhece como substâncias estranhas ao organismo (VANGROENWEGHE; POULSEN; THAS, 2021). Em relação à alta concentração de amido no milho, os suínos em crescimento e terminação produzem as amilases salivar e pancreática, que o clivam em açúcares simples para posterior absorção no intestino delgado e produção de energia, mas ocorrem perdas energéticas durante essas etapas, e sua digestão na parte final do trato digestivo é incompleta (RUIZ et al., 2008).

Essa perda energética pode ser compensada com a inclusão na dieta de enzimas exógenas que, em sinergia com as enzimas endógenas, podem melhorar a absorção dos nutrientes do milho e do farelo de soja, por meio do aumento da eficiência na catálise de reações químicas específicas, promovendo uma economia de energia nestas ativações (GOMES; CONY; STELLA, 2019). Hipotetiza-se que tal economia possa promover o aumento da proporção de comportamentos ativos dos suínos.

Desse modo, o estudo tem por objetivo a avaliação do efeito da utilização das enzimas exógenas α -amilase e β -mananase em dietas com diferentes níveis de redução de energia metabolizável, na frequência de consumo de ração e água, e nos comportamentos de ficar em pé, deitar-se, interagir, dormir e ócio de suínos durante as fases de crescimento e terminação.

3.2 Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos no Setor de Suinocultura da Fazenda Experimental Professor Antônio Carlos dos Santos Pessoa, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *Campus* de Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil, nas fases de crescimento e terminação. Os procedimentos experimentais foram aprovados sob os protocolos de nº 25/2020 e 17/2021 do Comitê de Ética no Uso de Animais de Produção (CEUAP) da UNIOESTE.

No primeiro experimento, um total de 42 suínos machos mestiços inteiros de alto potencial genético [(Landrace \times Large White, Agroceres^o, 100% AGPIC, > 80% AGPIC 337 + pequena parte de AGPIC 359) e DanBred^o, afixo DB 90], com peso corporal inicial médio de 25,81 (0,20) kg foi utilizado em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, constituídos pela combinação de duas classes da enzima α -amilase (sem e com inclusão na dieta) e três níveis de redução de energia metabolizável (0, 50 e 100 kcal de EM/kg de dieta), sete repetições e um animal por baía, totalizando 42 unidades experimentais (bairas).

Com base no peso corporal médio do lote para a alteração de fase, as dietas referências das fases de crescimento I (28 dias; de 25 a 50 kg) e II (18 dias; de 50 a 70 kg) e de terminação I (24 dias; de 70 a 100 kg) e II (18 dias; de 100 a 125 kg), parte integrante dos tratamentos experimentais e fornecidas sob a forma farelada, foram compostas à base de milho e farelo de soja, e suplementadas com aminoácidos sintéticos, formuladas para se aproximar e atender aos requerimentos nutricionais dos suínos em cada categoria de peso (ROSTAGNO et al., 2017) (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais com e sem α -amilase para suínos em crescimento, na base da matéria natural

Ingredientes	Dieta experimental ¹											
	Crescimento I						Crescimento II					
	DR ₀	DR ₅₀	DR ₁₀₀	AM ₀	AM ₅₀	AM ₁₀₀	DR ₀	DR ₅₀	DR ₁₀₀	AM ₀	AM ₅₀	AM ₁₀₀
Milho moído 7,13%	69,04	69,04	69,04	69,04	69,04	69,04	74,50	74,50	74,50	74,50	74,50	74,50
Farelo de soja 48,26%	24,49	24,49	24,49	24,49	24,49	24,49	19,82	19,82	19,82	19,82	19,82	19,82
Óleo de soja	2,222	1,620	1,017	2,222	1,620	1,017	1,858	1,256	0,653	1,858	1,256	0,653
Fosfato bicálcico	1,677	1,677	1,677	1,677	1,677	1,677	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427
Calcário calcítico	0,692	0,692	0,692	0,692	0,692	0,692	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605
Sal comum	0,449	0,449	0,449	0,449	0,449	0,449	0,414	0,414	0,414	0,414	0,414	0,414
Cloreto de colina	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230
Sulfato lisina 54,6%	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,552	0,552	0,552	0,552	0,552	0,552
DL-metionina 99,5%	0,164	0,164	0,164	0,164	0,164	0,164	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133
L-triptofano 99%	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045
L-treonina 96,8%	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,157	0,157	0,157	0,157	0,157	0,157
L-valina 95,5%	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067
Adsorvente de micotoxinas	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix vitamínico ³	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Enraseen® 80 ⁴	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Caulim	0,010	0,612	1,215	-	0,602	1,205	0,010	0,612	1,215	-	0,602	1,205
α -amilase	-	-	-	0,010	0,010	0,010	-	-	-	0,010	0,010	0,010
Composição calculada (%)												
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.300	3.250	3.200	3.300	3.250	3.200	3.300	3.250	3.200	3.300	3.250	3.200
Proteína bruta	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60
Fibra bruta	2,876	2,876	2,876	2,876	2,876	2,876	2,737	2,737	2,737	2,737	2,737	2,737
Amido total	42,39	42,39	42,39	42,39	42,39	42,39	45,43	45,43	45,43	45,43	45,43	45,43
Cálcio total	0,769	0,769	0,769	0,769	0,769	0,769	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660
Fósforo disponível	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,326	0,326	0,326	0,326	0,326	0,326
Lisina digestível	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980
Metionina + cisteína digestível	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,580	0,580	0,580	0,580	0,580	0,580
Treonina digestível	0,715	0,715	0,715	0,715	0,715	0,715	0,635	0,635	0,635	0,635	0,635	0,635
Triptofano digestível	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,207	0,207	0,207	0,207	0,207	0,207
Valina digestível	0,798	0,798	0,798	0,798	0,798	0,798	0,713	0,713	0,713	0,713	0,713	0,713
Sódio total	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176

¹DR: dieta referência sem adição de α -amilase e com redução de 0 (DR₀), 50 (DR₅₀) e 100 (DR₁₀₀) kcal de EM/kg de dieta; DR + 100 g de α -amilase/t de dieta e com redução de 0 (AM₀), 50 (AM₅₀) e 100 (AM₁₀₀) kcal de EM/kg de dieta; ²Níveis nutricionais em mg/kg: Sulfato de Mn: 120, Óxido de Zn: 160, Sulfato de Fe: 120, Sulfato de Cu: 20, I: 2, Se: 1.200; ³Níveis nutricionais: Vitaminas em UI/kg: A: 12.000, D₃: 2.400, E: 40.000; Vitaminas em mg/kg: K₃: 3.600, B₁: 1.600, B₂: 7.600, B₆: 1.600, B₁₂: 28, Niacina: 40.000, Ácido Pantotênico: 26.000, Ácido Fólico: 1.000, BHT: 250 ppm; ⁴Recomendação de 62,5 a 125 g/t de Enraseen® 80, equivalente a 5 a 10 ppm de enramicina.

Tabela 2. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais com e sem α -amilase para suínos em terminação, na base da matéria natural

Ingredientes	Dietas experimentais ¹											
	Terminação I						Terminação II					
	DR ₀	DR ₅₀	DR ₁₀₀	AM ₀	AM ₅₀	AM ₁₀₀	DR ₀	DR ₅₀	DR ₁₀₀	AM ₀	AM ₅₀	AM ₁₀₀
Milho grão 7,13%	80,34	80,34	80,34	80,34	80,34	80,34	86,50	86,50	86,50	86,50	86,50	86,50
Farelo de soja 48,26%	14,64	14,64	14,64	14,64	14,64	14,64	9,22	9,22	9,22	9,22	9,22	9,22
Óleo de soja	1,523	0,921	0,318	1,523	0,921	0,318	1,205	0,602	-	1,205	0,602	-
Fosfato bicálcico	1,241	1,241	1,241	1,241	1,241	1,241	0,928	0,928	0,928	0,928	0,928	0,928
Calcário calcítico	0,539	0,539	0,539	0,539	0,539	0,539	0,446	0,446	0,446	0,446	0,446	0,446
Sal comum	0,388	0,388	0,388	0,388	0,388	0,388	0,371	0,371	0,371	0,371	0,371	0,371
Cloreto de colina	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190
Sulfato de lisina 54,6%	0,558	0,558	0,558	0,558	0,558	0,558	0,543	0,543	0,543	0,543	0,543	0,543
DL-metionina 99,5%	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068
L-triptofano 99%	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
L-treonina 96,8%	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132
L-valina 95,5%	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Adsorvente de micotoxinas	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix vitamínico ³	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Enraseen® 80 ⁴	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	-	-	-	-	-	-
Caulim	0,010	0,612	1,215	-	0,602	1,205	0,152	0,754	1,357	0,142	0,744	1,347
α -amilase	-	-	-	0,010	0,010	0,010	-	-	-	0,010	0,010	0,010
	Composição calculada (%)											
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.300	3.250	3.200	3.300	3.250	3.200	3.300	3.250	3.200	3.300	3.250	3.200
Proteína bruta	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	11,24	11,24	11,24	11,24	11,24	11,24
Fibra bruta	2,58	2,58	2,58	2,58	2,58	2,58	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41
Amido	48,68	48,68	48,68	48,68	48,68	48,68	52,10	52,10	52,10	52,10	52,10	52,10
Cálcio total	0,573	0,573	0,573	0,573	0,573	0,573	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444
Fósforo disponível	0,283	0,283	0,283	0,283	0,283	0,283	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216
Lisina digestível	0,854	0,854	0,854	0,854	0,854	0,854	0,711	0,711	0,711	0,711	0,711	0,711
Metionina + cisteína digestível	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,426	0,426	0,426	0,426	0,426	0,426
Treonina digestível	0,555	0,555	0,555	0,555	0,555	0,555	0,462	0,462	0,462	0,462	0,462	0,462
Triptofano digestível	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142
Valina digestível	0,620	0,620	0,620	0,620	0,620	0,620	0,491	0,491	0,491	0,491	0,491	0,491
Sódio	0,165	0,165	0,165	0,165	0,165	0,165	0,158	0,158	0,158	0,158	0,158	0,158

¹DR: dieta referência sem adição de α -amilase e com redução de 0 (DR₀), 50 (DR₅₀) e 100 (DR₁₀₀) kcal de EM/kg de dieta; DR + 100 g de α -amilase/t de dieta e com redução de 0 (AM₀), 50 (AM₅₀) e 100 (AM₁₀₀) kcal de EM/kg de dieta; ²Níveis nutricionais em mg/kg: Sulfato de Mn: 120, Óxido de Zn: 160, Sulfato de Fe: 120, Sulfato de Cu: 20, I: 2, Se: 1.200; ³Níveis nutricionais: Vitaminas em UI/kg: A: 12.000, D₃: 2.400, E: 40.000; Vitaminas em mg/kg: K₃: 3.600, B₁: 1.600, B₂: 7.600, B₆: 1.600, B₁₂: 28, Niacina: 40.000, Ácido Pantotênico: 26.000, Ácido Fólico: 1.000, BHT: 250 ppm; ⁴Recomendação de 62,5 a 125 g/t de Enraseen® 80, equivalente a 5 a 10 ppm de enramicina.

Durante a fabricação das dietas, foram adicionados 100 g/t da enzima α -amilase (sunamy amylase[®]) em misturador vertical de rosca única por quinze minutos. A enzima utilizada foi α -amilase produzida pela fermentação de *Bacillus subtilis*, com atividade mínima de 1000 U/g.

No segundo experimento, foram utilizados 40 suínos híbridos (Landrace \times Large White), machos inteiros mestiços (Agroceres PIC \times DB) de alto potencial genético e desempenho superior, com peso corporal médio inicial de 26,0 (0,9) kg, em delineamento de blocos casualizados com dois blocos homogêneos, representados pelos pesos iniciais dos animais, com oito tratamentos, dispostos em um esquema fatorial 4 x 2, constituídos no tempo, considerando-se quatro dietas e dois períodos do dia (matutino e vespertino), cinco repetições e um suíno por unidade experimental (baia).

Em ambos os experimentos, após o alojamento individual por baia, os suínos receberam ração comercial e água *ad libitum*, para descanso e adaptação à instalação e à alimentação. Em seguida, os suínos foram pesados, identificados com brincos numerados e alojados em instalação de alvenaria, coberta com telhas de cerâmica, contendo as baias de piso concretado totalmente compacto, com área de 2,25 m² (1,5 \times 1,5 m), dispostas em duas fileiras, divididas por um corredor central e providas de comedouro semiautomático localizado na parte frontal e bebedouro tipo chupeta. O controle de temperatura e ventilação no interior do galpão experimental foi realizado com manejo diário de cortinas, sistema de lanternim e arborização, todos situados em ambos os lados do galpão.

A temperatura do ambiente (°C) foi registrada com o auxílio de um *datalogger* com mostrador digital (Hygro-Thermometer, modelo RT811), instalado no centro do galpão experimental. A umidade relativa do ar (%) foi mensurada com o auxílio de um registrador de dados com *display* digital (marca Vketech, modelo HTC-2, SP-Brasil), instalado no galpão a 1,5 m de altura do solo. Os valores médios de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) do galpão experimental foram coletados nos dois dias de leitura do comportamento dos suínos em fase de crescimento e terminação, numa frequência de quatro vezes ao dia, sendo duas pela manhã e duas vezes no período da tarde.

A mensuração do comportamento foi realizada em dois períodos do dia (matutino e vespertino), em doze horários inteiros ininterruptos (7:00h às 12:00h e 13:00h às 19:00h) e a cada seis intervalos de dez minutos de cada hora do dia (0 a 10, 10 a 20, 20 a 30, 30 a 40, 40 a 50 e 50 a 60 minutos), resultando em um total aproximado de 6.048 e 5.760 registros para cada fase (crescimento I e II; terminação I e II) no primeiro e no segundo experimentos, respectivamente.

As dietas referências fareladas das fases de crescimento I (25 dias; de 26,00 a 50,35 kg) e II (17 dias; de 50,35 a 70,88 kg) (Tabela 3) e de terminação I (22 dias; de 70,88 a 98,35 kg) e II (30 dias; de 98,35 a 134,97 kg) (Tabela 4), à base de milho e farelo de soja, suplementadas com aminoácidos sintéticos, foram formuladas para atender aos requerimentos nutricionais dos suínos por categoria de peso (ROSTAGNO et al., 2017). A água e as dietas foram fornecidas *ad libitum*. O período experimental apresentou duração de 94 dias.

Tabela 3. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais com e sem β -mananase para suínos em crescimento, na base da matéria natural

Ingredientes	Dietas experimentais ¹							
	Crescimento I				Crescimento II			
	DR	DR ₇₀	DR ₈₅	DR ₁₀₀	DR	DR ₇₀	DR ₈₅	DR ₁₀₀
Milho grão 7,86%	70,36	70,36	70,36	70,36	72,71	72,71	72,71	72,71
Farelo de soja 45,4%	24,75	24,75	24,75	24,75	22,20	22,20	22,20	22,20
Fosfato bicálcico	1,686	1,686	1,686	1,686	1,416	1,416	1,416	1,416
Calcário calcítico	0,684	0,684	0,684	0,684	0,592	0,592	0,591	0,591
Caulim	-	0,332	0,513	0,694	-	0,333	0,513	0,694
Óleo de soja	0,758	0,396	0,216	0,034	1,441	1,078	0,898	0,717
Sulfato de lisina 54,6%	0,565	0,565	0,565	0,565	0,556	0,556	0,556	0,556
Sal comum	0,448	0,448	0,448	0,448	0,414	0,414	0,414	0,414
PMV ⁴	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
L-Treonina 96,8%	0,170	0,170	0,170	0,170	0,161	0,161	0,161	0,161
DL-Metionina 99,5%	0,162	0,162	0,162	0,162	0,144	0,144	0,144	0,144
L-Valina 95,5%	0,061	0,061	0,061	0,061	0,018	0,018	0,018	0,018
L-Triptofano 99%	0,047	0,047	0,047	0,047	0,036	0,036	0,036	0,036
Hemicell®	-	0,030	0,030	0,030	-	0,030	0,030	0,030
Enraseen® 80 ⁵	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
	Composição calculada (%)							
Energia bruta, kcal/kg	4.111	3.947	3.961	3.942	4.073	4.094	4.017	3.978
EM (kcal/kg) ²	3.260	3.230	3.215	3.200	3.310	3.280	3.265	3.250
Amido	42,96	42,96	42,96	42,96	44,24	44,24	44,24	44,24
Proteína bruta	17,50	17,50	17,50	17,50	16,44	16,44	16,44	16,44
Lisina digestível	1,100	1,100	1,100	1,100	1,033	1,033	1,033	1,033
Met. + Cist. digestível ³	0,650	0,650	0,650	0,650	0,609	0,609	0,609	0,609
Treonina	0,715	0,715	0,715	0,715	0,671	0,671	0,671	0,671
Triptofano	0,231	0,231	0,231	0,231	0,207	0,207	0,207	0,207
Valina	0,798	6,740	0,798	6,740	0,713	0,713	0,713	0,713
Cálcio	0,769	0,769	0,769	0,769	0,660	0,660	0,660	0,660
Fibra bruta	3,257	3,257	3,257	3,257	3,184	3,184	3,184	3,184
Fósforo disponível	0,380	0,380	0,380	0,380	0,326	0,326	0,326	0,326
Sódio	0,190	0,190	0,190	0,190	0,176	0,176	0,176	0,176

¹DR: dieta referência; DR₇₀, DR₈₅ e DR₁₀₀: DR com adição de 300 g de β -mananase/t de dieta com valorização de 30, 45 e 60 kcal de EM/kg de dieta, respectivamente, todos com valorização pela xilanase de 40 kcal de EM/kg de dieta; ²Energia metabolizável; ³Metionina + Cisteína; ⁴Níveis nutricionais por kg de Premix mineral vitamínico em mg: Mn: 5.400; Zn: 13.500; Fe: 10.500; Cu: 2.100; I: 150; Se: 90; Vitaminas em UI: A: 900.000, D₃: 180.000, E: 3.000; Vitaminas em mg: K₃: 270, B₁: 120, B₂: 570, B₆: 120, B₁₂: 0,0021, Niacina: 3.000, Ácido Pantotênico: 1.950, Ácido Fólico: 75, Fitase: 166,66 U/g, Xilanase: 333,33 U/g, Enramicina: 1.666 mg; ⁵Recomendação de 62,5 a 125 g/t de Enraseen® 80, equivalente a 5 a 10 ppm de enramicina.

Tabela 4. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais com e sem β -mananase para suínos em terminação, na base da matéria natural

Ingredientes	Dietas experimentais ¹							
	Terminação I				Terminação II			
	DR	DR ₇₀	DR ₈₅	DR ₁₀₀	DR	DR ₇₀	DR ₈₅	DR ₁₀₀
Milho grão 7,86%	79,35	79,35	79,35	79,35	90,67	90,67	90,67	90,67
Farelo de soja 45,4%	16,24	16,24	16,24	16,24	4,77	4,77	4,77	4,77
Fosfato bicálcico	1,234	1,234	1,234	1,234	0,972	0,972	0,972	0,972
Calcário calcítico	0,529	0,529	0,529	0,529	0,455	0,455	0,455	0,455
Caulim	-	0,332	0,513	0,694	0,591	0,923	1,104	1,285
Óleo de soja	1,036	0,6743	0,494	0,312	0,724	0,362	0,191	-
Sulfato lisina 54,6%	0,572	0,572	0,572	0,572	0,715	0,715	0,715	0,715
Sal comum	0,387	0,387	0,387	0,387	0,372	0,372	0,372	0,372
PMV ⁴	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
L-Treonina 96,8%	0,155	0,155	0,155	0,155	0,183	0,183	0,183	0,183
DL-Metionina 99,5%	0,123	0,123	0,123	0,123	0,101	0,101	0,101	0,101
L-Valina 95,5%	0,027	0,027	0,027	0,027	0,088	0,088	0,088	0,088
L-Triptofano 99%	0,039	0,039	0,039	0,039	0,059	0,059	0,059	0,059
Hemicell®	-	0,030	0,030	0,030	-	0,030	0,030	0,030
Enraseen® 80 ⁵	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Composição calculada (%)								
Energia bruta, kcal/kg	4.060	4.000	3.969	3.942	3.927	3.934	4.136	3.954
EM (kcal/kg) ²	3.310	3.280	3.265	3.250	3.310	3.280	3.265	3.250
Proteína bruta	14,20	14,20	14,20	14,20	9,96	9,96	9,96	9,96
Lisina digestível	0,898	0,898	0,898	0,898	0,697	0,697	0,697	0,697
Met. + Cist. dig. ³	0,539	0,539	0,539	0,539	0,418	0,418	0,418	0,418
Treonina	0,584	0,584	0,584	0,584	0,453	0,453	0,453	0,453
Triptofano	0,180	0,180	0,180	0,180	0,139	0,139	0,139	0,139
Valina	0,620	0,620	0,620	0,620	0,481	0,481	0,481	0,481
Cálcio	0,573	0,573	0,573	0,573	0,444	0,444	0,444	0,444
Fósforo disponível	0,283	0,283	0,283	0,283	0,216	0,216	0,216	0,216
Sódio	0,165	0,165	0,165	0,165	0,158	0,158	0,158	0,158

¹DR: dieta referência; DR₇₀, DR₈₅ e DR₁₀₀: DR com adição de 300 g de β -mananase/t de dieta com valorização de 30, 45 e 60 kcal de EM/kg de dieta, respectivamente, todos com valorização pela xilanase de 40 kcal de EM/kg de dieta; ²Energia metabolizável; ³Metionina + Cisteína digestível; ⁴Níveis nutricionais por kg de Premix mineral vitamínico em mg: Mn: 5.400; Zn: 13.500, Fe: 10.500, Cu: 2.100, I: 150, Se: 90; Vitaminas em UI: A: 900.000, D₃: 180.000, E: 3.000; Vitaminas em mg: K₃: 270, B₁: 120, B₂: 570, B₆: 120, B₁₂: 0,0021, Niacina: 3.000, Ácido Pantotênico: 1.950, Ácido Fólico: 75, Fitase: 166,66 U/g, Xilanase: 333,33 U/g, Enramicina: 1.666 mg; ⁵Recomendação de 62,5 a 125 g/t de Enraseen® 80, equivalente a 5 a 10 ppm de enramicina.

A enzima β -mananase (Elanco Animal Health, Inc., São Paulo, SP, Brasil; registro SP-59122 30011, HemicellTM HT®) utilizada foi obtida pela fermentação da bactéria *Paenibacillus lentus*, em que uma unidade (U) de β -mananase ativa libera 0,72 mcg de açúcares redutores, equivalentes a D-manose, por minuto a 40 °C e pH = 7,5.

Em ambos os experimentos, todos os animais foram imunizados anti-GnRF com duas doses da vacina comercial Vivax®. A primeira e a segunda doses foram aplicadas nas fases de

crescimento II, entre o 35º e o 37º dia experimental, e de terminação I, entre o 67º e o 69º dia de experimentação, respectivamente.

Os registros comportamentais dos suínos classificados em normal (ato de beber, comer, ficar em pé, deitar-se, dormir e ficar em ócio) e social (ato de interagir com o companheiro da baia adjacente) foram obtidos com o auxílio de câmeras de vídeo em circuito fechado (marca Intelbras, modelo HD Dvr SC-Brasil). As câmeras foram instaladas na parte superior do galpão e conectadas a um DVR (Intelbras, modelo Stand Alone, São José, Santa Catarina, Brasil). Os comportamentos foram continuamente monitorados por um período de 12 horas (7:00h a 19:00h), durante a metade e o final das fases de crescimento I e II e terminação I e II de ambos os experimentos. Os vídeos foram armazenados em HD externo e posteriormente avaliados utilizando-se de um intervalo amostral de dez minutos para mensurar a frequência com que cada animal explorou determinado comportamento (MARTIN; BATESON, 1986).

As variáveis avaliadas em ambos os experimentos foram: proporção ou frequência observada (%) do comportamento suíno de ficar em pé (em pé e em movimento no interior da baia), deitado (em repouso com o tronco apoiado no chão), ocioso (parado sem ação durante determinado tempo), comendo (com a cabeça junto ao comedouro), bebendo (acionando o bebedouro), dormindo (deitado totalmente no chão e imóvel por um tempo) e interagindo (brincando com o suíno da baia ao lado ou com o bebedouro) (SOUZA DA SILVA et al., 2014).

No primeiro experimento, foram ajustados modelos lineares generalizados mistos (GLIMMIX) aos dados binários por meio da distribuição binomial, em que os valores zero (0) e um (1) representaram a ausência e a presença do atributo comportamental, respectivamente.

Os efeitos da parte fixa do GLIMMIX ajustado foram descritos por: $Y_{ijkl} = \mu + ENZ_i + EM_j + PER_k + ENZ*EM_{ij} + ENZ*PER_{ik} + EM*PER_{jk} + ENZ*EM*PER_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$, em que: μ é o efeito associado à média geral; ENZ_i é o efeito associado a i -ésima classe de enzima, para $i = (1 \text{ e } 2)$; EM_j é o efeito associado ao j -ésimo nível de redução de energia metabolizável, para $j = (1, 2 \text{ e } 3)$; PER_k é o efeito das classes de período, para $k = 1 \text{ e } 2$; $ENZ*EM_{ij}$, $ENZ*PER_{ik}$, $EM*PER_{jk}$ são os efeitos das interações duplas; $ENZ*EM*PER_{ijk}$ é o efeito da interação tripla e ε_{ijk} são os erros aleatórios associados a cada observação, normais, independentes e identicamente distribuídos. Para a parte aleatória do modelo foram incluídos os efeitos das quatro avaliações diárias e de minutos hierarquizados nas horas (min/hora), caracterizando as mensurações repetidas nas parcelas experimentais.

No segundo experimento, modelos lineares generalizados (MLG) com função de ligação logit expressa por $g(\mu) = \ln(\mu/1-\mu)$ foram utilizados para modelagem dos dados binários das

variáveis comportamentais de suínos. Os parâmetros dos MLG foram estimados por meio do método da máxima verossimilhança, por maximização da função de log-verossimilhança, utilizando-se de equações de estimação generalizadas (EEG), as quais incorporaram a estrutura de correlação entre observações mensuradas no decorrer do tempo em horas, hierarquizadas nos tempos em dias, caracterizando medidas repetidas na unidade experimental (suíno).

O MLG binomial utilizado foi representado por porção sistemática $\eta = g(\mu) = \mu + \beta M_i + \text{PER}_j + \beta M^*P_{ij} + \text{Bl}_k$, em que μ é o efeito da média geral, βM_i é o efeito dos níveis de valorização da β -mananase ($i = 1, 2, 3$ e 4), PER_j é o efeito das classes de período ($j = 1$ e 2), βM^*P_{ij} é o efeito de interação entre os níveis de valorização da β -mananase e as classes de período, e Bl_k é o efeito dos blocos.

O critério de qualidade de ajuste do MLG binomial aos dados observados de comportamento dos suínos se baseou na comparação do valor de *deviance* (D) com os percentis da distribuição de qui-quadrado $\chi^2_{n-p}(\alpha/2; \text{bilateral})$, em que $n - p =$ graus de liberdade residual. O parâmetro de dispersão foi ajustado, por correção dos erros-padrão, quando detectadas a subdispersão ($D \leq \chi^2_{n-p}(\frac{\alpha}{2} \text{ bilateral à esquerda})$) ou a sobredispersão ($D \geq \chi^2_{n-p}(\frac{\alpha}{2} \text{ bilateral à direita})$). Para teste da hipótese de nulidade: não ocorre subdispersão ou sobredispersão, utilizando-se modelos quasi-binomial e de quasi-verossimilhança, respectivamente (SAS, 2022).

Os efeitos de interação entre enzima e valorização da energia metabolizável (ENZ*EM) e dos efeitos incluídos no modelo estatístico do primeiro experimento, e os efeitos de β -mananase (βM), período (PER), interação (I) e de blocos sobre as variáveis comportamentais dos suínos no segundo experimento foram verificados na análise do tipo III e na análise EEG do tipo III, respectivamente. Após constatada significância ($P \leq \alpha$) nesta análise, as proporções estimadas associadas aos efeitos de ENZ*EM, e de βM , PER e I foram comparadas pelo teste da diferença entre médias de quadrados mínimos (*lsmeans*), utilizando-se das estatísticas t e de qui-quadrado (χ^2), respectivamente. Em ambos os experimentos os resultados foram expressos por proporções observadas.

O nível de significância de 0,05 foi adotado em todos os testes de hipóteses. As análises estatísticas foram efetuadas utilizando-se o SAS Studio software (SAS, 2022).

3.3 Resultados e discussão

No primeiro experimento, a temperatura do ar média foi de 26,91 (0,23) °C e a umidade relativa (UR) do ar média de 59,79 (0,90) %. Houve efeito ($P < 0,05$) de interação tripla entre enzima (ENZ) e redução de energia metabolizável (EM) e período (PER) sobre os comportamentos de dormir e interagir dos suínos em fase de crescimento I (Tabela 5). Embora os efeitos simples de ENZ, EM e de interação tripla tenham sido incluídos no modelo estatístico, o nível de detalhamento adequado para o presente estudo foi expresso pelos efeitos das interações duplas ENZ*EM, ENZ*PER e EM*PER.

Houve efeito de interação entre ENZ e redução de EM na dieta nos comportamentos de ficar em pé ($P = 0,0435$), em ócio ($P = 0,0297$), de dormir ($P = 0,0187$) e de interagir ($P = 0,0005$) dos suínos em fase de crescimento I, e nos comportamentos de ficar em pé ($P = 0,0282$), de deitar-se ($P = 0,0059$), de comer ($P = 4,30 \times 10^{-6}$) e de interagir ($P = 0,0491$) dos suínos em fase de crescimento II. Não houve efeito ($P > 0,05$) de ENZ*EM sobre as demais variáveis nas fases de crescimento I e II (Tabela 5).

Tabela 5. Valores de probabilidade de significância para os efeitos do modelo e médias observadas para a interação entre enzima e energia metabolizável, e de período no comportamento de suínos na fase de crescimento

Variáveis	Fatorial ¹						Período ²			P ³					
	Sem enzima			Com enzima			M	T	ENZ	EM	PER	ENZ*EM	ENZ*PER	EM*PER	TRI
	EM ₀	EM ₅₀	EM ₁₀₀	EM ₀	EM ₅₀	EM ₁₀₀									
Fase de crescimento I (25,81 a 50,47 kg, 0 a 28 dias de experimentação)															
Pé	20,21	19,37	21,28 ^A	21,72	20,06	18,59 ^B	16,43 ^b	24,09 ^a	0,8173	0,3102	5,48×10 ⁻¹⁴	0,0435	0,8094	0,2673	0,5289
Deitado	77,59	78,86	76,66	75,64	77,50	78,86	81,77 ^a	73,15 ^b	0,6447	0,2700	0,0002	0,0889	0,9595	0,1852	0,3889
Ócio	24,85 ^b	21,87 ^{Bc}	28,23 ^a	27,30	27,25 ^A	28,03	20,88 ^b	31,78 ^a	0,0199	0,0101	9,87×10 ⁻⁶	0,0297	0,2831	0,6416	0,0676
Comendo	11,84	10,62	11,11	10,37	9,93	10,91	9,06 ^b	12,58 ^a	0,2274	0,4678	0,0006	0,6073	0,8111	0,5153	0,7392
Bebendo	1,42	1,32	1,03	1,52	0,98	1,13	0,90 ^b	1,57 ^a	0,7385	0,3296	0,0334	0,5884	0,6970	0,1981	0,5526
Dormindo	59,25 ^b	63,94 ^{aA}	56,85 ^b	58,61	58,81 ^B	58,17	66,68 ^a	51,65 ^b	0,1286	0,0090	8,76×10 ⁻⁵	0,0187	0,3129	0,1079	0,0119
Interagindo	3,18	2,50 ^B	3,08 ^A	3,18 ^a	3,72 ^{Aa}	2,25 ^{Bb}	2,70	3,27	0,7920	0,1250	0,0541	0,0005	0,6960	0,2991	0,0016
Fase de crescimento II (50,47 a 69,93 kg, 28 a 46 dias de experimentação)															
Pé	19,47 ^a	18,00 ^{bB}	18,98 ^{ab}	18,69 ^a	20,74 ^{aA}	16,73 ^b	15,67 ^b	21,96 ^a	0,5776	0,0240	0,0007	0,0282	0,7887	0,0747	0,1637
Deitado	77,50 ^b	79,26 ^{aA}	74,66 ^{bB}	78,28 ^{ab}	75,93 ^{bB}	79,26 ^{aA}	81,82 ^a	73,02 ^b	0,209	0,5127	0,0003	0,0059	0,7664	0,0686	0,2527
Ócio	23,87	22,11	27,40	24,27	20,06	22,99	20,11 ^b	26,88 ^a	0,0185	5,93×10 ⁻⁵	1,60×10 ⁻²⁹	0,8206	0,0756	0,4444	0,2278
Comendo	13,31 ^{aA}	11,06 ^{bB}	10,86 ^b	9,30 ^{bB}	12,62 ^{aA}	10,57 ^b	9,88 ^b	12,73 ^a	0,5199	0,1378	1,37×10 ⁻⁵	4,30×10 ⁻⁶	0,4449	0,0783	0,9970
Bebendo	1,86	2,45	2,05	2,84	1,96	1,86	1,25 ^b	3,11 ^a	0,4856	0,2392	1,05×10 ⁻⁹	0,0978	0,4950	0,4777	0,0551
Dormindo	60,08	63,60	58,41	62,62	63,99	63,70	68,21 ^a	55,75 ^b	0,0136	0,0024	4,03×10 ⁻¹⁶	0,0973	0,0254	0,0323	0,2060
Interagindo	1,08	1,22	1,76	1,37 ^{ab}	1,71 ^a	1,03 ^b	0,97 ^b	1,77 ^a	0,9676	0,5159	0,0001	0,0491	0,8762	0,1602	0,8657

¹EM₀, EM₅₀ e EM₁₀₀: dieta referência (DR) com redução de 0, 50 e 100 kcal de EM/kg de dieta, respectivamente; Com enzima: DR + 100 g de α -amilase/t de dieta; ²M: período matutino (7:00 às 12:00h); T: período vespertino (12:10 às 19:00h); ³P: Probabilidade de significância do teste de qui-quadrado da análise do tipo III; ENZ: enzima; EM: energia metabolizável; PER: período; ENZ*EM: interação entre ENZ e EM; ENZ*PER: interação entre ENZ e PER; EM*PER: interação entre EM e PER; TRI: interação tripla entre ENZ*EM*PER; Médias seguidas por letras minúsculas diferentes para o efeito de EM/ENZ e maiúsculas diferentes para o efeito de ENZ/EM diferem entre si pelo teste da diferença entre *lsmeans*, ao nível de 5% de probabilidade.

Durante o experimento I não foram observados problemas de saúde importantes nos suínos nas fases de crescimento e terminação, não tendo a necessidade de remoção de animais das baias para eventual tratamento; portanto, o status sanitário do rebanho não impactou no comportamento dos suínos durante o experimento.

Suínos alimentados com dietas com enzima (CE) apresentaram maior frequência nos comportamentos de permanecer em ócio e interagir na fase de crescimento I, e de ficar em pé e comer na fase de crescimento II, do que os suínos alimentados com dietas sem enzima (SE), considerando a redução de 50 kcal de EM/kg de dieta (EM₅₀). Para o comportamento de dormir observou-se uma inversão na fase de crescimento I, os suínos que receberam a dieta SE apresentaram maior proporção em relação ao grupo CE/EM₅₀. Esses resultados mostraram que a inclusão de enzima alfa-amilase promove aumento da frequência de comportamentos ativos, desde que se reduza em 50 kcal de EM/kg de dieta.

Rupolo et al. (2022) realizaram estudos de digestibilidade aparente total e absorção nitrogênio utilizando os mesmos tratamentos do presente estudo e verificaram que a α -amilase incrementou o valor nutricional das dietas com redução de EM e suportou o desempenho dos suínos durante as fases de crescimento e terminação. O comportamento alimentar e o consumo tendem a aumentar em dietas com redução de energia quando suplementadas com enzimas, resultados que entram em concordância com o presente estudo.

Os animais que receberam a dieta SE apresentaram maior proporção no comportamento de ficar em pé e interagir na fase de crescimento I do que os alimentados com a dieta CE, considerando uma redução 100 kcal de EM/kg de dieta (EM₁₀₀). Para o comportamento de deitar houve uma troca nas proporções, ou seja, os suínos que receberam a dieta CE apresentaram maior proporção em relação ao grupo SE/EM₁₀₀.

Na fase de crescimento II os animais que receberam dieta SE obtiveram maior média do comportamento de comer do que os animais que receberam dieta CE, dado o nível zero de redução de EM (EM₀). O resultado indicou que a inclusão de enzima em dietas sem redução energética não favoreceu a busca de alimento no comedouro. A energia é o principal fator que impulsiona o consumo de ração em suínos, os nutrientes e seus metabólitos regulam a ingestão de alimentos a curto e longo prazos, por meio de secreções endócrinas diretas ou indiretas que interagem com processos. A digestão de carboidratos, gorduras e proteínas afeta diretamente a liberação de hormônios do trato gastrointestinal e pâncreas, regulando a ingestão de alimentos (LI; PATIENCE, 2017).

Quando estudado o efeito hierárquico de redução de EM dada a inclusão de α -amilase, na fase de crescimento II, foi observado que os suínos alimentados com dieta EM₅₀ apresentaram

maior proporção de idas ao comedouros do que os suínos alimentados com as dietas EM₀ e EM₁₀₀. A mesma tendência nas proporções foi observada para os comportamentos dos suínos de interagir na fase I e de ficar em pé na fase II, em que maiores valores médios foram verificados para suínos alimentados com dietas EM₀ e EM₅₀ em relação aos alimentados com dietas EM₁₀₀.

De modo geral, pode-se constatar que a utilização de dietas com redução de 50 kcal de EM/kg de dieta promoveu um melhor resultado, corroborando com a interpretação dos resultados do efeito hierárquico de enzima dada a redução dos níveis de EM. A utilização da enzima α -amilase compensou a redução de EM da dieta de suínos em fase de crescimento, resultados estes também observados por Rupolo et al. (2022), cujos efeitos da adição da enzima α -amilase e os testes apontaram melhora na digestibilidade aparente do trato total, mantendo o desempenho zootécnico dos suínos com as dietas reduzidas de EM, sem afetar negativamente variáveis como ganho de peso médio e conversão alimentar.

Para o efeito hierárquico de período em cada classe de enzima, na fase de crescimento II, observou-se maior porcentagem ($P < 0,05$) de suínos dormindo no período da manhã do que no período da tarde, considerando as dietas sem enzima (SE) e com enzima (CE). Os valores médios foram de 68,34 (manhã) e 53,67% (tarde) para PER/SE, e de 68,56 (manhã) e 57,80% (tarde) para PER/CE.

Houve efeito de interação entre enzima (ENZ) e redução de energia metabolizável (EM) na dieta nos comportamentos de ficar deitado ($P = 0,0335$) e de interagir ($P = 0,0148$) dos suínos em fase de terminação I, e nos comportamentos de ficar em pé ($P = 0,0094$), comer ($P = 0,0425$), beber ($P = 0,0100$) e de dormir ($P = 0,0380$) dos suínos em fase de terminação II. Não houve efeito ($P > 0,05$) de ENZ*EM sobre as demais variáveis nas fases de terminação I e II (Tabela 6).

Tabela 6. Valores de probabilidade de significância para os efeitos do modelo e médias observadas para a interação entre enzima e energia metabolizável, e de período no comportamento de suínos na fase de terminação

Variáveis	Fatorial ¹						Período ²			P ³					
	Sem enzima			Com enzima			M	T	ENZ	EM	PER	ENZ*EM	ENZ*PER	EM*PER	TRI
	EM ₀	EM ₅₀	EM ₁₀₀	EM ₀	EM ₅₀	EM ₁₀₀									
Fase de terminação I (69,93 a 100,21 kg, 46 a 70 dias de experimentação)															
Pé	18,49	16,44	16,14	17,17	16,98	15,41	13,84 ^b	19,79 ^a	0,5623	0,0262	2,91×10 ⁻¹⁹	0,4783	0,2419	0,2372	0,7604
Deitado	78,72 ^b	81,51 ^a	80,14 ^{ab}	80,68 ^{ab}	79,75 ^b	82,05 ^a	84,36 ^a	76,47 ^b	0,3954	0,1312	2,81×10 ⁻¹⁴	0,0335	0,3520	0,0980	0,3587
Ócio	21,62	20,45	24,07	24,07	25,00	25,73	17,70 ^b	29,45 ^a	0,0002	0,0512	1,12×10 ⁻⁵¹	0,2050	0,9624	0,3195	0,1512
Comendo	12,18	9,44	10,08	9,88	9,34	9,83	9,04 ^b	11,24 ^a	0,1387	0,0612	0,0093	0,1637	0,6853	0,7057	0,3426
Bebendo	1,96	1,61	2,20	2,25	1,86	1,76	1,09 ^b	2,81 ^a	0,3867	0,4546	3,93×10 ⁻¹¹	0,9270	0,1786	0,0647	0,4633
Dormindo	65,41	68,88	64,38	64,48	64,33	63,26	72,33 ^a	57,72 ^b	0,0347	0,0546	7,95×10 ⁻⁵	0,1259	0,6358	0,1421	0,1117
Interagindo	0,294 ^b	0,489 ^b	1,027 ^{aA}	0,538	0,538	0,391 ^B	0,515	0,579	0,6743	0,1683	0,3065	0,0148	0,7942	0,1583	-
Fase de terminação II (100,21 a 123,71 kg, 70 a 88 dias de experimentação)															
Pé	18,54 ^{aA}	15,80 ^b	14,48 ^b	14,68 ^B	16,39	14,63	13,61 ^b	17,96 ^a	0,1330	0,0294	1,12×10 ⁻¹¹	0,0094	0,7446	0,3584	0,5813
Deitado	79,89	81,51	82,53	83,07	81,26	83,41	84,99 ^a	78,82 ^b	0,1252	0,0917	0,0007	0,0927	0,2926	0,4178	0,2643
Ócio	17,76	16,14	17,86	18,98	19,67	17,51	12,23 ^b	23,91 ^a	0,0381	0,3895	0,0001	0,1703	0,0649	0,0049	0,9237
Comendo	13,16 ^{aA}	10,71 ^b	10,32 ^b	10,27 ^B	11,11	10,13	10,60	11,31	0,1341	0,1099	0,0798	0,0425	0,8517	0,9428	0,2557
Bebendo	0,783 ^{bB}	1,86 ^a	1,61 ^a	1,81 ^A	1,13	1,22	1,03	1,79	0,6371	0,6679	0,0529	0,0100	0,1805	0,2479	-
Dormindo	68,79 ^b	72,50 ^{aA}	71,33 ^{ab}	69,91 ^{ab}	68,59 ^{bB}	71,92 ^a	76,71 ^a	64,14 ^b	0,3007	0,0646	9,02×10 ⁻⁵	0,0380	0,1826	0,0091	0,5282
Interagindo	0,147	0,245	0,147	0,342	0,245	0,098	0,097 ^b	0,314 ^a	0,8981	0,4340	0,0156	0,5111	0,7409	-	-

¹EM₀, EM₅₀ e EM₁₀₀: dieta referência (DR) com redução de 0, 50 e 100 kcal de EM/kg de dieta, respectivamente; Com amilase: DR + 100 g de α-amilase/t de dieta; ²M: matutino (7:00 às 12:00h); T: vespertino (12:10 às 19:00h); ³P: Probabilidade de significância do teste de qui-quadrado da análise do tipo III; ENZ: enzima; EM: energia metabolizável; PER: período; ENZ*EM: interação entre ENZ e EM; ENZ*PER: interação entre ENZ e PER; EM*PER: interação entre EM e PER; TRI: interação tripla entre EN*EM*PER; Médias seguidas por letras minúsculas diferentes para o efeito de EM/ENZ e maiúsculas diferentes para o efeito de ENZ/EM diferem entre si pelo teste da diferença entre *lsmeans*, ao nível de 5% de probabilidade.

Suínos em fase de terminação II que receberam ração sem enzima (SE) apresentaram maior proporção ($P < 0,05$) no comportamento de ficar em pé e de comer do que os alimentados com ração com enzima (CE), considerando dietas sem redução de energia metabolizável (EM_0). Nessas mesmas condições, houve maior frequência no comportamento de beber para suínos que receberam ração CE em relação àqueles alimentados com ração SE (Tabela 6).

Foram registradas maiores frequências nos comportamentos dos suínos de interagirem, na fase de terminação I, e de dormirem, na fase de terminação II, quando esses consumiram dietas SE, dadas as reduções de 100 e 50 kcal de EM/kg de ração, respectivamente (Tabela 6).

Observou-se uma maior proporção nos comportamentos de deitar-se, na terminação I, e de dormir, na fase de terminação II, para suínos que receberam ração com redução de 50 kcal de EM/kg de ração em relação aos animais alimentados com ração sem redução energética, considerando ração sem inclusão da enzima amilase (SE) (Tabela 6).

De outro modo, maiores proporções nos comportamentos de ficar em pé e comer foram observadas para suínos em terminação II do grupo referência (EM_0) em relação aos suínos que receberam ração com redução de 50 e 100 kcal de EM/kg (Tabela 6). Esses achados mostraram que o melhor resultado comportamental foi obtido para suínos alimentados com dietas sem redução de energia, desde que a enzima amilase não seja incluída na dieta, demonstrando que o conteúdo energético de 3.300 kcal de EM/kg de dieta (ROSTAGNO et al., 2017) utilizado na formulação atendeu à exigência nutricional de EM dos suínos durante a fase de terminação.

No contexto de inclusão de α -amilase na dieta, menores proporções na postura de deitar-se, na terminação I, e de dormir, na terminação II, foram obtidas por suínos alimentados com redução de 50 kcal de EM/kg de ração em relação àqueles que receberam a dieta com o maior nível de redução energética (EM_{100}), ou seja, menores proporções de comportamentos passivos foram obtidas por suínos que ingeriram a dieta EM_{50} (Tabela 6). Esses resultados sugeriram que uma redução energética de até 50 kcal de EM/kg de ração pode promover redução da frequência desses comportamentos, ao se utilizar a enzima amilase nas dietas.

Em concordância parcial com os resultados obtidos na fase de crescimento, referente ao efeito hierárquico de EM/ENZ, e considerando os critérios de maior proporção para comportamentos ativos (comer, interagir, beber e ficar em pé) e menor proporção para comportamentos passivos (deitar-se, em ócio e dormir), os melhores resultados foram obtidos para os suínos que receberam uma redução de 50 kcal de EM/kg de ração em relação aos suínos que consumiram a dieta EM_{100} .

Não houve efeito de interação entre ENZ*PER nas variáveis comportamentais dos suínos em fase de terminação. Para o efeito hierárquico de período em cada nível de redução de energia

metabolizável (0, 50 e 100 kcal/kg de ração), nas fases de crescimento II e terminação II, houve maior proporção ($P < 0,05$) do comportamento de dormir no período da manhã em relação ao período da tarde (Tabelas 5 e 6). Na avaliação do comportamento, normalmente os animais permanecem mais ativos (comendo, bebendo, em pé, explorando e interação) no período da tarde e menos ativos (dormindo) no período da manhã (PAIANO et al., 2007), corroborando os resultados do presente estudo. Os maiores valores para a postura deitado, observados nas fases de terminação quando comparados aos das fases de crescimento, podem estar associados ao aumento da massa e peso corporal dos animais, dificultando sua locomoção no ambiente.

Para o efeito hierárquico supracitado, a maior proporção ($P < 0,05$) de ócio foi obtida pelos suínos no período vespertino em relação ao matutino, na fase de terminação II (Tabela 6).

Houve efeito ($P < 0,05$) de período sobre todas as variáveis comportamentais, à exceção do comportamento dos suínos de interagir, nas fases de crescimento I e terminação I, e de comer e beber na fase de terminação II (Tabelas 5 e 6). Maiores proporções de comportamentos de dormir e de deitar-se foram observados no período matutino para todas as fases. Contudo, maiores frequências de ficarem em pé e em ócio dos suínos foram observadas no período vespertino, para as fases de crescimento e terminação. Estes resultados no presente estudo podem estar relacionados principalmente a uma variação normal individual dos suínos, afetados pelas condições ambientais, pela interação com o próprio ambiente e pelo próprio comportamento exploratório (MASSARI et al., 2015; CROSS et al., 2020).

O mesmo padrão comparativo para os comportamentos de comer e beber foi notado a favor dos suínos durante o período vespertino em relação aos suínos em período matutino, nas fases de crescimento e de terminação I (Tabelas 5 e 6). Uma tendência ($P = 0,0798$ e $P = 0,0529$) para uma maior proporção desses dois comportamentos no período vespertino em relação ao matutino foi observada na fase de terminação II (Tabela 6).

No segundo experimento, houve uma tendência para o efeito de valorização da enzima (VE) sobre o comportamento de dormir ($P = 0,0673$) e efeito de período do dia no comportamento de beber ($P = 0,0110$) dos suínos em fase de crescimento I. Não foi verificado efeito ($P > 0,05$) de VE, período e interação sobre as demais variáveis (Tabela 7).

Tabela 7. Comparação entre proporções observadas (%) de variáveis comportamentais de suínos nas fases de crescimento I e II de acordo com o efeito simples de valoração energética (VE) da enzima β -mananase na dieta referência (DR) e período

Variável	VE ¹				Período (PER)		P ²		
	DR	DR ₇₀	DR ₈₅	DR ₁₀₀	M	V	VE	PER	VE*PER
Crescimento I									
Pé	21,58	22,19	21,44	22,95	21,01	23,09	0,4601	0,5802	0,7613
Deitado	77,12	76,71	77,67	76,16	77,87	75,94	0,5311	0,6176	0,5732
Ócio	34,52	31,30	31,71	31,23	30,98	33,44	0,1716	0,6214	0,1681
Comendo	10,96	11,10	11,16	12,12	11,01	11,67	0,5818	0,7662	0,3444
Bebendo	1,85	1,58	1,10	1,10	0,95 ^b	1,88 ^a	0,1314	0,0110	0,3833
Dormindo	44,45 ^b	47,26 ^{ab}	47,67 ^a	46,10 ^{ab}	48,61	44,06	0,0673	0,5742	0,2495
Interagindo	7,95	8,49	8,15	9,18	8,04	8,85	0,2635	0,6843	0,7537
Crescimento II									
Pé	18,84	22,33	19,52	20,55	17,53	23,16	0,2944	0,0998	0,3157
Deitado	80,62	77,33	79,93	78,70	82,16	76,04	0,2932	0,0871	0,2807
Ócio	28,56 ^a	21,85 ^b	23,84 ^b	24,59 ^b	20,14 ^b	29,41 ^a	0,0105	0,0464	0,3641
Comendo	10,62	12,33	11,30	12,47	10,44	12,95	0,4571	0,2905	0,5874
Bebendo	1,78	1,71	1,44	1,64	1,28	2,01	0,8517	0,0768	0,6817
Dormindo	52,74	55,75	56,58	54,18	62,40 ^a	47,01 ^b	0,1802	0,0316	0,3519
Interagindo	5,89	7,95	6,44	6,64	5,64	7,85	0,1696	0,1493	0,3050

¹VE: valorização energética da(s) enzima(s) (kcal de EM/kg de dieta); DR: dieta referência com 400 g de xilanase/t de dieta com VE de 40 kcal de EM/kg de dieta; DR₇₀, DR₈₅ e DR₁₀₀: DR com adição de 300 g de β -mananase/t de dieta com VE proveniente de β -mananase de 30, 45 e 60 kcal de EM/kg de dieta, respectivamente, todos com VE pela xilanase de 40 kcal de EM/kg de dieta; M: matutino (7:00h às 12:00h); V: vespertino (12h10min às 19:00h); ²Probabilidade de significância do teste de qui-quadrado da análise GEE do tipo III; Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste da diferença entre médias de quadrados mínimos, para o efeito simples de VE, e pelo teste de qui-quadrado da análise GEE do tipo III, para o efeito simples de período, ao nível de 5% de probabilidade.

A maior frequência de busca ao bebedouro no período vespertino (Tabela 7) pode ter sido causada pelo maior consumo hídrico. O comportamento dos animais foi observado por dois dias (12 horas/dia), sendo que pelos dados médios de temperatura entre períodos, considerando os dois dias, o período vespertino apresentou média de 22,8 °C, enquanto o período matutino apresentou temperatura média de 15,8 °C, uma diferença de 7 °C, ou seja, houve uma influência importante da temperatura ambiente no efeito de período. Portanto, a busca ao bebedouro não esteve relacionada ao desconforto térmico dos animais durante a fase de crescimento I. Pode-se constatar também que as médias de umidade relativa ficaram com valores bem próximos.

Na fase de crescimento I, os suínos alimentados com a ração DR₈₅ apresentaram maior frequência do comportamento de dormir comparado aos suínos que receberam a dieta referência (DR). O resultado significativo não ocorreu para o contraste entre DR₇₀ × DR, embora a probabilidade de significância tenha sido um pouco maior do que o erro alfa adotado (P = 0,0723). Não foi possível informar o porquê dos suínos alimentados com dieta contendo maior dosagem de VE não apresentarem uma maior frequência no comportamento de dormir em relação aos suínos que receberam a DR. De acordo com os resultados obtidos, suínos em fase

de crescimento I alimentados com dietas com valorização de até 45 kcal (DR₈₅) de β -mananase apresentaram os melhores resultados (Tabela 7).

Na fase de crescimento II, houve efeito ($P < 0,05$) de valoração da enzima (VE) β -mananase sobre o comportamento de ócio, e de período do dia ($P < 0,05$) no comportamento de ficar em ócio e de dormir em suínos. Não foi verificado efeito ($P > 0,05$) de VE, período e interação sobre as demais variáveis (Tabela 7).

De modo geral, os suínos em crescimento II alimentados com dietas contendo as enzimas β -mananase e xilanase, e com redução energética total de 70, 85 e 100 kcal de EM/kg de dieta apresentaram menores proporções de ócio do que os suínos que receberam a dieta referência, sem inclusão de β -mananase, independente do período do dia (Tabela 7). Esses resultados indicaram um direcionamento da energia dos nutrientes do milho e do farelo de soja para a realização de outras atividades comportamentais, atribuído ao diferencial de valoração energética da enzima β -mananase nas dietas.

As referências climáticas para a fase de crescimento II mostraram que a temperatura média durante o período matutino foi de 12,1 °C, enquanto a média de temperatura no período vespertino foi de 22,8 °C, o que pode explicar a tendência ($P = 0,0871$) dos suínos apresentarem uma maior frequência de ficarem deitados (82,16%) pela manhã do que à tarde (76,04%) (Tabela 7), pois com o frio os animais permanecerem mais tempo deitados e sem atividade exploratória como forma de reter energia para manter a temperatura corporal (MASSARI et al., 2015; CROSS et al., 2020).

Em decorrência da baixa temperatura, o efeito de período do dia sobre o comportamento de ócio ($P = 0,0484$), mesmo não ocorrendo diferença significativa no comportamento de comer entre os grupos para o efeito de VE (Tabela 7), sugeriu uma necessidade dos animais de todos os grupos (DR, DR₇₀, DR₈₅, DR₁₀₀) consumirem ração para manutenção da temperatura corporal. Li e Patience (2017) mostraram que a alimentação adicional usada para suportar esta produção de calor extra é calculada a partir do modelo que se estima a eficiência do uso da energia dos nutrientes absorvidos para todas as funções corporais e do conteúdo de energia digestível da dieta.

A estimativa de alimentação extra que deve ser consumida para cada unidade (°C) abaixo do conforto térmico é de 25 e 39 g/dia para suínos em crescimento e terminação, respectivamente, enquanto o ganho médio diário é reduzido em 10 a 22 g/dia, mas a extensão em que esses parâmetros são afetados pode depender de outros fatores, como tamanho do grupo e características genótípicas do indivíduo (NYACHOTI et al., 2004).

Não houve efeito ($P > 0,05$) de valorização energética (VE), período e interação no comportamento de suínos em fase de terminação I (Tabela 8). No entanto, o valor de probabilidade de significância do efeito de VE sobre os atos de ficar em pé e de deitar-se se aproximaram ($P = 0,09$) do nível de significância adotado ($\alpha = 0,05$), o que pode sugerir uma possível tendência nos resultados, ou seja, há uma probabilidade de ocorrência de erro do tipo β (falso negativo) que não deve ser ignorada. Nesse contexto, observou-se que, numericamente, os suínos alimentados com a dieta referência (DR), sem VE proveniente de β -mananase, apresentaram menor frequência do comportamento de ficar em pé (15%) e uma maior proporção no deitar-se (82,81%) em relação aos suínos que receberam as dietas com VE pela enzima β -mananase (Tabela 8).

Tabela 8. Comparação entre proporções observadas (%) de variáveis comportamentais de suínos nas fases de terminação I e II de acordo com o efeito simples de valorização energética (VE) da enzima β -mananase na dieta referência (DR) e período

Variável	VE ¹				Período (PER) ²		P ³		VE*PER
	DR	DR ₇₀	DR ₈₅	DR ₁₀₀	M	V	VE	PER	
Terminação I									
Pé	15,00	18,22	17,40	17,67	16,05	18,13	0,0960	0,5840	0,8705
Deitado	82,81	79,38	79,38	79,59	81,76	78,78	0,0920	0,4839	0,6824
Ócio	26,64	23,97	22,67	23,42	20,27	28,19	0,1498	0,1266	0,3921
Comendo	9,32	10,96	10,89	11,58	10,71	10,66	0,1394	0,9829	0,9146
Bebendo	1,51	1,51	1,23	1,71	1,52	1,46	0,6720	0,9438	0,5588
Dormindo	56,64	56,10	58,36	57,12	62,40	51,56	0,5343	0,1776	0,1682
Interagindo	5,62	7,19	6,51	5,75	5,10	7,47	0,4570	0,1330	0,8045
Terminação II									
Pé	10,55 ^b	13,01 ^a	14,86 ^a	13,29 ^a	10,68 ^b	15,24 ^a	0,0073	0,0258	0,5291
Deitado	83,90 ^a	80,96 ^{ab}	79,32 ^b	82,05 ^a	85,00 ^a	78,02 ^b	0,0048	0,0293	0,4382
Ócio	28,84 ^a	24,45 ^b	24,52 ^b	28,84 ^a	19,09 ^b	34,44 ^a	0,0143	0,0018	0,8324
Comendo	7,53 ^b	9,59 ^a	9,73 ^a	9,32 ^{ab}	8,61	9,48	0,0650	0,6752	0,5913
Bebendo	2,26	2,26	2,26	1,44	1,25 ^b	2,88 ^a	0,2279	0,0096	0,8924
Dormindo	51,99	51,78	52,60	50,07	62,43 ^a	40,49 ^b	0,5775	0,0029	0,6088
Interagindo	4,66	6,85	6,44	5,27	3,65 ^b	8,02 ^a	0,0579	0,0105	0,9525

¹VE: valorização energética da(s) enzima(s) (kcal de EM/kg de dieta); DR: dieta referência com 400 g de xilanase/t de dieta com VE de 40 kcal de EM/kg de dieta; DR₇₀, DR₈₅ e DR₁₀₀: DR com adição de 300 g de β -mananase/t de dieta com VE proveniente de β -mananase de 30, 45 e 60 kcal de EM/kg de dieta, respectivamente, todos com VE pela xilanase de 40 kcal de EM/kg de dieta; ²M: matutino (7:00h às 12:00h); V: vespertino (12h10min às 19:00h); ³P: probabilidade de significância do teste de qui-quadrado da análise GEE do tipo III; Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste da diferença entre médias de quadrados mínimos, para o efeito simples de VE, e pelo teste de qui-quadrado da análise GEE do tipo III, para o efeito simples de período, ao nível de 5% de probabilidade.

Apesar de não terem ocorrido diferenças ($P > 0,05$), os suínos que receberam VE oriunda da inclusão de β -mananase e xilanase nas dietas (DR₇₀, DR₈₅, DR₁₀₀) demonstraram uma maior tendência em apresentarem maior atividade física na fase de terminação I comparando-se ao grupo de suínos alimentados com DR, com efeitos positivos nos comportamentos de ficar em pé e comer, além de permanecerem menos tempo deitados (Tabela 8).

Esses resultados podem relacionar-se à economia de energia que a β -mananase proporciona, que ocorre devido a uma desativação imunológica desnecessária causada pelos β -mananos nos vegetais, fornecendo ao animal um suprimento extra de energia. Os β -mananos da ração podem criar um sinal falso, ativando o sistema imune que reconhece a presença de patógenos no intestino, o que provoca uma ativação imune injustificada, desperdiçando energia e nutrientes (VANGROENWEGHE; POULSEN; THAS, 2021), também conhecida como uma resposta imune induzida por alimentação (ARSENAULT et al., 2017).

Houve efeito ($P < 0,05$) de valorização da enzima (VE) sobre o comportamento de ficar em pé, deitar-se e ócio, e de período do dia no comportamento de suínos de ficar em pé, deitar-se, ócio, beber, dormir e interagir na fase de terminação II. Não houve efeito ($P > 0,05$) de VE, período e interação sobre as demais variáveis (Tabela 8).

O valor de probabilidade de significância do teste da diferença entre *lsmeans* para o contraste entre DR \times DR₇₀ referente ao comportamento de deitar-se dos suínos foi de 0,0664, o que sugere uma possível ocorrência de erro do tipo β (falso negativo), ou seja, uma possível significância entre essas médias (a média 80,96 da dieta DR₇₀ recebe apenas a letra b).

As proporções de comportamento de ócio e de deitar-se dos suínos que receberam DR e DR₁₀₀ foram maiores ($P < 0,05$) do que as proporções observadas pelos suínos alimentados com DR₇₀ e DR₈₅, o que demonstra uma menor associação entre maior disponibilidade de energia metabolizável e comportamentos de pouca atividade física dos suínos, à exceção da DR₁₀₀.

Observou-se uma tendência ($0,05 < P \leq 0,10$) para o efeito de VE sobre os comportamentos de comer ($P = 0,0650$) e interagir ($P = 0,0579$) dos suínos em terminação II. Aceitando-se como um efeito significativo ($P < 0,05$) as tendências de VE sobre a ingestão de ração pelos suínos, as médias 9,59 (DR₇₀) e 9,73 (DR₈₅) são diferentes ($P < 0,05$) do que a média 7,53 (DR). A média 9,32 (DR₁₀₀) se equivale às demais. Desse modo, considerando-se as menores frequências no deitar-se e ócio, em conjunto com a maior frequência no comportamento ativo de comer dos suínos, os melhores resultados relacionados a maior disponibilidade energética dos nutrientes das dietas com β -mananase + xilanase foram proporcionados pela utilização da DR₇₀ e DR₈₅ (Tabela 8).

Genova et al. (2023) mensuraram os níveis de proteína e energia digestível de suínos em fase de terminação I e II. Os autores verificaram que para os suínos alimentados com DR₈₅, com a redução de 85 kcal de EM/kg de dieta, a conversão alimentar e o aproveitamento de energia e proteína foram otimizados sem comprometer o metabolismo e o ecossistema intestinal dos suínos. No presente trabalho, os suínos que receberam esta mesma dieta (DR₈₅) mostraram índices comportamentais melhores do que os suínos alimentados com as dietas DR e DR₁₀₀,

sugerindo uma contribuição efetiva da valorização enzimática proveniente de β -mananase e xilanase no acréscimo de frequência dos comportamentos de comer e interagir, bem como na redução da frequência de ficar deitado e em ócio na fase de terminação II.

Além dos efeitos benéficos no comportamento dos suínos em terminação II no presente trabalho, e corroborando com o estudo de Sakomura et al. (2014), a inclusão de beta-mananase, xilanase e fitase nas dietas disponibilizou mais energia aos animais e permitiu a redução de óleo da matriz nutricional sem comprometimento dos níveis de energia metabolizável das dietas.

Na fase de terminação II, o efeito de período sobre o comportamento de beber esteve associado à leitura do segundo dia, quando a temperatura média neste dia atingiu 32 °C no turno da tarde, com médias de temperatura de 21 °C no período matutino e 26 °C no período vespertino. Isso ocorre devido à necessidade dos animais de se hidratarem visando a redução da temperatura corporal. Alves et al. (2020) informaram que os suínos alteram seu comportamento, podendo reduzir o número de idas ao comedouro e o tempo de ingestão diária de alimento quando em altas temperaturas, sendo que a faixa de temperatura ideal para os suínos na fase de crescimento fica entre 18 e 26 °C.

3.4 Conclusões

A utilização de 100 g de α -amilase exógena/t de dieta compensa a redução de até 50 kcal de energia metabolizável/kg de dieta para suínos em fase de crescimento, promovendo aumento da proporção de idas ao comedouro na fase de crescimento II, e dos comportamentos ativos de ficar em pé na fase de crescimento II e interagir de suínos nas fases de crescimento I e II.

A inclusão de 100 g de α -amilase exógena/t de dieta sem redução energética não favorece a frequência de busca de ração no comedouro e o comportamento de ficar em pé de suínos na fase de terminação II.

A valorização energética de 70, 85 e 100 kcal de energia metabolizável/kg de dieta, proveniente da inclusão de 300 g de β -mananase e 400 g de xilanase/t de dieta, modifica o comportamento de dormir de suínos em fase de crescimento I e promove redução da proporção de suínos com ócio na fase de crescimento II e de deitados na fase de terminação I.

Suínos em fase de terminação II alimentados com dieta valorizada em 70 e 85 kcal de energia metabolizável/kg, oriunda da inclusão exógena de 300 g de β -mananase e 400 g de xilanase na dieta, apresentam os melhores resultados nos comportamentos de ficar em pé e comer, com menores proporções nos comportamentos passivos de deitar e ócio.

A utilização de dieta com valorização de 85 kcal de energia metabolizável/kg, proveniente da inclusão exógena de 300 g de β -mananase e 400 g de xilanase, é recomendada para uso em dietas de suíno em fase de terminação II.

3.5 Referências

- ALVES, C.P.; EUGÊNIO, D.S.; SOUZA, L.F. et al. Influence of temperature and relative humidity in food consumption of swine in the Brazilian semiarid region. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v.3, n.4, p.4263-4269, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34188/bjaerv3n4-122>> Acesso em: 03/11/2023.
- ARSENAULT, R.J.; LEE J.T.; LATHAM, R. et al. Changes in immune and metabolic gut response in broilers fed β -mannanase in β -mannan containing diets. **Poultry Science**, v.96, p.4307-3216, 2017.
- CHOCT, M.; DERSJANT-LI, Y.; MCLEISH, J. et al. Soy oligosaccharides and soluble non-starch polysaccharides: a review of digestion, nutritive and antinutritive effects in pigs and poultry. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.23, p.1386-1398, 2010.
- CROSS, A.J.; BROWN-BRANDL, T.M.; KEEL, B.N. et al. Feeding behavior of grow-finish swine and the impacts of heat stress. **Translational Animal Science**, v.4, n.2, p.986-992, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/tas/txaa023>> Acesso em: 03/11/2023.
- GENOVA, J.L.; RUPOLO, P.E.; AZEVEDO, L.B.de. et al. β -mannanase supplementation in diets reduced in 85 kcal metabolizable energy/kg containing xylanase-phytase improves gain to feed ratio, nutrient usage, and backfat thickness in finisher pigs. **Frontiers in Veterinary Science**, p.10:1144692, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1144692>> Acesso em: 03/11/2023.
- LI, Q.; PATIENCE, J.F. Factors involved in the regulation of feed and energy intake of pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.233, p.22-33, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.01.001>> Acesso em: 03/11/2023.
- MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behaviour: an introductory guide**. New York: Cambridge University Press, 1986.
- MASSARI, J.M.; CURI, T.M.D.C.; MOURA, D.J. et al. Características comportamentais de suínos em crescimento e terminação em sistema “wean to finish”. **Engenharia Agrícola**, v.35, p.646-656, 2015.
- NYACHOTI, C.M.; ZIJLSTRA, R.T.; LANGE, C.F.M. et al. Voluntary feed intake in growing-finishing pigs: A review of the main determining factors and potential approaches for accurate predictions. **Canadian Journal of Animal Science**, v.84, p.549-566, 2004.
- PAIANO, D.; BARBOSA, O.R.; MOREIRA, I. et al. Comportamento de suínos alojados em baias de piso parcialmente ripado ou com lâmina d'água. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.29, n.3, p.345-351, 2007.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. Viçosa: UFV, 2017. 488p.

- RUPOLO, P.E. **Adição da α -amilase em dietas com redução de energia metabolizável para suínos**. 2022. 97f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2022.
- SAKOMURA, N.K.; SILVA, H. V. DA.; COSTA, G. P.C. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2014. 678p.
- SOUZA DA SILVA, C.; HAENEN, D.; KOOPMANS, S.J. et al. Effects of resistant starch on behaviour, satiety-related hormones and metabolites in growing pigs. **Animal**, v.8, n.9, p.1402-1411, 2014.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM® - SAS. SAS Studio [online]. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2022. Disponível em: <<https://welcome.oda.sas.com>> Acesso em: 03/11/2023.
- VANGROENWEGHE, F.A.; POULSEN, K.; THAS, O. Supplementation of a β -mannanase enzyme reduces post-weaning diarrhea and antibiotic use in piglets on an alternative diet with additional soybean meal. **Porcine Health Management**, v.7, p.1-12, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s40813-021-00191-5>> Acesso em: 03/11/2023.

4. APÊNDICE A

Tabela 9. Valores de *deviance* e sua probabilidade de significância (P) para diagnóstico de subdispersão e sobredispersão de modelos lineares generalizados binomiais ajustados aos dados de comportamento de suínos no segundo experimento

Fase	Variáveis	<i>Deviance</i>	P
Crescimento I	Pé	9,82	0,3980
	Deitado	9,84	0,3956
	Ócio	13,65	0,1155
	Comendo	14,45	0,0875
	Bebendo	7,35	0,7867
	Dormindo	18,12	0,0229
	Interagindo	1,63	0,0451
Crescimento II	Pé	13,20	0,1348
	Deitado	10,59	0,3151
	Ócio	11,89	0,2085
	Comendo	4,85	0,6435
	Bebendo	9,41	0,4491
	Dormindo	7,87	0,6884
	Interagindo	15,94	0,0513
Terminação I	Pé	14,28	0,0928
	Deitado	6,45	0,9766
	Ócio	8,40	0,5973
	Comendo	3,74	0,3816
	Bebendo	1,69	0,0500
	Dormindo	6,93	0,8724
	Interagindo	6,80	0,9000
Terminação II	Pé	16,68	0,0392
	Deitado	19,75	0,0123
	Ócio	19,35	0,0143
	Comendo	4,37	0,5274
	Bebendo	3,95	0,4290
	Dormindo	6,98	0,8619
	Interagindo	12,86	0,1512

Graus de liberdade residual = 7.