

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**YANNE CIBELLE VIEIRA DE CARVALHO**

**EXIGÊNCIAS DE AMINOÁCIDOS PARA POEDEIRAS E FRANGOS DE CORTE:  
UMA ABORDAGEM META-ANALÍTICA**

**Porto Alegre - RS**

**2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**EXIGÊNCIAS DE AMINOÁCIDOS PARA POEDEIRAS E FRANGOS DE CORTE:  
UMA ABORDAGEM META-ANALÍTICA**

**YANNE CIBELLE VIEIRA DE CARVALHO**

Zootecnista/UFRPE

Mestre em Zootecnia/ UFRPE

Tese apresentada como requisito para obtenção do  
Grau de Doutor em Zootecnia, na Faculdade de  
Agronomia, da Universidade Federal do Rio Grande  
do Sul. Área de concentração: Produção Animal

**Orientador:** Ines Andretta

**Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil**

**Abril de 2023**

Yanne Cibelle Vieira de Carvalho  
Mestre em Zootecnia

## TESE

Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

### DOCTORA EM ZOOTECCNIA

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovada em: 20.04.2023  
Pela Banca Examinadora

DocuSigned by:  
  
034B8B110A234A1...

INES ANDRETTA  
PPG Zootecnia/UFRGS  
Orientadora

Homologado em: 07/06/2023  
Por

**Sergio Luiz  
Vieira**  Assinado de forma digital  
por Sergio Luiz Vieira  
Dados: 2023.06.13  
13:50:16 -03'00'

SERGIO LUIZ VIEIRA  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia

DocuSigned by:  
  
DF6426D9D22A400...  
Diogo Magnabosco  
UFRGS

DocuSigned by:  
  
E392118858FF418...  
Luciano Hauschild  
UNESP

DocuSigned by:  
  
6FA9E73B24004F6...  
Cheila Roberta Lehnen  
UEPG

Documento assinado digitalmente  
 CARLOS ALBERTO BISSANI  
Data: 16/06/2023 15:48:31-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

CARLOS ALBERTO BISSANI  
Diretor da Faculdade de Agronomia

## CIP - Catalogação na Publicação

Vieira de Carvalho, Yanne Cibelle  
EXIGÊNCIAS DE AMINOÁCIDOS PARA POEDEIRAS E FRANGOS  
DE CORTE: UMA ABORDAGEM META-ANALÍTICA / Yanne Cibelle  
Vieira de Carvalho. -- 2023.  
83 f.  
Orientadora: Ines Andretta.

Coorientadora: Alicia Zem Fraga.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do RioGrande do Sul,  
Faculdade de Agronomia, Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2023.

1. avicultura. 2. aminoácidos. 3. desempenho. 4. qualidade de  
ovos. I. Andretta, Ines, orient. II. Fraga, Alicia Zem, coorient. III.  
Título.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, imensamente aos meus pais, Paulo Edson Ramos de Carvalho e Maria Filomena Vieira e à minha irmã, Yalle Catharinne Vieira de Carvalho, por todo incentivo ao longos desses 12 anos de jornada acadêmica. Por serem alicerce e sempre acreditarem no meu potencial.

À professora Ines Andretta, por me abraçar, me incentivar e não soltar minha mão durante o último ano do doutoramento. Por todo ensinamento, orientação, dedicação e acreditar fielmente que tudo seria possível. E foi!

Ao professor Alexandre de Mello Kessler, pelas orientações iniciais, por toda conversa enriquecedora e ensinamentos.

Aos meus amigos do PPG, Bruna Poletti, Jone Rodrigues, Luisa Mello, Mariana Ribas, Nathalia Camargo, entre outros, por toda amizade, força, apoio e momentos de descontração.

Às alunas do LEZO, Alícia Fraga, Ariane Miranda e Carolina Francheschi, pela colaboração nos trabalhos realizados nesta tese.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZOOT), pelo rico ambiente de aprendizado e de docentes de alta qualidade.

À CAPES, pelo apoio financeiro, permitindo dedicação exclusiva a este trabalho.

## EXIGÊNCIAS DE AMINOÁCIDOS PARA POEDEIRAS E FRANGOS DE CORTE: UMA ABORDAGEM META-ANALÍTICA<sup>1</sup>

Autora: Yanne Cibelle Vieira de Carvalho

Orientador: Ines Andretta

Diversos estudos são conduzidos com a finalidade de estimar as exigências nutricionais de frangos de corte e aves de postura. Contudo, os resultados disponíveis na literatura divergem quanto ao nível ideal de metionina e lisina, o que dificulta a tomada de decisão dos nutricionistas. Ferramentas como revisão sistemática e meta-análise podem auxiliar no estabelecimento dos níveis nutricionais ajustados aos diferentes fatores que influenciam nas respostas dos animais. Este trabalho de tese foi desenvolvido com o objetivo de revisar criticamente as informações disponíveis na literatura e avaliar os modelos propostos por Rostagno et al. (2017) para estimar as exigências de metionina para poedeiras e lisina para frangos de corte. A busca dos artigos para o banco de dados foi realizada no PubMed, Scopus e Web of Science para identificar estudos com galinhas poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com diferentes níveis de metionina (13 artigos) e de frangos de corte alimentados com diferentes níveis dietéticos de lisina (27 artigos). Ao aplicar essas abordagens metodológicas (revisão sistemática e meta-análise), foi possível identificar grande variabilidade nos bancos de dados, especialmente nas condições experimentais. Os modelos propostos por Rostagno et al. (2017) estimam níveis bastante próximos dos que permitiram maximizar o desempenho das aves de postura ou corte, com resultados variando conforme a variável em estudo. Por exemplo, níveis mais elevados de metionina foram necessários para maximizar o peso (104% da exigência proposta atualmente) e a produção de ovos (111%) em comparação com a massa de ovos (100%). O mesmo foi observado para as recomendações de ingestão e concentrações dietéticas ideais de lisina para ganho de peso (maximizado ao nível de 100,5% do proposto pelo modelo) e eficiência alimentar (108,4%). Em um contexto prático de produção, esses resultados podem auxiliar nutricionistas na definição de níveis de aminoácidos dietéticos. A nível mais amplo, o uso de modelos e outras ferramentas que permitam que programas de precisão sejam implementados são fundamentais para maximizar a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

**Palavras-chave:** avicultura, L-Lisina, DL-metionina, desempenho, qualidade de ovos.

<sup>1</sup>Tese de Doutorado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (81p.) Abril, 2023.

## ASSESSMENT OF AMINO ACIDS REQUIREMENTS FOR LAYERS AND BROILERS: A META-ANALYTICAL APPROACH<sup>1</sup>

Author: Yanne Cibelle Vieira de Carvalho

Adviser: Ines Andretta

Several studies are conducted with the aim of estimating the nutritional requirements of broilers and laying hens. However, the results available in the literature differ regarding the ideal level of methionine and lysine, which makes it difficult for nutritionists to make a decision. Tools such as systematic review and meta-analysis can help establish nutritional levels adjusted to the different factors that influence the responses of animals. This thesis was developed with the aim of critically reviewing the information available in the literature and assessing the models proposed by Rostagno et al. (2017) to estimate methionine requirements for laying hens and lysine for broilers. The search for articles for the database was performed on PubMed, Scopus and Web of Science to identify studies with laying hens fed diets supplemented with different levels of methionine (13 articles) and broilers fed with different dietary levels of lysine (27 articles). By applying these methodological approaches (systematic review and meta-analysis), it was possible to identify great variability in the databases, especially in the experimental conditions. The models proposed by Rostagno et al. (2017) estimate levels very close to those that allowed maximizing the performance of laying or cutting birds, with results varying according to the variable under study. For example, higher methionine levels were needed to maximize egg weight (104% of the currently proposed requirement) and egg production (111%) compared to egg mass (100%). The same was observed for the intake recommendations and ideal dietary concentrations of lysine for weight gain (maximized at the level of 100.5% of the proposed model) and feed efficiency (108.4%). In a practical production context, these results may help nutritionists in defining dietary amino acid levels. At a broader level, the use of models and other tools that allow precision programs to be implemented are essential to maximize the sustainability of production systems.

**Keywords:** L-Lysine, DL-methionine, performance, egg quality

<sup>1</sup>Doutoral thesis in Animal Science – Animal Production, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (81p.) April, 2023.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>14</b>
INTRODUÇÃO .....	15
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
1.1. <i>Estimativa das exigências nutricionais de aves</i> .....	17
1.2. <i>Nutrição de precisão e a problemática da variabilidade animal</i> .....	17
1.3. <i>Exigências de metionina para poedeiras</i> .....	18
1.4. <i>Exigências de lisina para frangos de corte</i> .....	19
1.5. <i>Meta-análise no contexto das exigências nutricionais</i> .....	20
2. OBJETIVOS E HIPÓTESES .....	21
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO 2 - REASSESSING AN IMPORTANT MODEL TO THE ESTIMATE METHIONINE REQUIREMENTS OF LAYING HENS USING SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS</b> .....	<b>23</b>
Abstract .....	24
material and methods .....	26
Results .....	30
Discussion .....	33
Conclusions.....	37
References .....	38
Tables .....	40
Figures .....	42
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>52</b>

<b>CAPÍTULO 3 - REASSESSING AN IMPORTANT MODEL TO ESTIMATE LYSINE REQUIREMENTS FOR BROILERS USING A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS</b> .....	<b>53</b>
Abstract .....	54
Introduction.....	55
Material and methods .....	56
Results .....	60
Discussion .....	61
Conclusions.....	62
References .....	64
Tables .....	65
Figures .....	67
<b>CAPÍTULO III'</b> .....	<b>74</b>
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	75
4. REFERÊNCIAS .....	76
<b>APÊNDICE</b> .....	<b>80</b>
5. ITA.....	83

## RELAÇÃO DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

**Figura 1.** Metabolismo de metionina e as principais rotas envolvidas ..... 19

### CAPÍTULO 2 - REASSESSING AN IMPORTANT MODEL TO THE ESTIMATE METHIONINE REQUIREMENTS OF LAYING HENS USING SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS

**Figure 1.** Flow-chart describing the inclusion and exclusion of studies..... 42

**Figure 2.** Publication year of the studies focusing on SID methionine requirements of laying hens. .... 43

**Figure 3.** Location of the studies focusing on SID methionine requirements of laying hens. .... 44

**Figure 4.** Age (initial and finish) of the animals used in the studies focusing on SID methionine requirements of laying hens ..... 45

**Figure 5.** Dietary levels and daily intake in the studies focusing on SID methionine requirements of laying hens. .... 46

**Figure 6.** Ratio of current requirements supplied in the studies focusing on SID methionine requirements of laying hens ..... 47

**Figure 7.** SID amino acid ratios in the studies focusing on SID methionine requirements of laying hens. .... 48

**Figure 8.** Responses evaluated in the studies focusing on SID methionine requirements of laying hens. .... 49

**Figure 9.** Relative egg weight, production, and mass distribution<sup>1</sup> according to the SID methionine intake relative to the current requirements. .... 50

**Figure 10.** Modeling the current SID methionine requirements of laying hens to maximize egg weight (A), production (B), and mass (C). .... 51

### CAPÍTULO 3 - REASSESSING AN IMPORTANT MODEL TO ESTIMATE LYSINE REQUIREMENTS FOR BROILERS USING A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS

**Figure 1.** Flow-chart describing the inclusion and exclusion of studies..... 674

**Figure 2.** Publication year (year) of the studies focusing on SID lysine requirements of broilers..... 685

<b>Figure 3.</b> Location of the studies focusing on SID lysine requirements of broilers..	696
<b>Figure 4.</b> Age (initial and final) of the animals used in the studies focusing on SID lysine requirements of broilers.....	707
<b>Figure 5.</b> Dietary Lys levels and daily Lys intake in the studies focusing on SID lysine requirements of broilers.....	718
<b>Figure 6.</b> Ratio of current requirements supplied in the studies focusing on SID lysine requirements of broilers.....	7269
<b>Figure 7.</b> Modeling the current SID lysine requirements of broilers to maximize average daily gain (ADG) and feed efficiency (G:F) .....	7270

## RELAÇÃO DE TABELAS

### **CAPÍTULO 2 - REASSESSING AN IMPORTANT MODEL TO THE ESTIMATE METHIONINE REQUIREMENTS OF LAYING HENS USING SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS**

**Table 1.** Description of the papers used in the database ..... 40

### **CAPÍTULO 3 - REASSESSING AN IMPORTANT MODEL TO ESTIMATE LYSINE REQUIREMENTS FOR BROILERS USING A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS**

**Table 1.** Recommended lysine levels in the studies included in the current systematic review ..... 65

**Table 2.** Descriptive data for all continuous variables included in the systematic review ..... 66

**LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS**

AA	Amino acids
ADFI	Average Daily Feed Intake
ADG	Average Daily Gain
BW	Body Weight
EP	Egg Production
EM	Egg Mass
EW	Egg Weight
G: F	Feed Efficiency
Lys	Lysine
Met	Methionine
NRC	National Research Council
SID	Standardized of Ileal Digestible

## CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO

Dentre os aminoácidos essenciais para aves, a metionina é considerada o primeiro aminoácido limitante em dietas a base de milho e farelo de soja (Rostagno et al. 2017). A metionina está relacionada com a síntese de proteínas, age como doadora de grupos metil e é precursora de importantes metabólitos do ciclo da cistina e da carnitina (Bunchasak, 2009). Nas poedeiras, esse aminoácido é particularmente importante para a formação das penas e albúmen (Willke, 2014). A lisina por sua vez, é o segundo aminoácido limitante (Dozier e Payne, 2012) cuja função está diretamente relacionada com a deposição de proteína corporal. No conceito de proteína ideal, a lisina é considerada como o aminoácido referência.

Diversos estudos foram conduzidos com a finalidade de estimar as exigências nutricionais de frangos de corte e aves de postura (Applegate e Anjo, 2014). Contudo, os resultados disponíveis na literatura divergem quanto ao nível ideal de metionina e lisina, o que dificulta muito o trabalho dos nutricionistas (Alhotan, 2021). Parte dessa variabilidade pode ser atribuída às diferentes características experimentais presentes nos estudos, sobretudo quanto ao nível de produtividade alcançada pelas aves, o que estaria diretamente relacionado com suas exigências nutricionais (Pomar e Remus, 2019). O uso de modelos matemáticos como os propostos por Rostagno et al. (2017) são uma forma de considerar essa variabilidade (mesmo que parcialmente) de forma que as quantidades de nutrientes a serem fornecidas sejam estimadas com base em algumas características das aves que serão alimentadas (Brossard et al., 2009).

Ferramentas como revisão sistemática e meta-análise podem auxiliar no estabelecimento dos níveis nutricionais ajustados aos diferentes fatores que influenciam nas respostas dos animais. Essas técnicas são frequentemente utilizadas para gerar novas e superiores evidências científicas por meio da reanálise dos dados científicos disponíveis em uma determinada área de pesquisa (Lovatto et al., 2007). Além disso, bancos de dados construídos por meio de revisão sistemática podem também ser excelentes ferramentas para validação de modelos já disponíveis (Perondi et al., 2018), inclusive aqueles utilizados para estimação de exigências nutricionais (Franceschi, 2020). Este trabalho foi desenvolvido neste contexto com o objetivo de revisar criticamente as informações disponíveis na literatura e avaliar os modelos propostos por Rostagno et al. (2017) para estimação de exigências de metionina para poedeiras e lisina para frangos de corte. Esta tese é composta por 3

capítulos, sendo o Capítulo 1 uma revisão de literatura seguida por dois estudos meta-analíticos que estão apresentados na forma de artigos científicos (Capítulos 2 e 3).

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### *1.1. Estimativa das exigências nutricionais de aves*

As exigências nutricionais dos animais podem ser definidas como a quantidade necessária de um determinado nutriente para que o indivíduo expresse um determinado desempenho (Pomar et al., 2014). Geralmente essas exigências são expressas em bases diárias e são publicadas em artigos científicos ou disponibilizadas em compilados (tabelas), como a *National Research Council* (NRC, 1994) e Tabela Brasileira de Aves e Suínos (Rostagno et al., 2017). Manuais desenvolvidas por empresas de genética também são fontes importantes de informações sobre exigências nutricionais no contexto de produção avícola.

Os métodos mais frequentemente usados para determinar as exigências nutricionais dos animais têm sido o dose resposta e fatorial (Samokura e Rostagno, 2016). O método fatorial é baseado no princípio de que o animal necessita de nutrientes para a manutenção dos processos vitais, crescimento e produção (Sakomura e Rostagno, 2016). O método dose-resposta é baseado na resposta do animal ao aumento na ingestão de um determinado nutriente na dieta até que a sua exigência seja atendida (Euclides e Rostagno, 2001). Em ambos os métodos, mesmo em condições de produção semelhantes, as recomendações nutricionais obtidas podem variar de acordo com os métodos utilizados (modelos matemáticos ou escolha dos indivíduos representativos da população; Pomar et al. 2014).

Além disso, diversos fatores particulares dos sistemas produtivos podem interferir nas exigências nutricionais das aves, incluindo fatores associados com o animal (Silva et al., 2004) e o ambiente em que ele é criado (Sakomura et al., 2003). Quando esses fatores não são completamente considerados na definição dos programas nutricionais, o fornecimento de nutrientes em quantidades incorretas pode prejudicar o desempenho dos animais em uma condição de subestimação ou prejudicar aspectos ambientais e econômicos quando em condição de superestimação (Pomar e Remus, 2019).

### *1.2. Nutrição de precisão e a problemática da variabilidade animal*

A nutrição de precisão é uma prática baseada em conhecimentos avançados

das exigências e valores nutricionais dos alimentos. Práticas mais precisas podem ser importantes aliadas para reduzir os prejuízos - econômicos, ambiental e/ou no desempenho animal - que podem ser gerados pela formulação de dietas subestimadas ou superestimadas (Utimi, 2016). A produção animal de precisão é um conceito que permite considerar aspectos de variabilidade entre animais e diferentes condições de produção, com o objetivo de ajustar as exigências de um nutriente com a melhor acurácia em relação às condições de produção (Pomar e Remus, 2019).

Os modelos matemáticos são parte importante do processo de implementação de programas de nutrição de precisão, contribuindo para a formulação de dietas e fornecimento de nutrientes em qualidade e quantidades exatas ao estado fisiológico e às exigências de produção de cada população. Devido à complexidade e aos inúmeros fatores que modulam as respostas de desempenho, modelos matemáticos que integram o método dose-resposta têm sido propostos para estimar as exigências nutricionais para diferentes condições de produção (Green; Whittemore, 2003; Van Milgen et al., 2008).

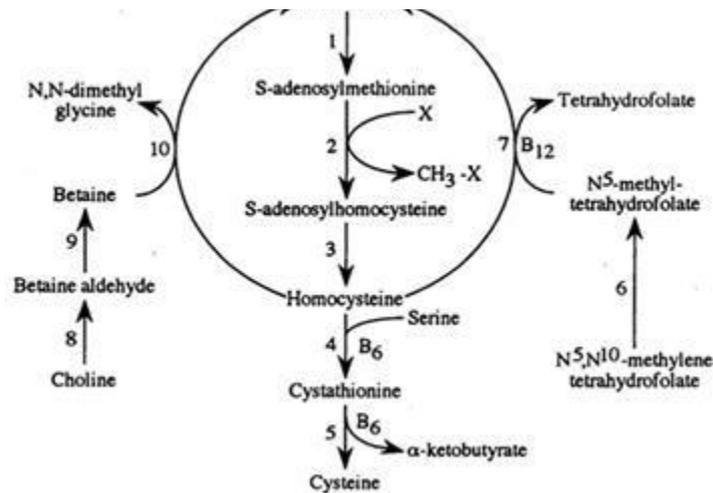
Embora sejam ferramentas úteis, que auxiliam a tomada de decisão dos nutricionistas, a maioria dos modelos não consideram as diferenças entre as populações, a variabilidade e as mudanças que podem ocorrer durante o curso do crescimento ao estimar um nível ideal de nutriente na dieta (Pomar et al., 2003). A modelagem é uma aproximação à realidade que favorece as tomadas de decisões (Macari et al., 2014), ainda que esteja sujeita a erros como os demais métodos. Para reduzir essas falhas, é conveniente que os modelos gerados serão revistos periodicamente, especialmente para espécies com rápida mudança no perfil de desempenho.

### *1.3. Exigências de metionina para poedeiras*

Para aves, a metionina é o primeiro aminoácido limitante em dietas formuladas a base de milho e farelo de soja (Togashi et al., 2002). É um aminoácido que age como doador de grupos metílicos e de enxofre (mineral essencial para crescimento e manutenção das penas; D'Mello, 2003). Além disso, é precursor da síntese de outros aminoácidos como cistina, glutatona (antioxidante celular) e taurina (Ramadan et al. (2021); Figura 1). A deficiência de metionina pode causar prejuízos renais e hepáticos (Brumano, 2008), uma vez que as reações de metilação são essenciais no

metabolismo da gordura no fígado, evitando assim, a síndrome do fígado gorduroso. Jordão Filho et al. (2006) observaram que rações deficientes em metionina reduzem a produção e o peso dos ovos, além de aumentar a deposição de gordura no fígado de poedeiras.

**Figura 1.** Metabolismo de metionina e as principais rotas envolvidas.



Fonte: Ramadan et al. (2021).

Na literatura, exigências de metionina para poedeiras são variáveis, o que pode estar parcialmente associado a diferenças na idade e peso das galinhas, nível de produção e fatores ambientais. Além disso, em alguns estudos, não é mencionado se as estimativas das exigências são expressas em base digestível ou total (Gomes e Angeles, 2016).

#### 1.4. Exigências de lisina para frangos de corte

A lisina é um aminoácido essencial e sua absorção ocorre pela membrana apical dos enterócitos e o transporte para o sangue é feito pela membrana basolateral dos hepatócitos (Mattews, 2000). Embora a lisina seja o segundo aminoácido limitante para frangos de corte, foi estabelecida como referência para as exigências dos outros aminoácidos essenciais (Rostagno et al., 2017) devido a sua análise ser mais simples (Baker et al., 1994) e sua utilização ser relacionada estritamente com deposição de proteína corporal (Pack, 1995). De fato, deficiência no fornecimento de lisina acarreta redução na síntese de proteína muscular, com efeitos negativos no ganho de peso e conversão alimentar (Leclercq, 1998).

Existe uma grande quantidade de pesquisas e informações sobre as exigências de lisina para frangos de corte, frente a uma variedade de genética, fatores dietéticos (níveis de proteína bruta, energia), ambientais (doenças, densidade, estresse térmico), composição corporal (Baker, 2003) e matérias-primas utilizadas na formulação das rações.

### *1.5. Meta-análise no contexto das exigências nutricionais*

Dados disponíveis na literatura referentes aos níveis de aminoácidos digestíveis nas dietas de frango de corte e poedeiras apresentam resultados contraditórios e muitas vezes pouco conclusivos. Parte dessa variabilidade pode estar relacionada aos fatores experimentais (idade, sexo dos animais, dentre outros) que podem influenciar na resposta dos animais (Remus, 2015). A meta-análise é uma abordagem de reanálise de dados coletados de experimentos anteriores (St-Pierre, 2007). Um estudo meta-analítico pode ser caracterizado como uma compilação de dados e utilização de ferramentas estatísticas adequadas para quantificar e extrair informações novas e de alta relevância científica (Lovatto et al., 2007; St-Pierre, 2007). Por agrupar resultados de vários estudos/ensaios experimentais, a abordagem meta-analítica pode gerar uma estimativa mais precisa do efeito de um tratamento em relação aos resultados de um estudo individual. A utilização de meta-análise na área de nutrição animal é útil na determinação de exigências nutricionais e na geração de modelos aplicáveis, em especial, na nutrição de precisão para avicultura de corte (Boemo et al., 2015; Nascimento et al., 2011) e de postura (Mignon-Grasteau et al., 2014; Ahmadi e Rodehutschord, 2012; Faruk et al., 2018). Os trabalhos apresentados nos capítulos seguintes foram desenvolvidos neste contexto.

## 2. OBJETIVOS E HIPÓTESES

Os estudos que compuseram a tese foram desenvolvidos para fornecer uma descrição completa da área de pesquisa e explorar as diferentes condições experimentais nas quais as recomendações de metionina para poedeiras e lisina para frangos de corte foram geradas. Além disso, os estudos foram desenvolvidos para validar um modelo atual e relevante de estimação de exigências nutricionais para aves (Rostagno et al., 2017) quanto às suas recomendações de metionina e lisina digestíveis para aves leves de postura e frangos de corte.

O estudo iniciou com as hipóteses de que há informações de qualidade disponíveis na literatura nessas duas áreas de pesquisa. Além disso, considera que o modelo proposto por Rostagno et al. (2017) estima com precisão as exigências de aves de postura e corte.

## CAPÍTULO IV<sup>1</sup>

3.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existem muitos estudos de exigência de metionina para poedeiras e lisina para frangos de corte e há variações importantes entre eles. A produção e peso dos ovos foram maximizados nos níveis de metionina próximos às recomendações atuais para poedeiras de linhagens comerciais, em comparação com a massa do ovo. O ganho de peso dos animais e a eficiência alimentar também foram maximizados à níveis próximos das recomendações atuais para frangos de corte.

Revisões sistemáticas e meta-análises são ferramentas úteis para a nutrição animal. De fato, essas abordagens permitem otimizar resultados obtidos de pesquisas anteriores aumentando a quantidade de dados coletados e o poder estatístico. Mais estudos que consideram essas abordagens metodológicas podem contribuir na definição das exigências de aminoácidos para aves e, a nível mais amplo, para uma avicultura mais sustentável.

## REFERÊNCIAS

- AHMADI, H.; RODEHUTSCORD, M. A meta-analysis of responses to dietary non phytate phosphorus and phytase in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 91, p. 2072–2078, 2012.
- ALHOTAN, R. A. Commercial poultry feed formulation: current status, challenges, and future expectations. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 77, p. 279-299, 2021.
- APPLEGATE, T.; ANGEL, R. Nutrient requirements of poultry publication: history and need for an update. **Journal of Applied Poultry Research**, Oxford, v. 23, p. 567-575, 2014.
- BAKER, David H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks post hatching. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, p. 1441-1447, 1994.
- BAKER, D. H. Ideal amino acids patterns for broiler chicks. *In*: D'MELLO, J. P. F. (ed.). **Amino acids in Animal Nutrition**. 2nd ed. New York: CAB International, 2003. p. 223-236.
- BEQUETTE, B. J. Amino acid metabolism in animals: an overview. *In*: D'MELLO, J. P. F. (ed.). **Amino acids in Animal Nutrition**. 2nd ed. New York: CAB International, 2023. p. 87-101.
- BOEMO, L. S. *et al.* Estudo meta-analítico de diferentes níveis de aflatoxinas no desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias alojados em baterias. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 43, p. 1–4, 2015.
- BROSSARD, L. *et al.* Modelling the variation in performance of a population of growing pig as affected by lysine supply and feeding strategy. **Animal**, Cambridge, v. 3, p. 114-1123, 2009.
- BRUMANO, G. **Níveis de metionina + cistina digestíveis em rações para poedeiras leves nos períodos de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de idade**. 2008. 103 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.
- BUNCHASAK, C. Role of dietary methionine in poultry production. **Journal of Poultry Science**, Champaign, v. 46, p. 169-179, 2009.
- CHEN, P. *et al.* Multiple ubiquitin-conjugating enzymes participate in the in vivo degradation of the yeast mat alpha 2 repressor. **Cell**, Cambridge, v. 74, p. 357-369, 1993.
- D'MELLO, J. F. **Amino acid in animal nutrition**. 2nd ed. Wallingford: CABI, 2003.
- DOZIER, W. A.; PAYNE, R. L. Digestible lysine requirements of female broilers from 1 to 15 days of age. **Journal of Applied Poultry Research**, Oxford, v. 21, p. 348-357, 2012.

EUCLYDES, R. F.; ROSTAGNO, H. S. Estimativa dos níveis nutricionais via experimentos de desempenho. *In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA*, 1., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais**. Foz do Iguaçu: Ajinomoto Biolatina, 2001. p. 77-88.

FARUK, M. U. *et al.* A meta-analysis on the effect of canthaxanthin on egg production in brown egg layers. **Poultry Science**, Champaign, v. 97, p. 84–87, 2018.

FULLER, M. F. **The encyclopedia of farm animal nutrition**. Wallingford: Cabi, 2004.

FRANCESCHI, C. H. **Exigência de treonina para suínos em crescimento: uma abordagem meta-analítica**. 2020. 68 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

GARCIA, A. R. *et al.* Variations in the digestible lysine requirement of broiler chickens due sex, performance parameters, rearing environment and processing yield characteristics. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, p. 498-504, 2006.

GOMES, S. R.; ANGELES, M. L. Requirement of digestible sulfur amino acids in laying. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 18, p. 231-238, 2016.

GREEN, D.; WHITTEMORE, C. Architecture of a harmonized model of the growing pig for the determination of dietary net energy and protein requirements and of excretions into the environment (IMS Pig). **Animal Science**, Cambridge, v. 77, n. 1, p. 113-130, 2003.

HAN, Y.; BAKER, D. H. Effects of sex, heat stress, body weight and genetics strain on the dietary lysine requirement of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, p. 701-708, 1993.

HARMS, R. H. Proteína (aminoácidos) para poedeiras. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES*, 1999, Concórdia, SC. **Anais**. Concórdia: Embrapa, 1999. p. 111-122.

JORDÃO FILHO, J. *et al.* Exigências nutricionais de metionina+cistina para poedeiras semipesadas do início de produção até o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, p. 1063-1069, 2006.

LECLERCQ, B. Lysine: specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, p. 118-123, 1998.

LEHNINGER, A. L. *et al.* **Principles of biochemistry**. 2nd ed. New York: Worth, 1993.

LOVATTO, P. A. *et al.* Meta-análise em pesquisas científicas: enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, p. 285-294, 2007.

MACARI, M. *et al.* **Produção de frangos de corte**. 2. ed. Campinas: Facta, 2014.

MATTWES, J. C. Amino acid and peptide transport systems. *In: D'MELLO, J. P. F. (ed.). **Farm animal metabolism and nutrition***. New York: CAB International, 2000. p. 1-22.

MIGNON-GRASTEAU, S. *et al.* Robustness to chronic heat stress in laying hens: a meta-analysis. **Poultry Science**, Champaign, v. 94, p. 586–600, 2014.

NASCIMENTO, G. A. J. *et al.* Equações de predição para estimar valores da energia metabolizável de alimentos concentrados energéticos para aves utilizando a meta-análise. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, p. 222–230, 2011.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9th ed. Washington, DC: The National Academies Press, 1994.

PACK, M. Proteína ideal para frango de corte. Conceitos e posição atual. *In: CONFERÊNCIA APINCO DE TECNOLOGIA AVÍCOLA*, 1995, Curitiba. **Anais**. Curitiba: FACTA, 1995. p. 95–110.

PERONDI, D. *et al.* Empirical models to predict feed intake of growing-finishing pigs reared under high environmental temperatures. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 75, p. 296-303, 2018.

POMAR, C. *et al.* Modeling stochasticity: dealing with populations rather than individual pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 178 –186, 2003.

POMAR, C. *et al.* The impact off daily multiphase feeding on animal performance, body composition, nitrogen and phosphorous excretions, and feed costs in growing-finishing pigs. **Animal**, Cambridge, v. 8, p. 704-717, 2014.

POMAR, C.; REMUS, A. Precision pig feeding: a breakthrough toward sustainability. **Animal Frontiers**, London, v. 9, p. 52-59, 2019.

REMUS, A. **Modelos para estimar exigências nutricionais de aminoácidos e resposta à ingestão de metionina**: tema tradicional por fases x nutrição de precisão. 2015. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

RENAUDEAU, D. *et al.* A meta-analysis of the effects of high ambient temperature on growth performance of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 2220-2230, 2011.

RINALDO, D. *et al.* Adverse effects of tropical climate on voluntary feed intake and performance of growing pigs. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 66, p. 223-234, 2000.

ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2017.

SAKOMURA, N. K. *et al.* Modelagem da utilização de energia metabolizável em frangas de matrizes. **Ciência das Aves**, [s. l.], v. 82, p. 419-427, 2003.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2016.

SILVA, J. H. V. *et al.* Maintenance and weight gain of crude protein and metabolizable energy requirements of japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) from 1 to 12 days of age. **Brazilian Journal of Animal Science**, Viçosa, MG, v. 33, n. 5, p. 1209-1219, 2004.

SHORTEN, A.; SHORTEN, B. What is meta-analysis. **Evidence Based Nursing**, London, v. 16, p. 3-4, 2013.

ST-PIERRE, N. R. Meta-analyses of experimental data in the animal sciences. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, p. 343-358, 2007.

TOGASHI, C. K. *et al.* Determinação de níveis de metionina + cistina para poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo levedura seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 3, p. 1426-1433, 2002.

UTIMI, N. B. P. **Nutrição de precisão para frangos de corte**. 2016. 94 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

VAN MILGEN, J. *et al.* InraPorc: a model and decision support tool for the nutrition of growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 143, p. 387-405, 2008.

WALDROUP, P. W.; HELLWIG, H. M. Methionine and total sulfur amino acid requirements influenced by stage of production. **Journal of Applied Poultry Research**, Oxford, v. 4, n. 3, p. 283-292, 1995.

WHITTEMORE, C. T. Impact of technological innovation in animal nutrition. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 72, p. 37-42, 2001.

WILLKE, T. Methionine production—a critical review. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v. 98, n. 24, p. 9893-9914, 2014.

## APÊNDICE

### Supplementary material S2.

List of studies that were included in the current systematic literature.

Alagawany, M., El-Hindawy, M.M., Abd El-Hack, M.E., Arif, M., El-Sayed, S.A., 2020. Influence of low-protein diet with different levels of amino acids on laying hen performance, quality and egg composition. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92, 11.

Bateman, A., Liu, Z., Bryant, M.M., Wu, G., Roland Sr, D.A., 2005a. Explanation on how to interpret properly the bioefficacy of methionine hydroxy analog-free acid relative to DL-methionine estimated by regression models in laying hens. *International Journal of Poultry Science* 4, 280-285.

Bateman, A., Liu, Z., Roland Sr, D.A., 2005b. Bioefficacy determination of methionine hydroxy analog-free acid relative to DL-methionine in laying hen diets with limited methionine using different regression models. *International Journal of Poultry Science* 4, 628-632.

Brumano, G., Gomes, P.C., Donzele, J.L., Rostagno, H.S., da Rocha, T.C., de Almeida, R.L., 2010a. Digestible methionine plus cystine level in meals for light-weight laying hens from 24 to 40 weeks of age. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39, 1228-1236.

Brumano, G., Gomes, P.C., Donzele, J.L., Rostagno, H.S., da Rocha, T.C., Mello, H.H.D., 2010b. Digestible methionine plus cystine levels for light-weight laying hens from 42 to 58 weeks of age. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39, 1984-1992.

Carvalho, T.S.M., Sousa, L.S., Nogueira, F.A., Vaz, D.P., Saldanha, M.M., Triginelli, M.V., Pinto, M., Baiao, N.C., Lara, L.J.C., 2018. Digestible methionine plus cysteine in the diet of commercial layers and its influence on the performance, quality, and amino acid profile of eggs and economic evaluation. *Poultry science* 97, 2044-2052.

Cupertino, E.S., Gomes, P.C., Rostagno, H.S., Donzele, J.L., Schmidt, M., Mello, H.H.D., 2009. Nutritional requirement of methionine plus cistine digestibles for laying hens during a period of 54 to 70 weeks of age. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38, 1238-1246.

Geraldo, A., Bertechini, A.G., Fassani, E.J., Rodrigues, P.B., 2010. Digestible methionine plus cystine levels in diets for laying hens at the production peak. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia* 62, 1216-1224.

Jordao, J., Da Silva, J.H.V., da Silva, E.L., Araujo, D.D., Ribeiro, M.L.G., de Lima, M.R., 2006a. Effects of methionine plus cystine: lysine ratio on the productive and economic performance and internal and external egg quality, before and 28 days after storage. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35, 1735-1743.

Jordao, J., da Silva, J.H.V., Silva, E.L., Ribeiro, M.L.G., Martins, T.D.D., Rabello, C.B.V., 2006b. Methionine plus cystine requirements of semi-heavy laying hens from the starter to peak of egg production. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35, 1063-1069.

Narváez-Solarte, W., Rostagno, H.S., Soares, P.R., Silva, M.A., Uribe Velasquez, L.F., 2005. Nutritional requirements in methionine + cystine for white-egg laying hens during the first cycle of production. *International Journal of Poultry Science* 4, 965-968.

Sa, L.M., Gomes, P.C., Albino, L.F.T., Rostagno, H.S., Nascif, C.C.C., 2007. Nutritional requirements of methionine plus cystine for light-weight and semi-heavy laying hens in the period from 34 to 50 weeks of age. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36, 1837-1845.

Saki, A.A., Naseri Harsini, R., Tabatabaei, M.M., Zamani, P., Haghight, M., 2012. Estimates of methionine and sulfur amino acid requirements for laying hens using different models. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola* 14, 209-216.

### Supplementary material S3

List of studies that were included in the current systematic literature.

Barekatin, R.; Romero, L.F.; Sorbara, J.O.B.; Cowieson, A.J., 2021. Balanced nutrient density for broiler chickens using a range of digestible lysine to-metabolizable energy ratios and nutrient density: Growth performance, nutrient utilisation and apparent metabolizable energy. *Animal Nutrition*, 7, 430-439.

Belloir, P.; Lessire, M.; Lambert, W.; Corrent, E.; Berri, C.; Tesseraud, S., 2018. Changes in body composition and meat quality in response to dietary amino acid provision in finishing broilers. *Animal*, 1-9.

Bernal, L.E.P.; Tavernari, F.C.; Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T., 2014. Digestible lysine requirements of broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 16, 49-55.

Caetano, V.C.; Demuner, L.F.; Suckeveris, D.; Muñoz, J.A.; Faria Filho, D.E.; Faria, D.E., 2020. Exigência de lisina digestível de frangos de corte machos de 22 a 42 dias de idade. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 72, 1017-1026.

Carlos, T.C.F., Marino, C.T., Silva, N.V.P.; Barbosa, L.C.G.S.; Reis, R.N.; Muramatsu, K.; Araujo, C.S.S.; Araujo, L.F., 2014. Evaluation of different digestible lysine levels for male broilers during the period of 18 to 40 days of age. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. 16, 83-87.

Cemin, H.S.; Vieira, S.L.; Stefanello, C.; Kipper, M.; Kindlein, L.; Helmbrecht, A., 2017. Digestible lysine requirements of male broilers from 1 to 42 days of age reassessed. *PLoS ONE*, 12, 1-13.

Dalólio, F.S.; Moreira, J.; Vaz, D.P.; Albino, L.F.T.; Nunes, R.V.; Pinto, G.V.D., 2016. Digestible lysine for broilers from different commercial strains in the final phase. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 38, 411-416.

De Oliveira, W.P., De Oliveira, R.F.M., Donzele, J.L., Albino, L.F.T., Campos, P.H.R.F., Balbino, E.M., Maia, A.P.A., Pastore, S.M., 2013. Lysine levels in diets for broilers from 8 to 21 days of age. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42, 869-878.

De Oliveira, W.P., De Oliveira, R.F.M., Donzele, J.L., Albino, L.F.T., Antunes, M.V.L., Campos, P.H.R.F., Souza, M.F., Pastore, S.M., 2014. Digestible lysine levels obtained by two methods of formulation of diets for 22-to-42-day-old broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 43, 579-589.

De Oliveira, R.G., Pinheiro, S.R.F., De Castro, M.R., Vieira, D.J., Pires, A.V., De Abreu, L.R.A., 2015. Digestible Lysine on Live Performance of Chicken Type Naked Neck During the Starter Phase. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 17, 483-488.

Farkhoy, M., Modirsanei, M., Ghavidel, O., Sadegh, M., Jafarnejad, S., 2012. Evaluation of Protein Concentration and Limiting Amino Acids Including Lysine and Met + Cys in Prestarter Diet on Performance of Broilers. *Veterinary Medicine International*, 1-7.

Faveri J.C., Murakami A.E., Potença A., Eyng C., Marques A.F.Q. & Santos T.C., 2015. Desempenho e morfologia intestinal de frangos de corte na fase de crescimento, com e sem adição de nucleotídeos na dieta, em diferentes níveis proteicos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 35, 291-296.

Haese, D.; Kill, J.L.; Haddade, I.R.; Saraiva, A.; Vitória, E.L.; Puppo, D.D.; Souza, E.O., 2012. Exigência de lisina digestível e planos de nutrição para frangos de corte machos mantendo as relações metionina + cistina e treonina digestível na proteína ideal. *Ciência Rural*, Santa Maria. 12, 538-544.

Jia, H., He, T.H., Yu, H., Zeng, X., Zhang, S., Ma, W., Zhang, J., Qiao, S., Ma, X., 2019. Effects of L-lysine·H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> product on the intestinal morphology and liver pathology using broiler mode. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 10, 10.

- Lee, J., Sung, Y., Kong, C., 2018. Standardized ileal digestible lysine requirement for male broilers at the age of 0-10 days. *Animal Feed Science and Technology*, 241, 55-62.
- Liu, S.Y., Rochell, S.J., Maynard, C.W., Caldas, J., Kidd, M.T., 2019. Digestible lysine concentrations and amino acid densities influence growth performance and carcass traits in broiler chickens from 14 to 15 days post-hatch. *Animal Feed Science and Technology*, 255, 114216.
- Mahdavi, A., Shivazad, M., Alemi, F., Zaghari, M., Moravej, H., Darabighane, B., 2012. Digestible lysine requirement of broilers base on practical diet. *Italian Journal of Animal Science*, 11.
- Mateos, G.G., Mohiti-Asli, M., Borda, E., Mirzaie, S., Frikha, M., 2014. Effect of inclusion of porcine mucosa hydrolysate in diets varying in lysine content on growth performance and ileal histomorphology of broilers *Animal Feed Science and Technology*, 187, 53-60.
- Mejia, L., Tilman, P.B., Zumwalt, C.D., Corzo, A., 2012. Assessment of the threonine-to-lysine ratio of male broilers from 35 to 49 days of age, 21, 235-242.
- Mir, N.A., Tyagi, P.K., Biswas, A.K., Tyagi, P.K., Mandal, A.B., Hazarika, R., Deo, C., Sharma, D., 2018. Response of broiler chicken in terms of growth and efficiency, carcass characteristics, sensory quality of meat and serum biochemical profile to different lysine levels in flaxseed-based diet. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 18, 141-152.
- Nars J., Parviz, M., 2015. Dietary supplementation with standard ileum digestible lysine in starter period improves male broiler growth weight. *Indian Journal of Animal Sciences*, 11, 1239-1242.
- Oliveira, H.G., Carrijo, A.S., Kiefer, C., Garcia, E.R.M., Oliveira, J.A., Silva, J.B., Freitas, L.N., Horing, S.F., 2013. Lisina digestível em dietas de baixa proteína para frangos de corte tipo caipira de um aos 28 dias. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65, 497-504.
- Ospina-Rojas, I.C., Murakami, A.E., Eyng, C., Picoli, K.P., Scapinello, C., Duarte, C.R.A., 2014. Threonine-lysine ratio on the requirements of digestible lysine in diets for broilers. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 36, 157-162.
- Siqueira, J.C., Sakomura, N.K., Dourado, L.R.B., Ezequiel, J.M.B., Barbosa, N.A.A., Fernandes, J.B.K., 2013. Diet formulation techniques and lysine requirements of 1- to 22-day-old broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 15, 123-134.
- Tian, D.L., Guo, R.J., Li, Y.M., Chen, P.P., Zi, B.B., Wang, J.J., Liu, R.F., Min, Y.N., Wang, Z.P., Niu, Z.Y., Liu, F.Z., 2019. Effects of lysine deficiency or excess on growth and the expression of lipid metabolism genes in slow-growing broilers. *Poultry Science*, 0, 1-6.
- Wamsley, K.G.S., Loar II., R.E., Karges, K., Moritz, J.S., 2013. The use of practical diets and regression analyses to determine the utilization of lysine and phosphorus in corn distillers dried grains and solubles using Cobb 500 male broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 22, 279-297.
- Zarghi, H., Golian, A., Nikbakhtzade, M., 2019. Effect of dietary digestible lysine level on growth performance, blood metabolites and meat quality of broilers 23–38 days of age. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 00, 1-10.

## 4.

**VITA**

**YANNE CIBELLE VIEIRA DE CARVALHO** - filha de Paulo Edson Ramos de Carvalho e Maria Filomena Vieira, nasceu em 10 de setembro de 1990 na cidade de Arcoverde, Pernambuco. Em 2010 iniciou o curso de Bacharelado em Zootecnia na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), obtendo o grau de Bacharela em Zootecnia em março de 2016. Em 2018, obteve o título de Mestre em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), como bolsista CNPq, sob orientação do professor Dr. Wilson Moreira Dutra Junior com a dissertação “Desempenho e avaliação de carcaça de fêmeas suínas mestiças (Duroc x Piau) suplementadas com ractopamina”. Em abril de 2018 iniciou o Doutorado em Zootecnia no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como bolsista CAPES, sob orientação do Professor Dr. Alexandre de Mello Kessler e posteriormente, sob orientação da Professora Dra. Ines Andretta.