

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias  
Campus de Jaboticabal  
Departamento de Zootecnia

**LEILANE ROCHA BARROS DOURADO**

**AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE ENERGIA (METABOLIZÁVEL VS.  
LÍQUIDA) SOBRE A RESPOSTA ECONÔMICA E DESEMPENHO DE  
FRANGOS DE CORTE**

Relatório de Pós-doutorado realizado  
na Universidade Estadual Paulista  
(UNESP), Faculdade de Ciências  
Agrárias e Veterinárias de  
Jaboticabal-SP.

Supervisora:

Profa. Dra. Nilva Kazue Sakomura

CNPq: 172415/2023-3

**Jaboticabal-SP**  
**Setembro-2025**

**Titulo: Avaliação dos sistemas de energia (metabolizável vs. líquida) sobre a resposta econômica e desempenho de frangos de corte**

**RESUMO** - O sistema de energia metabolizável (EM) tem sido tradicionalmente utilizado na formulação das rações das aves, porém, apesar de muitos estudos, ainda não foram implementados nas indústrias o sistema de formulação de energia líquida, que possibilita considerar o efeito do incremento calórico dos alimentos na estimativa mais precisa de utilização da energia. Desta torna-se imprescindível a avaliação dos sistemas de energia líquida (EL) nas dietas de aves, com o objetivo de maximizar a eficiência na produção das aves e melhorar o retorno econômico para os produtores. O objetivo desse trabalho foi validar o sistema de formulação de energia líquida em comparação ao sistema de energia metabolizável para frangos de corte por meio da avaliação do desempenho, rendimento de carcaça e avaliação econômica. Foram utilizados 2160 machos Ross, com 14 dias de idade, distribuídos em esquema fatorial (3 x 2), considerando 3 níveis de energia para cada sistema (EM e EL) e 2 eficiências de utilização (70 e 80%). Os níveis 2900, 3050 e 3200 Kcal/Kg de EM e 2250, 2350 e 2450 Kcal/kg de EL. Para ajuste nas formulações, foram consideradas as equações estimadas no Lavinesp para determinação da energia líquida e metabolizável dos ingredientes e o atendimento às exigências com base na média da fase. Foram avaliados o desempenho, rendimento de carcaça das aves e viabilidade econômica. As aves alimentadas com sistema EM e 80% de eficiência tiveram desempenho médio inferior (acima de 14%) às aves com 70%, e essa diferença é ainda maior à medida que reduz o nível de EM. Nessa eficiência, foi estimado o 3005 e 3068 kcal/kg de EMA para máximo ganho de peso e menor conversão alimentar, respectivamente, e a maior rentabilidade (106%) foi observada nas dietas com 3050 kcal/kg, porém não foram verificadas diferenças no rendimento de carcaça. Com 80% de eficiência, foi estimado o nível de 3119 kcal/kg de EM para maior rendimento de carcaça. As aves alimentadas com sistema EL e 70% de eficiência tiveram desempenho médio inferior (acima de 17%) às aves com 80%, e essa diferença é ainda maior à medida que reduz o nível de EL. Independente da eficiência, o melhor desempenho foi observado com 2450 kcal/kg de EL, porém a maior rentabilidade (70,86%) foi observada com o mesmo nível utilizado apenas quando a eficiência foi de 80%. Nas condições do presente estudo, as formulações de dietas pelo sistema de energia líquida não proporcionaram um retorno econômico semelhante às formulações com energia metabolizável.

**Palavras-chave:** modelo fatorial, exigências energéticas, composição de ingredientes

**Title: Evaluation of energy systems (metabolizable and net) on the economic response and performance of broiler chickens**

The metabolizable energy (ME) system has traditionally been used in poultry diet formulation. However, despite numerous studies, the net energy (NE) formulation system has not yet been adopted in the industry. Implementing this system could allow for more accurate estimates of energy utilization by considering the effects of increased feed caloric intake. Therefore, it is essential to evaluate net energy systems in poultry diets to maximize production efficiency and improve economic returns for producers. The objective of this study was to validate the net energy formulation system against the metabolizable energy system for broiler chickens by assessing performance, carcass yield, and economic outcomes. A total of 2,160 14-day-old Ross males were divided into a 3 x 2 factorial design, which considered three energy levels for each system (ME and NE) and two utilization efficiencies (70% and 80%). The energy levels tested were 2900, 3050, and 3200 kcal/kg of ME and 2250, 2350, and 2450 kcal/kg of NE. Formulation adjustments were based on estimates from Lavinesp to determine the net and metabolizable energy of the ingredients, aiming to meet the requirements for the average phase. Performance, carcass yield, and economic forecasts were then evaluated. Birds fed with the ME system at 80% efficiency exhibited lower average performance (over 14%) compared to those at 70% efficiency, and this difference increased as the ME level decreased. At 80% efficiency, the estimated metabolizable energy levels for maximum weight gain and lowest feed conversion were 3005 and 3068 kcal/kg, respectively. The highest profitability (106%) was observed in diets containing 3050 kcal/kg, although no differences in carcass yield were recorded. Conversely, at 80% efficiency, an ME level of 3,119 kcal/kg was estimated to yield the highest carcass yield. For birds fed with the NE system, those at 70% efficiency also demonstrated lower average performance (over 17%) compared to those at 80% efficiency, with this gap widening as the NE level decreased. Regardless of efficiency, the best performance was achieved with 2450 kcal/kg of NE, but the highest profitability (70.86%) was observed at this level only when efficiency was 80%.

Under the conditions of this study, diet formulations using the net energy system did not provide an equivalent economic return compared to those based on the metabolizable energy system.

**Abstract - Key-Words:** Energy requirements, factorial model, ingredient composition

## 1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A avicultura é uma das atividades produtivas que mais evoluiu em termos de conhecimento científico para melhoria da produtividade dos animais, tanto que o conhecimento total entre todos os elos da cadeia são hoje compreendidos como “Avicultura 4.0”, que nada mais é do que o conhecimento preciso da resposta dos animais aos fatores de estímulos, que são altamente controláveis e previsíveis a partir de modelagem dos sistemas (de melhoramento genético, de alojamento, produtivo, de controle ambiental, nutricional e sanitário) . A contribuição da nutrição dentro desse contexto é altamente relevante e precisa ser constantemente atualizada em função das mudanças no material genético disponibilizado a cada ano.

O atendimento das exigências das aves é imprescindível para obtenção da resposta esperada pelos animais. Nas últimas décadas houve uma movimentação intensa no meio científico para determinação das necessidades de todos os aminoácidos digestíveis na perspectiva de melhor ajuste da proteína ideal (Baker, et al., 2002), bem como de consolidação do uso de fitase e outras enzimas nas dietas, para melhoria da utilização do fósforo e de outros nutrientes. Entretanto as necessidades energéticas só voltaram a ser discutidas nos últimos anos, pois o sistema de formulação com base na energia metabolizável dos ingredientes sempre apresentou resposta adequada ao desempenho das aves (Korver e Angel, 2019; Van der Klis e Jansman, 2019), e mesmo já tendo vários

estudos com energia líquida em aves (Sakomura et al., 2004 e 2005; Swick et al., 2013; Carré et al., 2014; Noblet et al., 2015; Zuidhof, 2019; Wu et al., 2018; Wu et al., 2019; Morillo et al., 2023), a implementação e comprovação da eficiência desse sistema não é realidade da indústria, como já se observa em outras espécies como suínos e bovinos (Tedeski, 2019; Beaulieu et al. 2022; Hu et al., 2023). A pergunta que fica é: porque não se usa ainda o sistema de formulação com base na energia líquida em dietas para aves? Para responder é preciso entender inicialmente o que é o sistema de energia líquida, por que ele seria melhor, e quais os fatores que influenciam nessa utilização.

A energia Líquida é a energia efetivamente utilizada para manutenção e produção, representando de 41 a 64% da energia bruta ingerida (Sakomura e Rostagno, 2017) para determiná-la é necessário determinar a produção de calor e o incremento calórico, porém as metodologias utilizadas para tal, dependem de uso de câmaras respirométricas para estimativa dos valores por meio de equações (Brouwer, 1965) que se baseiam nas quociente respiratório que relaciona as concentrações de O<sub>2</sub> usado e CO<sub>2</sub>, desprendidas pelas aves, e pouco grupos de pesquisa possuem essa infraestrutura no mundo.

As vantagens no uso do sistema de Energia líquida (EL) estão relacionadas a possibilidade de melhor aproveitamento da energia das dietas sendo economicamente mais viável que os sistema de formulação com base na energia metabolizável, que pode sofrer mais influência das alterações na

concentração de nutrientes dos ingredientes, ou seja, acredita-se que a energia líquida seja melhor predita a partir da composição química dos ingredientes, do que a energia metabolizável (Barzegar et al., 2020) proporcionado dietas com melhor aproveitamento de nutrientes. De forma geral, pode melhorar a flexibilidade do sistema de formulação mediante a inclusão de ingredientes não tradicionais, visto que a formulação baseada na composição nutricional favorece a entrada de novos ingredientes com alta acurácia na determinação do valor de EL da dieta.

Entretanto alguns desafios ainda são eminentes em função dos diversos fatores que influenciam na determinação da energia líquida dos ingredientes, sendo o principal deles a natureza da determinação da EL, que necessita de abate comparativo ou calorimetria indireta. Ainda assim, a metodologia é um fator que influencia os valores de EL obtidos, seja pelo método em si (Barzegar et al., 2020; Noblet et al., 2022) ou seja pelas equações utilizadas para estimar os requerimentos de EL pelas aves (Liu et al., 2017) e a EL dos ingredientes (Mateos et al., 2019; Liu et al., 2022).

Em função de vários aspectos que interferem na determinação da energia líquida e na eficiência de utilização da mesma, Mavromichalis (2023) avaliou todas as discussões sobre a formulação em sistema de energia líquida e metabolizável, que ocorreram no último Poultry Science Association meeting, bem como as recentes publicações e ponderou que a implementação da

formulação com base na energia líquida demonstra ser mais eficiente quando se trabalha com alimentos alternativos ou animais de genéticas com exigências não tão bem estabelecidas. Entretanto, essa constatação padece de informações econômicas fundamentais, pois praticamente não existem trabalhos avaliando o retorno econômico levando em consideração os diferentes sistemas (metabolizável x líquida) em aves, pois esse sim deve ser o fator de maior relevância para esse uso ou não do sistema.

A abordagem e justificativa para o uso do sistema de energia líquida deve levar em consideração que a alimentação atual das aves é fundamentada em milho e soja, ingredientes de elevado valor nutricional e energético que, até então, não apresentam variações significativas em sua composição nutricional, tornando-os ingredientes padrões para o sistema de EM. Contudo, diante do crescente aumento nos preços das commodities de milho e soja, bem como sua competitividade como insumos para o consumo humano, e considerando a necessidade de incorporar ingredientes não tradicionais e subprodutos agroindustriais, torna-se imperativo adotar estratégias atuais para otimizar a utilização de recursos, visando à sustentabilidade, ou seja, adotando sistemas de formulação que maximizem o uso dos nutrientes pelos animais.

Desta forma o objetivo do trabalho foi validar o sistema de formulação de energia líquida em comparação ao sistema de energia metabolizável para frangos de

corde por meio da avaliação do desempenho, rendimento de carcaça e avaliação econômica.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1- Implicações Éticas**

O ensaio experimental foi realizado no Laboratório de Ciências Avícolas (LAVINESP) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, Estado de São Paulo. Todos os procedimentos experimentais realizados durante os ensaios, foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) sob o protocolo nº 5401/20.

### **2.2- Animais, instalações e delineamento experimental**

Foram utilizados 2.520 frangos de corte machos, da linhagem Cobb 500 de 1 dia de idade. As aves foram mantidas em um galpão de pressão negativa com controle da temperatura ambiental. As aves foram alojadas em boxes contendo cama de maravalha, equipados com comedouros tubulares e bebedouros do tipo nipple.

Durante a recepção das aves, foi realizada a conferência da sexagem e distribuição aleatória em 84 boxes, com 30 aves em cada. Durante o período pré-experimental (0-14 dias), as aves foram mantidas em condições semelhantes, com livre acesso à água de bebida e uma dieta basal milho-soja.

Aos 14 dias de idade, as aves foram pesadas e distribuídas em faixas de peso para obter uma uniformidade ( $\pm 10\%$ ). Sequencialmente, foram distribuídas de acordo com o peso médio de  $499,9 \pm 3,7$ , em delineamento experimental

inteiramente casualizado em 12 tratamentos com 7 repetições de 30 aves cada, totalizando 84 unidades experimentais.

O programa de luz seguiu as recomendações do manual da linhagem (Cobb 500). Inicialmente, foram 24 horas de luz nos estágios iniciais de crescimento (até sete dias de idade), e após o 7º dia, passará a ser 18 horas de luz e seis horas de escuridão.

Diariamente foi realizado o manejo de ajuste de altura de comedouros/bebedouros, bem como temperatura de modo a proporcionar condições ideais para que os animais expressem seu máximo potencial genético (conforme o manual da linhagem).

### 2.3- Tratamentos e Dietas experimentais

Durante o período pré-experimental (1 a 14 dias), as aves receberam uma dieta basal milho-soja ad libitum formulada de acordo com as exigências preconizadas por Rostagno et al. (2024), na forma farelada (Tabela 1).

Tabela 1. Composição da dieta inicial de 1 a 14 dias de idade das aves

Ingredientes, %	Dieta pré-experimental
Milho	50,955
Farelo de soja	41,805
Óleo de soja	2,211
Fosfato bicálcico	2,295
Calcário	1,120
Sal (NaCl)	0,520
L-Lisina HCl (79%)	0,176
L-Metionina (99%)	0,478
L-Treonina (80%)	0,115
L-Valina (97.5%)	0,055
L-Isoleucina (90%)	-
Cloreto de colina (70%)	0,070
Suplemento vitamínico e mineral <sup>1</sup>	0,200
<b>Composição nutricional<sup>2</sup></b>	

Proteína Bruta, %	24,01
Energia metabolizável, kcal/kg	2946
Calcio total, %	1,141
Fósforo disponível, %	0,543
Potássio, %	0,928
Sódio, %	0,220
Cloro, %	0,411
Aminoácidos digestíveis, %	
Lisina	1,359
Metionina	0,789
Met + Cys	1,107
Treonina	0,917
Triptofano	0,277
Arginina	1,503
Valina	1,045

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico e mineral por Kg de produto: vitamina A (all-trans retinol), 9,700 IU; vitamina D3 (cholecalciferol), 2,700 IU; vitamina E (DL- $\alpha$ -acetato de tocoferol), 17 IU; vitamina K3, 2.79 mg; vitamina B<sub>1</sub>, 2.00 mg; vitamina B<sub>2</sub>, 5.50 mg; ácido pantotênico, 10.6 mg; vitamina B<sub>6</sub>, 3.05 mg; vitamina B<sub>12</sub>, 15.0 mcg; niacina, 0.039 g; ácido fólico, 1.00 mg; biotina, 0.0083 mg; Cloreto de colina, 0.150 g; ferro (sulfato ferroso), 0.044 g; cobre (sulfato de cobre), 9.00 mg; magnésio (sulfato de magnésio), 0.050 g; zinco (óxido de zinco), 0.050 g; iodo (iodato de cálcio), 1.00 mg; selênio (selenito de sódio), 0.250 mg. <sup>2</sup> Composição Calculada usando dado da tabelas brasileira de aves e suínos (Rostagno et al., 2024).

As dietas experimentais foram formuladas com base no sistema de EM e EL. Com esse intuito, dois grupos de formulação foram realizados baseados nesses critérios. O primeiro grupo foi baseado em dietas considerando variação da EM (2900, 3050 e 3200), utilizando eficiências de utilização de 70 e 80% e o segundo grupo foi baseado na formulação de EL (2250, 2350e 2450), com eficiência de utilização de 70 e 80%; conforme descrito na tabela 2.

Tabela 2. Tratamentos experimentais com variação do valor de EM e EL.

ENERGIA METABOLIZÁVEL	ENERGIA LÍQUIDA	EFICIÊNCIA
2900	2030	70
2900	2320	80
3050	2135	70
3050	2440	80
3200	2240	70
3200	2560	80

3214	2250	70
2813	2250	80
3370	2350	70
2950	2350	80
3500	2450	70
3063	2450	80

Adicionalmente, as formulações das dietas tiveram como objetivo manter uma relação constante de lisina digestível para EMAn de 3,95 g Lys SID/Mcal EMAn. Da mesma forma, foi considerada a relação de lisina para aminoácidos essenciais semelhante em todos os tratamentos, seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2024). Este critério foi adotado para garantir uma densidade de aminoácidos para energia semelhante em todos os tratamentos experimentais. Durante o período experimental (14 a 42 dias), as aves receberam dietas na forma farelada (Tabela 3 e 4), com inclusão de vários tipos de ingredientes alternativos, formuladas de acordo com a exigência média para a fase, ajustada das tabelas brasileiras de exigências nutricionais de aves e suínos (Rostagno et al., 2024).



K, %	0,610	0,929	0,647	0,805	0,654	0,864
Na, %	0,204	0,207	0,204	0,205	0,204	0,206
Cl, %	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Lisina, %	1,145	1,145	1,204	1,204	1,263	1,263
Metionina, %	0,622	0,702	0,712	0,696	0,742	0,772
Met + Cys, %	0,882	0,882	0,927	0,927	0,973	0,973
Treonina, %	0,756	0,756	0,795	0,795	0,834	0,834
Triptofano, %	0,206	0,223	0,217	0,217	0,227	0,248
Arginina, %	1,225	1,225	1,288	1,302	1,351	1,391
Gly + Ser, %	1,437	1,438	1,287	1,322	1,577	1,161
Valina, %	0,882	0,882	0,927	0,927	0,973	0,973
Isoleucina, %	0,767	0,767	0,807	0,807	0,846	0,846
Leucina, %	1,319	1,394	1,580	1,392	1,596	1,618
Histidina, %	0,424	0,424	0,445	0,445	0,467	0,467
Fenilalanina, %	0,810	0,851	0,784	0,881	0,955	0,861
BE = K + Na - Cl (mEq/Kg)	194	277	204	245	260	206

<sup>1</sup>Fornecido às aves durante a fase pré-experimental. <sup>2</sup>HP-DDG, grão seco de destilaria rico em proteína. <sup>3</sup>O suplemento vitamínico forneceu as quantidades a seguir por Kg de dieta completa: vitamina A (retinol totalmente trans), 7.040 UI; vitamina D3 (colecalfiferol), 2.464 UI; vitamina E (acetato de DL- $\alpha$ -tocoferol), 7,5 UI; vitamina K3, 1,76 mg; vitamina B1, 1.936 mg; vitamina B2, 5.016 mg; ácido pantotênico, 13,2 mg; vitamina B6, 2.816 mg; vitamina B12, 10,56,0 mg; niacina, 30,8 mg; ácido fólico, 0,6 mg; biotina, 0,018 mg; <sup>4</sup>O suplemento mineral forneceu o seguinte por quilo de dieta completa: ferro (sulfato ferroso), 70 mg; cobre (sulfato de cobre), 18 mg; manganês (sulfato de manganês), 140 mg; zinco (óxido de zinco), 130 mg; iodo (iodato de cálcio), 0,13 mg. <sup>5</sup>Composição calculada utilizando dados das Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (Rostagno et al., 2024).



K, %	0,620	0,808	0,884	0,778	0,798	0,809
Na, %	0,204	0,205	0,207	0,204	0,204	0,205
Cl, %	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Lisina, %	1,382	1,209	1,110	1,298	1,363	1,165
Metionina, %	0,791	0,693	0,676	0,703	0,734	0,684
Met + Cys, %	1,064	0,931	0,855	0,977	1,024	0,897
Treonina, %	0,912	0,798	0,733	0,852	0,892	0,769
Triptofano, %	0,249	0,218	0,201	0,228	0,239	0,210
Arginina, %	1,479	1,307	1,188	1,358	1,423	1,247
Gly + Ser, %	1,380	1,329	1,301	1,569	1,572	1,526
Valina, %	1,064	0,931	0,855	0,993	1,051	0,897
Isoleucina, %	0,926	0,810	0,744	0,869	0,901	0,781
Leucina, %	1,654	1,404	1,332	1,928	2,035	1,337
Histidina, %	0,511	0,447	0,411	0,552	0,581	0,431
Fenilalanina, %	0,965	0,882	0,827	1,013	1,071	0,850
BE = K + Na - Cl (mEq/Kg)	197	246	266	238	243	246

<sup>1</sup>Fornecido às aves durante a fase pré-experimental. <sup>2</sup>HP-DDG, grão seco de destilaria rico em proteína. <sup>3</sup>O suplemento vitamínico forneceu as quantidades a seguir por Kg de dieta completa: vitamina A (retinol totalmente trans), 7.040 UI; vitamina D3 (colecalfiferol), 2.464 UI; vitamina E (acetato de DL- $\alpha$ -tocoferol), 7,5 UI; vitamina K3, 1,76 mg; vitamina B1, 1.936 mg; vitamina B2, 5.016 mg; ácido pantotênico, 13,2 mg; vitamina B6, 2.816 mg; vitamina B12, 10,56,0 mg; niacina, 30,8 mg; ácido fólico, 0,6 mg; biotina, 0,018 mg; <sup>4</sup>O suplemento mineral forneceu o seguinte por quilo de dieta completa: ferro (sulfato ferroso), 70 mg; cobre (sulfato de cobre), 18 mg; manganês (sulfato de manganês), 140 mg; zinco (óxido de zinco), 130 mg; iodo (iodato de cálcio), 0,13 mg. <sup>5</sup>Composição calculada utilizando dados das Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (Rostagno et al., 2024).

### 2.3-Dados de temperatura e umidade

Os dados de temperatura e umidade foram mensurados em diferentes pontos do galpão durante todo o período experimental. As médias semanais estão apresentadas na tabela 5.

Tabela 5. Temperaturas e umidade relativa máximas e mínimas durante todo o período experimental

Semanas Experimentais	Temperatura (°C)		Umidade (%)	
	Máx	Mín	Máx	Mín
1 <sup>a</sup> (14-20 dias de idade)	30,1	25,4	83	60
2 <sup>a</sup> (21-28 dias de idade)	28,1	25,0	81	69
3 <sup>a</sup> (28-35 dias de idade)	26,4	23,4	83	72
4 <sup>a</sup> (35-42 dias de idade)	26,7	23,5	81	71

#### 2.4-Desempenho produtivo

Aos 14 e 42 dias de idade foram realizadas as pesagens das aves por parcela, para cálculo do peso médio e ganho médio, assim como a mensuração da ração residual para o cálculo do consumo de ração. A conversão alimentar foi calculada a partir do ganho de peso e o consumo de ração, corrigidos pela mortalidade conforme descrito por Sakomura e Rostagno (2017).

#### 2.5- Rendimento de Carcaça

No final do ensaio, aos 42 dias, 3 aves por parcela experimental, foram selecionadas pelo peso médio e submetidas a jejum por 8 horas, após o jejum, foram abatidas para avaliação do rendimento de carcaça, peito, coxa e sobrecoxa, e asa.

#### 2.6-Avaliação econômica

Os custos com alimentação foram calculados considerando que os tratamentos foram aplicados em sistemas de produção com os mesmos insumos, variando apenas as rações fornecidas. Para quantificar a diferença de custos entre os tratamentos, considerou-se apenas o cálculo das despesas com a alimentação das aves.

Para o cálculo da viabilidade econômica, considerou-se os seguintes preços de acordo com o mercado nacional na data de julho de 2025. Os preços de todos os ingredientes estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6 - Preços dos ingredientes utilizados no experimento.

<b>Ingredientes</b>	<b>Preço/kg</b>	<b>Ingredientes</b>	<b>Preço/kg</b>
Milho 7.86% CP	R\$ 1,07	Calcário	R\$ 0,65
Farelo de soja 46% CP	R\$ 2,30	Fosfato bicálcico	R\$ 8,57
Sorgo baixo tanino	R\$ 0,77	Sal	R\$ 0,52
Trigo grão	R\$ 1,40	Bicarbonato de sódio	R\$ 10,00
Farelo de algodão 39% CP	R\$ 1,34	Lisina CJ	R\$ 9,38
Farinha de carne e osso, 48%	R\$ 2,57	L-Metionina CJ	R\$ 15,46
Óleo de soja	R\$ 6,80	Treonina CJ	R\$ 9,66
Farelo de trigo	R\$ 0,88	Arginina	R\$ 24,84
Farinha de penas	R\$ 2,15	Triptopano	R\$ 38,64
Farelo de arroz	R\$ 0,84	Valina	R\$ 24,52
Pulpa cítrica	R\$ 0,77	Isoleucina	R\$ 30,36
Gluten de milho 60% CP	R\$ 2,00	Cl. Choline - 70%	R\$ 9,60
Amido	R\$ 3,93	Suplemento Mineral	R\$ 10,00
DDGS	R\$ 0,79	Suplemento Vitaminico	R\$ 12,00
DDG-HP Essencial	R\$ 0,79		

Tabela 7-Custo médio das rações utilizadas no experimento.

Tratamentos			Valor
Energia Metabolizável (EM)	Energia Líquida (EL)	Eficiência	(R\$/kg)
2900	2030	0,7	1,808
2900	2320	0,8	2,095
3200	2560	0,8	2,252
3200	2240	0,7	2,144
3050	2135	0,7	1,779
3050	2440	0,8	2,118
3500	2450	0,7	2,425
3063	2450	0,8	2,091
2813	2250	0,8	2,040
3214	2250	0,7	2,042
3370	2350	0,7	2,236
2950	2350	0,8	2,113

Nos cálculos de rentabilidade, foi considerado o preço médio de comercialização do kg do frango vivo (R\$ 5,02) em 27/07/2025, cotado na Agronotícias. As medidas de viabilidade econômica, Renda bruta Média, Custo médio de Arraçoamento, Margem Bruta Média e Rentabilidade Média foram calculados de acordo com (Murakami et al., 2009) e estão apresentados a seguir:

#### Renda bruta média (RBM)

Valor em reais (R\$) obtido em função do peso médio vivo (PMV) e o preço do frango (em R\$/kg).

$$RBM = PMV \times PV$$

#### Custo Médio de Arraçoamento (CMA)

Custo total (R\$) relativo ao consumo de ração (CR) em todas as fases de criação em função do custo da ração em cada fase de criação.

$$CMA = \sum_{n=1}^4 (\text{Consumo de ração}_i \times \text{Custo da ração}_i); \text{ com } i = 1, 2, 3 \text{ e } 4.$$

### **Margem bruta média (MBM)**

Diferença entre a renda bruta média (RBM) e os custos com alimentação (CMA) em reais (R\$).

$$MBM = RBM - CMA$$

### **Índice de Rentabilidade (IR)**

Relação entre a Margem Bruta Média (MBM) e o custo médio de alimentação (CMA), expressa em porcentagem.

$$IR = MBM/CMA \times 100$$

## 2.7-Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando os procedimentos GLM do software SAS versão 9.0 (SAS INSTITUTE, 2002). Para os efeitos significativos, foram realizados testes de comparação de médias, pelo procedimento LSMEANS, com nível de significância de 5%. As interações significativas foram desdobradas de acordo com os fatores envolvidos e, para os níveis de energia, usou-se a análise de regressão polinomial média quando não houve interação significativa, quando foi observada interação significativa, a análise de regressão dos níveis de energia foi feita para cada eficiência testada.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 8 estão apresentados os dados de peso médio (PM), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável em eficiências (EM/EL).

Foram observados efeitos dos níveis de energia e das eficiências em todos os parâmetros, exceto o CR, que não apresentou o efeito do nível de energia. Foram observadas interações significativas ( $p < 0,05$ ) dos níveis de energia e da eficiência para PM, CR, GP e CA.

Considerando os desdobramentos das interações, observou-se que, para PM, CR e GP, os animais que consumiram dieta com menores níveis, 2900 e 3050 kcal/kg, e eficiência de 70%, apresentaram maiores valores, enquanto, na eficiência de 80%, não houve diferença no PM, CR e GP das aves que consumiram dietas com maiores níveis, 3050 ou 3200 kcal/kg, porém foram superiores àquelas que consumiram 2900 kcal/kg. As aves alimentadas com níveis de energia de 2900 e 3050 kcal/kg tiveram melhor desempenho quando a eficiência foi de 70%, em comparação às com eficiência de 80% nos mesmos níveis. Quando o nível de energia foi de 3200 kcal/kg, as aves não apresentaram diferenças no PM, CR e GP em relação à eficiência.

Para a CA, não foram observadas diferenças entre os níveis de energia com 70% de eficiência. Quando a eficiência foi de 80%, o CA foi maior apenas quando o nível de energia foi 2900, e apenas neste houve diferenças para eficiência, em que animais com 70% de eficiência tiveram menor CA.

**Tabela 8** - Efeito dos níveis de energia metabolizável (EM) e da eficiência de utilização da energia líquida sobre o peso médio final (PM), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 14 a 42 dias de idade

Variável	Eficiência	Energia Metabolizável (Kcal/Kg)			Média	SE	CV(%)	Energia (EM)	Eficiência (Ef)	EM x Ef
		2900	3050	3200						
PM (Kg)	0,7	3,052Aab	3,135Aa	2,805Ab	2,998					
	0,8	1,921Bb	2,795Ba	2,940Aa	2,552	0,068	6,85	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Média	2,486	2,965	2,873						
CR (Kg)	0,7	4,522Aa	4,289Aab	3,974Ab	4,261					
	0,8	3,942Ba	4,034Aa	4,205Aa	4,060	0,040	6,12	0,3481	0,0148	0,0070
	Média	4,232	4,162	4,089						
GP (Kg)	0,7	2,551Aab	2,637Aa	2,306Ab	2,498					
	0,8	1,420Bb	2,295Ba	2,439Aa	2,051	0,068	8,32	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Média	1,986	2,466	2,373						
CA (kg/kg)	0,7	1,782Ba	1,630Aa	1,723Aa	1,712					
	0,8	2,799Aa	1,770Ab	1,734Ab	2,101	0,069	9,99	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Média	2,291	1,700	1,797						

Médias com mesma letra maiúscula na coluna e minúscula das linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

Na tabela 9 estão apresentados os dados de peso médio (PM), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de energia líquida e eficiências (EM/EL). Foram observados efeitos dos níveis de energia e das eficiências em todos os parâmetros, bem como foram observadas interações significativas ( $p < 0,05$ ) dos níveis de energia e da eficiência para PM, CR, GP e CA.

Considerando os desdobramentos das interações, observou-se que, para PM e GP, os animais que consumiram dieta com níveis de 2450 kcal/kg tiveram melhor desempenho, independentemente da eficiência. Porém, com níveis menores (2250 e 2350 kcal/kg), o PM e GP foram menores, especialmente quando a eficiência foi de 70%, chegando a representar uma redução de mais de 45% no peso e ganho de peso das aves alimentadas com o menor nível (2250 kcal/kg) em comparação às aves com maior nível (2450 kcal/kg).

Em relação ao CR, foram observadas diferenças entre os níveis de energia nas duas de eficiência, porém com comportamentos diferentes. Quando a eficiência foi de 70%, o consumo de ração das aves aumentou linearmente à medida que aumentou o nível de energia (Quadro 1), sendo estatisticamente diferente entre eles. Quando a eficiência foi de 80%, foi observado menor CR para as aves que consumiram dietas com 2350 kcal/kg, sendo estatisticamente diferente dos outros dois níveis de EL. Nos menores níveis de EL (2250 e 2350 kcal/kg), observou-se menor CR das aves que ingeriram dietas com 70% de eficiência, representando uma redução de 29% e 13%, respectivamente, em

comparação aos mesmos níveis com 80% de eficiência, o que, conseqüentemente, proporcionou a redução no PM e GP observada nos mesmos níveis (Tabela 9).

Para a CA, não foram observadas diferenças entre os níveis de energia com 80% de eficiência. Quando a eficiência foi de 70%, o CA foi reduzindo à medida que aumentou o nível de energia (Quadro 1), sendo estatisticamente diferente entre eles. Não foi observada diferença na conversão alimentar das aves alimentadas com 70% ou 80% de eficiência no nível de 2450 kcal/kg.

Considerando a interação entre os níveis de energia foram realizadas as análises de regressão dentro de cada tipo de formulação (líquida ou metabolizável), as equações obtidas ( $p < 0,05$ ) estão apresentadas no Quadro 1 abaixo:

Quadro 1. Equações de regressão significativas para os níveis de energia líquida e metabolizável de acordo com a eficiência utilizada

<b>Energia Metabolizável</b>	
<b>70%</b>	<b>80%</b>
$PM_{0,7} = -79,676 + 0,0551EM - 0,00000917EM^2$	$PM_{0,8} = -158,266 + 0,102EM - 0,0000162EM^2$
$CR_{0,7} = 9,332 - 0,00183EM$	$CR_{0,8} = 1,379 - 0,000879EM$
$GP_{0,7} = -80,898 + 0,0556EM - 0,00000925EM^2$	$GP_{0,8} = -158,9399 + 0,102EM - 0,0000162EM^2$
$CA_{0,7} = 52,579 - 0,0332EM + 0,00000541EM^2$	$CA_{0,8} = 217,962 - 0,138EM - 0,0000221EM^2$
<b>Energia Líquida</b>	
$PM_{0,7} = 213,497 - 0,187EL + 0,0000414EL^2$	$PM_{0,8} = 192,48 - 0,162EL + 0,0000348EL^2$
$CR_{0,7} = -6,046 + 0,00406EL$	$CR_{0,8} = 306,23 - 0,256EL + 0,0000544EL^2$
$GP_{0,7} = 212,467 - 0,187EL + 0,0000413EL^2$	$GP_{0,8} = 191,821 - 0,162EL + 0,0000348EL^2$
$CA_{0,7} = -16,55 - 0,00611EL$	$CA_{0,8} = 4,308 - 0,001066EL$

**Tabela 9** - Efeito dos níveis de energia Líquida e da eficiência de utilização com energia metabolizável sobre o Peso médio final (PM), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 14 a 42 dias de idade

Variável	Eficiência	Energia Líquida (Kcal/Kg)			Média	SE	CV(%)	Energia (EM)	Eficiência (Ef)	EM x Ef
		2250	2350	2450						
PM (Kg)	0,7	1,653Bc	1,967Bb	3,109Aa	2,243	0,089	6,74	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	0,8	2,869Aab	2,617Ab	3,060Aa	2,849					
	Média	2,261	2,292	3,084						
CR (Kg)	0,7	3,167Bb	3,357Bb	3,979Aa	3,501	0,085	7,85	<0,0001	<0,0001	0,0003
	0,8	4,472Aa	3,849Ab	4,315Aa	4,212					
	Média	3,819	3,604	4,147						
GP (Kg)	0,7	1,155Bc	1,468Bb	2,608Aa	1,744	0,089	8,23	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	0,8	2,369Aab	2,117Ab	2,560Aa	2,349					
	Média	1,762	1,793	2,584						
CA (kg/kg)	0,7	2,747Aa	2,307Ab	1,525Ac	2,192	0,068	8,18	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	0,8	1,901Ba	1,821Ba	1,687Aa	1,803					
	Média	2,032	2,064	1,606						

Médias com mesma letra maiúscula na coluna e minúscula das linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

Na tabela 10 estão apresentados os dados de rendimento de carcaça (RC), peito (RP), coxa e sobrecoxa (RSC) e asa (RA) de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável e eficiências (EM/EL).

Foram observados efeitos dos níveis de energia para RC e RA e das eficiências para RC. Não houve efeito da eficiência para RP, RSC e RA. Foi observada interação significativa ( $p < 0,05$ ) dos níveis de energia e da eficiência apenas para RC.

Considerando os desdobramentos das interações, observou-se que o RC das aves que consumiram dieta com 2900 kcal/kg e 80% de eficiência foi menor do que o RC das aves nos demais níveis de energia com a mesma eficiência e menor do que o RC das aves com 70% de eficiência no mesmo nível de energia. Não houve diferença entre o RC das aves com 70% de eficiência em nenhum dos níveis de energia. Pela análise de regressão, houve efeito quadrático do nível de energia apenas quando a eficiência foi de 80%, sendo estimado o melhor nível de energia para maximizar o rendimento de carcaça em 3119 kcal/kg ( $RC_{0,8} = -1554,42 + 1,048EM - 0,000168EM^2$ ).

Houve efeito dos níveis de energia metabolizável no rendimento de asa. Houve regressão linear significativa indicando que, a cada nível de energia, ocorre uma redução de 0,269% do RA ( $RA = 428,84 - 0,269EM + 0,0000433EM^2$ ), independente da eficiência.

**Tabela 10** - Efeito dos níveis de energia metabolizável (EM) e da eficiência de utilização da energia líquida sobre Rendimento de carcaça (RC), peito (RP), coxa e sobrecoxa (RSC) e asa (RA) de frangos de corte aos 42 dias de idade

Variável	Eficiência	Energia Metabolizável (Kcal/Kg)			Média	SE	CV(%)	Energia (EM)	Eficiência (Ef)	EM x Ef
		2900	3050	3200						
RC (%)	0,7	75,24Aa	74,87Aa	76,56Aa	74,89	0,50	3,10	0,0009	0,0314	0,0001
	0,8	68,84Bb	85,82Aa	76,24Aa	73,30					
	Média	72,04	75,35	74,90						
RP (%)	0,7	35,33	36,27	34,71	35,43	0,27	4,68	0,0824	0,0933	0,1781
	0,8	33,35	35,25	35,08	34,57					
	Média	34,34	35,76	34,09						
RSC (%)	0,7	36,18	30,48	31,26	32,64	0,71	13,81	0,1097	0,2549	0,3096
	0,8	21,63	30,54	31,04	31,07					
	Média	33,91	30,51	31,15						
RA (%)	0,7	12,10	10,61	11,00	11,24	0,24	12,68	0,0064	0,6174	0,7835
	0,8	12,73	10,78	10,87	11,46					
	Média	12,41A	10,07B	10,94AB						

Médias com mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

Na tabela 11 estão apresentados os dados de rendimento de carcaça (RC), peito (RP), coxa e sobrecoxa (RSC) e asa (RA) de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de energia líquida e eficiências (EM/EL).

Foram observados efeitos dos níveis de energia e das eficiências em todos os parâmetros, exceto o RP, que não apresentou o efeito do nível de energia. Foram observadas interações significativas ( $p < 0,05$ ) dos níveis de energia e da eficiência para RC, RP, RSC e RA.

Considerando os desdobramentos das interações, observou-se que não houve efeito dos níveis de energia quando a eficiência foi de 80%. Entretanto, houve efeito linear dos níveis de energia quando a eficiência foi 70%. O RC e RP aumentaram à medida que aumentou o nível de energia líquida, indicando maiores rendimentos com 2450 kcal/kg de EL, de acordo com as seguintes equações  $RC_{0,7} = -15,62 + 0,0368EL$  e  $RP_{0,7} = -5,961 + 0,0168EL$ , respectivamente. Já para o RSC ( $RSC_{0,7} = 64,239 - 0,0141EL$ ) e RA ( $RA_{0,7} = 38,413 - 0,0113EL$ ), houve uma redução à medida que aumentou o nível de energia líquida, indicando maiores rendimentos desses cortes com o nível de 2250 kcal/kg de EL.

**Tabela 11** - Efeito dos níveis de energia Líquida e da eficiência de utilização com energia metabolizável sobre Rendimento de carcaça (RC), peito (RP), coxa e sobrecoxa (RSC) e asa (RA) de frangos de corte aos 42 dias de idade

Variável	Eficiência	Energia Líquida (Kcal/Kg)			Média	SE	CV(%)	Energia (EM)	Eficiência (Ef)	EM x Ef
		2250	2350	2450						
RC (%)	0,7	61,13Bb	68,34Ab	76,84Aa	70,82	0,60	3,68	0,0001	0,0004	0,0029
	0,8	74,97Aa	72,38Aa	74,84Aa	74,07					
	Média	71,55	70,61	75,16						
RP (%)	0,7	31,94Bb	33,21Bb	35,30Aa	33,48	0,27	3,31	0,5420	<0,0001	<0,0001
	0,8	36,07Aa	35,48Aa	34,84Aa	35,47					
	Média	34,01	34,35	35,07						
RSC (%)	0,7	32,38Aa	31,55Aa	29,57Bb	31,17	0,17	2,11	<0,0001	0,0019	<0,0001
	0,8	30,80Ba	30,35Ba	30,76Aa	30,64					
	Média	31,59	30,96	30,16						
RA (%)	0,7	12,77Aa	11,90Ab	10,50Ac	11,72	0,13	4,14	<0,0001	0,0004	<0,0001
	0,8	10,97Ba	11,31Aa	11,16Aa	11,15					
	Média	11,87	11,60	10,83						

Médias com mesma letra maiúscula na coluna e minúscula das linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

Na tabela 12 estão apresentados os dados de Receita Bruta Média Bruta (RBM), Custo Médio da Ração (CMR), Margem Bruta (MB) e Índice de Rentabilidade das dietas com diferentes níveis de energia (líquida ou metabolizável) e eficiências (70 ou 80%). O comportamento econômico é dependente dos custos da ração (Tabela 7) e do desempenho dos animais (Tabela 8 e 9). Observou-se que, nas dietas formuladas com base na energia metabolizável, as rações que tiveram menor custo foram as com 3050 kcal e 70% de eficiência (R\$ 1,779) e a de 2900 kcal e 70% de eficiência (R\$ 1,808). Já a ração mais cara foi a com 3200 kcal e 80% de eficiência (R\$ 2,252). Essa diferença entre a mais econômica e a mais onerosa equivale a um aumento de mais de 26% no custo da ração. Considerando o desempenho, observou-se que os melhores resultados também foram para as duas rações (3050 kcal/70% e 2900 kcal/70%) também tiveram maior RBM, menores CMA, melhores MBM e IR. O melhor índice de rentabilidade atingiu 106,2% (3050kcal/kg e 70%), 18,84% a mais que a segunda melhor (87,38%) dieta (2900kcal/kg e 70%). Vale ressaltar que, na formulação com maior rentabilidade, a inclusão de milho foi acima de 50%.

Observou-se que, nas dietas formuladas com base na energia líquida, as rações que tiveram menor custo foram as com 2250 kcal e 70% (R\$ 2,042) e 80% de eficiência (R\$ 2,040). Já a ração mais onerosa foi a com 2450 kcal e 70% de eficiência (R\$ 2,425). Essa diferença entre a mais econômica e a mais onerosa

equivale a um aumento de mais de 18% no custo da ração. Considerando o desempenho, observou-se que os melhores resultados não acompanharam os custos da ração, pois os maiores RBM, MBM e IR foram obtidos quando se utilizou dietas com 2450 kcal/kg em ambas as eficiências. O melhor índice de rentabilidade atingiu 70,26% (2450 kcal/kg e 80%), 8,52% a mais que a segunda melhor (61,74%) dieta (2450 kcal/kg e 70%).

Tabela 12. Receita Bruta Média Bruta (RBM), Custo Médio da Ração (CMR), Margem Bruta (MB) e Índice de Rentabilidade (IR) em Reais.

Variável	Eficiência	Energia Metabolizável (kcal/kg)		
		2900	3050	3200
RBM (R\$/frango)	0,7	15,321	15,738	14,081
	0,8	9,643	14,031	14,759
CMA (R\$/frango)	0,7	8,176	7,632	8,520
	0,8	8,260	8,545	9,472
MBM (R\$/frango)	0,7	7,145	8,106	5,561
	0,8	1,384	5,486	5,287
IR (%)	0,7	87,38	106,22	65,28
	0,8	16,75	64,21	55,82
	Eficiência	Energia Líquida (kcal/kg)		
		2250	2350	2450
RBM (R\$/frango)	0,7	8,298	9,874	15,607
	0,8	14,402	13,137	15,361
CMA (R\$/frango)	0,7	6,468	7,508	9,650
	0,8	9,121	8,134	9,022
MBM (R\$/frango)	0,7	1,830	2,367	5,957
	0,8	5,282	5,003	6,339
IR (%)	0,7	28,29	31,52	61,74
	0,8	57,91	61,51	70,26

#### 4. CONCLUSÃO

O sistema de formulação baseado na energia metabolizável apresentou melhor desempenho quando formulado para atender a uma eficiência de 70% EL/EM. A estimativa de 3050 kcal/kg de energia metabolizável foi a que proporcionou melhor desempenho e retorno econômico.

O sistema de formulação baseado na energia líquida apresentou melhor desempenho quando formulado para atender a uma eficiência de 80% EL/EM. A estimativa de 2450 kcal/kg de energia líquida foi a que proporcionou melhor desempenho e retorno econômico.

Nas condições do presente estudo, as formulações de dietas pelo sistema de energia líquida não proporcionaram um retorno econômico semelhante às formulações com energia metabolizável.

## 5. OUTRAS ATIVIDADES

-Participação em bancas de TCC, mestrado, doutorado e defesas de projetos de alunos da Pós-Graduação em Ciência Animal e do grupo LAVINESP.

-Participação em eventos, como na 2024 Latin American Scientific Conference, em Foz do Iguaçu.

-Participação como colaboradora na disciplina de avicultura da graduação.

-Participação em processos seletivos do programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.

-Avaliação de artigos de revistas internacionais

-Auxílio e orientações em experimentos de mestrado e doutorado do grupo.

-Auxílio em análises laboratoriais e padronização de metodologias.

-Realização de intercâmbio no Natural Resources Institute Finland (LUKE) sob supervisão na Finlândia do Dr. Gabriel Viana e da Dra. Letícia Soares para discussão e escrita de artigos sobre energia metabolizável e líquidas de ingredientes Brasileiros e europeus (artigo em finalização).

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, J.M.; DE PAULA REIS, M.; GOUS, R.M.; DORIGAM, J.C.P.; LIZANA, R.R.; SAKOMURA, N.K. Response of broilers to dietary balanced protein. 2. Determining the optimum economic level of protein. **Animal Production Science**, v. 61, p.1435-1441, 2021.

BAKER, D. H., BATAL, A. B.; PARR, T. M.; AUGSPURGER, N.R.; PARSONS, C. M. Ideal Ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine, and valine

for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science**, v.81, p. 485-494, 2002.

BARZEGAR, S.; WU, S.-B.; NOBLET, J.; SWICK, R.A. Metabolizable energy of corn, soybean meal and wheat for laying hens. **Poultry Science**, v.98, n.11, p. 5876-5882, 2019.

BEAULIEU, D.; PATIENCE, J.; ORESANYA, T. The Net Energy System and Diet Formulation: An Overview. Annual Research Report, 2002. Acessado em 10/11/2023, Disponível em: <https://www.prairieswine.com/wp-content/uploads/2020/10/A-Net-Energy-System-and-Diet-Formualtion-Overview.pdf>

BROUWER, E. Report of Sub-Committee on Constants and Factors. In: Blaxter, K.L. 3rd Symposium on Energy Metabolism, **Proceedings...** Academic Press, London, 441-443, 1965.

CARRÉ, B.; LESSIRE, M.; JUIN, H. Prediction of the net energy value of broiler diets. **Animal**, v. 8, p. 1395-1401, 2014.

HU, Q.; SHI, H.; WANG, L.; WANG, L.; HOU, Y.; WANG, H.; LAI, C.; ZHANG, s. Mitigating environmental impacts using net energy system in feed formulation in China's pig production. **Science of The Total Environment**, V. 856, Part 1, 159103, 2023.

KORVER, D. R.; ANGEL, C. R. Informal nutrition symposium: critical update on net energy research and implementation status in poultry. **Journal of Applied Poultry Research**, V. 28, p.497-498, 2019.

LIU, W.; LIN, C.H.; WU, Z.K.; LIU, G.H.; YAN, H.J.; YANG, H.M.; CAI, H.Y. Estimation of the net energy requirement for maintenance in broilers. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, v. 30, p. 849-856, 2017.

LIU, W.; LIU, G.H.; LIAO, R.B.; CHANG, Y.L.; HUANG, X.Y.; WU, Y.B.; YANG, H.M.; YAN, H.J.; CAI, H.Y. Apparent metabolisable and net energy values of corn and soybean meal for broiler breeding cocks. **Poultry Science**, v. 96, p.135-143, 2017.

LIU, X.; BAN, Z.; YAN, X.; YANG, H.; LIANG, H.; YAN, L.; NIE, W. Nutrient utilisation, metabolisable and net energy values of corn for broiler chickens

during the starter and grower phases. *Journal Animal Physiology Animal Nutrition*, v. 107, p.1073–1082, 2023.

MATEOS, G.G.; C´AMARA, L.; FONDEVILA, G.; L´AZARO R.P. Critical Review of the Procedures Used for Estimation of the Energy Content of Diets and Ingredients in Poultry. *Journal of Applied Poultry Research*, V. 28, p. 506–525, 2019

MAVROMICHALIS, I. (2023). The debate over net energy in broiler feed formulation. *FeedStrateg*. Disponível em: <https://www.feedstrategy.com/blogs/animal-nutrition-views/blog/15543766/the-debate-over-net-energy-in-broiler-feed-formulation>. Acessado em 02 de novembro de 2023.

MORILLO, F.A.H.; MACARI, M.; DE PAULA REIS, M.; TEOFILO, G.F.S.; CAMARGOS, R.S.; SAKOMURA, N.K. Energy requirements for maintenance as a function of body weight and critical temperature in broiler chickens. *Livestock Science*, 2023 (no prelo).

MURAKAMI, A.E.; SOUZA, L.M.G.; MASSUDA, E.M.; ALVES, F.V.; GUERRA, R.L.H.; GARCIA, A.F.Q.M. Avaliação econômica e desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de milho em substituição ao milho. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.31, p.31-37, 2009.

NOBLET, J.; DUBOIS, S.; LASNIER, J.; WARPECHOWSKI, M.; DIMON, P.; CARRÉ, B.; VAN MILGEN, J.; LABUSSIÈRE, E. Fasting heat production and metabolic BW in group-housed broilers. *Animal*, v. 9, p. 1138-1144, 2015.

NOBLET, J.; WU, S.; CHOCT, M. Methodologies for energy evaluation of pig and poultry feeds: A review. *Animal Nutrition*, v.8, p.185-203, 2022.

SAKOMURA, N. K.; LONGO, F. A.; OVIEDO-RONDON, E. O.; BOA-VIAGEM, C.; FERRAUDO, A. Modeling energy utilization and growth parameter description for broiler chickens. *Poultry Science*, v. 84, p. 1363–1369, 2005.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, p. 283, 2007.

SAKOMURA, N. Modelling energy utilization in broiler breeders, laying hens and broilers. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 6, p. 1-11, 2004.

SWICK, R.A.; WU, S.B.; ZUO, J.; RODGERS, N.; BAREKATAIN, M.R.; CHOCT, M. Implications and development of a net energy system for broilers. **Animal Production Science**, v. 53, p. 1231-1237, 2013.

TEDESCHI, L.O., 2019. Relationships of retained energy and retained protein that influence the determination of cattle requirements of energy and protein using the California net energy system. **Translational Animal Science**, V.3, p.1029–1039, 2019.

VAN DER KLIS, J.D.; JANSMAN, A.J.M. Net energy in poultry: Its merits and limits. **Journal of Poultry Science**, v. 28, p. 499-505, 2019.

WU, S.B; SWICK, R.A.; NOBLET, J.; RODGERS, N.; CADOGAN, D.; CHOCT, M. Net energy prediction efficiency of feed for broiler chickens. **Poultry Science**, v. 98, p. 1222-1234, 2018.

ZUIDHOF, M.J.; A review of dietary metabolizable and net energy: Uncoupling heat production and retained energy. **Journal of Applied Poultry Research**, V. 28, p.231-241, 2019.