

**AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA E DO  
PERÍODO DE COLETA NA DETERMINAÇÃO  
DO VALOR ENERGÉTICO DE RAÇÕES  
PARA AVES**

**RICARDO DE SOUZA MARTINEZ**

2002

RICARDO DE SOUZA MARTINEZ

**AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA E DO PERÍODO DE COLETA NA  
DETERMINAÇÃO DO VALOR ENERGÉTICO DE RAÇÕES PARA  
AVES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de "Mestre".

**Orientador**

Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
FEBRIL 2002



**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Martinez, Ricardo de Souza

Avaliação da metodologia e do período de coleta na determinação do valor energético de rações para aves / Ricardo de Souza Martinez. -- Lavras : UFLA, 2002.

41p. : il.

Orientador: Paulo Borges Rodrigues.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia

1. Nutrição de monogástrico. 2. Ração. 3. Valor enegético. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.0852

-636.5085

**RICARDO DE SOUZA MARTINEZ**

**AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA E DO PERÍODO DE COLETA NA  
DETERMINAÇÃO DO VALOR ENERGÉTICO DE RAÇÕES PARA  
AVES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal  
de Lavras como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área  
de concentração em Nutrição de Monogástricos,  
para obtenção do título de “Mestre”.

Aprovada em 25 de fevereiro de 2002

Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - UFLA

Prof. Elias Tadeu Fialho - UFLA

Prof. Antônio Gilberto Bertechini - UFLA

Prof. Antônio Soares Teixeira - UFLA

  
Prof. Paulo Borges Rodrigues - UFLA  
(Orientador)

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL**

*A Deus*, essa força que nos protege e guia por caminhos seguros; a Adriana, pelo seu amor, carinho, respeito e incentivo e por sempre estar ao meu lado; aos meus filhos, Anna Carolina e Leonardo, pelo seu amor e carinho.

### **OFEREÇO**

Aos meus pais, Martinho Martinez e Luzia (in memorian); aos meus sogros, Ricardo H. Teixeira e Maria das Graças, e a todos os meus amigos e familiares.

### **DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de realização do curso.

Ao meu orientador, professor Paulo Borges Rodrigues, pela amizade, orientação, ensinamentos e total apoio em todas as fases do curso.

Ao meu co-orientador, professor Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pelas importantes sugestões e auxílio nas análises estatísticas.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia pelo total apoio e amizade.

À CAPES (Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de estudos.

A todos os funcionários do Departamento de Zootecnia da UFLA pela convivência e enormes favores prestados.

Ao aluno de pós-graduação Édison José Fassani pela amizade e importante auxílio durante a fase de análises laboratoriais.

Aos meus colegas de pós-graduação, Renato Alberto Giacometti, Luis Eduardo Avelar Pucci, Luis Claudio Pepe Luz, Paulo Roberto Ost, Wladimir Oliveira, Neudi Artemio Schoulten, Marcelo Pinheiro, Hunaldo de Oliveira e Yolanda Lopes da Silva, pela amizade e constantes contribuições.

A Adriana A. Teixeira Martinez por sempre estar ao meu lado. E especialmente ao meu irmão, Martinho Martinez Filho, e aos meus amigos e familiares, elementos inspiradores da minha vida.

Aos meus pais e sogros, principais patrocinadores dessa conquista.

## **BIOGRAFIA**

**RICARDO DE SOUZA MARTINEZ, filho de Martinho Martinez e Luzia de Souza Martinez, nasceu na cidade de Campo Grande (MS) em 27 de julho de 1966.**

**Em julho de 1997 ingressou na Universidade Federal de Lavras (MG), no qual se graduou em Zootecnia no dia 05 de fevereiro de 2000.**

**Iniciou o curso de Pós-graduação pelo Departamento de Zootecnia na Universidade Federal de Lavras em março de 2000, obtendo o título de Mestre em Zootecnia, com concentração em Nutrição de Monogástricos, em 25 de fevereiro de 2002.**

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Energia metabolizável .....	3
2.2 Fatores que afetam os valores de energia metabolizável.....	4
2.3 Metodologias de avaliação da energia metabolizável dos alimentos .....	7
2.4 Metodologia tradicional de coleta total de excretas .....	9
2.5 Metodologia de coleta de excretas com óxido crômico .....	9
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>
3.1 Local e época de realização do experimento .....	11
3.2 Delineamento experimental e análises estatísticas .....	11
3.3 Dietas e procedimentos experimentais .....	13
3.4 Variáveis avaliadas.....	16
3.5 Fórmulas utilizadas para o cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e da energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) .....	16
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>18</b>
4.1 Método tradicional de coleta total de excretas .....	18
4.2 Metodologia de coleta utilizando o óxido crômico como indicador .....	20
4.3 Comparação entre as metodologias .....	23
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>32</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>39</b>

## RESUMO

MARTINEZ, Ricardo de Souza. **Avaliação da metodologia e do período de coleta na determinação do valor energético de rações para aves.** 2002. 41p. Dissertação (Mestrado em nutrição de monogástricos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.<sup>1</sup>

Dois ensaios de metabolismo foram conduzidos simultaneamente no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), com o objetivo de avaliar o efeito das metodologias coleta total de excretas e óxido crômico como indicador, em diferentes níveis, e dos dias de coleta sobre a determinação da energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio de rações para aves. Nos experimentos foram utilizados 60 galos adultos Leghorn com peso médio de  $2,35 \pm 0,105$  kg. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 4 x 5 (4 níveis de óxido crômico - 0,2%, 0,4%, 0,6% e 0,8% e coleta de excretas de um a cinco dias), com 6 repetições em dois períodos consecutivos, sendo uma ave por parcela experimental. As rações experimentais foram à base de milho e farelo de soja, isonutrientes e isoenergéticas, formuladas para conter 19,0% de proteína bruta e 3100 Kcal de EM/Kg. As aves foram alojadas em gaiolas de metabolismo com uma ave por gaiola, com período de adaptação de 5 dias, seguido pelo período de coleta das excretas até 5 dias, conforme os tratamentos aplicados. Os parâmetros avaliados foram o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn). Constatou-se que três dias de coleta foram suficientes para determinar com precisão o CDAMS e a EMAn nas duas metodologias. O nível ideal de inclusão do óxido crômico como indicador foi o de 0,6% para rações de frango de corte baseadas em milho e farelo de soja.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Paulo Borges Rodrigues - UFLA (Orientador), Rilke Tadeu Fonseca de Freitas- UFLA, Antônio Soares Teixeira - UFLA.

## ABSTRACT

MARTINEZ, Ricardo de Souza. Evaluation of the methodology and collection period on determination of energetic value in broiler rations. 2002. 41p. Dissertation (Master in Animal Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.<sup>1</sup>

Two digestibility trials were conducted simultaneously in the poultry farm sector of the Animal Science department of the University Federal of Lavras with objective of evaluate the effect of the methodologies of total collection of excreta and with the use of chromium oxide as an indicator in different levels and collection days on the determination of apparent metabolizable energy corrected by the nitrogen balance in broiler rations based on corn and soybean meal . A total of 60 adult leghorn roosters weighing on average 2,350 +- 105 g were utilized in this metabolism assay . The treatments were distributed in a 4 x 5 factorial schedule ( 4 levels of chromium oxide – 0.2% , 0.4% 0.6% and 0.8% and one to five period of collection days ) with six replicates in two consecutive periods a roosters per experimental period . The experimental rations were based in corn and soybean meal , both isonutrient and isoenergetic , formulated to contain 19.0% of crude protein and 3,100 kcal of ME/ Kg. The roosters were housed in metabolism cages with one bird per cage where a five -day adaptation period was allowed followed of a period of excreta collection of 5 days. The evaluated parameters were the coefficient of apparent digestibility of dry matter (CADDM) and apparent metabolizable energy corrected by the nitrogen balance ( EMAN) . It was found that three days of collection are enough to determinate with accuracy both CADDM and EMAN in the two methodologies . The ideal level of inclusion of chromium oxide as an indicator was 0.6% for broiler rations based in corn and soybean meal.

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Paulo Borges Rodrigues - UFLA (Adviser), Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - UFLA, Antônio Soares Teixeira - UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

Na formulação de rações, um dos aspectos mais importantes é o conhecimento do conteúdo energético dos alimentos, visando o fornecimento de uma quantidade adequada de energia para as aves. Atualmente, no Brasil, ainda é comum utilizar dados de composição proximal e de energia metabolizável (EM) dos alimentos, citados em tabelas estrangeiras, como Scott et al. (1982), National Research Council (1994) e do Brasil, como Embrapa e Rostagno et al. (2000). Os valores nutricionais dos alimentos determinados no Brasil apresentam grandes variações quando comparados com valores de literaturas estrangeiras.

Para obter uma máxima rentabilidade e produtividade é necessário que se faça uma correta utilização e determinação dos valores de EM no cálculo de rações devido à energia ser um dos principais fatores limitantes para a ótima performance das aves, sendo que a precisão dos valores energéticos pode refletir em acréscimos no ganho de peso e, principalmente, nos índices de conversão alimentar. Essas constatações evidenciam a importância da elaboração de tabelas com dados nacionais de exigências nutricionais e de composição dos alimentos.

Nos últimos anos, vários métodos biológicos foram desenvolvidos, gerando várias definições para expressar os valores de EM dos alimentos, e seus méritos têm sido extensivamente debatidos na literatura científica. Usando o método de coleta total de excretas com pintos em crescimento e alimentação forçada com galos adultos, Rostagno et al. (2000), com base em pesquisas realizadas na Universidade Federal de Viçosa, elaboraram uma tabela de composição dos alimentos que mostrou variações quando comparada às de outros países. Observa-se, entretanto, que pesquisas são ainda necessárias para

complementar esses dados, seja pela inclusão de novos alimentos ou pela adequação dos métodos de determinação energética dos alimentos.

Na determinação da EM, é comum o uso de um período de coleta por cinco dias, o que torna a prática trabalhosa e com uma demanda maior de tempo, gerando um gasto maior com mão-de-obra e ingredientes utilizados para alimentação das aves durante o período experimental. Além disso, há maiores possibilidades de perda de parcelas e erros na rotina de coleta. O método de coleta parcial utilizando o óxido crômico como indicador também utiliza 5 dias de coleta, com inclusão de até 0,5% deste composto químico para uma determinação precisa. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivos:

1. Determinar o melhor período de coleta, pelo método tradicional de coleta total e do indicador óxido crômico, para uma determinação precisa do valor energético das rações e coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca;
2. Avaliar níveis de inclusão do indicador óxido crômico e a precisão das estimativas;
3. Comparar a precisão das duas metodologias empregadas na determinação dos valores energéticos e coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Energia metabolizável

A determinação dos valores de energia metabolizável (EM) dos alimentos para aves tem sido objeto de estudo há vários anos. Os primeiros estudos foram realizados por Hill & Anderson (1958), os quais verificaram que os valores de EM eram mais precisos do que os valores de Energia Produtiva (EP) até então usada.

A eficiência na formulação de rações para aves é determinada pela precisão dos valores de EM dos alimentos; no passado, vários métodos foram propostos para determinar a EM dos alimentos (Hill et al., 1960; Potter et al., 1960; Sibbald & Slinger, 1963), os quais permitem obter a Energia Metabolizável Aparente (EMA), que é a diferença entre a energia contida nos alimentos e a energia da excreta.

O NRC (1994) descreve a EMA como energia bruta consumida do alimento menos a energia bruta excretada. Como as aves excretam fezes e urina juntas, não é usual utilizar energia digestível na formulação de rações para aves. Assim, a energia bruta excretada engloba a energia das fezes, da urina e dos gases da digestão, sendo esta última negligível para aves.

Nas fezes existem duas frações: os resíduos não digeridos ou não absorvidos do alimento e a fração metabólica, formada por bilis, secreções digestivas e células procedentes da mucosa intestinal. Da mesma forma, na urina tem-se resíduos do alimento absorvido e eliminado sem serem catabolizados e uma fração endógena que consiste em um produto do catabolismo dos tecidos.

Shires et al. (1980) verificaram, trabalhando com galos e pintos, que receberam alimentos comumente utilizados nas rações de aves, uma relação linear direta entre a quantidade de alimento ingerido e a energia bruta excretada.

Coelho et al. (1983) obtiveram maiores valores de repetibilidade para a EMA e EMAn, determinadas pelo método tradicional com pintos, comparados aos do método Sibbald, com galos. Estes autores verificaram, ainda, que a utilização do método Sibbald na determinação da EMA e EMAn resultou em acentuada redução desses valores, quando comparados aos obtidos pelo método tradicional, devido ao baixo nível de ingestão de alimento, o que torna o método tradicional mais utilizado na atualidade.

## **2.2 Fatores que afetam os valores de energia metabolizável**

Há alguns trabalhos que constataam a existência de fatores responsáveis pelas causas de variação dos valores de EMA dos alimentos. De uma maneira simples, Grimbergen (1974) divide a exigência de EM para aves em duas porções: EM para manutenção e EM para produção.

Balnave et al. (1978), citado por Longo (2000), definiu que a exigência para manutenção é afetada pelas atividades e pela temperatura, enquanto, para aves em crescimento, a exigência de EM para crescimento depende das taxas diárias de ganho de peso e, ainda, dos teores de energia da carcaça e da eficiência com que a energia da dieta é convertida em carcaça (Scott et al., 1982).

Rostagno & Queiroz (1978) citaram que os valores de EMA, determinados para aves adultas, são maiores que os obtidos para aves jovens para alimentos com altos teores de fibra, constatando, assim, que existem fatores que influenciam os valores de EMA dos alimentos.

Segundo Borges (1997), o valor da energia metabolizável dos alimentos está diretamente correlacionado com a sua composição em carboidratos, proteínas e gorduras. Além disso, dependerá do tipo de carboidrato, se de reserva ou se constituinte da parede celular.

Numa tentativa de reduzir a variação entre os valores de EM, utiliza-se a prática da correção pelo balanço nitrogênio (BN), que pode ser negativo ou positivo. A retenção de nitrogênio pode ser afetada por vários fatores, entre eles o consumo e a composição do alimento fornecido. O nitrogênio dietético retido no corpo, se catabolizado, é excretado na forma de compostos contendo energia, como o ácido úrico. Assim, é comum a correção dos valores de EMA para balanço de nitrogênio igual a zero (Sibbald, 1982), podendo-se determinar a Energia Metabolizável corrigida (EMAn). Hill & Anderson (1958) propuseram um valor de correção de 8,22 Kcal por grama de nitrogênio retido em razão de esta ser a energia obtida quando o ácido úrico é completamente oxidado. Wolynets & Sibbald (1984) consideraram essencial a correção dos valores energéticos pelo balanço de nitrogênio, cujas variâncias dos valores de EMAn são menores que aquelas obtidas para EMA.

As diferenças no BN entre os tipos de aves tornam importante a correção, principalmente se os valores de EMA são aplicados de maneira geral na nutrição de aves. Sibbald & Wolynets (1985) verificaram que os valores de EMA corrigidos pelo BN diferiram dos valores de EMA corrigidos pelo nitrogênio estimado pelo abate comparativo, o que nos faz questionar sobre a melhor estimativa do BN usado para corrigir a EMA.

Em um estudo para determinação de valores de EMA com nove alimentos, Albino et al. (1992) observaram que valores determinados pelo método tradicional foram maiores que os obtidos pelo método de Sibbald. Quando se fez a correção dos valores pelo balanço de nitrogênio, observaram-se

acréscimos nos valores obtidos pelo método de Sibbald., pois, devido ao período de jejum e à pequena quantidade de consumo de alimento, as influências das perdas de energia fecal metabólica e energia urinária endógena sobre os valores de EMA e EMAN são maiores, observando-se vantagem do método tradicional sobre o método de Sibbald.

O uso da correção dos valores de energia metabolizável pelo balanço de nitrogênio é altamente recomendado, pois sabe-se que este estima com precisão a retenção ou perda de nitrogênio pelo animal (Sibbald & Morse, 1983; Sibbald & Wolynetz, 1986).

Existem duas críticas ao sistema de EMA. Na primeira, os estudos têm mostrado que variações na quantidade de energia dos alimentos obtidos pelo sistema de EMA estão diretamente relacionadas com o consumo de alimentos (Guilhaume & Summers, 1970 e Sibbald, 1975). Assim, há possibilidade de ocorrer menor estimativa nos valores de EMA em alimentos que tendem a causar depressão em seu consumo. Na segunda, é a incorreta suposição de que toda energia perdida na excreta vem diretamente do alimento (Hill & Anderson, 1958 e Hill et al., 1960). No entanto, sabe-se que existem perdas endógenas e metabólicas que não são oriundas do alimento.

Perdas de nutrientes endógenos são influenciados pela quantidade e tipo de alimentos (Farrel, 1981; Bielora et al. 1991; Angkanaporn et al., 1997) e a digestibilidade é dependente da idade e do tipo de ave (Washburn et al., 1975; Doeschate et al. 1993; Zelenka, 1997), fatores que provavelmente invalidam a determinação dos valores de energia metabolizável verdadeira para frangos.

Albino (1991) cita que nas excretas existem duas frações: os resíduos não digeridos ou não absorvidos do alimento e a fração metabólica, formada por bilis, secreções digestivas e células procedentes da mucosa intestinal. Igualmente na urina, têm-se resíduos do alimento absorvido e eliminado sem ser

catabolizado e uma fração endógena que consiste em um produto do catabolismo dos tecidos. A falta de uma correção nos valores de EM dos alimentos pode subestimar a energia disponível dos alimentos.

Os valores de energia metabolizável dos ingredientes não sofrem variações com o avanço da idade das aves e, de fato, as variações nesses valores determinados com diferentes espécies de aves domésticas são muito pequenas (Dale & Fuller, 1980; Dudley-Cash, 1992).

### **2.3 Metodologias de avaliação da energia metabolizável dos alimentos**

Metodologias para avaliar a digestibilidade dos nutrientes para aves tem sido objeto de consideráveis debates nas últimas três décadas, realizados por vários pesquisadores (Sibbald, 1976; Farrel, 1981; Hartel, 1986; Albino, 1991; Macnab, 1996; Sakomura, 1996; Zelenka, 1997).

Vários trabalhos têm sido conduzidos com intuito de obter uma metodologia que melhor estime o valor energético dos alimentos para aves (Hill & Anderson, 1958; Sibbald, 1976; Farrel, 1981). Nos últimos 30 anos, o conteúdo energético dos alimentos tem sido medido e expresso em termos de energia metabolizável aparente (EMA).

Entre os vários métodos utilizados na determinação dos valores energéticos dos alimentos para aves, Albino & Silva (1996) citam o tradicional, de coleta total de excretas (Sibbald & Slinger, 1963); o da alimentação precisa (Sibbald, 1976) e o método de Farrel (1978). Os métodos não-biológicos são os métodos “in vitro” e a predição dos valores energéticos por meio de equações de predição. A utilização destes métodos permite a determinação de valores de EMA, EMAn, EMV e EMVn (Albino, 1995). Entre os métodos biológicos, o

método de coleta total de excretas constitui o mais utilizado para a determinação de EMA.

Uma maneira rápida de avaliar o conteúdo energético dos alimentos é muito importante para os nutricionistas. Os valores de EMA dos alimentos e das rações raramente são determinados devido às determinações serem trabalhosas e dispendiosas.

O efeito do método de determinação dos valores de EMA foi estudado por Sibbald (1960), que encontrou valores mais precisos com o uso do óxido crômico como indicador fecal, enquanto Potter (1972) concluiu que os melhores resultados foram obtidos pelo método de coleta total de excretas.

Algumas variações têm sido introduzidas no método Sibbald (1976). Schang & Hamilton (1982) constataram que são necessários 48 horas de coleta para maior precisão nos dados, visto que alguns alimentos têm uma taxa menor de passagem no trato gastrorintestinal. De acordo com Tenesaca & Sell (1981), 24 horas de coleta foram insuficientes para esvaziar o TGI quando se utilizou sílica diluída em uma ração basal. Semelhantes resultados foram encontrados por Parsons et al. (1982), que propuseram o período de 30 horas de coleta como sendo o mais preciso.

A extensão do período de coleta de fezes depende do ingrediente a ser testado. Recomenda-se o uso de períodos maiores (48 horas) para coleta de excretas provenientes de aves alimentadas com ingredientes que propiciem taxa de passagem mais lenta (Kessler & Thomas, 1981). Da mesma forma, Fialho et al. (1985), utilizando suínos em ensaio de metabolismo, encontraram menores erros - padrão da média à medida que aumentou o período de dias de coleta, indicando uma maior precisão das estimativas para períodos maiores. No entanto, há que se considerar que no método tradicional as aves passam por um

período de adaptação às dietas testes, normalmente de cinco dias seguidos de cinco dias de coleta, o que pode ser, desnecessário.

#### **2.4 Metodologia tradicional de coleta total de excretas**

A técnica de coleta total de excretas normalmente utilizada para determinar a energia metabolizável aparente (EMA) é trabalhosa, demorada, onerosa e necessita de maior quantidade de material (Sibbald, 1975). Neste método, é necessário o registro rigoroso das quantidades de rações ingeridas por unidade experimental e quantidade de excretas. Determinam-se, também, os valores de energia bruta e de nitrogênio das rações e das excretas, conforme técnicas descritas por Silva (1981). Os valores de EMA dos alimentos são obtidos utilizando a fórmula de Matterson et al. (1965) e ajustados com base na retenção de nitrogênio.

Para coleta das excretas, são utilizadas bandejas cobertas por plásticos resistentes. O material recolhido é acondicionado em sacos plásticos, pesado e armazenado em freezer até o período final da coleta. No final do período de coleta, as amostras são descongeladas, homogeneizadas e retiradas alíquotas de 400 a 500g, colocadas em estufas ventiladas à temperatura de 55°C, por 72 horas, para secagem e posterior análise (Albino, 1991).

#### **2.5 Metodologia de coleta de excretas com óxido crômico**

A administração do óxido crômico às aves, quando em experimentos, tem por finalidade permitir a estimativa de produção de matéria seca fecal e o fluxo de MS nas diferentes partes do trato gastrointestinal, evitando-se a coleta total de fezes, tradicionalmente usada na digestibilidade “in vivo” dos alimentos. Faz-se uma coleta parcial em locais mais limpos, ou seja, isentos de

penas ou restos de ração, tornando a fase experimental menos trabalhosa e mais segura. Este método é muito criticado, pois a metodologia de determinação do cromo é sujeita a variações muito grandes, resultando em dados variados. O óxido crômico apresenta coloração verde-clara a escura e é praticamente insolúvel em água, álcool ou acetona, mas ligeiramente solúvel em ácidos e álcalis (The Merck Index, 1996).

Segundo alguns pesquisadores citados por Kobb & Luckey (1972), o óxido crômico comercial contém pequenas quantidades de dicromato, mostrando que deve ser purificado antes de seu uso em ensaios de metabolismo. Algumas vantagens do uso de óxido crômico são destacadas por Titgemeyer (1997) e Merchen (1988): tem baixo custo, é facilmente incorporado à dieta e pode ser analisado com relativa facilidade.

No entanto, Silva & Leão (1979) consideram como desvantagens do uso do óxido crômico a recuperação incompleta nas fezes; a grande variação diurna na sua excreção, devido à densidade específica maior do que o alimento, passando com maior lentidão pelo trato digestivo; não se mistura bem com a digesta na forma pulverizada, acumulando-se em alguma parte do trato digestivo.

Para aves, o óxido crômico é usado como marcador para determinar a taxa de passagem e como indicador em ensaios de digestibilidade, sendo que a quantidade adicionada na ração é de até 0,5%.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local e época de realização do experimento**

Os experimentos foram conduzidos na unidade experimental do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, localizado no município de Lavras, Minas Gerais, situado a uma altitude de 910 m., 24°14' latitude sul e 45°00' longitude oeste, com temperatura média anual de 19,4°. Os ensaios foram realizados no período de 16 a 30 de maio de 2001, sendo a temperatura ambiente monitorada para se manter em  $22 \pm 4$  °C, em sala de ambiente controlado.

#### **3.2 Delineamento experimental e análises estatísticas**

Os experimentos foram conduzidos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 4 X 5 (4 níveis de óxido crômico - 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% x 1 a 5 dias de coleta), totalizando 20 tratamentos, com seis repetições em dois períodos consecutivos por tratamento, num total de 120 parcelas experimentais, sendo o galo a unidade experimental.

As análises estatísticas dos dados obtidos foram realizadas utilizando o pacote computacional SAEG (UFV, 1992 ). Foi utilizado o teste de médias Student - Newman - Keuls (SNK) para comparar os resultados obtidos no ensaio de coleta total de excretas, uma vez que não foi interesse nos objetivos do presente trabalho fazer análise de regressão dos dias de coleta. Para a análise da precisão das estimativas no ensaio utilizando o óxido crômico como indicador, utilizou-se o erro-padrão das médias. Procedeu-se a regressão para níveis de cromo dentro de três dias de coleta para comparação dos valores determinados de CDAMS e EMAN em relação aos valores obtidos na coleta total de excretas.

O modelo estatístico utilizado para o método tradicional de coleta total de excretas foi:

$$Y_{ij} = \mu + D_i + e_{ij}$$

Onde:

$Y_{ij}$  - Valor observado na unidade experimental j, no dia de coleta i;

$\mu$  - Uma constante associada a todas as observações;

$D_i$  - Efeito do dia de coleta, com  $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ;

$e_{ij}$  - erro experimental associado aos valores observados ( $Y_{ij}$ ), que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância  $\sigma^2$ .

O modelo estatístico utilizado para o método utilizando o óxido crômico como indicador foi:

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + D_j + ND_{ij} + e_{ijk}$$

Onde:

$Y_{ijk}$  - Valor observado na unidade experimental K, do nível de óxido crômico i, do dia de coleta j;

$\mu$  - Uma constante associada a todas as observações;

$N_i$  - Efeito do nível de óxido crômico, com  $i = 1, 2, 3, 4$ ;

$D_j$  - Efeito do dia de coleta, com  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ ;

$Nd_{ij}$  - Efeito da interação do nível de óxido crômico e dias de coleta;

$e_{ijk}$  - erro experimental associado aos valores observados ( $Y_{ijk}$ ), que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância  $\sigma^2$ .

### 3.3 Dietas e procedimentos experimentais

Foram utilizados 60 galos adultos Leghorn, com peso médio de  $2350 \pm 105$  g, alojados em gaiolas metálicas de metabolismo com dimensões 50 x 50 x 50 cm, com bebedouros e comedouros tipo calha. Foi adotado um programa de luz natural e artificial de 24 horas e a água e ração foram fornecidos à vontade.

As dietas experimentais foram constituídas de uma ração à base de milho e farelo de soja, de composição conhecida (Tabela 1), variando-se o nível de inclusão de óxido crômico como demonstrado na Tabela 2, em que também é apresentada a composição nutritiva das rações. A composição dos suplementos vitamínicos e de minerais se encontra na Tabela 3.

**TABELA 1.** Composição dos ingredientes utilizados nas rações.

<b>Ingrediente</b>	<b>EM (Kcal/Kg)</b>	<b>PB (%)</b>	<b>Ca (%)</b>	<b>P (%)</b>	<b>Lis (%)</b>	<b>M+C (%)</b>
Milho moído	3371	7,81 <sup>1</sup>	0,03	0,08	0,25	0,37
Farelo de soja	2266	46,10 <sup>1</sup>	0,32	0,19	2,78	1,27
Óleo soja vegetal	8790	-	-	-	-	-
Fosfato Bicálcico	-	-	26,86 <sup>1</sup>	20,31 <sup>1</sup>	-	-
Calcário calcítico	-	-	38,48 <sup>1</sup>	-	-	-

1-Valores determinados no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras; demais valores de acordo com a tabela de Rostagno et al. (2000).

TABELA 2. Composição centesimal das dietas.

Alimentos	Níveis de óxido crômico (%)			
	0,2	0,4	0,6	0,8
Milho	61,10	61,10	61,10	61,10
Farelo de soja	30,50	60,50	30,50	30,50
Fosf. Bicálcico	1,610	1,610	1,610	1,610
Calcário	0,980	0,980	0,980	0,980
Óleo vegetal	3,780	3,780	3,780	3,780
Sal	0,390	0,390	0,390	0,390
Premix min.	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix vitam.	0,100	0,100	0,100	0,100
L - lis Hcl	0,160	0,160	0,160	0,160
DL - met 99	0,220	0,220	0,220	0,220
Anticoccidiano <sup>1</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte	0,800	0,600	0,400	0,200
Óxido crômico	0,200	0,400	0,600	0,800
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Composição nutritiva				
Energia Metabolizável (Kcal / Kg )	3100			
Proteína Bruta ( % ) calculada	19,00			
Proteína Bruta ( % ) analisada <sup>2</sup>	18,90			
Cálcio ( % )	0,874			
Fósforo Disponível	0,406			
Metionina + Cistina ( % )	0,825			
Lisina ( % )	1,156			
Treonina ( % )	0,500			
Triptofano ( % )	0,200			
Sódio ( % )	0,192			

<sup>1</sup> Salinomicina sódica 15%;

<sup>2</sup> Determinado no laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras; os demais valores foram calculados em função da composição na tabela de Rostagno et al. (2000).

**TABELA 3.** Composição dos suplementos vitamínico e de minerais.

<b>Nutrientes</b>	<b>Unid.</b>	<b>Quantidade/Kg premix</b>	<b>Enriquecimento/Kg ração</b>
Vitamina A	(UI)	13.000.000	13.000
Vitamina D3	(UI)	2.200.000	2.200
Vitamina E	(mg)	30.000	30,00
Vitamina K3	(mg)	2.500	2,50
Vitamina B1	(mg)	2.200	2,20
Vitamina B2	(mg)	6.000	6,00
Vitamina B6	(mg)	3.300	3,30
Vitamina B12	(µg)	16.000	16,00
Biotina	(µg)	110.000	110,00
Nicotinamida	(mg)	53.000	53,00
Ácido Pantotênico	(mg)	13.000	13,00
Ácido Fólico	(mg)	1.000	1,00
Antioxidante	(mg)	120.000	120,00
Manganês	(mg)	75.000	75,00
Zinco	(mg)	50.000	50,00
Ferro	(mg)	20.000	20,00
Cobre	(mg)	4.000	4,00
Iodo	(mg)	1.500	1,50
Cobalto	(mg)	200	0,20
Selênio	(mg)	300	0,30

As aves passaram por um período de cinco dias de adaptação às dietas, sendo, nesse período, a ração fornecida à vontade. Após o período de adaptação, os comedouros foram esvaziados e limpos e realizada a pesagem da ração experimental para determinar o consumo de cada parcela durante a fase experimental. A coleta de material foi realizada uma vez ao dia (8:00h.), de um a cinco dias. A água e ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental, sendo os comedouros abastecidos uma vez ao dia para evitar desperdícios. Durante o período de coleta, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenados em freezer até o período final de

coleta, quando foram descongeladas , pesadas, homogeneizadas e delas retiradas alíquotas de até 400g para análises, as quais sofreram uma pré-secagem em estufa ventilada a 55° por 72 horas. A seguir, as amostras foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 2 mm, e analisadas quanto à matéria seca (MS), energia bruta (EB) e nitrogênio (N), segunda metodologia da AOAC (1990). A análise do cromo foi realizada por espectrofotometria de absorção atômica, segundo a metodologia descrita por Silva (1990).

### **3.4 Variáveis avaliadas**

Foram avaliados os CDAMS e EMAn nas duas metodologias; para determinar a precisão das estimativas, utilizou-se o erro-padrão das médias dos tratamentos.

### **3.5 Fórmulas utilizadas para o cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e da energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn)**

a) Coleta total de excretas:

$$\text{CDAMS} = \frac{\text{MS ingerida} - \text{MS excretada}}{\text{MS ingerida}} \times 100$$

$$\text{EMA} = \frac{\text{EB ingerida} - \text{EB excretada}}{\text{MS ingerida}} \times 100$$

$$\text{EMAn} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} \pm 8,22 \times \text{BN})}{\text{MS ingerida}}$$

Balanço de nitrogênio (BN) = N ingerido - N excretado

b) Metodologia utilizando o óxido crômico como indicador:

Fator de indigestibilidade nas excretas (FI):

$$FI = \frac{[\text{Cr}] \text{ na ração}}{[\text{Cr}] \text{ na amostra de excretas}}$$

Os valores de CDAMS foram determinados por meio das formulas:

$$CDAMS (\%) = 100 - 100 \times FI$$

Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) foram determinados por meio das fórmulas:

$$EMA \text{ (Kcal/Kg de MS)} = EB \text{ da dieta} - (EB \text{ das excretas} * FI \text{ da excreta})$$

$$EMAn \text{ (Kcal/Kg de MS)} = EB \text{ da dieta} - [(EB \text{ da excreta} * FI \text{ da excreta}) \pm 8,22 * (BN)]$$

$$\text{Balanço de Nitrogênio (BN)} = N \text{ da dieta} - (N \text{ da excreta} * FI \text{ da excreta})$$

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Método tradicional de coleta total de excretas

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) estão apresentados nas Tabelas 4 e 5, respectivamente.

**TABELA 4.** Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e seus respectivos erros-padrão.

<b>Período de coleta (dias)</b>	<b>CDAMS (%) ± EP</b>
1	73,9 (0,63) a
2	71,0 (0,43) b
3	70,4 (0,37) b
4	70,9 (0,50) b
5	70,4 (0,49) b
<b>Média</b>	<b>71,3 (2,7)</b>

Médias seguidas de mesma letra não diferiram pelo teste de SNK ( $P > 0,05$ ).

EP = erro padrão da média.

**TABELA 5.** Valores médios de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e seus respectivos erros - padrão, em diferentes dias de coleta.

<b>Período de coleta (dias)</b>	<b>EMAn (Kcal/Kg de MS) ± EP</b>
1	3599 (17) a
2	3530 (12) b
3	3520 (10) b
4	3536 (12) b
5	3513 (14) b
<b>Média</b>	<b>3540 (6,5)</b>

Médias seguidas de mesma letra não diferiram pelo teste de SNK ( $P>0,05$ ).

EP = erro padrão da média.

Pelos resultados obtidos (Tabelas 4 e 5), verifica-se que não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) para os valores de CDAMS e EMAn a partir do segundo dia de coleta, sendo o menor erro - padrão da estimativa observado no período de três dias de coleta, sugerindo, então, que três dias de coleta foram suficientes para determinar a EMAn com precisão. Esses resultados confirmam a afirmativa de Schang & Hamilton (1982) de que o ideal é um período mínimo de 48 horas de coleta. Já Parsons et al. (1982) propuseram um período mínimo de 30 horas de coleta para uma maior precisão na determinação da EMA. Embora esses autores tenham trabalhado pelo método de Sibbald, os resultados obtidos neste trabalho demonstram que o mesmo se aplica ao método tradicional de coleta total de excretas.

O aumento observado no erro-padrão da estimativa para os períodos de quatro e cinco dias se deve, provavelmente, a uma maior probabilidade de erro na rotina da coleta quando se utilizam períodos superiores a três dias.

#### 4.2 Metodologia de coleta utilizando o óxido crômico como indicador

Os valores de CDAMS e EMAn, determinados através da metodologia com uso do óxido crômico como indicador, em diferentes dias de coleta, estão apresentados nas Tabelas 6 e 7, respectivamente.

TABELA 6. Valores médios de CDAMS (%) e respectivos erros-padrão, em função dos dias de coleta e nível de óxido crômico utilizado nas rações.

Período de coleta (dias)	Óxido crômico (%) $\pm$ EP				Média
	0,2	0,4	0,6	0,8	
1	79,31 (0,40)	76,80 (0,33)	74,09 (0,58)	68,03 (1,17)	74,56 (0,93)
2	78,25 (0,35)	74,99 (0,32)	70,25 (0,84)	74,48 (0,24)	74,49 (0,64)
3	77,21 (0,30)	75,40 (0,09)	71,44 (0,27)	73,40 (0,34)	74,36 (0,47)
4	76,38 (0,38)	75,20 (0,22)	71,16 (0,49)	75,56 (0,12)	74,58 (0,45)
5	76,72 (0,48)	74,17 (0,11)	74,99 (0,42)	76,31 (0,10)	75,55 (0,26)
<b>Média</b>	<b>77,06 (0,26)</b>	<b>75,31 (0,19)</b>	<b>72,39 (0,41)</b>	<b>73,56 (0,59)</b>	

TABELA 7. Valores médios de EMAn (Kcal/Kg de MS) e respectivos erros-padrão em função dos dias de coleta e nível de óxido crômico utilizado na ração.

Período de coleta (dias)	Óxido crômico (%) $\pm$ EP				Média
	0,2	0,4	0,6	0,8	
1	3785 (17)	3774 (9)	3617 (20)	3413 (36)	3647 (33)
2	3763 (12)	3725 (14)	3478 (27)	3631 (8)	3649 (24)
3	3735 (8)	3740 (6)	3544 (8)	3589 (16)	3652 (19)
4	3717 (10)	3734 (10)	3535 (16)	3678 (9)	3666 (17)
5	3719 (18)	3719 (10)	3646 (11)	3713 (1)	3692 (8)
<b>Média</b>	<b>3743 (8)</b>	<b>3733 (7)</b>	<b>3564 (13)</b>	<b>3605 (21)</b>	

Observa-se, pelos resultados obtidos e demonstrados nas tabelas acima, que quando se utilizaram níveis mais baixos de inclusão do indicador, três dias de coleta foram suficientes para determinar o CDAMS e EMAN com precisão, o que pode ser confirmado pelos menores erros-padrão observados para essas estimativas. Quando se utilizou o nível de 0,8%, o menor erro-padrão observado foi para o período de 5 dias de coleta, sugerindo que devem ser utilizados períodos maiores que três dias para níveis mais altos de inclusão, possivelmente pela dificuldade de se misturar o composto químico à ração e pela sua passagem mais lenta pelo trato gastrointestinal (TGI) devido à alta concentração. Também pode estar havendo uma recuperação incompleta do indicador nas excretas, talvez pelo seu acúmulo, em alguma parte do TGI do animal, quando se utilizam níveis superiores a 0,6%.

Isso vem a confirmar os resultados obtidos por Silva & Leão (1981), que trabalhando com ruminantes, consideraram como desvantagens do óxido crômico comercial a sua impureza, devendo-se proceder a uma purificação antes de se utilizar esse composto, além de destacarem uma passagem mais lenta do que o alimento pelo trato digestivo dos animais e uma recuperação incompleta nas fezes. De modo geral, considerando os períodos de coleta, observa-se uma diminuição gradativa dos erros-padrão à medida que se aumenta o período de coleta, confirmando os resultados observados por Fialho et al. (1985), os quais, em estudo de metabolismo com suínos e utilizando o óxido férrico como marcador, e Sibbald & Price (1975), utilizando aves, encontraram menores erros-padrão das estimativas para períodos maiores de coleta. Sugere-se que mais estudos sejam feitos com outros alimentos que não milho e farelo de soja para que se validem os resultados encontrados no presente trabalho, uma vez que as determinações neste trabalho foram para uma ração completa e não para um determinado alimento, cujo valor energético pode ser influenciado por uma série de fatores.

Quanto ao nível de inclusão do óxido crômico, os resultados obtidos e ilustrados nas Tabelas 6 e 7 mostraram uma maior precisão para os valores obtidos com o nível de 0,4%, confirmada pelos menores erros-padrão e consistência dos dados observados para estas estimativas. Pode-se observar, ainda, uma maior variação entre os erros-padrão nos diversos períodos de coleta, quando se utilizou o nível de 0,8% de óxido crômico (Figuras 1 e 2), o que indica uma menor consistência dos resultados obtidos e confirma os níveis usualmente utilizados, os quais se encontram entre 0,3 e 0,5 % de óxido crômico, sendo mais comumente utilizado o nível de 0,5%.

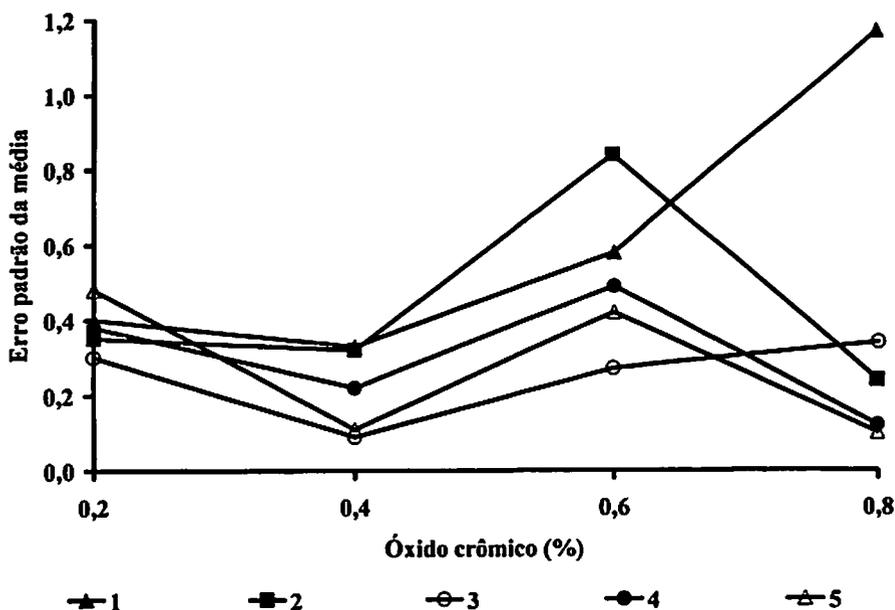


FIGURA 1. Variação entre os erros-padrão da média de CDAMS em função dos níveis de óxido crômico e dias de coleta.

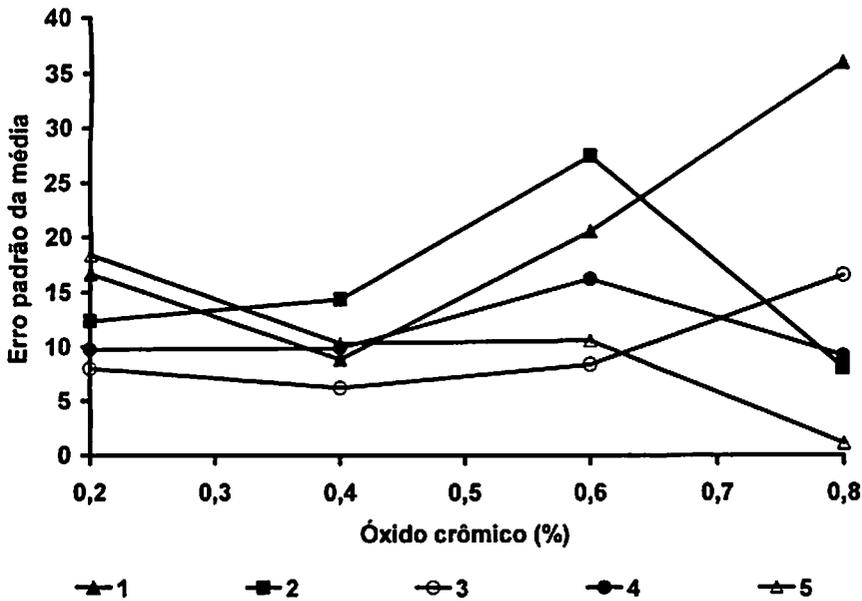


FIGURA 2. Variação dos erros-padrão da média de EMAn nos diferentes níveis de óxido crômico e dias de coleta.

### 4.3 Comparação entre as metodologias

Os valores dos CDAMS e EMAn, determinados em cada metodologia, bem como seus respectivos erros-padrão, são apresentados nas Tabelas 8 e 9, respectivamente.

**TABELA 8.** Valores médios dos CDAMS e seus respectivos erros-padrão determinados nas duas metodologias (coleta total de excretas e óxido crômico).

Período de coleta (dias)	Coleta Total	CDAMS (%)			
		Óxido crômico (%)			
		0,2	0,4	0,6	0,8
1	73,9 (0,63) <sup>1</sup>	79,31 (0,40)	76,80 (0,33)	74,09 (0,58)	68,03 (1,17)
2	71,0 (0,43)	78,25 (0,35)	74,99 (0,32)	70,25 (0,84)	74,48 (0,24)
3	70,4 (0,37)	77,21 (0,30)	75,40 (0,09)	71,44 (0,27)	73,40 (0,34)
4	70,9 (0,50)	76,38 (0,38)	75,20 (0,22)	71,16 (0,49)	75,56 (0,12)
5	70,4 (0,49)	76,72 (0,48)	74,17 (0,11)	74,99 (0,42)	76,31 (0,10)
<b>Médias</b>	<b>71,3 (2,7)</b>	<b>77,06 (0,26)</b>	<b>75,31 (0,19)</b>	<b>72,39 (0,41)</b>	<b>73,56 (0,59)</b>

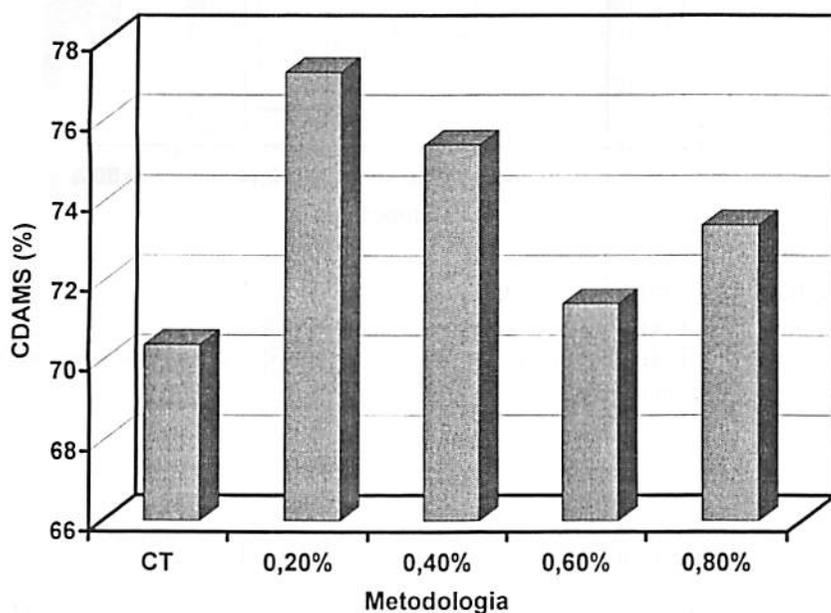
<sup>1</sup> erro - padrão da média.

**TABELA 9.** Valores médios de EMAn (MS) e respectivos erros - padrão, determinados nas duas metodologias (coleta total de excretas e óxido crômico).

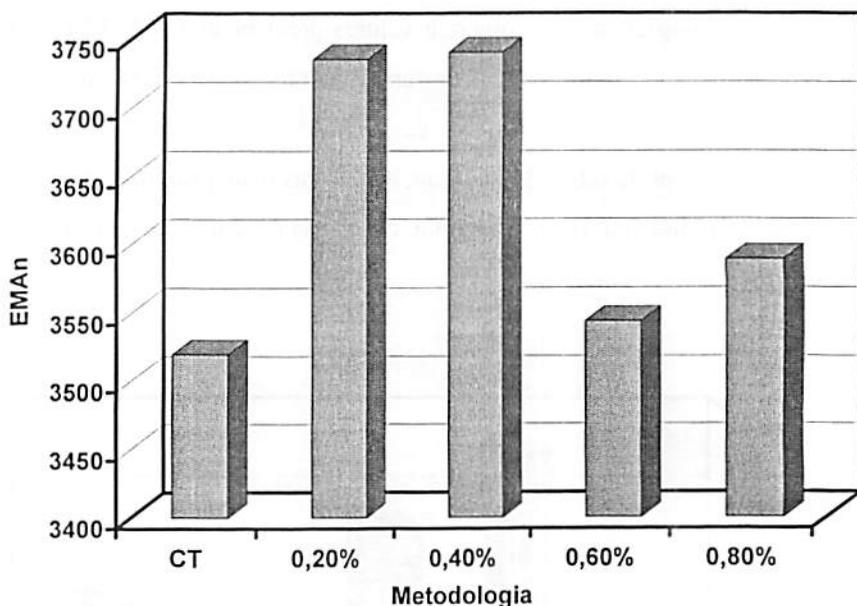
Período de coleta (dias)	Coleta Total	EMAn (kcal/Kg)			
		Óxido crômico (%)			
		0,2	0,4	0,6	0,8
1	3602 (17) <sup>1</sup>	3785 (17)	3774 (9)	3617 (20)	3413 (36)
2	3530 (12)	3763 (12)	3724 (14)	3478 (27)	3631 (8)
3	3520 (10)	3734 (8)	3740 (6)	3544 (8)	3589 (16)
4	3536 (12)	3716 (10)	3734 (10)	3535 (16)	3678 (9)
5	3513 (14)	3719 (18)	3692 (10)	3646 (10)	3713 (1)
<b>Média</b>	<b>3542 (6,5)</b>	<b>3743 (7,5)</b>	<b>3733 (6,5)</b>	<b>3564 (13,1)</b>	<b>3605 (20,9)</b>

<sup>1</sup> erro - padrão da média.

Pelos dados obtidos, verifica-se que três dias de coleta foram suficientes, nas duas metodologias, para se obterem valores precisos de CDAMS e EMAn, período confirmado pelos menores erros-padrão observados para estas estimativas, quando se usaram níveis de até 0,6% de inclusão do indicador. Observa-se, no nível de 0,6% de inclusão, os valores mais próximos dos obtidos pelo método tradicional de coleta total de excretas, como demonstrado nas Figuras 3 e 4.



**FIGURA 3.** Comparação dos valores médios dos CDAMS obtidos na metodologia de coleta total de excretas e óxido crômico, nos diferentes níveis de inclusão, para o período de três dias de coleta.



**FIGURA 4.** Comparação entre os valores de EMAn (MS) obtidos na metodologia de coleta total de excretas e óxido crômico, nos diferentes níveis de inclusão, para o período de três dias de coleta.

Utilizando a análise de regressão para níveis dentro do período de três dias de coleta, verificou-se, como pode ser observado na Figura 5, que derivando a equação obtêm-se os valores máximo e mínimo de CDAMS em níveis de 0,24 e 0,66% ( $P < 0,01$ ), respectivamente, indicando ser o nível de 0,66% o que mais se aproxima dos valores encontrados pelo método tradicional de coleta total de excretas, no qual o valor determinado no nível de 0,6% de inclusão do indicador óxido crômico foi apenas 0,7% superior àquele determinado na coleta total de excretas, sugerindo que, nesse nível, os valores determinados nas duas metodologias são equivalentes.

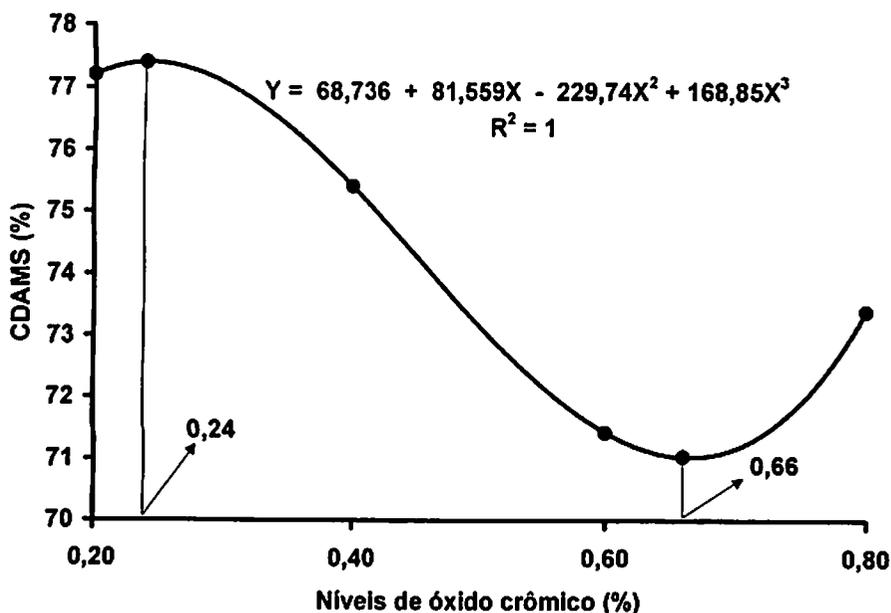
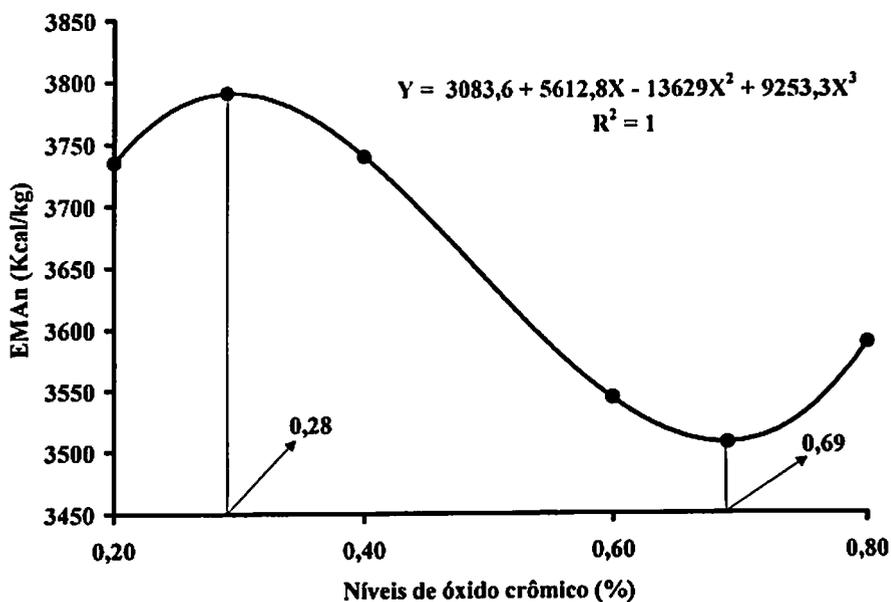


FIGURA 5. Valores de CDAMS no período de três dias de coleta, em função dos níveis de óxido crômico na ração.

Também para os valores de EMAn aplicou-se análise de regressão, obtendo-se, através de derivação da equação obtida, valores de EMAn máximo e mínimo nos níveis de 0,29 e 0,69% ( $P < 0,01$ ), respectivamente, demonstrando que no nível de 0,69% os valores de EMAn determinados pela metodologia utilizando o óxido crômico como indicador fecal equivalem ao determinado na metodologia de coleta total de excretas, subestimando-o em 0,35%, como demonstrado no Figura 6.



**FIGURA 6.** Valores de EMAn para o período de três dias de coleta em função dos níveis de óxido crômico.

Os valores de CDAMS e EMAn e respectivos erros-padrão das médias nas duas metodologias, para o período de três dias de coleta, estão apresentados nas Tabelas 10 e 11.

**TABELA 10.** Valores médios de CDAMS e respectivos erros - padrão nas duas metodologias (coleta total e óxido crômico) para o período de três dias de coleta.

<b>Metodologias</b>	<b>CDAMS (%)</b>
<b>Coleta Total</b>	<b>70,40 (0,37)<sup>1</sup></b>
0,2% de óxido crômico	77,21 (0,30)
0,4% de óxido crômico	75,40 (0,09)
<b>0,6% de óxido crômico</b>	<b>71,44 (0,27)</b>
0,8% de óxido crômico	73,40 (0,34)

<sup>1</sup> erro-padrão da média.

**TABELA 11.** Valores médios de EMAn (MS) e respectivos erros-padrão nas duas metodologias (coleta total e óxido crômico) para o período de três dias de coleta.

<b>Metodologia (CT/cromo)</b>	<b>EMAn (Kcal/Kg)</b>
<b>Coleta Total</b>	<b>3520 (10)<sup>1</sup></b>
0,2% de óxido crômico	3735 (8)
0,4% de óxido crômico	3740 (6)
<b>0,6% de óxido crômico</b>	<b>3544 (8)</b>
0,8% de óxido crômico	3589 (16)

<sup>1</sup> erro-padrão da média.

Comparando a precisão das duas metodologias na determinação dos valores de CDAMS e EMAn, pode-se observar, através dos resultados apresentados nas Tabelas 10 e 11, que a metodologia em que se utiliza o óxido crômico como indicador, embora tenha apresentado valores superiores aos determinados pela coleta total de excretas, apresentou maior precisão,

confirmada pelos menores erros-padrão das estimativas, para o período indicado de três dias de coleta, corroborando os resultados obtidos por Sibbald (1960), que encontrou valores mais precisos com o método que utiliza o óxido crômico como indicador fecal.

## **5 CONCLUSÕES**

Nas condições em que foram realizados os experimentos, conclui-se que:

- 1) Um período de três dias de coleta é suficiente, nas duas metodologias, para determinar com precisão os CDAMS e a EMAn de rações à base de milho e farelo de soja;
- 2) O nível de 0,6% de inclusão do indicador óxido crômico possibilitou determinar valores equivalentes nas duas metodologias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L. F. T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte.** 1991. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- ALBINO, L. F. T. et al. Estimativas das exigências de energia e proteína para frangos de postura em recria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 10, p.1265-1269, out. 1995.
- ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; TAFURI, M.L. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos. **Revista da Sociedade Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 21, n. 6, p. 1047-1058, 1992.
- ANGKANAPORN, K.; RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W. L. Influence of caecectomy and dietary protein concentration on apparent excreta amino acid digestibility in adult cockerels. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 38, n. 3, p. 270-276, July 1997.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST - AOAC. **Official methods of analysis: agricultural chemicals, contaminants and drugs.** 15. ed. Washington: Association of official analytical chemists, 1990. v. 1, 684p.
- BELNAVE, D.; FARRELL, D. J.; CUMMING, R. B. 1978. The minimum metabolizable energy requirement of laying hens. **World's Poultry Science**, Champaign, v. 34, n. 3, p. 149-154, Aug./Nov. 1978.
- BIELORAI, R.; IOSIF, B.; HARDUF, Z. Nitrogen, amino acid and starch absorption and endogenous nitrogen and amino acid excretion in chicks feed on diets containing maize as the sole source of protein. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 33, n. 1/2, p. 15-28, Apr. 1991.
- BORGES, F. M. O. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, n.20, p.5-30, 1997.

COELHO, M. G. R. Valores energéticos e de triptofano metabolizável de alimentos para aves, utilizando duas metodologias. 1983. 77p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, MG.

DALE, N. M.; FULLER, H. L. Additivity of the true metabolizable energy values as measured with rooster broiler chicks, and poults. **Poultry Science**, Champaign, v. 59, n. 8, p.1941-1942, Aug. 1980.

DOESCHATE, R. A.; SCHEELE, G. W.; SCHUREVRES, V. V. A. M.; Van Der KEIS, J. D. Digestibility studies in broiler chickens: influence of genotype, age Sex and method of determination. **British Poultry Science**, Edinburgh, v.34, n. 1, p. 131-146, Mar. 1993.

DUDLEY-CASH, W. A. True digestibility of amino acids may change with age of broilers. **Feedstuffs**, Mineapolis, v. 64, n. 41, p. 10-12, Oct. 1992.

FARRELL, D. J. An assessment of quick bioassays for determining the true metabolizable energy and apparent metabolizable energy of poultry feedstuffs. **Wold's Poultry Science**, Champaign, v. 37, n. 2, p. 72-83, June 1981.

FARRELL, D. J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cokrels. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 19, n. 3, p. 303-308, June 1978.

FIALHO, E. T.; BELLAVER, C.; FREITAS, A. R.; GOMES, P. C. Influência da substituição do milho e do farelo de soja no balanço protéico e enrgético em suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 10, p. 1229-1236, Oct. 1985.

GRIMBERGEN, A. H. M. Energy expenditure under productive conditions. In: MORRIS, T. R.; FREEMAN, B. M. (Ed.) **Energy requirements of poultry**. Edinburgh: British Poultry Science, 1974. p. 61-71.

GUILHAUME, J.; SUMMERS, J. D. Maintanance energy requirements of the rooster and influence of plane of nutricion on metabolizable energy. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 50, n. 2, p.363-369, June 1970.

HARTEL, H. Influence of food input and procedure of determination on metabolizable energy and digestibility of a diet measured with young and adult birds. **British Poultry Science**, Champaign, v. 27, n. 1, p. 11-39, Mar. 1986.

HILL, F. W.; ANDERSON, D. L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 64, n. 4, p. 587-604, Apr. 1958.

HILL, F. W.; ANDERSON, D. L.; RENNER, R.; CAREWL, B. Studies on the metabolizable energy of grain and grain product for chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 39, p. 573-579, 1960.

KESSLER, J. W.; THOMAS, O. P. The effect of cecectomy and extension of the collection period on the true metabolizable energy values of soybean meal, feather meal, fish meal and blood meal. **Poultry Science**, Champaign, v. 60, n. 12, p. 2639-2647, Dec. 1981.

KOTB, A. R.; LUCKEY, T. D. Markers in nutrition. **Nutrition Abstracts & Reviews**, Series B. Livestock Feed and Feeding, Aberdeen, v. 43, n. 3, p. 813-845, Mar. 1972.

LONGO, F. A. **Estudo do metabolismo energético e do crescimento em frangos de corte**. 2000. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

MATTERSON, L. D. et al. **The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens**. Connecticut: The university of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11p. Research report, 7.

McNAB, J. M. Factors affecting the energy value of wheat for poultry. **World's Poultry Science Journal**, London, v. 52, n. 1, p. 69-73, Mar. 1996.

MERCHEN, N. R. Digestion, absorption and excretion in ruminants. In: CHURCH, D. C. (Ed) **The ruminant: digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall, 1988. p. 172-201.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington: National Academy Press, 1994. 155p.

PARSONS, C. M.; POTTER, L. M.; BLISS, B. A. True metabolizable energy corrected to nitrogen equilibrium. *Poultry Science*, Champaign, v. 61, n. 11, p. 2241-2246, Nov. 1982.

POTTER, L. M. The Precision of measuring metabolizable energy in poultry feedstuffs. *Feedstuffs*, Minneapolis, v. 44, n. 12, p. 28-30, Mar. 1972.

POTTER, L. M.; MATTERSON, L. D.; ARNOLD, W.; PUDELKIEWILZ, J.; SINGSEN, E. P. Studies in evaluating energy content of feeds for the chick. 1. The evaluation of metabolizable energy and productive energy of alpha-cellulose. *Poultry Science*, Champaign, v. 39, n. 5, p. 1166-1178, 1960.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELLE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F. M.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.

ROSTAGNO, H. S.; QUEIROZ, A. C. Milho, sorgo e novas fontes energéticas para aves. In: ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICOS EM NUTRIÇÃO AVÍCOLA, 1., 1978. *Anais...* 1978. p.83-103.

SAKOMURA, N. K. **Estudo do valor nutricional das sojas integrais processadas e de sua utilização na alimentação de frangos e poedeiras**. 1996. 178p. Tese (Livre Docência em Avicultura)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

SCHANG, M. J.; HAMILTON, R. M. G. Comparison of two bioassays using adults cocks and four indirect methods for estimating the metabolizable energy content of diferent feedingstuffs. *Poultry Science*, Champaign, v. 61, n. 7, p. 1344-1353, July 1982.

SCOTT, M. L.; NESHEIM, M. C.; YOUNG, R. J. **Nutrition of chicken**. 3. ed. Ithaca: M.L. SCOTT, 1982. 562p.

SHIRES, A.; ROBLEE, A. R.; HARDIN, R.T.; CLANDININ, D. R. Effect of the age of chickens on the true metabolizable energy values of feed ingredients. *Poultry Science*, Champaign, v. 59, n. 2, p. 396-403, Feb. 1980.

SIBBALD, I. R. A bioassay for the true metabolizable energy in feedstuffs. *Poultry Science*, Champaign, v. 55, n. 1, p. 303-308, Jan. 1976.

SIBBALD, I. R. The effect of level of feed intake on metabolizable energy values measured with adult roosters. *Poultry Science*, Champaign, v. 54, n. 6, p. 1990-1997, Nov. 1975.

SIBBALD, I. R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, v. 62, n. 4, p. 983-1048, Dec. 1982.

SIBBALD, I. R. The true metabolizable energy bioassay as a method for estimating bioavailable energy in poultry feedingstuffs. *World's Poultry Science Journal*, London, v. 41, n. 2, p. 179-187, June 1985.

SIBBALD, I. R.; MORSE, P. M. Provision of supplemental feed and the application of a nitrogen correction in bioassays for the true metabolizable energy. *Poultry Science*, Champaign, v. 62, n. 8, p. 1587-1605, Aug. 1983.

SIBBALD, I. R.; PRICE, K. Variation in the metabolizable energy values of diets and dietary components feed to adult roosters. *Poultry Science*, Champaign, v. 54, n. 2, p. 448-456, Mar. 1975.

SIBBALD, I. R.; SLINGER, S. J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. *Poultry Science*, Champaign, v. 42, n. 2, p. 313-25, Feb. 1963.

SIBBALD, I. R.; SUMMERS, I. D.; SLINGER, S. J. Factors affecting the metabolizable energy content poultry feedstuffs. *Poultry Science*, Champaign, v. 44, n. 2, p. 544-556, Mar. 1960.

SIBBALD, I. R.; WOLYNETS, M. S. Comparison of true methods of excreta collection used in estimation of energy and nitrogen excretion. **Poultry Science**, Champaign, v. 65, n. 1, p. 78-84, Jan. 1986.

SIBBALD, I. R.; WOLYNETS, M. S. Relationships between estimates of bioavailable energy made with adult cockerels and chicks: effects of feed intake and nitrogen retention. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n. 1, p. 27-38, Jan. 1985.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1981. 166p.

SILVA, D. J. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1990. 165p.

SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 384p.

TENESACA, L. G.; SELL, J. L. Influence of na indigestible material on energy excretion by roosters and on true metabolizable energy of corn. **Poultry Science**, Champaign, v. 60, n. 3, p. 623-630, Mar. 1981.

THE MERCK INDEX. **An encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals**. 12. ed. Whitehouse Station, NJ: Merck, 1996. 1741p.

TITGEMEYER, E. C. Design and interpretation of nutrient digestion studies. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 8, p. 2235-2247, Aug. 1997.

WASHBURN, K. W.; GUILL, R. A. EDWARDS Jr., H. M. Influence of genetic differences in feed efficiency of young chickens on derivation of metabolizable energy from the diet and nitrogen retention. **Journal of Nutrition**, Baltimore, v. 105, n. 6, p. 726-732, June 1975.

WOLYNETS, M. N.; SIBBALD, I. R. Relationships between apparent na true metabolizable energy and the effects of a nirogen correction. **Poultry Science**, Champaign, v. 63, n. 7, p. 1386-1399, July 1984.

ZELENKA, J. Effects of sex, age and food intake upon metabolizable energy values in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*, Edinburgh, v. 38, n. 3, p. 281-284, July 1997.

## ANEXO

- TABELA 1A** Resumo da análise de variância e coeficiente de variação da variável Coeficiente de Digestibilidade Aparente da matéria seca (CDAMS) no ensaio de Coleta Total de Excretas ..... 40
- TABELA 2A** Resumo da análise de variância e coeficiente de variação da variável Energia Metabolizável corrigida (EMAn) no ensaio de Coleta Total de Excretas ..... 40
- TABELA 3A** Resumo da análise de variância e coeficiente de variação da variável Coeficiente de Digestibilidade Aparente da matéria seca (CDAMS) no ensaio de digestibilidade com o uso de óxido crômico como indicador ..... 40
- TABELA 4A** Resumo da análise de variância e coeficiente de variação da variável Energia Metabolizável Aparente corrigida (EMAn) no ensaio de digestibilidade com o uso do óxido crômico como indicador ..... 41

**TABELA 1A.** Resumo da análise de variância e coeficiente de variação da variável Coeficiente de Digestibilidade Aparente da matéria seca (CDAMS) no ensaio de Coleta Total de Excretas.

<b>Fonte de Variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>Pr &gt; Fc</b>
Dia de Coleta (DC)	4	53.17	0,0000
Resíduo (R)	115	5.80	
<b>Coeficiente de variação = 3,38%</b>			

**TABELA 2A.** Resumo da análise de variância e coeficiente de variação da variável Energia Metabolizável corrigida (EMAn) no ensaio de Coleta Total de Excretas.

<b>Fonte de Variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>Pr &gt; Fc</b>
Dia de Coleta (DC)	4	28414.81	0,0001
Resíduo (R)	115	4317.18	
<b>Coeficiente de variação = 1,86%</b>			

**TABELA 3A.** Resumo da análise de variância e coeficiente de variação da variável Coeficiente de Digestibilidade Aparente da matéria seca (CDAMS) no ensaio de digestibilidade com o uso de óxido crômico como indicador.

<b>Fonte de Variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>Pr &gt; Fc</b>
Nível de cromo (NC)	3	153,18	0,0000
Dia de Coleta (DC)	4	5,49	0,0025
NC X DC	12	32,70	0,0000
Resíduo (R)	100	1,24	
<b>Coeficiente de variação = 1,49%</b>			

**TABELA 4A.** Resumo da análise de variância e coeficiente de variação da variável Energia Metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) no ensaio de digestibilidade com o uso de óxido crômico como indicador.

<b>Fonte de Variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>Pr &gt;Fc</b>
Nível de cromo (NC)	3	255741,97	0,0000
Dia de Coleta (DC)	4	8469,19	0,0030
NC X DC	12	37132,36	0,0000
Resíduo (R)	100	1437,61	
<b>Coeficiente de variação = 1,04%</b>			