

UNIVERSIDADE SAGRADO CORAÇÃO

MIRIAM GOIS SILVA FERREIRA

**DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNA BRUTA EM RAÇÃO
PARA FRANGO DE CORTE**

BAURU
2014

MIRIAM GOIS SILVA FERREIRA

**DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNA BRUTA EM RAÇÃO
PARA FRANGO DE CORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Química, sob orientação da Profa. Dra. Ana Paula Cerino Coutinho.

BAURU
2014

Ferreira, Miriam Gois Silva

F3834d

Determinação de proteína bruta em ração para frango de corte / Miriam Gois Silva Ferreira -- 2014.

46f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula Cerino Coutinho.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade do Sagrado Coração – Bauru – SP.

1. Proteínas. 2. Aminoácidos. 3. Ração para frango de corte. I. Coutinho, Ana Paula Cerino. II. Título.

MIRIAM GOIS SILVA FERREIRA

**DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNA BRUTA EM RAÇÃO PARA
FRANGO DE CORTE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel em Química, sob orientação da Profa. Dra. Ana Paula Cerino Coutinho.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Ana Paula Cerino Coutinho
Universidade do Sagrado Coração

Profa. M.^a Bárbara de Oliveira Tessaroli
Universidade do Sagrado Coração

Profa. Dra. Beatriz Antoniassi Tavares
Universidade do Sagrado Coração

Bauru, 25 de junho de 2014.

Ofereço este trabalho
primeiramente a Deus, a
minha família, amigos e
professores.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me permitiu realizar essa etapa de meu sonho, pela força e fé para que eu completasse essa jornada.

Ao meu marido Everton, pelo amor, paciência e companheirismo, por estar ao meu lado sempre.

A minha filha Maria Eduarda, pela compreensão nas horas de ausência.

A minha sogra Isabel, pelo apoio e por acreditar em mim.

Aos meus pais, Sebastião e Maria Eunice, que sempre acreditaram em mim e me apoiaram.

A toda minha família pelo incentivo e carinho, vocês são o alicerce da minha vida.

A minha orientadora, Profa. Dra. Ana Paula Cerino pela dedicada orientação, pelo estímulo e, principalmente, pela amizade.

A todos os amigos.

À empresa ITABOM, por ceder o laboratório para a realização das análises utilizadas neste trabalho.

À Ana Priscila Damico, pela amizade e ajuda com os experimentos.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização desse trabalho.

RESUMO

Atualmente, o Brasil é um dos maiores produtores de aves do mundo, sendo também, um dos maiores produtores de rações balanceadas e de qualidade. A ração deve conter todos os nutrientes essenciais para o desenvolvimento das aves, pois desempenham basicamente as funções plásticas, energética e reguladora. O nutriente mais importante em uma ração é a proteína, pois fornece os aminoácidos essenciais para o crescimento dos tecidos, formação dos músculos, peles, penas, unhas e ovos e uma deficiência desta retarda o crescimento das aves e causa perda de peso. Os principais aminoácidos utilizados na ração são a metionina, a lisina, a treonina e a valina, a suplementação destes na dieta facilita o ajuste das formulações e melhora o rendimento dos frangos de corte. O objetivo deste trabalho foi analisar as diferenças protéicas nas fases pré – inicial, inicial, engorda e final da ração para frango de corte, avaliar a importância dos aminoácidos em seu desenvolvimento e analisar o teor de proteína bruta nos principais ingredientes utilizados na produção das rações, como o milho, o farelo de soja, a farinha de penas, a farinha de vísceras, a farinha de carne e a soja integral. A determinação da proteína bruta foi realizada pela metodologia Kjeldahl. A proteína bruta nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final foram 22,55%; 21,56%; 20,39% e 19,40%, respectivamente, estando acima do recomendado. Os milhos apresentaram teores de proteína bruta de 8,88%; 8,57%; 8,34% e 8,62%, respectivamente, os valores apresentados pelos farelos de soja foram de 46,59%; 46,36%; 46,67% e 46,56%, respectivamente. Os valores de proteína bruta apresentados pelas farinhas de penas foram de 81,46% e 82,69%, respectivamente, e os apresentados pelas farinhas de vísceras foram de 62,71% e 62,96%, respectivamente. A proteína bruta encontrada nas farinhas de carnes foi de 42,87% e 44,53%, respectivamente, e na soja integral foi de 36,93%; 36,78% e 36,45%, respectivamente. Todas as matérias-primas utilizadas na produção das rações apresentaram teores de proteína bruta superior ao recomendado. Os resultados obtidos nas análises apresentaram variações que evidenciam a importância de pesquisas para a constante atualização desses valores, para que na utilização desses alimentos na formulação de dietas venham atender com precisão às exigências nutricionais.

Palavras-chave: Proteínas. Aminoácidos. Ração para frango de corte.

ABSTRACT

Currently, Brazil is one of the largest poultry producers in the world, is also one of the largest producers of balanced rations and quality. The diet should contain all the essential nutrients for the development of the birds because they play basically plastic, energy and regulatory functions. The most important nutrient in a diet is protein because it provides the essential amino acids for tissue growth, training of muscles, fur, feathers, nails and eggs and a deficiency of this slows the growth of poultry and causes weight loss. The main amino acids used in feed are methionine, lysine, threonine and valine, these dietary supplementation facilitates adjustment of the formulations and improves the performance of broilers. The objective of this study was to analyze the protein differences in pre - initial, initial, and final fattening ration for broilers, evaluate the importance of amino acids in their development and analyze the crude protein content in the main ingredients used in the production of feed such as corn, soybean meal, feather meal, poultry meal, meat-and whole soybean. Determination of crude protein was performed by the Kjeldahl method. The crude protein pre-starter, starter, grower and finisher phases were 22.55%; 21.56%; 20.39% and 19.40%, respectively, and are above recommended. The corn had crude protein of 8.88%; 8.57%; 8.34% and 8.62%, respectively, the values shown by soybean meal were 46.59%; 46.36%; 46.67% and 46.56%, respectively. The crude protein values presented by feather meal were 81.46% and 82.69%, respectively, and presented by flour viscera were 62.71% and 62.96%, respectively. The crude protein found in meat meal was 42.87% and 44.53%, respectively and whole soybean was 36.93%; 36.78% and 36.45%, respectively. All raw materials used in the production of feed had levels higher than the recommended crude protein. The results obtained in this study show variations that show the importance of research for the constant update of these values, so that the use of these foods in the diet formulation will meet the nutritional requirements accurately.

Keywords: Proteins. Aminoacids. Ration for broilers

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura básica de um aminoácido.....	15
Figura 2 - Classificação dos aminoácidos.....	16
Figura 3 - Fórmula estrutural da metionina.....	17
Figura 4 - Biossíntese da cisteína em animais.....	18
Figura 5 - Fórmula estrutural da lisina.....	19
Figura 6 - Fórmula estrutural da treonina.....	20
Figura 7 - Fórmula estrutural da Valina.....	21
Figura 8 - Formação da ligação peptídica.....	22
Figura 9 - Níveis de organização da estrutura molecular de uma proteína.....	23
Figura 10 - Modelo da α - hélice.....	24
Figura 11 - Conformação beta - pregueada.....	25
Figura 12 - Estrutura terciária das proteínas.....	26
Figura 13 - Estrutura quaternária das proteínas.....	27
Figura 14 - Processo de digestão da amostra.....	32
Figura 15 - Destilação de Nitrogenio.....	33
Figura 16 - (A) Titulação para dosagem de nitrogênio (B) Viragem da titulação.....	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 DESENVOLVIMENTO	11
3.1 HISTÓRICO DA AVICULTURA	11
3.2 COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO	12
3.3 AMINOÁCIDOS	15
3.3.1 Metionina	17
3.3.2 Lisina	19
3.3.3 Treonina	20
3.3.4 Valina	21
3.4 PROTEÍNAS	22
3.4.1 Estrutura das proteínas	23
3.4.1.1 <i>Estrutura primária</i>	23
3.4.1.2 <i>Estrutura secundária</i>	23
3.4.1.3 <i>Estrutura terciária</i>	25
3.4.1.4 <i>Estrutura quaternária</i>	26
3.5 ATUAÇÃO DAS PROTEÍNAS NA CARNE	27
4 MATERIAIS E MÉTODOS	31
4.1 MATERIAIS	31
4.2 MÉTODOS	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
6 CONSIDERAÇÃO FINAL	39
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a criação de aves como fonte de renda teve início em 1900, porém só em 1930 esta atividade passou a ser vista como lucrativa, produzindo-se aves para venda dos ovos e carne.

Nas últimas três décadas este mercado apresentou altos índices de crescimento, conquistou mercados exigentes, se tornando o terceiro maior produtor mundial de aves e assumindo a liderança em exportação. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, [2014?]).

Atualmente, o Brasil é um dos maiores produtores de aves do mundo, sendo também, um dos maiores produtores de rações balanceadas e de qualidade. (ROSTAGNO et al., 2005).

Segundo a *International Feed Industry Federation* (2011), o Brasil é o quarto maior produtor mundial de rações, sendo ultrapassado apenas pelos Estados Unidos da América, União Européia e China; sendo estes juntamente com o Brasil, responsáveis por cerca de 70% da produção mundial de rações.

A ração animal é composta por uma mistura de matérias-primas suscetíveis a transformações e que podem ser aproveitadas pelos animais, sustentando-lhes a vida, a saúde e satisfazendo todas as necessidades nutricionais. Nela deve conter todos os ingredientes necessários, sem faltas ou excessos.

Na formulação de uma ração, para que todos os nutrientes sejam fornecidos em equilíbrio, é indispensável uma combinação adequada de ingredientes que atendam as necessidades nutricionais de cada fase de vida das aves e mantenham as suas funções vitais. Como ingredientes têm-se: o milho, o farelo de soja, a soja integral extrusada, o fosfato bicálcico, as farinhas de origens animal, o bicarbonato de sódio, o cloreto de sódio, o óleo de soja degomado e o óleo de vísceras de aves. (FROILANO, 2011).

Os ingredientes fornecem nutrientes, tais como as proteínas, os aminoácidos, as vitaminas, os minerais e os compostos bioativos. Esses nutrientes são essenciais para o desenvolvimento das aves, pois desempenham basicamente funções plásticas, energética e reguladora. A função plástica participa da formação dos tecidos no processo bioquímico, a energética disponibiliza energia para as funções metabólicas e a reguladora é relevante para as funções fisiológicas do organismo. (ROSTAGNO et al., 2005, TORRES, 1979).

O nutriente mais importante é a proteína, pois fornece os aminoácidos essenciais para o crescimento dos tecidos, formação dos músculos, peles, penas, unhas e ovos. (TORRES, 1979).

As proteínas são macromoléculas orgânicas constituídas por uma sequência de vinte aminoácidos, ligados entre si por ligações peptídicas, sendo que dez deles são considerados essenciais, pois não podem ser sintetizados no organismo das aves e devem ser acrescentado como suplemento na dieta. Como aminoácidos essenciais têm-se a arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano e valina. Os principais aminoácidos utilizados na ração são a metionina, a lisina, a treonina e a valina, pois são responsáveis pela síntese protéica. (SINDIRAÇÕES, 2005).

Uma ração não pode ser deficiente em proteína, pois a falta desta retarda o crescimento das aves e causa perda de peso. As deficiências em proteínas são causadas por dietas inadequadas e pobres em nutrientes. (COSTA, 1974).

De acordo com Rostagno et al. (2005), para suprir as necessidades nutricionais do frango de corte é necessário produzir rações diferentes para cada fase de desenvolvimento, pois à medida que o frango se desenvolve há mudanças nas exigências nutricionais. Então, as indústrias devem produzir rações que supram essas necessidades em cada idade.

Segundo Rostagno et al. (2011), a dieta recomendada para atender as exigências nutricionais de frangos de corte em proteína bruta e aminoácidos digestíveis para a fase pré - inicial (1 a 7 dias de idade), são respectivamente, proteína bruta 22,2%, lisina 1,31%, metionina 0,65%, treonina 0,85%, valina 1,00%, para a fase inicial (8 a 21 dias de idade), são respectivamente, proteína bruta 20,8%, lisina 1,17%, metionina 0,56%, treonina 0,76% e valina 0,90% e para a fase de engorda a dieta recomendada é 19,5% de proteína bruta, 1,07% lisina, 0,64% metionina e 0,84% de valina, na fase final os níveis empregados são, proteína bruta 18,00%, lisina 1,01%, metionina 0,49% e valina 0,79%, respectivamente.

No momento de desenvolver uma ração é indispensável conhecer a quantidade de nutrientes essenciais para o desenvolvimento do frango em cada fase de vida (pré-inicial, inicial, engorda e final) utilizando os ingredientes e suplementos adequados para suprir os nutrientes nos níveis necessários. (ROSTAGNO et al., 2005).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Determinar proteína bruta em diferentes fases de ração para frango de corte.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a importância dos aminoácidos em cada fase de desenvolvimento do frango de corte;
- Analisar as diferenças protéicas nas fases pré – inicial, inicial, engorda e final da ração;
- Analisar o teor de proteína bruta nos principais ingredientes: milho, farelo, farinha de pena, farinha de vísceras, farinha de carne e soja integral, utilizados na produção das rações.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 HISTÓRICO DA AVICULTURA

No Brasil, sempre existiu uma avicultura familiar e tradicional, popularmente conhecida como produção de frango "caipira". Em geral, as propriedades rurais produziam carne e ovos para consumo familiar e só comercializavam quando não as consumia. (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2010).

Em 1930, esta atividade passou a ser vista como lucrativa e o país passou a produzir aves para venda dos ovos e carne. No entanto, foi partir dos anos 60 que a avicultura brasileira ganhou impulso, com os avanços tecnológicos e nutritivos.

Entre os anos 60 e 70 surge em Santa Catarina o modelo de integração, que consiste na criação das aves com parceria entre os produtores e a agroindústria. O produtor recebe assistência técnica para a construção dos aviários, e apoio permanente com assessoramento de veterinários, técnicos agrícolas e o transporte das aves; enquanto que as agroindústrias se responsabilizam pelas instalações e manejo das aves até a idade de abate. Com o modelo de integração as agroindústrias avícolas brasileiras ganharam estrutura e posição. (LAZZARI, 2004).

Durante a primeira metade da década de 80, o setor sentiu uma leve retração, ocasionada pela diminuição das vendas para o exterior, o que afetou também o mercado interno uma vez que o consumo *per capita* permaneceu estagnado. Porém, em meados da década de produção agrícola voltou a crescer. (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2010).

Nas últimas três décadas, a avicultura brasileira apresentou altos índices de crescimento, representado, principalmente pelo frango de corte que conquistou mercados exigentes. Com isto, o país atingiu o terceiro lugar como maior produtor mundial de aves de corte e líder em exportação. O setor apresenta uma rentabilidade de 12,3 milhões de toneladas de carne produzida, e deste total cerca de 8,4 milhões permaneceram no mercado interno e 3,89 milhões de toneladas foram destinados ao mercado externo. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, [2014?]).

Com esse desempenho, a carne de frango brasileira aumentou ainda mais sua presença na mesa dos consumidores. Em 2013, o consumo desta carne foi de aproximadamente 42 Kg por habitante. (TURRA, 2014).

Com o crescimento da avicultura de frango de corte surge a necessidade de fornecer uma ração adequadamente balanceada. (TORRES, 1979).

No Brasil a preocupação em fornecer uma ração balanceada teve início em 1974, quando a Universidade Federal de Viçosa iniciou uma série de pesquisas e trabalhos experimentais com o objetivo de construir uma tabela de composição de alimentos e exigências nutricionais com dados obtidos nos países.

Em 1983 foi publicada a primeira tabela Brasileira de Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. Posteriormente, após contínuas pesquisas, foram publicadas mais três edições, sendo a primeira edição em 2000, a segunda edição em 2005 e a terceira edição em 2011. (ROSTAGNO et al., 2011).

3.2 COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO

As rações formuladas para frango de corte são principalmente a base de milho e farelo de soja, representando cerca de 90% da dieta. (TORRES, 1979).

A Tabela 1, a seguir mostra a composição centesimal e nutricional de diferentes rações para cada fase de crescimento.

Tabela 1 – Composição centesimal e nutricional das rações de acordo com as diferentes fases de criação de frango de corte.

Ingredientes	Pré – inicial %	Inicial %	Engorda %	Final %
Milho	54,40	59,45	60,46	67,19
Farelo de Soja	37,67	33,88	31,97	26,22
Óleo de soja	2,67	2,34	3,60	3,04
Fosfato Bicálcico	0,95	0,69	0,45	0,39
DL – Metionina	0,22	0,17	0,26	0,15
L – Lisina HCl	0,30	0,24	0,11	0,26
L – Treonina	0,12	0,07	0,04	0,06
L – Valina	0,09	0,04	0,01	0,05
Suplemento	3,50	3,00	3,00	2,50
Sal	0,08	0,11	0,10	0,13
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Composição calculada dos nutrientes (%)

Energia Kcal/Kg %	2950	3000	3100	3150
Proteína Bruta	22,20	20,80	19,50	18,00
Cálcio	1,21	0,99	0,95	0,78
Fósforo Disponível	0,47	0,39	0,34	0,30
Sódio	0,22	0,21	0,20	0,19

Composição calculada dos aminoácidos digestíveis (%)

Arginina	1,3828	1,2818	1,2125	1,0683
Fenilalanina	0,9874	0,9269	0,9025	0,7952
Histidina	0,5384	0,5098	0,4850	0,4457
Isoleucina Dig	0,8646	0,8051	0,7590	0,6780
Leucina	1,7357	1,6630	1,5640	1,4919
Lisina	1,3100	1,1740	1,0780	1,0100
Metionina + Cistina Dig	0,9440	0,8460	0,7870	0,7370
Metionina	0,6516	0,5680	0,6370	0,4924
Treonina	0,8520	0,7630	0,7010	0,6560
Triptofano	0,2505	0,2308	0,2160	0,1896
Valina	1,0090	0,9040	0,8410	0,7880

Fonte: Rostagno (2011, p. 95-124); Carvalho (2012, p. 18-52).

Nota: Adaptado pela autora.

O milho é o principal ingrediente na composição das rações, podendo representar de 50% a 80% das formulações, é muito rico em amido, no entanto é considerado pobre em proteínas, com cerca de 8% na base natural. Já o farelo de soja é considerado o mais importante ingrediente protéico, pois apresenta bom valor nutricional e valores de aminoácidos essenciais favoráveis à alimentação de frangos. (TORRES, 1979).

O farelo de soja é a principal fonte de proteína dos animais, pois apresenta em sua composição aminoácidos essenciais, como a arginina e especialmente a lisina; no entanto, apresenta ligeira deficiência em metionina. (VALVERDE, 2001). Entretanto, esses ingredientes não apresentam a quantidade necessária de nutrientes para o desenvolvimento das aves, sendo preciso combinar vários alimentos para que o resultado final seja um composto mais balanceado e eficiente do ponto de vista nutricional.

Para suprir as deficiências em vitaminas e minerais são adicionados os compostos vitamínicos comerciais “premix”, recomendados para frango de corte em cada fase.

As rações são formuladas conforme a Tabela 1, e visam atender às exigências nutricionais das aves em proteína, energia, cálcio e fósforo, sendo suplementadas com quantidades ideais de aminoácidos. (CONHALATO et al., 2000).

Atualmente, leva-se em consideração cada fase de desenvolvimento das aves, sendo a fase mais crítica a pré - inicial. Nesta fase é indispensável o fornecimento de uma dieta especial, rica em proteínas, aminoácidos, vitaminas e minerais. A razão fundamental para esta dieta específica na primeira semana de vida está na busca por um desenvolvimento rápido e na dificuldade em manter as aves vivas, pois o aparelho digestivo das aves possui uma anatomia e fisiologia diferenciada, o que acarreta na dificuldade em digerir e absorver certos nutrientes (FREITAS, 2009).

Os níveis nutricionais de proteína bruta empregados na fase pré - inicial variam entre 22 e 23%. Um alimento de iniciação rico em proteínas tem a vantagem de estimular o crescimento precoce, tendo como resultado aves mais pesadas. (VALVERDE, 2001).

Após a fase ração pré - inicial as aves recebem uma mistura inicial. Nesta, o balanceamento das proteínas e aminoácidos nas rações é de grande importância, assim como de energia, vitaminas e minerais. Nela deve conter altas concentrações de nutrientes, pois a ave está na fase de maior crescimento e os músculos e penas estão se desenvolvendo rapidamente. (TORRES, 1979).

Em seguida utiliza-se a ração de engorda com 19,5% de proteínas e um maior índice de energia, esta ração promove o crescimento rápido, com formação de gordura no organismo, e promove uma maior conversão da proteína da ração em proteína muscular. (COSTA, 1974).

A etapa seguinte é o fornecimento da ração final, que segundo Froilano (2011), deve conter altos índices de energia, pois a medida que a ave se desenvolve as necessidades

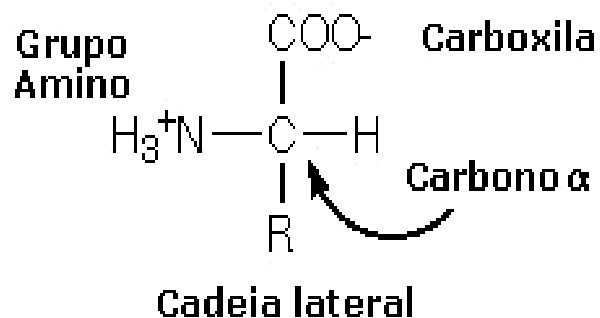
energéticas para manutenção das funções vitais aumentam e a necessidade de proteína diminui para cerca de 18%.

As aves utilizam a energia contida em uma ração para realizar os movimentos musculares, manter a temperatura corporal, respiração, manter os batimentos cardíacos e sintetizar inúmeros compostos e processos bioquímicos, no entanto, se o nível de energia ingerido pela ave for além de suas necessidades, ela será depositada em forma de gordura. (ENGLERT, 1974). Mas, níveis de proteína abaixo dos valores exigidos diminuem o desempenho dos frangos de corte, mesmo que a ração fornecida contenha suplementos como os aminoácidos essenciais. (SABINO et al., 2004).

3.3 AMINOÁCIDOS

Os aminoácidos, também denominados de peptídeos, representam a menor unidade elementar na constituição de uma proteína. Estruturalmente, são formados por um carbono alfa que se liga a um agrupamento carboxila (COOH), um grupamento amino (NH_3^+) e um radical R que os diferencia entre si (NELSON; COX, 2011), como mostra a Figura 1.

Figura 1- Estrutura básica de um aminoácido.



Fonte: Marzzoco e Torres (2013, p. 11).

Nota: Adaptado pela autora.

Os tamanhos das cadeias laterais podem diferir em forma, tamanho e propriedades químicas, podendo agrupar em cinco classes com base na polaridade e na tendência que cada aminoácido tem de interagir com água em pH próximo a neutro. As classes dos aminoácidos são (1) apolares, alifáticos ou hidrofóbicos, (2) aromáticos, (3) polares não carregados, (4) carregados positivamente, ou básicos, (5) carregados negativamente, ou ácidos. (NELSON; COX, 2011).

Entre todos os possíveis aminoácidos, apenas 20 são constituintes das proteínas dos animais, no entanto, todos são considerados fisiologicamente essenciais. (CAMPBELL; FARRELL, 2007).

As aves sintetizam 10 destes aminoácidos, os outros, devem ser fornecidos através da dieta e são considerados aminoácidos essenciais. (SINDIRAÇÕES, 2005). Os aminoácidos essenciais e não essenciais para as aves estão dispostos na Figura 2.

Figura 2 - Classificação dos aminoácidos.

Essenciais	Não Essenciais
Arginina, Histidina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Treonina, Triptofano, Valina.	Alanina, Ácido Aspártico, Ácido Glutâmico, Asparagina, Cistina, Glutamina, Prolina, Serina, Tirosina.

Fonte: Sindirações (2005, p. 21).

Os aminoácidos lisina, metionina, treonina e valina têm significativa participação na aplicabilidade do conceito de proteína para aves. A suplementação das dietas com aminoácidos sintéticos facilita o ajuste das formulações e o atendimento às exigências de aminoácidos essenciais, reduz o custo de formulação, melhora o rendimento dos frangos de corte e possibilita maior conforto nos galpões de criação. (TRINDADE et al., 2009).

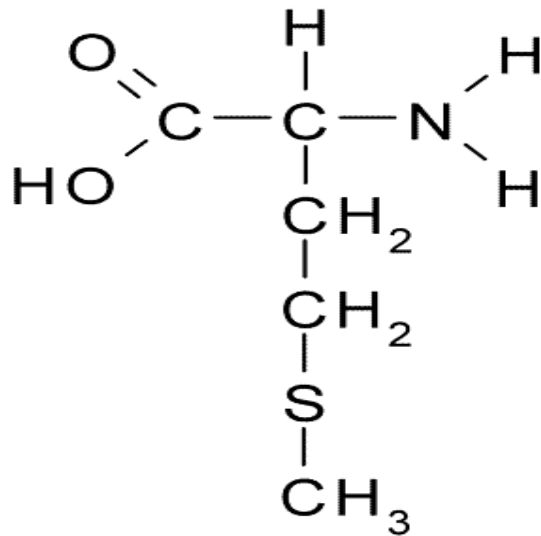
A importância dos aminoácidos é vital para o organismo animal, pois são os constituintes das proteínas, enzimas, moléculas de transporte, membranas celulares, peptídeos hormonais e moléculas sinalizadoras do sistema nervoso. Como elementos formadores das proteínas estruturais do organismo, os aminoácidos formam a base do tecido muscular, isto é, são os “blocos” que irão construir as proteínas da carne dos frangos de corte. (MORAIS, 2011).

Os principais aminoácidos utilizados como suplemento na ração para aves à base de milho e farelo de soja são a metionina, a lisina, a treonina e a valina. (SINDIRAÇÕES, 2005). Estes aminoácidos são considerados limitantes para o frango de corte, pois os ingredientes utilizados na formulação da ração não fornecem os aminoácidos essenciais em quantidades suficientes para um máximo desempenho animal. (SÁ; GOULART; COSTA, 2012).

3.3.1 Metionina

A metionina se destaca por ser o primeiro aminoácido limitante para frango de corte, aminoácido sulfurado que tem como principal função a síntese de proteína, além de ser precursora da cisteína e doadora de radicais metil. (SINDIRAÇÕES, 2005). A Figura 3 mostra a fórmula estrutural da metionina

Figura 3 - Fórmula estrutural da metionina.

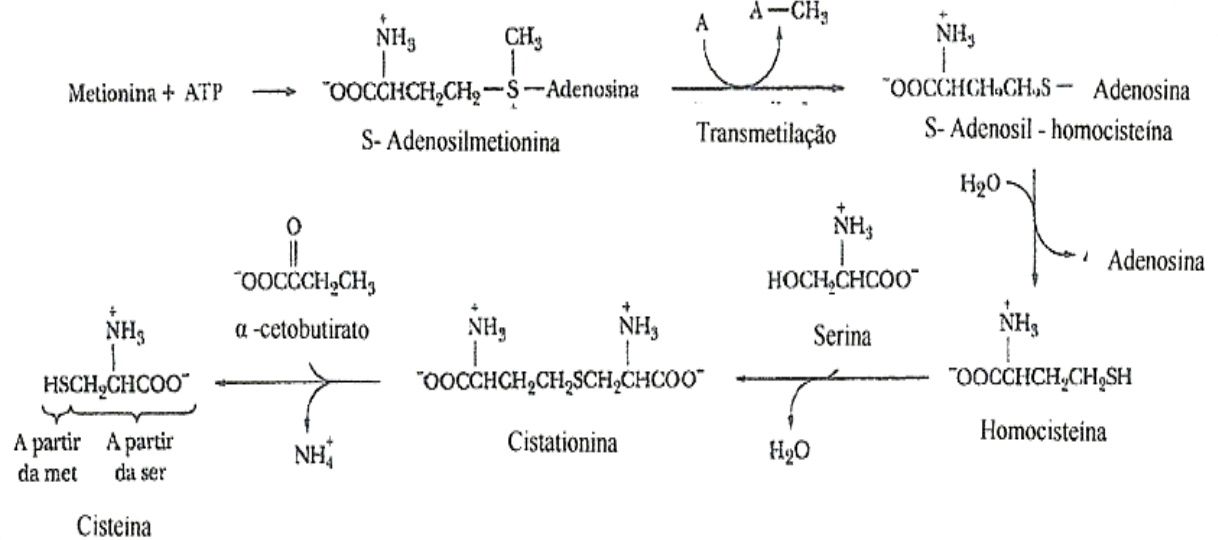


Fonte: Marzzoco e Torres (2013, p. 12).

Nota: Adaptado pela autora.

A metionina fornece o enxofre necessário para a biossíntese da cisteína e quando ingerida pelos animais é convertida em S- adenosilmetionina por uma reação dependente de trifosfato de adenosina (ATP). Nesta forma é o maior doador de radicais metil no organismo animal. Após a transmetilação, a S-Adenosil-homocisteína é formada e a hidrólise da S-Adenosil-homocisteína produz a homocisteína, e esse caminho para a biossíntese da cisteína é o único disponível para os animais. A serina e a homocisteína reagem para produzir cistationina, que após hidrólise forma cisteína, NH_4 e α -cetobutirato. (CAMPBELL; FARRELL, 2007).

Figura 4 - Biossíntese da cisteína em animais.



Fonte: Campbell e Farrell (2007, p. 756).

Como observado na Figura 4, a metionina tem grande participação na síntese da cisteína, aminoácido importante para o desenvolvimento das aves, pois também é utilizada para a síntese da proteína corporal, formação da pele e penas. (BUNCHASAK, 2009).

À medida que avança a idade das aves a metionina torna-se mais importante, pois a demanda da metionina para a síntese de proteína das penas e proteína corporal é alta. (BISINOTO et al., 2007), podendo representar cerca de 4,9% das proteína das penas e 4,2% da proteína da carne. (STILBORN et al., 1997).

Outro papel importante desempenhado pela metionina é no metabolismo dos fosfolipídeos, sendo que a sua deficiência é conhecida por causar prejuízos renais e hepáticos (BRUMANO, 2008). Uma ração deficiente em metionina além de diminuir a eficiência alimentar, reduz o ganho de peso e o teor de proteína na carcaça, estimulando o consumo de ração o que favorece um aumento de energia e ocasiona acréscimo de gordura corporal. (CAREW; MCMURTRY; ALSTER, 2003; ALBINO et al., 1999; MORAN JÚNIOR, 1994).

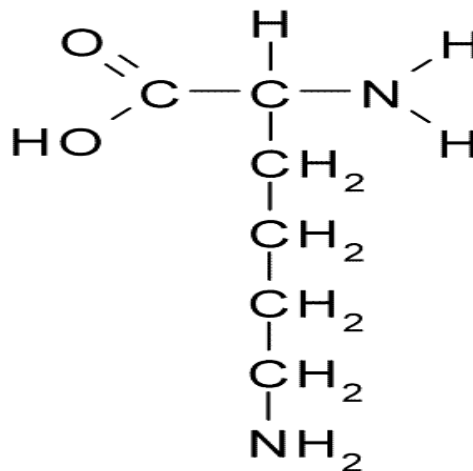
A ração para frango de corte suplementada com metionina favorece um melhor rendimento da carcaça e do peito, além de reduzir a gordura abdominal. (RODRIGUEIRO et al., 2000).

3.3.2 Lisina

A lisina é um aminoácido essencial, com uma carga geral positiva em pH neutro, o que a torna um aminoácido básico.

Esse aminoácido possui cadeia lateral polar e mais longa quando comparada com os 20 aminoácidos, o que o torna altamente hidrofílico (CAMPBELL; FARRELL, 2007). A Figura 5 mostra a fórmula estrutural da lisina.

Figura 5- Fórmula estrutural da lisina.



Fonte: Marzzoco e Torres (2013, p. 12).

Nota: Adaptado pela autora.

Esse aminoácido é encontrado na superfície das enzimas e das proteínas, e tem a função de auxiliar o crescimento ósseo, a formação dos colágenos e de outros tecidos conectivos. (SINDIRAÇÕES, 2005).

A lisina é o aminoácido mais exigido em quantidades para a disposição proteica, sendo considerado um aminoácido de referência, ou seja, pode ser utilizado para o estabelecimento das exigências dos demais, que são dados como porcentagem de seu conteúdo. (CONHALATO et al., 1999).

O motivo da escolha da lisina como referência é, principalmente, pelo fato de ser utilizada quase que exclusivamente para acréscimo de proteína corporal. O conteúdo de lisina na proteína corporal chega a ser duas vezes mais alto que o nível de aminoácidos sulfurados e treonina. (PACK, 1995).

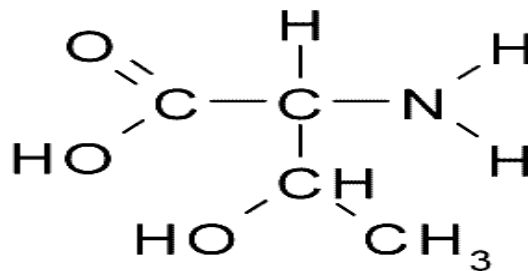
A lisina é o aminoácido mais abundante no músculo peitoral dos frangos de corte, uma deficiência deste aminoácido prejudica tanto o crescimento corporal como o desenvolvimento do peito das aves. (TESSERAUD et al., 1999).

3.3.3 Treonina

Um dos aminoácidos essenciais de maior importância no desenvolvimento do frango de corte é a treonina, que se destaca por ser o terceiro aminoácido limitante em dietas de frangos de corte. (CÁCERES, 2008).

A sua estrutura contém dois átomos de carbono assimétricos e uma cadeia lateral polar neutra, como mostra a Figura 6. Como possui um grupo hidroxila capaz de formar ligações com a água, tem característica hidrofílica, portanto, encontra-se geralmente na superfície da molécula proteica. (MARZZOCO; TORRES, 1999).

Figura 6 - Fórmula estrutural da treonina.



Fonte: Marzzoco e Torres (2013, p. 12).

Nota: Adaptado pela autora.

No frango de corte a treonina é encontrada em maior concentração no coração, no trato gastrointestinal, nos músculos e sistema nervoso central. (SÁ et al., 2007). Ela possui funções importantes para o organismo das aves, dentre as quais pode-se destacar a síntese de proteína muscular, a síntese de mucinas no sistema gastrointestinal e a síntese de imunoglobulinas no sistema imune. (NERY, 2009; CÁCERES, 2008).

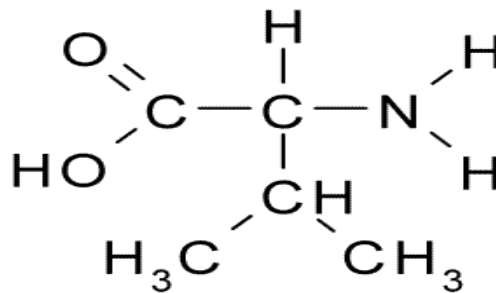
A treonina é um componente essencial da camada estrutural das proteínas da mucosa, que estão presentes ao longo do trato gastrointestinal. As paredes do trato digestivo são recoberta por um muco que contém 95% de água e 5% de mucina, este muco a protege contra os danos físicos provocados pelo sistema digestivo e contra as enzimas digestivas. (NERY, 2009).

Devido a sua essencialidade, a deficiência de treonina causa redução no desempenho animal, prejudica a eficiência alimentar e a deposição de carne, pois se este estiver limitado, a síntese proteica cessa e faz com que outros aminoácidos essenciais como metionina e lisina não sejam aproveitados de forma adequada (CAMPBELL; FARRELL, 2007). Além de afetar a produção das imunoglobulinas (NERY, 2009).

3.3.4 Valina

Assim como a leucina e a isoleucina, a valina é um aminoácido com cadeias laterais apolares, como mostra a Figura 7, portanto, hidrofóbico, tendem a se aglomerar entre si e se encontra quase sempre no interior das proteínas, sendo responsável pela sua estrutura tridimensional. (NELSON; COX, 2011; CHAMPE; HARVEY, 1996).

Figura 7 - Fórmula estrutural da valina.



Fonte: Marzzoco e Torres (2013, p. 12).

Nota: Adaptado pela autora.

Em dietas a base de milho e farelo de soja, a valina, é o quarto aminoácido limitante, sendo esta limitação mais aparente quando as aves estão com mais idade e os níveis de proteína bruta são reduzidos. (CORZO et al., 2007).

Este aminoácido é necessário para o crescimento, conversão alimentar e melhora na carcaça. (CORZO et al., 2007). A valina é encontrada em maior concentração na musculatura esquelética, pois assim como a lisina sua principal função é a formação da proteína corporal ((SÁ; GOULART; COSTA, 2012).

A deficiência moderada de valina na dieta de frango de corte pode reduzir a taxa de crescimento, diminuir a conversão alimentar e reduzir os níveis de proteínas essenciais no sangue, além de ocasionar anormalidades nas penas e nos pés das aves. (CORZO; MORAN; HOEHLER, 2004; D'MELLO, 1994).

3.4 PROTEÍNAS

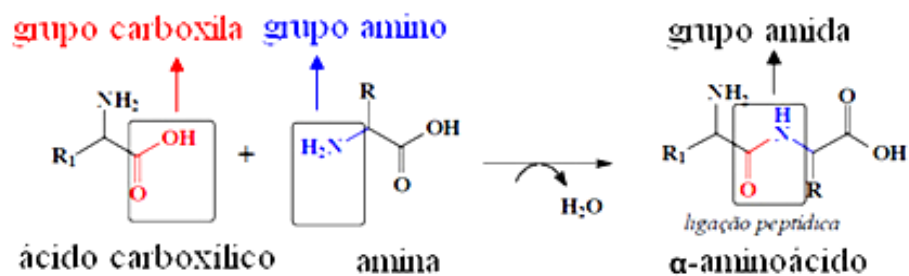
A proteína é o componente da ração que mais interfere no crescimento do animal, pois influencia diretamente na conversão alimentar, no ganho de peso e a na composição da carcaça. (ARARIPE et al., 2011).

As proteínas são os nutrientes mais importantes na alimentação do frango de corte, sendo responsáveis pela formação dos músculos, tecidos, sangue, pele, penas, anticorpos, enzimas, hormônios. (ENGLERT, 1974). Também são indispensáveis para o crescimento das aves e para a reparação dos tecidos gastos. Uma ração deficiente em proteína acarreta a perda de peso e o crescimento retardado. (COSTA, 1974).

As proteínas são compostos orgânicos de estrutura complexa e peso molecular extremamente elevado, sintetizadas pelos organismos vivos através da condensação de um grande número de moléculas. Todas contêm carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio, e quase todas contêm enxofre. Algumas proteínas contêm elementos adicionais, particularmente fósforo, ferro, zinco e cobre. (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005). Todas as proteínas encontradas nos seres vivos são formadas por L - aminoácidos. (MARZZOCO; TORRES, 2013).

As proteínas são macromoléculas, formadas por um conjunto básico de vinte aminoácidos ligados entre si por ligações peptídicas em várias sequências específicas. Uma ligação peptídica é a união do grupo amina ($-NH_2$) de um aminoácido com o grupo carboxila ($-COOH$) de outro, através da formação de uma amida, com exclusão de uma molécula de água. (NELSON; COX, 2011). Quimicamente a ligação peptídica pode ser representada conforme a Figura 8.

Figura 8 - Formação da ligação peptídica.



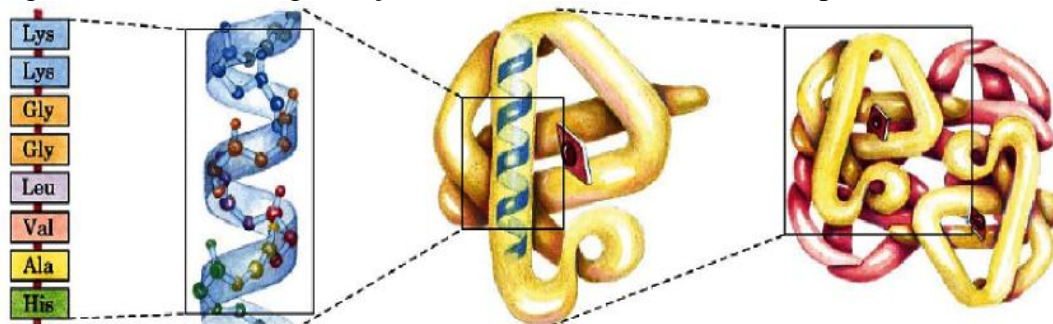
Fonte: Marzzoco e Torres (2013, p. 16).

Nota: Adaptado pela autora.

3.4.1 Estrutura das proteínas

A organização espacial da proteína é determinada pela sequência de aminoácidos que as compõem e da forma com que estão dispostos em relação uns aos outros. As proteínas possuem complexas estruturas espaciais, que podem ser organizadas em quatro níveis, crescentes em complexidade, conforme a Figura 9, estrutura primária, secundária, terciária e quaternária. (MARZZOCO; TORRES, 2013).

Figura 9 - Níveis de organização da estrutura molecular de uma proteína.



Fonte: Nelson; Cox e Lehninger (1995, p. 119).

Nota: Adaptado pela autora.

3.4.1.1 Estrutura primária

É definida pela sequência de aminoácidos numa cadeia polipeptídica. Refere-se ao número e identidade que é determinado geneticamente, sendo específico para cada proteína. A união peptídica somente permite a formação de estruturas lineares e por isso, as cadeias não apresentam ramificações. (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005).

As sequências protéicas são fontes ricas de informações sobre a estrutura e a função que cada proteína irá desempenhar. (NELSON; COX, 2011).

3.4.1.2 Estrutura secundária

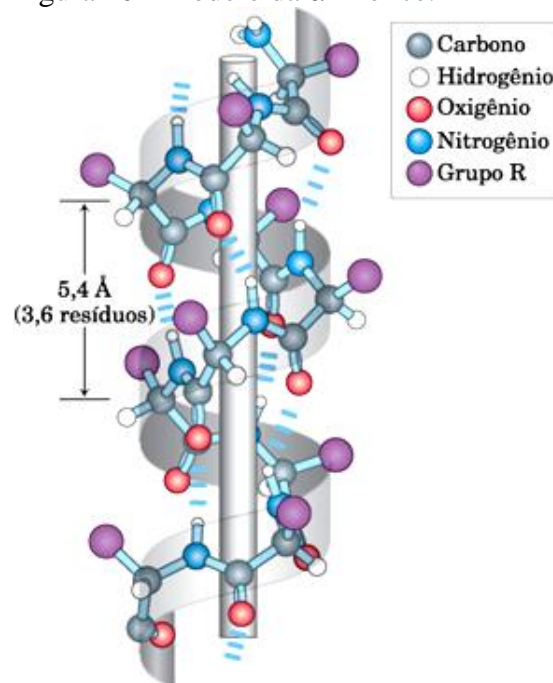
São estruturas espaciais regulares e tridimensionais, formadas por segmentos que a cadeia polipeptídica pode adotar. Geralmente mantida por ligações de hidrogênio entre os grupos $-NH$ e $-C = O$. Existem alguns tipos de estruturas secundárias originadas pelas

rotações em torno das ligações adjacentes a ligação peptídica e as mais estáveis são a α -hélice e a conformação β . (CAMPBELL; FARRELL, 2007; NELSON; COX, 2011).

A conformação em α -hélice, consiste no enrolamento de uma cadeia peptídica num arranjo em espiral. Cada volta forma uma estrutura helicoidal com 3,6 resíduos de aminoácidos. A α -hélice é mantida por pontes de hidrogênio dispostas paralelamente para eixo da hélice entre o átomo de hidrogênio de um grupo amina e o oxigênio de um grupo carbonila, quatro aminoácidos distantes ao longo da cadeia. Os grupos R estão dispostos para fora do eixo da hélice. (MARZZOCO; TORRES, 2013).

A Figura 10 mostra a representação da conformação α - hélice

Figura 10 - Modelo da α - hélice.



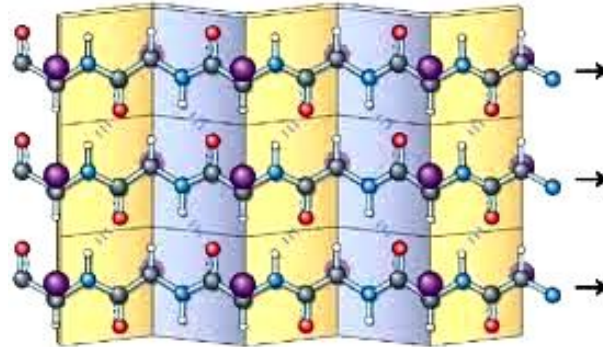
Fonte: Nelson e Cox (2011, p. 118).

Nota: Adaptado pela autora.

A folha β pregueada são unidades peptídicas que se unem formando filas paralelas que se estabilizam de maneira intermolecular mediante a ponte de hidrogênio, resultam na formação de ligações de hidrogênio entre duas cadeias de proteínas que correm paralelas entre si. A estrutura formada tem aspecto de uma folha de papel pregueada. As pontes de hidrogênio são perpendiculares ao eixo da cadeia e os grupos R projetam-se para cima e para baixo do plano da folha pregueada. (CAMPBELL; FARRELL, 2007).

A Figura 11 a seguir, mostra a representação da folha β .

Figura 11 - Conformação beta - pregueada.



Fonte: Nelson e Cox (2011, p. 120).

Nota: Adaptado pela autora.

As duas principais estruturas secundárias (alfa hélice e folha beta pregueada) ocorrem em proporções diversas nas proteínas, um exemplo importante é a mioglobina, proteína muscular que tem a função de transportar oxigênio. (MARZZOCO; TORRES, 2013).

3.4.1.3 Estrutura terciária

A estrutura terciária de uma proteína é a sua complexa forma tridimensional, ou conformação, resultante das dobras da cadeia polipeptídica. A interação entre as cadeias laterais dos aminoácidos tem uma importância fundamental para atividade biológica das proteínas, uma vez que resíduos de aminoácidos muito distanciados uns dos outros, na sequência, podem encontrar-se próximos devido aos enrolamentos. Uma característica da maioria das proteínas é que o enrolamento ocorre de tal forma que um número máximo de grupos polares (hidrofílicos) se expõem ao meio e um número máximo de grupos não-polares (hidrofóbicos) se encobrem dentro de seu interior. (MARZZOCO; TORRES, 2013).

A Figura 12, a seguir, mostra a estrutura terciária das proteínas.

Figura 12 - Estrutura terciária das proteínas.



Fonte: Nelson; Cox e Lehninger (1995, p. 119).
Nota: Adaptado pela autora.

Segundo Marzzoco e Torres, (2013), a estrutura terciária é mantida pelas pontes de hidrogênio da estrutura secundária e pelo grande número de diferentes ligações que permite a manutenção dos dobramentos que ocorrem na estrutura terciária.

3.4.1.4 Estrutura quaternária

As proteínas com estrutura quaternária contém duas ou mais cadeias polipeptídicas com estruturas terciárias definidas, são mantida por ligações não-covalentes via atrações eletrostática, ligações de hidrogênio e interações hidrofóbicas. Cada estrutura quaternária é denominada de subunidade, uma molécula contendo um pequeno número de subunidades é chamada de oligômero. Um exemplo deste tipo de estrutura é a hemoglobina que é composta por quatro cadeias polipeptídicas, como mostra a Figura 13, a seguir, (CAMPBELL; FARRELL, 2007).

Figura 13 - Estrutura quaternária das proteínas.



Fonte: Marzzoco e Torres (2013, p. 24).
Nota: Adaptado pela autora.

3.5 ATUAÇÃO DAS PROTEÍNAS NA CARNE

As proteínas atuam como um importante grupo dos compostos químicos do organismo, sendo necessária pela sua estrutura e pelas outras funções desempenhadas nas reações metabólicas vitais. As proteínas, presentes no organismo, variam em tamanho e forma; algumas são globulares enquanto outras são fibrosas. A classificação como globular ou fibrosa se dá de acordo com sua aparente organização estrutural, solubilidade em água e composição. (GUIMARÃES; ADELL; FELICIO, 1995).

As proteínas globulares caracterizam-se por cadeias polipeptídicas dobradas e enroladas de maneira compacta em um arranjo tridimensional assumindo a forma globular e esférica, o arranjo espacial das hélices alfa e das folhas pregueadas permite e aproximação entre as extremidades das sequências polipeptídicas; apresentam um nível de estrutura terciária e quaternária como a mioglobina. (NELSON; COX, 2011).

As proteínas fibrosas caracterizam-se por cadeias de aminoácidos que se ordenam de maneira paralela, formando fibras ou lâminas longas e consistem de várias cadeias polipeptídicas paralelas que estão espiraladas e esticadas. Em geral, são insolúveis em água e participam na formação de estruturas de sustentação, como as fibras do tecido conjuntivo e outras formações de tecidos de grande resistência mecânica, e são os principais componentes dos músculos e penas. Como exemplo tem-se o colágeno e a elastina. (MARZZOCO; TORRES, 2013).

O músculo é o principal componente da carne, ele é dividido em músculo estriado esquelético ou voluntário, músculo liso ou involuntário e músculo estriado cardíaco. O mais importante é o músculo esquelético, pois é encontrado em maior quantidade na carcaça. O músculo esquelético é um músculo estriado de contração voluntária, que representa de 35 a 65% do peso das carcaças. (GUIMARÃES; ADELL; FELÍCIO, 1995).

O tecido muscular é composto de 16 a 22% de proteínas, 1 a 13% de gorduras, 75 a 85% de água, 1,5% de substâncias nitrogenadas não protéicas (nucleotídeos, creatina etc.), 1% de carboidratos e 1% de minerais. (PARDI; SANTOS; SOUZA, 1995). As proteínas dos músculos podem ser divididas em três classes: sarcoplasmática (mioglobina e enzimas), miofibrilares (miosina e actina) e do estroma ou insolúveis (colágeno e elastina). (GUIMARÃES; ADELL; FELÍCIO, 1995).

As proteínas sarcoplasmáticas, mioglobina e enzimas, representam cerca de 30 a 35% das proteínas musculares esqueléticas. (SANTOS, 2007).

A mioglobina juntamente com a hemoglobina são hemoproteínas globulares apresentando grupo prostético *heme* que confere a estas proteínas uma cor característica, são constituídos por uma parte orgânica e um átomo de ferro, no estado ferroso [Fe (II)] (NELSON; COX, 2011), que reage com o oxigênio e altera a coloração da carne das aves e quanto maior for a atividade muscular das aves, maior é o teor de mioglobina e mais escura é a carne. (SANTOS, 2007; VENTURINI et al, 2007).

A cor da carne é um fator decisivo na comercialização das aves de cortes, pois refletem na qualidade e em uma melhor aceitação por parte do consumidor. (FLETCHER, 2002).

As enzimas são proteínas globulares, de estrutura terciária ou quaternária, que agem como catalisadores biológicos, acelerando a velocidade das reações no organismo, sem sofrer alterações no processo, sendo altamente específicas aos seus substratos e atuando em condições favoráveis de temperatura, pH e umidade para manter sua atividade. (CHAMPE; HARVEY, 1989; PENZ JÚNIOR, 1998).

As enzimas são utilizadas na alimentação do frango com objetivos bem definidos, estas podem melhorar a digestão de ingredientes, como o farelo de soja e o milho; complementar as enzimas que são produzidas pelo próprio animal em quantidades insuficientes (amilases, proteases e lipase); e fornecer aos animais enzimas que eles não conseguem sintetizar (celulases). (FISCHER et al., 2002).

Conforme Soto-Salanova et al., (1996), as enzimas alimentares são utilizadas nas rações para atuarem na ruptura das paredes celulares das fibras e reduzir a viscosidade formada pelas fibras solúvel na digestão do intestino proximal, degradar proteínas e diminuir efeitos antinutritivos, como os inibidores de proteases, além de disponibilizar uma maior quantidade de nutrientes para o animal. Com essas práticas, há redução dos efeitos negativos causados pelos polissacarídeos não-amiláceos. (FISCHER et al., 2002).

As enzimas proteolíticas promovem o amaciamento da carne do frango, através da atuação da enzima m-calpaína sobre as proteínas miofibrilares. (PEREIRA, 2007).

As principais proteínas miofibrilares são miosina, actina, tropomiosina e tropinina, (MURRAY; GRANNER; RODWELL, 2007), elas são organizadas em filamentos que deslizam uns sobre os outros, encurtando as miofibrilas, o que leva a realização da contração muscular. (NELSON; COX, 2011).

As proteínas miosina e actina constituem de 75 a 80% das proteínas miofibrilares, e a porção restante, constituída pelas proteínas reguladoras da função muscular que representam de 16 a 20% das proteínas miofibrilares. (PARDI et al., 2001).

As proteínas actina e miosina são as principais responsáveis pela formação do complexo actomiosina (proteína fibrilar existentes no músculo pós – morte), a integração entre elas se dá através de pontes, resultando em um estado de rigidez e de relativa inextensibilidade muscular.

Nas aves vivas, as pontes de actina e miosina são transitórias, pois as pontes formadas são rompidas durante a fase de relaxamento do ciclo de contração. (GUIMARÃES; ADELL; FELÍCIO, 1995).

As proteínas do estroma, conhecidas também como proteínas do tecido conjuntivo, correspondem a 10% a 15% de toda proteína dos músculos esqueléticos. São menos solúveis que as proteínas sarcoplasmática. (SGARBIERI, 1996).

As proteínas do estroma são compostas por colágeno, elastina e reticulina. O colágeno é formado por cadeias polipeptídicas, e é a maior classe de proteína fibrosa insolúvel encontrada nos tecidos conectivos e sua principal função é estrutural. (NELSON; COX, 2011).

O colágeno apresenta uma conformação helicoidal típica, derivada da composição dos aminoácidos que contém. Altos teores de glicina, prolina e hidroxiprolina, permitem o entrelaçamento em tríplice hélice de três cadeias polipeptídicas, chamadas cadeias alfa,

formando uma estrutura proteica que justifica as propriedades biológicas e físicas dos colágenos. (MARZZOCO; TORRES, 2013).

O colágeno possui subunidades codificadas por diferentes genes, podendo ser dos tipo I, II e III. O tipo I está presente nos ossos e tendões; o tipo II nas cartilagens e o tipo III na pele e músculos. (VARGAS; AUDÍ; CARRASCOSA, 1997).

Os ossos dos frangos de corte contém cerca de 22% de proteína e destes total 95% são de colágenos e 5% são de outra proteína não colagenosas. (PIZAURO JÚNIOR; CIANCAGLINI; MACARI, 2002; SANDY et al., 1996). Na pele essa proteína representa cerca de 4,6%, os pés dos frangos de corte também possuem grandes quantidades de colágeno, dos 20,01 % de proteínas existentes o colágeno representa cerca de 77%. (ALVES; PRUDENCIO, 2002; ALMEIDA, 2012).

As moléculas de colágeno apresentam em sua estrutura ligações cruzadas, que aumentam em números de acordo com a idade do animal, de modo que, os animais jovens possuem colágenos mais solúveis, que se rompem mais facilmente. (GUIMARÃES; ADELL; FELICIO, 1995).

As fibras elásticas são formadas pelas proteínas elastinas e por microfilbrilas, são constituída principalmente por glicina e prolina. Embora represente apenas 5% do total de tecido conjuntivo do músculo, ela prejudica a maciez da carne, pois em sua estrutura contém grandes quantidades de aminoácidos não polares e de ligações laterais de desmosina, além disso ela é muito resistente às enzimas digestivas, de modo que sua contribuição para o valor nutritivo da carne é mínima. (GUIMARÃES; ADELL; FELICIO, 1995; VENTURINI et al., 2007).

Ela é importante pelo fato de estar presente nos vasos sanguíneos, nos ligamentos, nas paredes de artérias e envolvendo vários órgãos, inclusive os músculos. As fibras de elastina se distendem com facilidade, e quando a tensão deixa de existir voltam ao comprimento normal, devido a sua característica elástica. (VENTURINI et al., 2007).

Reticulina são fibras delicadas, dispostas em rede que circundam as fibras musculares, dando suporte ao epitélio dos vasos sanguíneos, estruturas neurais e à membrana da fibra muscular. Elas são encontradas abundantemente nos órgãos relacionados à síntese dos constituintes do sangue. (GUIMARÃES; ADELL; FELICIO, 1995; VENTURINI et al., 2007).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

As rações analisadas foram obtidas na fábrica de ração da empresa Polifrigor indústria e comércio de alimentos S/A, localizada na cidade de Itapuí - SP

O experimento foi conduzido no laboratório de química da fábrica.

Foram analisadas quatro tipos de rações para frango de corte. Cada tipo de ração é destinada para diferentes fases de desenvolvimento, sendo elas: pré-inicial; inicial; engorda e final.

As rações de cada fase foram coletadas na saída do misturador horizontal e encaminhadas para o laboratório bromatológico da empresa para posterior análise.

Os ingredientes como o milho, o farelo de soja, a soja desativada, a farinha de penas, a farinha de vísceras e a farinha de carne, utilizados para a produção das rações também foram analisados e, as amostras foram coletadas em diferentes pontos do caminhão.

Os ingredientes analisados foram coletados de lotes diferentes. Isso ocorreu pela grande quantidade de ração produzida na indústria, cerca de 750 toneladas/dia.

Todas as amostras foram preparadas da seguinte forma:

- Homogeneização
- Redução da amostra por quarteador tipo johnes, até restar 50 gramas.
- As amostras foram moídas, em moinho multiuso (tecnal, TE – 631/2), até obtenção de um pó fino.

4.2 MÉTODOS

A proteína bruta foi determinada em triplicata pelo método de Kjeldahl, conforme procedimento da Sindirações (2013).

O método Kjeldahl é baseado na decomposição da matéria orgânica por digestão da amostra com ácido sulfúrico concentrado e uma mistura catalisadora de sulfato de cobre e sulfato de sódio. Neste processo o carbono contido na amostra é oxidado e se desprende como dióxido de carbono (CO₂) e o nitrogênio proteico juntamente com outros compostos nitrogenados como aminas, amidas e nitrilas são transformados em amônia (NH₃) e reagem

com o ácido sulfúrico formando o sulfato de amônio $(NH_4)_2SO_4$ conforme as reações (1), (2), (3) e (4) e Figura 14.

a. Digestão

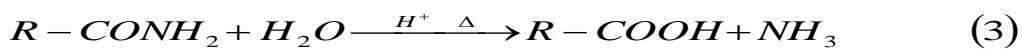
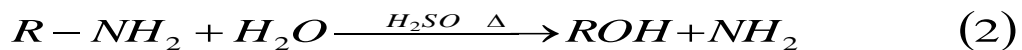
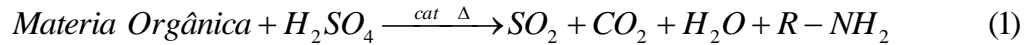


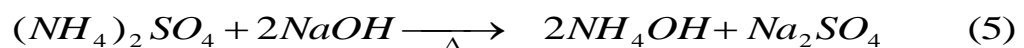
Figura 14 - Processo de digestão da amostra.



Fonte: Elaborado pela autora.

b. Destilação

Após o processo de digestão é realizada destilação, que consiste no processo de arraste do vapor de amônia. A amônia é formada pela reação do sulfato de amônio tratado com hidróxido de sódio (NaOH), conforme as reações (5) e (6) e recebida em solução ácida, conforme mostra a reação (7) e Figura 15.



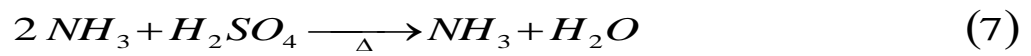
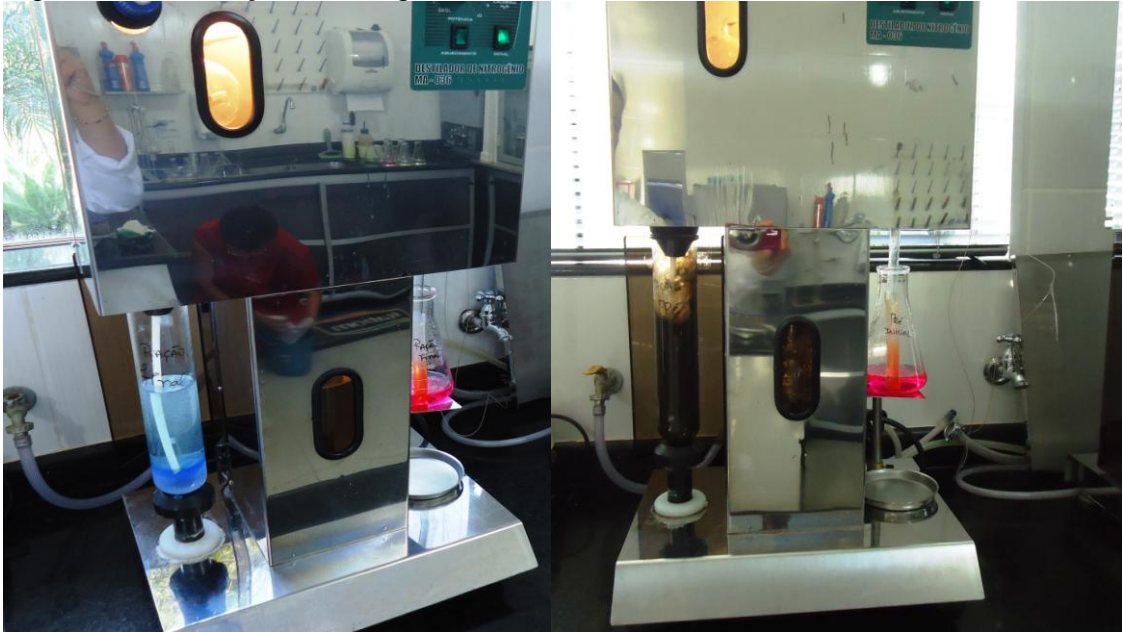


Figura 15 - Destilação de nitrogênio.

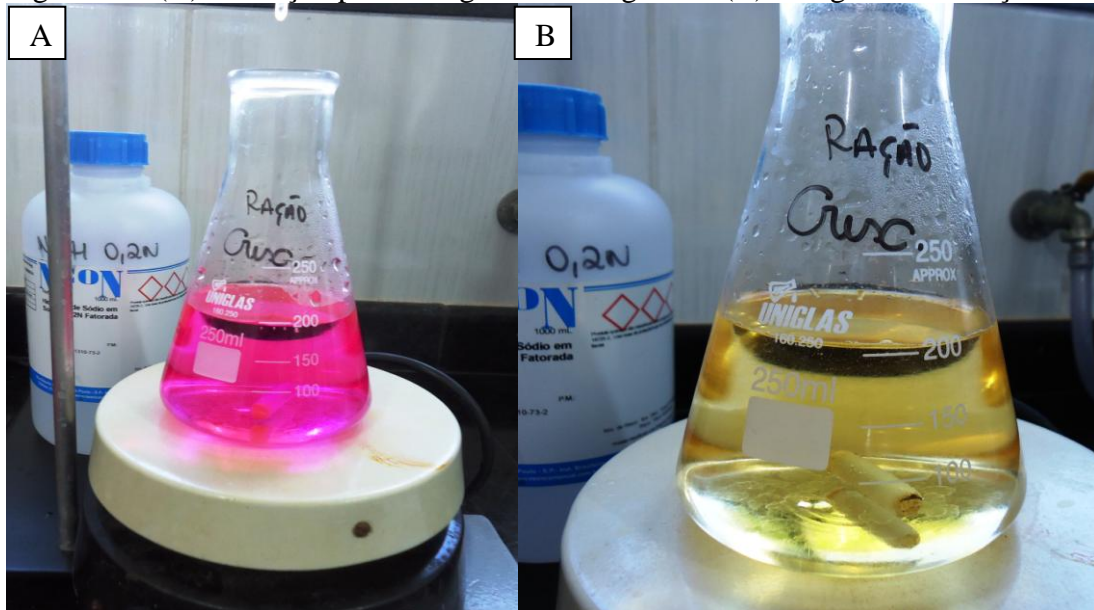


Fonte: Elaborado pela autora.

A amônia é recebida em uma solução ácida e titulada com hidróxido de sódio até ponto de viragem do vermelho para o amarelo, conforme a reação na equação (8) e Figura 16.



Figura 16 - (A) Titulação para dosagem de nitrogênio.e (B) Viragem da titulação.



Fonte: Elaborado pela autora.

O cálculo da porcentagem de Proteína é feito multiplicando-se o percentual de nitrogênio pelo fator 6,25, que se originou da constância nos teores de proteína na maioria dos produtos, que está em torno de 16%.

O teor de proteína bruta foi determinado pela equação (1).

$$PB \% = \frac{(V_a - F_a) - (V_s - F_s)N 6,25 0,014}{P} 100 \quad (1)$$

Onde:

V_a = Volume de H_2SO_4 0,2 N utilizado

F_a = Fator de correção do H_2SO_4 0,2 N

V_s = Volume de NaOH 0,2 N gasto na titulação

F_s = Fator de correção do NaOH 0,2 N

N = Normalidade

6,25 = Fator de transformação do nitrogênio em proteína, considerando 16% nitrogênio
 $100/16 = 6,25$

0,014 = Miliequivalente grama do nitrogênio

P = Peso da amostra em g

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de proteína na ração foi analisado e os resultados obtidos estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Teores de proteína bruta nas amostras de ração.

Níveis de proteínas (%)			
Ração Pré- inicial	Ração Inicial	Ração Engorda	Ração Final
22,55± 0,17	21,56± 0,10	20,39± 0,09	19,40± 0,17

Fonte: Elaborada pela autora.

Pelos resultados obtidos (Tabela 2), verifica-se que para a fase pré - inicial o nível de proteína bruta obtida foi de 22,55 %, sendo superior ao recomendado por Rostagno et al. (2011) na Tabela Brasileira para aves e suínos que é de 22,20%. No entanto Carvalho (2012), avaliando a redução dos níveis proteicos na ração relata que é possível reduzir o nível de 22,20% em até 18,70%, desde que seja atendida todas as necessidades de aminoácidos na dieta.

Rocha et al. (2003), em estudo com níveis de proteína de 20,00% a 26,00% relatou que o maior ganho de peso foi obtido com o nível de proteína de 22,00%, porém concluiu que o menor consumo de ração foi com os níveis de proteína mais alto, entre 23,00 a 26,00%. Para Costa et al. (2001), os níveis proteicos necessários para suprir as exigências do frango de corte tanto na fase pré-inicial como na inicial é de 22,40% a 22,50%. Para Nascimento et al. (2004), o valor de proteína que atende adequadamente às exigências para ótimo crescimento é de 21,91 % nas duas fases.

Para a fase inicial o resultado obtido foi de 21,56% de proteína bruta, estando acima do que Rostagno et al. (2011), recomenda para essa fase 20,80%. Carvalho (2012), estudando níveis de proteína bruta concluiu que no período de 8 a 21 dias, é possível reduzir em até 10% o valor da proteína bruta recomendado por Rostagno et al. (2011), sem prejudicar o desempenho das aves. Froilano, (2011), descreveu que para que sejam fornecidos todos os nutrientes necessários o recomendado é fornecer uma dieta com 21,40% de proteína bruta.

A proteína bruta obtida na fase de engorda foi de 20,39%, para Rostagno et al. (2011), o recomendado é 19,50%. Entretanto, para Carvalho (2012), as recomendações feitas por Rostagno et al. (2011) para a fase de engorda permitem uma redução de 10% sem causar prejuízos no desempenho das aves, desde que o fornecimento de aminoácidos digestível seja

mantido. Froilano, (2011) recomenda o nível de 19,90%, no entanto, Sabino et al. (2004) verificou que os níveis recomendados para a fase engorda variam entre 19,00% a 21,70% complementando que níveis abaixo desses valores diminuem o desempenho mesmo que a ração seja suplementada com aminoácidos essenciais. Para Costa et al. (2001), os níveis adequados de proteína para suprir as necessidades do frango de corte varia entre 18,50% e 19,50%.

O resultado obtido para a fase final foi de 19,40% de proteína. Rostagno et al. (2011), recomenda uma proteína 18,00%. Carvalho (2012) verificou que pode ser feita uma redução de 10% da proteína bruta recomendada por Rostagno sem prejudicar o desempenho das aves.

Vasconcellos et al. (2010), avaliando os efeitos dos níveis de proteína da dieta (15%, 17,00%, 19,00% e 21,00% PB) sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte verificaram que o nível de proteína bruta para máximo rendimento de peito foi estimado em 18,28%. Para Froilano (2011) o nível recomendado para suprir as necessidades em proteína bruta é 18,70%.

Teores elevados de proteína bruta nas rações promovem uma carga excessiva de aminoácidos na circulação sanguínea das aves, que para serem metabolizados exigem energia extra, podendo comprometer o desempenho do frango de corte causar problemas ambientais, pela maior excreção de nitrogênio, além de aumentar o custo final da ração. (ALETOR et al., 2000 apud CARVALHO, 2012).

Os resultados de proteína bruta nas rações analisadas apresentaram grandes variações se comparados com diversos autores. No entanto não existe uma normativa para se seguir ao formular uma ração para frango de corte, o que leva cada indústria a produzir suas rações de acordo com estudos realizados internamente em campo.

A indústria possui técnicos agrícolas que acompanham diariamente o crescimento das aves e de acordo com os resultados apresentados por eles produz a ração levando em consideração o crescimento e ganho de peso das aves.

Os resultados obtidos nas análises dos principais ingredientes utilizados na ração estão disposto na Tabela 3.

Tabela 3 – Teores de proteína bruta nos principais ingredientes utilizados na fabricação das rações.

Níveis de proteínas das matérias primas (%)				
Matéria Prima	Pré- inicial	Inicial	Engorda	Final
Milho	8,88	8,57	8,34	8,62
Farelo de soja 45%	46,59	46,36	46,67	46,56
Soja Integral	36,93	36,78	36,45	-
Farinha de carne	42,87	42,87	44,53	44,53
Farinha de vísceras	-	-	62,71	62,96
Farinha de penas	-	-	81,46	82,69

Fonte: Elaborada pela autora.

As fases de rações pré-inicial e inicial não possuem resultados de proteína bruta para as farinhas de penas e vísceras porque não foram utilizadas estas matérias primas em sua fabricação, assim como a soja integral não foi utilizada na produção da ração final.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3 observa-se que os valores de proteína para o milho variam entre 8,34% a 8,88% sendo superiores aos resultados citados por Rostagno et al. (2011) na Tabela Brasileira para aves e suínos, que variam entre 7,29% e 8,48% e inferior ao valor apresentado na tabela da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1991) que é 9,69%.

Os resultados obtidos para o farelo de soja variam de 46,36% a 46,67% de proteína, apresentando uma média dos resultados encontrado por Rostagno et al. (2011) que foram 45,22% e 48,10% e foram superior ao resultado apresentado por Café et al. (2000), que foi de 45,27%.

A soja integral apresentou resultados que variam de 36,54% a 36,93%, os valores encontrado foram superiores ao apresentado por Rostagno et al. (2011), que foi de 36,42% e inferior ao citado por Café et al. (2000), que foi de 37,83%.

Para farinha de carne os resultados obtidos nas análises foram de 42,87% a 44,53% estando nas médias dos valores encontrado por Rostagno et al. (2011) que variam entre 40,83% e 45,87% e semelhantes aos resultados apresentados por Tucci et al. (2003) que variaram entre 39,29% a 44,92%. Sartorelli (1998) avaliou a composição química das dez principais farinhas de carne e ossos do estado de Minas Gerais e observou valores de proteína bruta variando de 34,99% a 56,30%.

Os valores de 62,71% e 62,96% de proteína da farinha de vísceras, observado neste trabalho, é superior ao valor apresentado por Rostagno et al. (2011) que é 57,68% e aos valores apresentados na tabela da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1991), que foram de 53,69% e 59,71%.

Os valores de proteína bruta na farinha de penas foi de 81,46% e 82,69% se comparado aos valores apresentado por Rostagno et al. (2011) que foram de 74,91% e 83,63%, estão dentro do limite esperado, no entanto mostram-se superiores aos valores citados na tabela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1991) que são de 79,42% e 80,41%.

Os resultados obtidos nas análises se comparados com os resultados obtidos por diversos autores apresentam variações que segundo Silva et al. (2008) podem ser atribuídas ao fato de que a composição dos alimentos podem ser influenciadas por fatores como solo, clima, variabilidade genética e processamento.

6 CONSIDERAÇÃO FINAL

Os resultados de proteína bruta encontrados nas rações pré- inicial, inicial, engorda e final estão acima do recomendado. Observa-se que há grandes variações, pois alguns resultados são contraditórios em relação a um teor de proteína adequado em cada fase de desenvolvimento das aves. Apesar de haver várias pesquisas ainda não há valores de referência para a produção de ração para aves de corte, tornando este assunto passível de muita investigação.

Os ingredientes utilizados para a fabricação das rações também apresentaram variações. Essas variações evidenciam a importância de valores de referência atualizados, para que na utilização desses alimentos na formulação de dietas venham atender com precisão às exigências nutricionais das aves.

Mais experimentos devem ser feitos para provar a real necessidade de produzir variados tipos de ração e determinar o teor de proteína adequado para cada fase e assim produzir rações mais precisas.

REFERÊNCIAS

- ALBINO, L. F. T. et al. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 519-525, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v28n3/a12v28n3.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2014.
- ALMEIDA, P. F. **Análise da qualidade de gelatina obtida de tarsos de frango e aspectos envolvidos no processo produtivo**. 2012. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.uninove.br/PDFs/Mestrados/Eng/Resumos_dissertacoes_2012/Dissertacao_Polia_na_Fernandes_Almeida.pdf>. Acesso em: 29 maio 2014.
- ALVES, S. G. T.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S. H. P. Propriedades funcionais de material colagenoso de pés de frango. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 52, n. 3, p. 289-293, set. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000406222002000300010&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 29 maio 2014.
- ARARIPE, M. N. B. A. et al. Redução da proteína bruta e relações metionina+cistina e treonina digestíveis com a lisina digestível em rações para alevinos de tambatinga. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 9, p. 1845-1850, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v40n9/a01v40n9.pdf> > Acesso em: 29 maio 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. História da avicultura no Brasil. **UBABEF**, [2014?]. Disponível em: http://www.ubabef.com.br/a_avicultura_brasileira/historia_da_avicultura_no_brasil. Acesso em: 15 mar. 2011.
- BISINOTO, K. S. et al. Relação treonina: lisina para leitões de 6 a 11kg de peso vivo em rações formuladas com base no conceito de proteína ideal. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1740-1745, nov./dez. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v37n6/a37v37n6.pdf> >. Acesso em: 29 maio 2014.
- BROWN, T.; LEMAY, H.; BURSTEN, B. E. **Química: a ciência central**. 9. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005.
- BRUMANO, G. **Níveis de metionina + cistina digestível em rações para poedeiras leves nos períodos de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de idade**. 2008. 103 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008. Disponível em: <http://www.tede.ufv.br/tesesimplificado/tde_arquivos/1/TDE-2008-09-25T103402Z-1384/Publico/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 29 maio 2014.
- BUNCHASAK, C. Role of dietary methionine in poultry production. **Japan Poultry Science**, Tsukuba, v. 46, n. 3. p. 169–179, jan. 2009. Disponível em: <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/46/3/46_3_169/_pdf>. Acesso em: 29 maio 2014.

CÁCERES, M. Treonina en pollos de engorda: aspectos prácticos. **La Revista Del Avicultor**, v. 26, n. 7, p. 24-27, 2008.

CAFÉ, M. B. et al. Determinação do valor nutricional das sojas integrais processadas para aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 2, n. 1, p.67-74, jan./abr. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-635X2000000100010&script=sci_arttext>. Acesso em: 29 maio 2014.

CAMPBELL, M. K.; FARRELL, S. O. **Bioquímica (Combo)**. Tradução da 5. ed .Norte-americana. São Paulo: Thomson, 2007.

CAREW, L. B. ; MCMURTRY, J. P.; ALSTER, F. A. Effects of methionine deficiencies on plasma levels of thyroid hormones, insulin – like growth factors- I and – II, liver and body weights, and feed intake in growing chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n.12, p. 1932- 1938, dec. 2003. Disponível em: <<http://naldc.nal.usda.gov/download/12262/PDF>>. Acesso em: 29 maio 2014.

CARVALHO, H.B. **Redução da proteína bruta e suplementação de aminoácidos das dietas na produção de frangos de corte**. 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012. Disponível em: <http://ufvjm.edu.br/zootecnia/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=112&Itemid=>>. Acesso em: 29 maio 2014.

CHAMPE, P.C.; HARVEY, R. A. Enzimas. In: _____. **Bioquímica ilustrada**. 2. ed. São Paulo: Artes Médicas, 1989.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. **Bioquímica ilustrada**. 2. ed. Porto alegre: Artes Médicas, 1996.

CONHALATO. G. S, G. et al. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos na fase de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 98-104, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v28n1/a14v28n1.pdf> >. Acesso em: 30 maio 2014.

CONHALATO. G. S. G. et al. Avaliação de rações contendo diferentes níveis de lisina digestível mantendo a relação aminoacídica para pintos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2066-2071, 2000. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/revista/artigos/2855.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2014.

CORZO, A; MORAN J. E T; HOEHLER, D. Valine needs of male broilers from 42 to 56 days of age. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 6, p. 946–951, jun. 2004. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15206621>>. Acesso em: 29 maio 2014.

CORZO, A. et al. Marginality and needs of dietary valine for broilers fed certain aal- vegetable diet. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 16, n. 4, p. 546-554, apr. 2007. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/aviario/site/Artigos/546.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2014.

COSTA, B. L. **Criação de pintos: manejo e nutrição das aves em crescimento**. 3. ed. São Paulo, Nobel, 1974.

COSTA, F. G. P. et al. Níveis dietéticos de proteína bruta para frango de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1498 – 1505, maio 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n5/6688.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2014.

D'MELLO, J. P. F. **Amino Acids in Farm Animal Nutrition**. Wallingford: CAB International, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA . A avicultura no Brasil. **CNPSA EMBRAPA**, 2010. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/cias/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Itemid=15>. Acesso em: 15 mar. 2013.

_____. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. **Análise Proximal e valores energéticos de alguns alimentos para suínos**. Concórdia: EMBRAPA–CNPSA, 1991. (Comunicado Técnico, n. 175). Disponível em: <<http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/comtec/cot175.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2014.

ENGLERT, S. T. **Avicultura: tudo sobre raças, manejo, alimentação e sanidade**. São Paulo: Centauros, 1974.

FISCHER, G. et al. Desempenho de frango de corte alimentado com dietas a base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 402-410. jan./fev. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n1s0/10321.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2014.

FLETCHER, D. L. Poultry meat quality. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 58, n. 2, p. 131-145, jun. 2002. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=622892>> Acesso em: 29 maio 2014.

FREITAS, E. D. et al. Uso de diferentes formas físicas e quantidades de ração pré-inicial para frangos de corte. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 293-300, abr./jun. 2009. Disponível em: <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/524/342>>. Acesso em: 30 maio 2014.

FROILANO, A. Alguns tópicos sobre alimentação e nutrição de frango de corte. **Boletim técnico HTser Elanco**, São Paulo, v. 21 n. 151, set. 2011.

GUIMARÃES, J. L; ADELL, E. A; FELICIO, P. E. Estrutura e Bioquímica do músculo. **Apostila do Laboratório de carnes**. Departamento de tecnologia animal. São Paulo: FEA-Unicamp, 1995. Disponível em: <http://www.fea.unicamp.br/arquivos/Estrutura_e_Bioquimica.pdf> Acesso em: 30 maio 2014.

INTERNATIONAL FEED INDUSTRY FEDERATION. **Annual report 2011**. Brussels: IFIF, 2011. Disponível em: <http://www.sfmca.com.au/info_centre/documents/455/IFIF%20Annual%20Report%202011.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2014.

LAZZARI, M.R. Avicultura de cortes no Brasil: uma comparação entre a região sul e centro oeste. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 31, n. 4, p. 259-290, fev. 2004. Disponível em: <<http://revistas.fee.tche.br/index.php/indicadores/article/view/234/405>>. Acesso em: 15 mar. 2014.

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica Básica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica básica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

MORAIS, S. A. N. **Exigências nutricionais de valina, isoleucina e triptofano digestível para frangos de corte**. 2011. 102 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011. Disponível em: <http://www.cca.ufpb.br/ppgz/www/files/teses2011/Exigencias_nutricionais_de_valina_isoleucina_e_triptofano_Digestvel_para_frangos_de_corte_-_Srgio_Antonio_de_Normando_Mor.pdf>. Acesso em: 30 maio 2014.

MORAN JÚNIOR, E. T. Response of broiler strains differing in body fat to inadequate methionine: live performance and processing yields. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, n. 7, p. 1116-1126, jul. 1994. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7937473>>. Acesso em: 30 maio 2014.

MURRAY, K. R.; GRANNER, K. D.; RODWELL, W. V. **Harper Bioquímica Ilustrada**. 27. ed. Porto Alegre: Sandra Barreto de Carvalho, 2007.

NASCIMENTO, A. H. et al. Energia metabolizável e relação energia: proteína bruta nas fases pré-inicial e inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 911-918, jul./ago. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v33n4/22087.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2014.

NELSON, D. L.; COX, M. M.; LEHNINGER, A. L. **Princípios de Bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1995.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

NERY, L. R. **Uso de anticoccidiano, de glicina e de glutamina/ ácido glutâmico em dietas com diferentes relações treonina/ lisina para frangos de corte criados sob desafio sanitário**. 2009. 79 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2009. Disponível em: <http://www.tede.ufv.br/tesesimplificado/tde_arquivos/1/TDE-2010-05-28T143723Z-2228/Publico/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 30 de maio 2014.

PACK, M. Proteína ideal para frangos de corte. Conceitos e posição atual. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FACTA, 1995, p. 95-110.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: Editora da UFG, 1995.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. 2. ed. Goiânia: UFG, 2001.

PENZ JÚNIOR, A. M. Enzimas em rações para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35. 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 165-178.

PEREIRA, L. N. V. **Adição de complexo vitamínico na dieta hídrica de frangos e seus efeitos no estresse pré-abate e qualidade da carne**. 2007. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-20032008-165407/>>. Acesso em: 30 maio 2014.

PIZAURO JÚNIOR, J. M; CIANCAGLINI, P.; MACARI, M. Discondroplasia Tibial: Mecanismos de Lesão e Controle. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 3, p. 169-186. set./dez. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbca/v4n3/14662.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2014.

ROCHA, P. T. et al. Desempenho de frango de corte alimentados com rações pré-iniciais contendo diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 162–170, jul./ago. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v32n1/16089.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2014.

RODRIGUEIRO, R. J. B. et al. Exigência de metionina+cistina para frangos de corte na fase de crescimento e acabamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 507-517, mar./abr. 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n2/5789.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2014.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2005. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/milenawolff/tabelas-brasileiras-para-aves-e-sunos>>. Acesso em: 30 maio 2014.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2011. Disponível em: <http://cienciaavicola.com.br/teste/public_html/pdf/02-TABELAS-BRASILEIRAS-AVES-E-SUINOS-2011.pdf>. Acesso em: 29 maio 2014.

SÁ, L. M. et al. Exigência nutricional de treonina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1846-1853, nov./dez. 2007. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v36n6/a17v36n6.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2014.

SÁ, L. M.; GOULART. C.; COSTA P. F. **Aminoácidos na nutrição de frango de corte**. São Paulo: Ajinomoto, 2012. Disponível em:
<http://www.lisina.com.br/upload/Informativo_Aminoacidos%20para%20nutri%C3%A7%C3%A3o%20de%20Frangos%20de%20Corte%202012.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2014.

SABINO, H. F. N. et al. Níveis proteico na ração de frango de corte na fase crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 5 p. 407-412, maio 2004. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/pab/v39n5/a01v39n5.pdf> >. Acesso em: 14 abr. 2014.

SANDY, C. et al. **The structure and development of bone**: principles of bone biology. Chapter 1. Department of Cell Biology, University of Massachusetts Medical School, Worcester, Massachusetts. 1996.

SANTOS, C. C. **Mecanismo adaptativos em frango submetidos a estresse térmico agudo pré abate e suas implicações na funcionalidade proteica muscular**. 2007. 57 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-08112007-103703/publico/DissertacaoCarolinaSantos.pdf>.. Acesso em >. Acesso em: 14 maio. 2014.

SARTORELLI, S. A. A. **Uso de farinha de carne e ossos em rações de frangos de corte**. 1998. 54 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos**. São Paulo: Varela, 1996.

SILVA, R. B. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de subprodutos agroindustriais determinados com diferentes aves. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 269-275, 2008. Disponível em:
<<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/679/679>>. Acesso em: 14 abr. 2014.

SINDIRAÇÕES. **Compêndio brasileiro de nutrição animal 2013**. Método n. 47. Guia de ingredientes e matérias primas. São Paulo, p. 202 - 211, 2013.

SINDIRAÇÕES. **Guia de Aditivos**: ácidos orgânicos, aminoácidos, enzimas, microminerais, vitaminas. São Paulo: Sindirações, 2005. Disponível em:
<http://www.crq4.org.br/downloads/guia_aditivos.pdf>. Acesso em: 29 maio 2014.

SOTO-SALANOVA, M. F. et al. Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1996. p.71-76.

- STILBORN, H. L. et al. Effect of age on feather amino acid content in two broiler strain crosses and sexes. **Japan Poultry Science**, Tsukuba, v. 6, n. 2, p. 205–209, apr. 1997. Disponível em: <<http://japr.oxfordjournals.org/content/6/2/205.abstract>>. Acesso em: 14 abr. 2014.
- TESSERAUD, S. et al. Response of chick lines selected on carcass quality to dietary lysine supply: live performance and muscle development. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 1, p. 80-84, 1999. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10023752>>. Acesso em: 14 abr. 2014.
- TORRES, A. D. P. Alimentos e nutrição das aves domésticas. 2. Ed. São Paulo: Nobel, 1979.
- TRINDADE, N, M. A. et al. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 37 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 508-514, mar. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38n3/a16v38n3.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2014.
- TUCCI, M.T et al. Determinação da composição química e dos valores energéticos de alguns alimentos para aves. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 85-89, 2003. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/download/2101/1432>>. Acesso em: 14 abr. 2014.
- TURRA, F. Avicultura, setor determinante no agronegócio brasileiro. **Avicultura industrial**, Itu, v. 1229, n. 1, p. 56-57, jan. 2014. Disponível em: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/edicao/1229/20140127142545_R_521>. Acesso em: 14 abr. 2014.
- VALVERDE, C. C. **250 maneiras de preparar rações para frango de corte**. Viçosa: UFV. 2001.
- VARGAS, D. M.; AUDÍ, L.; CARRASCOSA, A. Peptídeos derivados do colágeno: novos marcadores bioquímicos do metabolismo ósseo. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 367-370, out./dez. 1997. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ramb/v43n4/2029.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2014.
- VASCONCELLOS, C. H. F. et al. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta sobre o desempenho e composição de carcaça de frangos de corte machos de 21 a 42 dias de idade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v. 34, n. 4, p. 1039-1048, jul./ago. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v34n4/v34n4a34.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2014.
- VENTURINI, K. S. et al. Característica da carne de frango. 2007. 7 f. **Boletim técnico**. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 2007. Disponível em: <http://www.agais.com/telomc/b01307_caracteristicas_carnefrango.pdf>. Acesso em: 29 maio 2014.