

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DOS ALIMENTOS**

**AVALIAÇÃO BIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DA
CARNE DE AVESTRUZ (*Struthio camelus*) E SEU
EFEITO NOS PARAMÊTROS BIOQUÍMICOS EM
RATOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Tiffany Prokopp Hautrive

Santa Maria, RS, Brasil

2008

**AVALIAÇÃO BIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DA CARNE
DE AVESTRUZ (*Struthio camelus*) E SEU EFEITO NOS
PARÂMETROS BIOQUÍMICOS EM RATOS**

Por

Tiffany Prokopp Hautrive

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos, linha de pesquisa em Ciência e Tecnologia de Carnes e Derivados, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Orientador: Prof. Dr. Ernesto Hashime Kubota

**Santa Maria, RS, Brasil
2008**

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**AVALIAÇÃO BIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DA CARNE DE
AVESTRUZ (*Struthio camelus*) E SEU EFEITO NOS PARÂMETROS
BIOQUÍMICOS EM RATOS**

elaborada por
Tiffany Prokopp Hautrive

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

COMISSÃO EXAMINADORA:

Ernesto Hashime Kubota, Dr.
(Presidente/Orientador)

Maristela Lovato Flores, Dra. (UFSM)

Luisa Helena R. Hecktheuer, Dra. (UFSM)

Santa Maria, 18 de dezembro de 2008.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proteger, iluminar, guiar e dar esperança. Está sempre ao meu lado, compartilha comigo alegrias, me dá força quando eu mais necessito e indica o melhor caminho para seguir.

Aos meus amores Robson Retore, mamãezinha (Rosemary Prokopp) e paizinho (Luiz Antônio Hautrive), que estão sempre ao meu lado presentes fisicamente ou em pensamento, que acreditam no meu potencial em realizar e alcançar tudo que almejo, que me apóiam, acalmam nos momentos estressantes e me amam acima de tudo. Ao meu amorzinho, que ajudou inúmeras vezes nos finais de semana ir tratar os ratos no biotério, abdicando de descansar ou fazer seus trabalhos da faculdade. A minha mamãezinha, que reclama que não tenho tempo para dar atenção a ela. Ao meu paizinho, que vem de longe matar a saudade e muitas vezes também não consigo dar atenção para ele. Apesar de muitas vezes não dar toda a atenção que gostaria, meu coração está com vocês. Amo vocês.

Aos meus sogros e família, por compreender minha ausência em muitos momentos da execução deste trabalho.

Ao meu orientador querido, Prof. Ernesto Kubota, uma pessoa sábia e correta, que me deu a oportunidade de aprender com ele. Várias vezes em situações e momentos de aflição e euforia me escutou e orientou da melhor maneira possível.

A Prof^a. Maria da Graça Callegaro, que orientou em alguns momentos durante a execução deste trabalho, muitas vezes abdicando seu tempo e deixando de lado suas atividades.

A Prof^a. Luisa Hecktheuer, pela oportunidade de fazer a docência orientada, pelos ensinamentos repassados e por ter aceitado fazer parte da banca examinadora.

A Prof^a. Maristela Flores, por ter emprestado os primeiros materiais sobre avestruz, lá na graduação, e por ter aceitado fazer parte da banca examinadora.

A colega, companheira e amiga Anne Y Castro Marques, mais conhecida como Annezita, que estava comigo em todos os momentos da execução deste trabalho, sem dúvida nenhuma, ela foi a pessoa que mais me ajudou tanto física como intelectualmente na realização deste trabalho. Em momentos difíceis, por mais cansadas que estávamos sempre conseguíamos achar graça de alguma coisa. Dividíamos as tarefas e confiava de olhos fechados nela, com a certeza que iria ser executada perfeitamente. Rotina iniciada muitas vezes antes das 8 horas da manhã, que não tinha hora para terminar, quem sabe meia noite. Não podia esquecer de agradecer teu amado Diogo, pelos finais de semana nos

acompanhando no Biotério. Agradeço muito pelas horas e horas que se dispôs para a realização deste trabalho. Quem não conhece a dupla Anne e Tiffany no departamento? Ou seria Ingrid e Talita?

As colegas Larissa Alves e Milena Bagetti, pela amizade, troca constante de conhecimentos e pelos momentos de lazer.

Ao colega Guilherme de Moura, que colaborou muito na realização do ensaio biológico e Fabrício Brum, que auxiliou em alguns momentos para que a realização da análise não fosse interrompida.

A Marialene e Moisés, pelas incansáveis compreensões e explicações de execução correta de análises e utilização dos aparelhos, ou então pelos vários reagentes que precisava pegar no almoxarifado, ou simplesmente para conversar sobre a vida, família e não podia esquecer o Grêmio.

Ao Carlos, funcionário do Nidal, pela realização das análises de cromatografia e minerais. Estava sempre pronto para ajudar e orientar.

A Prof. Elizete, pela disposição em ensinar a analisar os picos de cromatografia.

Aos funcionários do biotério, Silvandro, Maneco, Maria Odete e seu Darci, pela disponibilidade e companheirismo de meses que compartilhamos juntos. Não podia esquecer de agradecer ao empréstimo da cozinha, aos cafés, goiabas e carambolas.

Aos professores da Pós-graduação, Prof. Nelcindo Terra, Prof. Neidi Penna, Prof. Neila Richards, Prof. Tatiana Emanuelli, Prof. Laerte Nörnberg e Prof. José Henrique, pelos ensinamentos passados e pelas oportunidades.

A Lia e o Carlos, pelo companheirismo e pelos cafés.

A Cris Denardin, por ensinar a técnica correta de sacrificar os animais e realizar punção cardíaca.

A Gitane Fuke e a Patrícia Londero, por terem permitido acompanhar seus trabalhos por um período e pela amizade que temos atualmente.

Aos alunos da Farmácia, Enfermagem e Educação Física, pela oportunidade de iniciar na docência.

Aos animais (“titenos”), sem eles parte deste trabalho não seria realizada.

A Associação dos Criadores de Avestruzes do Rio Grande do Sul, pela doação da carne de avestruz utilizada neste estudo.

A Doles e a Laborlab, pela doação dos kits enzimáticos-colorimétricos.

A todos, que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero muito obrigada.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal de Santa Maria

AVALIAÇÃO BIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DA CARNE DE AVESTRUZ (*Struthio camelus*) E SEU EFEITO NOS PARAMÊTROS BIOQUÍMICOS EM RATOS

AUTORA: TIFFANY PROKOPP HAUTRIVE
ORIENTADOR: ERNESTO HASHIME KUBOTA
Local e Data da Defesa: Santa Maria, 18 de dezembro de 2008

A carne de avestruz está sendo introduzida no mercado das carnes como uma alternativa mais saudável quando comparada com outras carnes, pois tem baixo teor de lipídios totais, de ácidos graxos saturados e calorias. Apesar desses benefícios relatados na literatura científica sobre a carne de avestruz, existem poucos trabalhos, em relação à qualidade protéica e o efeito do consumo desta carne sobre o metabolismo de humanos e animais. Este trabalho tem como objetivo a avaliação biológica e físico-química da carne de avestruz, seu efeito nos parâmetros bioquímicos em ratos e comparar com outras carnes mais consumidas. Foram realizadas análises da composição centesimal, perfil de ácidos graxos, colesterol e minerais das carnes de avestruz, bovina, suína e frango. Para o ensaio biológico, foram elaboradas dietas experimentais, com caseína (controle) e dietas onde a caseína foi substituída por carne de avestruz, carne bovina, carne de frango e carne suína. A composição centesimal das carnes, em relação à umidade, proteína e cinzas, foi bastante semelhante, porém a carne de avestruz apresentou um percentual de lipídio mais baixo (0,58%). Além disso, apresentou uma boa relação de ácidos graxos poliinsaturados/saturados (0,99), razão n6/n3 (8,32) e maior quantidade de ferro (4,17 mg/100g). Através do ensaio biológico verificou-se que assim como a carne bovina, suína e frango, a carne de avestruz possui uma excelente qualidade protéica e apresentou resultados positivos nos parâmetros bioquímicos de ratos alimentados com esta carne, principalmente em relação ao colesterol sérico dos animais que apresentaram menor concentração.

Palavras-chave: carne de avestruz, composição centesimal, avaliação biológica, qualidade protéica, resposta metabólica, ratos.

ABSTRACT

Master Dissertation
Post-Graduate Program in Food Technology and Science
Federal University of Santa Maria

BIOLOGICAL EVALUATION AND PHYSICOCHEMICAL OF OSTRICH MEAT (*Struthio camelus*) AND THEIR EFFECT ON BIOCHEMICAL PARAMETERS IN RATS

AUTHOR: TIFFANY PROKOPP HAUTRIVE

ADVISER: ERNESTO HASHIME KUBOTA

Date and Place of defense: Santa Maria, December 18, 2008

The ostrich meat is being introduced in the market for meat as a healthy alternative when compared with most other meat, because it has low content of total lipids, saturated fatty acids and calories. Despite these benefits reported in the scientific literature on the ostrich meat, there are few jobs in relation to protein quality and effect of the consumption of meat on the metabolism of humans and animals. This study aims to assess the biological and physical chemistry of ostrich meat, its effect on biochemical parameters in rats and compared with most other meat consumed. We performed analysis of proximate composition, fatty acid profile, cholesterol and minerals of ostrich meat, beef, pork and chicken. To test the biological, experimental diets were prepared with casein (control) and diets in which casein was replaced by ostrich meat, beef, chicken and pork. The proximate composition of meat, for moisture, protein and ash, was very similar, but the meat of ostriches showed a lower percentage of lipid (0.58%). Moreover, had a good relationship of polyunsaturated fatty acids / saturated (0.99) n6/n3 ratio (8.32) and greater amount of iron (4.17 mg/100g). By the assay it was found that as well as beef, pork and chicken, beef and ostrich has an excellent quality protein and showed positive results in the biochemical parameters of rats fed with this meat, especially in relation to serum cholesterol of animals that showed a lower concentration.

Keywords: ostrich meat, proximate composition, biological evaluation, quality protein, metabolic response, rats.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Carne in natura	88
Figura 2 – Carne desidratada	88
Figura 3 – Animais experimentais	88
Figura 4 – Animais distribuídos em seis grupos com 8 animais cada	88
Figura 5 – Animal alocado em gaiola individual	88
Figura 6 – Animal recebendo água e ração <i>ad libitum</i>	88
Figura 7 – Dietas experimentais	89
Figura 8 – Pesagem dos animais	89
Figura 9 – Coletas das fezes dos animais	89
Figura 10 – Pesagem das fezes dos animais	89
Figura 11 – Coleta do sangue dos animais	89
Figura 12 – Pesagem dos órgãos e gordura epididimal	89

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1- TABELA 1 – Composição centesimal da carne de avestruz, bovina, suína e frango	38
ARTIGO 1 – TABELA 2 – Colesterol da carne de avestruz, bovina, suína e frango	39
ARTIGO 1 – TABELA 3 – Composição dos ácidos graxos da carne de avestruz, bovina, suína e frango.....	40
ARTIGO 1 – TABELA 4 – Composição de macrominerais da carne de avestruz, bovina, suína e frango.....	41
ARTIGO 1- TABELA 5 - Composição de microminerais da carne de avestruz, bovina, suína e frango	42
ARTIGO 2- TABELA 1 – Composição (g/Kg) das dietas experimentais fornecidas aos animais.....	57
ARTIGO 2- TABELA 2 – Umidade, proteína, lipídio e cinzas da carne desidratada de avestruz, bovina, suína e frango.....	58
ARTIGO 2- TABELA 3 – Ganho de peso, consumo alimentar total, coeficiente de eficácia alimentar e proteína ingerida dos animais alimentados com diferentes tipos de carnes	59
ARTIGO 2- TABELA 4 – Produção de fezes úmidas (PFU) e balanço nitrogenado aparente (BNap) dos animais alimentados com diferentes tipos de carnes	60
ARTIGO 2- TABELA 5 – Valores médios de Coeficiente de eficácia protéica (PER), Razão protéica líquida (NPR) e Digestibilidade verdadeira (DV) dos animais.....	61
ARTIGO 3- TABELA 1 - Composição (g/Kg) das dietas experimentais fornecidas aos animais.....	65
ARTIGO 3- TABELA 2 - Ganho de peso, consumo alimentar total, conversão alimentar e proteína ingerida dos animais alimentados com diferentes tipos de carnes	67
ARTIGO 3- TABELA 3 – Concentração de colesterol total, HDL-colesterol e Triglicerídeo dos animais alimentados com diferentes tipos de carnes	68
ARTIGO 3- TABELA 4 – Concentração de albumina, hemoglobina e proteínas totais dos animais alimentados com diferentes tipos de carnes	71
ARTIGO 3- TABELA 5 – Peso da gordura epididimal, fígado e rins dos animais alimentados com diferentes tipos de carnes	72

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

BNap – Balanço nitrogenado aparente

DHA – Ácido docosapentaenóico

DV – Digestibilidade verdadeira

EPA – Ácido eicosapentaenóico

MUFA – Ácido graxo monoinsaturado

NPR – Razão protéica líquida

PER – Coeficiente de eficácia protéica

PFU – Produção fezes úmidas

PUFA – Ácido graxo poliinsaturado

SFA – Ácido graxo saturado

n6 – Ômega 6

n3 – Ômega 3

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Estruturicultura.....	14
2.2 Características sensoriais da carne de avestruz.....	16
2.3 Características nutricionais da carne de avestruz.....	17
2.3.1 Proteínas e aminoácidos.....	17
2.3.2 Lipídios e ácidos graxos essenciais.....	18
3 ARTIGOS	21
3.1 Artigo 1- Composição centesimal, perfil de ácidos graxos, colesterol e minerais da carne de avestruz, bovina, suína e frango.....	22
3.2 Artigo 2- Avaliação biológica da qualidade protéica da carne de avestruz, bovina, suína e frango.....	43
3.3 Artigo 3 – Efeito da carne de avestruz, bovina, suína e frango na resposta metabólica de ratos.....	62
4 DISCUSSÃO GERAL	77
5 CONCLUSÃO	80
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
7 APÊNDICE	88
8 ANEXOS	90
8.1 Anexo A.....	90
8.2 Anexo B.....	94
8.3 Anexo C.....	99

1. INTRODUÇÃO

Os nutrientes contidos nos alimentos são necessários para o desenvolvimento e crescimento normal dos indivíduos. Ressalta-se que nenhum alimento contém todos os nutrientes necessários, em quantidade e qualidade adequada à manutenção da saúde e das atividades diárias. Por esse motivo, é importante que a dieta seja equilibrada, composta de alimentos pertencentes a vários grupos alimentares, como carnes e derivados, frutas, vegetais, cereais, laticínios e leguminosas.

Destacando o grupo das carnes, são uma fonte importante de proteína de alto valor biológico, rica em ácidos graxos e aminoácidos essenciais, vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), vitaminas do complexo B (tiamina, riboflavina, niacina, ácidos fólico e pantotênico, e vitaminas B6 e B12) e minerais (Na, K, P, Mg, Fe e Zn). Porém, a carne possui uma quantidade de gordura saturada, que consumida em excesso provoca a elevação dos níveis de colesterol sanguíneo e aumentam o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

Uma alimentação saudável deve ter uma ingestão diária de gordura limitada a um determinado percentual da dieta. Para a gordura total, esse limite é de 30% da energia diária, para a gordura saturada, de no máximo 10% da energia diária e a quantidade de colesterol deve ser menor que 300mg/dia. Os ácidos graxos poliinsaturados devem fornecer 6 a 10% das calorias totais, 1-2% das calorias devem ser ômega 3 e 5 a 8% das calorias totais de ômega 6 e gordura monoinsaturada em torno de 20%. (WHO, 2003).

Com o aumento da expectativa de vida e ao mesmo tempo o crescente aparecimento de doenças crônicas como obesidade, aterosclerose e diabetes está havendo uma preocupação maior, por parte da população e dos órgãos públicos de saúde, com a alimentação.

Diante deste contexto, a carne de avestruz está sendo introduzida no mercado das carnes como uma alternativa mais saudável comparada com outras carnes. Bastante semelhante sob o aspecto sensorial à carne bovina e nutricionalmente a carnes brancas, pois tem baixo teor de lipídios totais, de ácidos graxos saturados, sódio e calorias. A carne é rica em ferro e em ácidos graxos insaturados, os quais têm papel fundamental na redução do colesterol total e LDL-colesterol como também eleva o HDL-colesterol.

Apesar desses benefícios relatados na literatura científica sobre a carne de avestruz, a bibliografia ainda é muito escassa, principalmente em relação à qualidade nutricional desta

carne, sua qualidade protéica e efeito do consumo desta carne sobre parâmetros sanguíneos de humanos e animais.

Desta forma, o presente estudo teve por objetivo geral a avaliação biológica e físico-química da carne de avestruz, seu efeito nos parâmetros bioquímicos em ratos e comparar com outras carnes mais consumidas. Nessa perspectiva, os objetivos específicos foram:

- Determinar e comparar a composição química (umidade, proteína, lipídio, cinzas), perfil de ácidos graxos, colesterol e perfil de minerais (Na, K, Ca, Fe, Mg, Mn, Cu, Zn) das carnes de avestruz, bovina, suína e frango;

- Avaliar e comparar a qualidade protéica das carnes de avestruz, bovina, suína e frango, através do ensaio biológico;

- Avaliar e comparar os efeitos de dietas experimentais contendo carne de avestruz, bovina, suína e frango sobre a resposta metabólica de ratos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Estrutociultura

Os avestruzes são os antecedentes mais antigos, encontrados em hieróglifos egípcios. Em uma estátua, a rainha Arisonoe está montada em um avestruz. Numa tumba da XVIII dinastia egípcia foram encontrados restos de um avestruz. Os assírios consideravam os avestruzes como aves sagradas. Depois de milhões de anos de evolução e seleção natural, o avestruz transformou-se em uma ave resistente a condições climáticas extremas e tolerantes a enfermidades e parasitos. Foi domesticado pela primeira vez, na Colônia do Cabo, atualmente África do Sul (DICAN, 2002).

O termo estrutociultura, caracterizado pela criação de avestruzes, origina-se do gênero *Struthio* a que pertence esta ave. A estrutociultura nasceu do interesse que a sociedade, do final do século XIX e início do XX, tinha pelas plumas que eram obtidas junto às populações silvestres de avestruzes. Quando o número de avestruzes selvagens se reduziu drasticamente, devido ao modismo, iniciou-se um programa de domesticação e criação desses animais na Ásia, Austrália, América do Norte e América do Sul (CARRER, 2003).

O avestruz (*Struthio camelus*) é uma ave, originária da África, tem como habitat natural as savanas e desertos. Pertence ao grupo das ratitas, ou seja, aves que não voam. Outros membros deste grupo incluem a ema, originária da América do Sul, o emu e o casuar, nativos da Austrália, e o *Aepyornis* ou Elefante-Pássaro, o qual está extinto (DRENOWATZ et al., 1995; AOA, 2005).

O avestruz é um animal monogástrico e herbívoro. A alimentação é baseada em fibras vegetais como raízes, folhas, flores, sementes e pastagem (ACAB, 2005). Não possui dentes, engole pedras pequenas, que o ajudam a esmagar os alimentos engolidos no seu papo (AOA, 2005). Os animais adultos possuem dimorfismo sexual. Os machos tem plumagem preta e as pontas das asas são brancas, enquanto que as fêmeas tem plumagem cinza e branca (HOPKINS et al., 1995).

Os principais produtos que se obtêm desta ave são a carne, o couro, as plumas, os ovos, os cílios, o bico e as unhas (artesanato e bijuterias). Existem estudos com os olhos de avestruzes para transplantes de córnea em humanos e também se está estudando a aplicação dos tendões dos avestruzes em tendões humanos, por serem similares em força e consistência (DICAN, 2002).

Segundo a Associação dos Criadores de Avestruzes do Brasil (2005), uma fêmea produz em média 15 a 18 filhotes por ano. Os animais estão prontos para o abate com 12 a 14 meses de idade, pesando em torno de 90 a 100 kg, gerando 24 a 26 kg de carne limpa, 1,2 m² de couro, além de 1 a 1,5 kg de plumas. Os animais vivem, em média, de 65 a 70 anos. Estes índices demonstram a viabilidade econômica da criação de avestruzes e mostram o potencial de inserção desta atividade no agronegócio brasileiro.

Nos últimos anos, dada a demanda do mercado internacional em termos de produção de carne, plumas e couro, a criação de avestruz retomou seu crescimento, representando uma atividade em franca ascensão (CARRER, 2003).

Atualmente a África do Sul tem o maior plantel no mundo, por ser o avestruz originário desta região e por ser este o país que primeiro iniciou a criação comercial há cerca de 100-150 anos. O segundo maior plantel está nos Estados Unidos, mas também Austrália, Israel, Canadá e outros países têm um número considerável de animais. A China é um dos países em que mais cresce a estruticultura (LUCHINI; COSTA, 1998).

O Brasil está sendo visto, entre a comunidade da estruticultura mundial, como um dos países de maior potencial de crescimento desta atividade, com grande vocação natural e empresarial, sendo que o aumento vigoroso de nossos rebanhos deverá ser notado nos próximos anos. Foi estimado o potencial do mercado interno para a carne de avestruz, utilizando-se de estimativas de consumo previstas. Acredita-se que a participação crescente da carne de avestruz na dieta do brasileiro, iniciada em 2004, com uma taxa de 0,01% do total do mercado de carnes, e indo até o patamar de 0,10%, no ano de 2012 (CARRER, 2003).

A criação de avestruz iniciou no Brasil em meados de 1995 e em 1996 foi criada a primeira associação de criadores, denominada Associação dos Criadores de Avestruz do Brasil (ACAB) (BIANCO, 2006)

De acordo com Junior (2005), a indústria brasileira de carne de avestruz iniciou em 1997 quando ocorreu a primeira importação de carne no país. Em 2001 iniciou o primeiro abate de avestruz pela Aravestruz (interior de São Paulo), em seguida no ano de 2002 a empresa Avestro S/A também iniciou o abate. No ano de 2004 foi construído um abatedouro em Goiás (Avestruz Máster) e em 2005 foi construído um abatedouro no Ceará (Aravestruz).

Atualmente, o plantel brasileiro conta com aproximadamente 400.000 avestruzes distribuídos por todo o território nacional. A região sul do Brasil apresenta um plantel de aproximadamente 22.450 avestruzes e 990 criadores, sendo que o Estado do Paraná se apresenta com 36% dessas aves, seguido do Rio Grande do Sul com 33% e Santa Catarina

com 31% (ANUÁRIO DA ESTRUTIOCULTURA BRASILEIRA, 2005/06 apud BIANCO, 2006).

Bianco (2006) relata que hoje em dia existe no Brasil, 16 associações e 16 cooperativas de estrutiocultores. No Rio Grande do Sul, existe a ACARS (Associação dos criadores de avestruz do Rio Grande do Sul).

2.2 Características sensoriais da carne de avestruz

A carne de avestruz é semelhante a carne bovina sob o aspecto, sabor e textura, porém, sua composição é semelhante a das carnes brancas como o frango (FALVELA, 2004). Possui uma coloração mais vermelha e escura do que a carne bovina (FISHER; HOFFMAN; MELLETT, 2000). A coloração vermelha intensa pode agradar ao consumidor, porém esta carne tem um shelf life menor, pois, com um pH em torno de 6,0, a susceptibilidade é maior para a ação de bactérias. O pH de 5,8 a 6,2 indica que a carne está boa para consumo, pH 6,4 que a carne apenas serve para consumo imediato e pH acima de 6,4 indica que a carne está em início de decomposição (TERRA; BRUM, 1988).

Devido à sua coloração escura, esta carne pode ser mal interpretada por consumidores leigos como carne em mal estado de conservação, mas esta coloração se deve ao fato de possuir grandes quantidades de ferro (HOFFMAN; FISHER, 2001).

Segundo um estudo realizado por Fernández-López et al. (2006), foi observado que os hambúrgueres elaborados com carne de avestruz apresentaram uma coloração mais intensa e escura que os demais.

Conforme Hoffman e Fisher (2001), a carne de avestruz se torna mais escura e mais vermelha quanto maior for a idade do animal.

A carne de avestruz é caracterizada por um pH final elevado (6,2), pouco colágeno, uma aparência visual escura, uma maciez semelhante a carne bovina e um índice de ácido graxo poliinsaturado elevado (JONES et al., 1995; VENDA, 1996, 1998; WALTER et al., 2000 apud FERNÁNDEZ-LÓPEZ et al., 2006).

Sales e Hayes (1996), relatam que a redução das reservas de glicogênio nos músculos, em função do estresse pré-abate, é a principal causa do pH final elevado da carne. O ideal é o pH inferior a 5,8 e não deve ultrapassar 6,2, pois a carne pode se tornar extremamente escura, firme e seca (DFD).

Sales e Mellett (1996), acompanharam a queda do pH *post-mortem* (0 a 24 h), em diferentes músculos de avestruz e relataram que os valores do pH variaram de 5,84 a 6,13, e esses valores de pH final elevado, após abate (24 h), sugerem que a carne possa ser classificada como uma carne intermediária entre "normal" (pH<5,8) e DFD (pH>6,2).

O pH final elevado (6,2) da carne da avestruz faz com que essa carne seja ideal para produtos processados como hambúrgueres, salsichas, lingüiças e presuntos (HOFFMAN; MELLETT, 2003).

Boheme et al. (1996) observaram que a carne de avestruz poderia ser usada com sucesso na produção de salame tipo italiano com o uso de culturas starters.

De acordo com pesquisa comparando a carne de animais jovens e animais mais velhos, Girolami et al. (2003) observaram que a carne de um animal mais jovem é mais macia. Animais mais novos satisfazem a demanda dos consumidores de carne, pois as características sensoriais são mais agradáveis. Além disso, um ciclo menor de criação abatendo animais mais novos pode contribuir na redução de custos de criação.

Os cortes mais macios devem ser utilizados em preparações mais nobres, já os cortes mais rígidos devem ser utilizados em preparações embutidas como salsichas e lingüiças ou preparações que coccionam por mais tempo (MORRIS, 1995).

2.3 Características nutricionais da carne de avestruz

2.3.1 Proteínas e aminoácidos

Sales e Hayes (1996) compararam a composição da carne de avestruz, com a carne bovina e frango. Verificaram que assim como outras carnes, a carne de avestruz tem alto teor de proteínas (21%). Paleari et al. (1998), compararam a carne de avestruz, com a carne de peru e bovina e observaram que, a carne de avestruz apresentou um percentual de proteínas um pouco mais elevado (22 %) do que a carne de peru (20.4 %) e bovina (20.1%).

A carne de avestruz também é caracterizada por um índice elevado dos aminoácidos lisina, leucina, ácido aspártico e ácido glutâmico, todavia possui mais fenilalanina e menos histidina do que a carne bovina e frango. Com exceção da arginina e ácido aspártico, a carne

de avestruz, tem menor índice de aminoácidos não essenciais: serina, ácido glutâmico, glicina, tirosina e alanina do que a carne bovina e frango (SALES; HAYES, 1996).

2.3.2 Lipídios e ácidos graxos essenciais

O conteúdo de gordura intramuscular da carne de avestruz (0,65%) é baixíssimo comparado com a carne bovina (6,33%) e de frango (3,08%) (Sales e Hayes, 1996). Este estudo demonstra que a carne de avestruz tem uma quantidade de gordura intramuscular muito pequena, sendo uma grande vantagem para divulgação como um produto saudável, em relação às doenças cardíacas que são consideradas um grande problema de saúde pública, por ser a causa principal de óbitos atualmente no Brasil.

Paleari et al. (1998) comprovaram que o índice de gordura saturada é menor na carne de avestruz (1,6%) comparada com o peru (3,8%) e boi (4,5%).

Inicialmente, acreditava-se que, a carne de avestruz tinha baixo índice de colesterol. Com o passar dos anos, depois de vários testes os pesquisadores concluíram que a carne de avestruz é similar no teor de colesterol com outras carnes magras. A vantagem dessa carne seria em relação ao índice baixo de gordura intramuscular (HOFFMAN; MELLETT, 2003). Porém, Paleari et al. (1998), encontraram valores de colesterol de 33,8 mg/ 100 g para carne de avestruz, 36,6 mg/ 100 g para carne de peru e 50,1 mg/ 100 g para a carne bovina.

Sales (1998) analisou diferentes músculos de avestruz e encontrou que a quantidade de colesterol variou entre 58 a 71 mg/100g, os ácidos graxos saturados palmítico (16:0) e o esteárico (18:0), variaram respectivamente entre 18,59 a 21,55 mg/100g e 14,07 a 16,17 mg/100g.

Em um estudo, comparando a composição química do músculo *iliofibularis* da carne de avestruz crua e cozida, encontrou-se que o conteúdo de gordura total, valor calórico e colesterol da carne da avestruz aumentaram após o processo de cocção devido a diminuição no índice de umidade. Porém, em relação a proporção de ácidos graxos $\omega 3/\omega 6$ não alterou após a cocção, permanecendo aproximadamente em 0,35 (SALES; MARAIS; KRUGER, 1996).

Embora a carne de avestruz tenha conteúdo de gordura (0,91 g/100 g) e colesterol (57 mg/100 g) relativamente baixo, no estudo de Sales, Marais e Kruger (1996) não encontraram

diferenças significativas comparando com o conteúdo de gordura e colesterol da carne bovina e frango.

Horbañczuk et al. (1998) compararam os músculos *gastrocnemius* e *iliofibularis*, em avestruzes de espécies Red Neck (*Struthio camelus massaicus*) e Blue Neck (*Struthio camelus australis*). A quantidade de lipídio total (1,43g/100g) e colesterol (65,63 mg/100g) não diferiram significativamente nos músculos entre as espécies. A porcentagem de ácidos graxos saturados e monoinsaturados são similares entre as diferentes espécies em ambos os músculos. A porcentagem de ácidos graxos poliinsaturados é mais elevada no Blue Neck (23,78%) que no Red Neck (23,65%) no *gastrocnemius*, mas não no *iliofibularis*, esta diferença de 0.13% provavelmente não tem nenhum significado prático.

A carne de avestruz possui 7 mg de ômega 3 e 25 mg de ômega 6 em 100 g de carne, (HORBAÑCZUCK et al., 1998; SALES, 1998; PALEARI et al., 1998; GIROLAMI et al., 2003).

Paleari et al. (1998), analisaram a carne de avestruz, peru e bovina e encontraram que a carne de avestruz tinha 48% de gordura saturada, 50,8% de gordura insaturada e uma proporção de saturado/insaturado de 0,9, enquanto que a carne de peru, possui 50,4% de gordura saturada, 47,2% de gordura insaturada e 1,1 proporção de saturado/insaturado e a carne bovina, 49,3% de gordura saturada, 48,7% de gordura insaturada e proporção de saturado/insaturado de 1,0.

A composição do músculo varia com a idade do animal. Um aumento na idade está acompanhado por um aumento na gordura intramuscular, principalmente gordura saturada, na concentração de mioglobina e na rigidez devido às mudanças na natureza do tecido conjuntivo no músculo. No entanto, esse aumento não é muito significativo (HOFFMAN; FISHER, 2001).

A gordura presente nas carnes faz com que a carne fique succulenta e realce o sabor. Como o avestruz é uma carne com baixo índice de gordura, prepará-la é um desafio, pois além de nutritiva, a preparação deve ser saborosa. Então, durante a preparação é recomendado utilizar óleos vegetais (MORRIS, 1995).

Segundo estudo realizado por Sales e Hayes (1996), sobre a composição de diferentes músculos do avestruz, constatou-se que os valores de água, proteína, aminoácidos, lipídios e minerais não diferiram significativamente entre os músculos, mostrando que permanecem constantes, independente do corte.

Paleari et al. (1998), reforça que em função do local de origem do animal, clima, alimentação, manejo, idade e sexo, a composição centesimal pode variar.

2.3.3 Minerais

Estudo realizado por Sales e Hayes (1996), encontraram valores de sódio de 43 mg% para carne de avestruz, 61 mg% para o peru e 77 mg% para carne bovina. Isto demonstra que a carne de avestruz seria uma opção mais saudável para pacientes hipertensos. Em relação ao potássio, 269 mg% para carne de avestruz, 350 mg% para carne de peru e 229 mg% para carne bovina. O cálcio e o magnésio, respectivamente, 8 e 22 mg% para carne de avestruz, 7 e 20 mg% para o peru e 12 e 25 mg% para carne bovina. O fósforo e o ferro foram encontrados valores maiores na carne de avestruz, 213 e 2,3 mg%, para a carne de peru 180 e 2,1 mg% e a carne bovina, 173 e 0,9 mg%. Esta carne seria uma opção interessante para pacientes anêmicos, os quais precisam de um aporte de ferro.

A composição química da carne de avestruz sugere que os produtos processados derivados desta podem ser formulados para competir com sucesso com os tipos similares de produtos derivados de outras espécies de carnes (FISHER; HOFFMAN; MELLETT, 2000).

A carne de ema é bastante semelhante a carne de avestruz, pois são animais pertencentes ao mesmo grupo, as ratitas. Recentemente foi realizado um estudo por Toneto (2006) associando a carne de ema com carne suína na elaboração de embutido curado fermentado (salame). Os embutidos formulados com 22,5% de carne de ema e 67,5% de carne suína foram os preferidos pelos provadores, durante a análise sensorial de aceitação dos produtos, obtendo as medias mais elevadas para os parâmetros cor, odor, textura e sabor.

3. ARTIGOS CIENTÍFICOS

3.1. ARTIGO 1

Artigo em fase final de revisão pelos autores para ser submetido a Revista Alimentos e
Nutrição
(Configuração conforme normas da revista- Anexo 1)

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS, COLESTEROL E MINERAIS DA CARNE DE AVESTRUZ, BOVINA, SUÍNA E FRANGO

Tiffany Prokopp HAUTRIVE¹

RESUMO: A carne de avestruz é uma carne exótica, com coloração avermelhada, maciez e sabor semelhante à carne bovina. É rica em proteínas, cálcio e ferro e possui baixos teores de gordura total e ácidos graxos saturados. O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição centesimal, perfil de ácidos graxos, colesterol e minerais da porção sobrecoxa da carne de avestruz e comparar com cortes da mesma região na carne bovina, suína e frango. As carnes apresentaram percentuais semelhantes de umidade, proteína e cinzas, porém a carne de avestruz foi a que apresentou menor quantidade de lipídio (0,58%), sendo 7,34% de ácidos graxos saturados, 45,37% de monoinsaturados e 27,20% de poliinsaturados. A carne de avestruz apresentou uma boa relação de ácidos graxos poliinsaturados/saturados e n6/n3. A carne de avestruz poderia ser incluída em uma dieta equilibrada, pois apresenta nutrientes semelhantes de outras carnes e com diferenciais, baixo conteúdo de lipídios e calorias e rica em ferro-heme.

PALAVRAS-CHAVES: Carne de avestruz, carne bovina, carne suína, carne frango, ácidos graxos, minerais

PROXIMATE COMPOSITION, FATTY ACIDS PROFILE, CHOLESTEROL AND MINERALS OF OSTRICH MEAT, BEEF, SWINE AND POULTRY

ABSTRACT: The ostrich meat is an exotic, reddish in color, tenderness and taste similar to beef. It is rich in protein, calcium and iron and is low in total fat and saturated fatty acids. The purpose of this study was to evaluate the proximate composition, fatty acid profile, cholesterol and minerals over the portion of ostrich meat cuts and compare with the same region in beef, swine and poultry. The meat had similar percentage of moisture, protein and ash, but the meat of ostrich presented the least amount of lipid (0,58%), and 7,34% of saturated fatty acids, 45,37% of monounsaturated and 27,20% of polyunsaturated. The ostrich meat had a good ratio of polyunsaturated fatty acids / saturated and n6/n3. The ostrich meat could be included in a balanced diet, nutrients such as displays of other meats and spreads, low content of fat and calories, and rich in iron-heme.

KEY WORDS: ostrich meat, beef meat, swine meat, poultry meat, fatty acids, minerals

¹ Departamento de Tecnologia e Ciência de Alimentos. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria- UFSM, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

INTRODUÇÃO

As carnes são consideradas importantes fontes de aminoácidos essenciais e proteínas de alto valor biológico, as quais são importantes na construção e manutenção dos tecidos e formação de hormônios, enzimas, proteínas transportadoras, proteínas estruturais e anticorpos. Porém, as carnes apresentam uma quantidade de gordura elevada, principalmente saturada, que a médio e longo prazo pode contribuir no desenvolvimento de obesidade e doenças cardiovasculares (Cuppari, 2005; Mahan & Escott-stump, 2005; Lehninger et al., 2006).

A quantidade ingerida de gordura total e colesterol bem como o grau de saturação dos ácidos graxos estão associados à elevação do LDL-colesterol, e conseqüentemente, do colesterol total sanguíneo, aumentando o risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose, 2007).

A carne de avestruz é uma carne que pode ser introduzida na alimentação, pois é uma carne rica em proteínas, cálcio e ferro e possui baixos teores de gordura total, ácidos graxos saturados e sódio. Apesar de ser uma carne exótica, é muito semelhante sensorialmente à carne bovina, pela coloração avermelhada, maciez e sabor (Fisher et al., 2000; Hoffman & Mellett, 2003; Girolami et al., 2003; Falvela, 2004; Fernández-lópez et al., 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição centesimal, perfil de ácidos graxos, colesterol e minerais da porção sobrecoxa da carne de avestruz e comparar com cortes da mesma região na carne bovina, suína e frango.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria-prima

A carne de avestruz utilizada neste estudo foi fornecida pela Associação dos Criadores de Avestruzes do Rio Grande do Sul, localizada na cidade de Porto Alegre, RS. A carne de avestruz cedida foi uma carne congelada sem osso, sob uma temperatura de -18°C, embalada a vácuo, denominada filé plano, localizado na sobrecoxa externa do animal, identificado como o músculo *iliotibialis cranialis*, inspecionada pelo Ministério da Agricultura. As carnes bovina, suína e frango foram adquiridas no comércio local do município de Santa Maria, RS.

A carne bovina utilizada foi a alcatra, a carne suína o pernil e a carne de frango a coxa e sobrecoxa. Para comparação entre os tipos de carnes, foi escolhida a mesma região nos diferentes animais, no caso a porção da sobrecoxa e coxa, pois a carne varia de composição centesimal conforme sua região/músculo.

Análise da composição centesimal

As análises foram realizadas no Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA) e no Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL), na Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS.

As carnes cruas foram trituradas em multiprocessador até formarem uma pasta homogênea. As análises foram realizadas em triplicata.

Foram determinados os teores de proteínas, lipídios, cinzas e umidade das carnes. O teor de proteína foi determinado pelo método de Kjeldahl, o qual quantifica o nitrogênio total

da amostra. No cálculo de conversão de nitrogênio em proteínas, foi utilizado o fator 6,25 (AOAC, 1995). O percentual de lipídios foi determinado pelo método butirômetro do leite (Brasil, 1999). O teor de umidade foi quantificado pelo método de secagem em estufa até peso constante, em estufa com circulação de ar a 105°C (AOAC, 1995). A determinação de cinzas das amostras foi realizada através da incineração em mufla à temperatura de 550°C, até a obtenção de cinzas claras, de acordo com AOAC (1995).

Valor calórico

O cálculo do valor calórico foi obtido através de cálculo teórico considerando a soma das quantidades de calorias provenientes das proteínas e dos lipídeos, utilizando-se os seguintes fatores: 4kcal/g de proteínas e 9Kcal/g de lipídeos. O valor está expresso em kcal/100g da amostra.

Determinação de colesterol

A determinação de colesterol das carnes foi realizada pelo método enzimático, utilizando kits laboratoriais da Laborlab S/A, otimizado e validado por Saldanha, Mazali e Bragagnolo (2004).

Perfil de ácidos graxos

O perfil de ácidos graxos foi determinado pela extração de lipídios pelo método de Bligh-Dyer (1959) com clorofórmio e metanol, seguido do método de Hartman & Lago (1973), no qual a gordura é saponificada com hidróxido de potássio, seguida de esterificação

com ácido sulfúrico em metanol. Os ésteres de ácidos graxos foram analisados em um cromatógrafo a gás, modelo nº Supelco SP 25-60, equipado com detector por ionização em chama (FID), injetor split, razão de 50:1 e coluna capilar de sílica fundida (100m x 250 μ m x 0,2 μ m). A temperatura do injetor foi 250°C e do detector 280°C, o nitrogênio foi o gás de arraste. Após a injeção de 1 μ l, a temperatura da coluna foi mantida a 160°C por 30 minutos e seguido de um aumento até 250°C de 4°C por minuto, permanecendo assim por 6 minutos. A identificação dos picos foi realizada pela comparação dos tempos de retenção e da área dos picos das amostras com as de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos. Os picos de ácidos graxos identificados são expressos em porcentagem da área total.

Minerais

Os minerais foram determinados conforme a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Para a quantificação dos macrominerais (potássio, cálcio e magnésio), obteve-se um extrato a partir da digestão completa da amostra em ácido sulfúrico e alta temperatura (350-375°C). Os microminerais (sódio, magnésio, ferro, zinco, manganês e cobre) foram analisados a partir de extratos das amostras de digestões ácidas sob temperaturas controladas, com ácido nítrico (120°C) e ácido perclórico (180-190°C). Nos extratos obtidos da digestão foram analisados os minerais por espectrofotometria de absorção atômica.

As vidrarias utilizadas foram anteriormente desmineralizadas, lavadas com água e detergente, enxaguadas e deixadas de molho por 72 horas em solução de 10% de ácido nítrico, preparada com água destilada.

Análise estatística

Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de Análise de variância (ANOVA). Para comparação entre as médias, foi utilizado o teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAS (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição centesimal das carnes

A Tabela 1 demonstra a composição centesimal das carnes. A carne de avestruz apresentou um percentual de umidade (73,94%) intermediário entre as carnes e não diferiu significativamente com a carne bovina (73,52%) ($p>0,05$). A carne de frango e suína apresentaram um maior percentual de umidade e diferiram significativamente ($p<0,05$) quando comparadas com a carne bovina e avestruz. Feijó (2006) encontrou um teor de umidade de 74,20 a 74,70%, respectivamente, na sobrecoxa e coxa do avestruz. Sales & Hayes (1996) encontraram um percentual de umidade maior na carne de avestruz (76,27%) do que na carne bovina (71,6%) e frango (75,46%).

A carne de avestruz apresentou um percentual de proteína de 22,18%. O teor de proteína foi maior na carne bovina (22,65%) e menor na carne de frango (18,91%). Paleari et al. (1998), compararam a carne de avestruz, com a carne de peru e bovina e observaram que, a carne de avestruz possui mais proteínas (22,2%), seguida pela carne peru (20,4%) e bovina (20,1%).

Em relação à quantidade de lipídios, a carne de avestruz apresentou um menor percentual (0,58%) e não diferiu da carne suína (1,27%). A carne de frango apresentou um

teor mais elevado de lipídios e diferiu significativamente das demais carnes ($p < 0,05$). O valor encontrado neste trabalho está de acordo com o valor de 0,65% encontrado por Sales & Hayes (1996).

Morris (1995) relata que a carne de avestruz tem baixo teor de lipídios, pois em cada 100g de carne existem cerca de 2 a 3g deste constituinte.

De acordo com Hoffman & Fisher (2001), a composição dos ácidos graxos na gordura intramuscular da carne de avestruz, não varia muito entre avestruzes novos (14 meses) e mais velhos (8 anos). Entretanto, Girolami et al. (2003) afirmam que a quantidade de gordura total da carne não modifica se um animal é mais velho que outro, o que ocorre é um aumento no percentual dos ácidos graxos saturados e monoinsaturados e uma diminuição dos poliinsaturados. A carne de avestruz é magra, pois a gordura no corpo do animal se concentra em volta do estômago em baixo da pele, que é de fácil separação (Sales et al., 1996).

As cinzas foram semelhantes para a carne de avestruz e bovina e diferiram das outras carnes ($p < 0,05$). A análise de cinzas fornece informações prévias sobre o valor nutricional do alimento, no tocante ao seu conteúdo em minerais e é o primeiro passo para análises subsequentes de caracterização destes minerais.

A carne de avestruz apresentou um valor calórico de 93,95 Kcal, a carne suína de 96,69 Kcal, o frango 105,07 Kcal e carne bovina 108,97 Kcal. O valor encontrado para a carne de avestruz neste trabalho é corroborado por Sales & Hayes (1996) que encontraram o valor de 94,21 Kcal e por Sales et al. (1996) que encontraram o valor de 92,00 Kcal, ambos para 100g de carne. Já Feijó (2006) relata valores de 106 a 113 Kcal por 100g para cortes de carne de avestruz.

Colesterol das carnes

A quantidade de colesterol em mg/100g de carne está expressa na tabela 2. A carne de avestruz e a carne de frango apresentaram maiores teores de colesterol na carne e diferiram da carne suína e bovina ($p < 0,05$).

Morris (1995) relata que a carne de avestruz possui em torno de 76 a 96mg de colesterol em 100g de carne, corroborando o resultado encontrado neste trabalho. Horbañczuk et al. (1998), analisando cortes dos músculos gastronecnius e iliofemoralis de avestruz encontraram uma variação de 63,04 a 68,38mg de colesterol em 100g de carne. O conteúdo de colesterol entre os diferentes músculos analisados e entre animais de idades diferentes ao abate, não diferiu significativamente (Horbañczuk et al., 1998; Girolami et al., 2003). De acordo com Sales et al. (1996), embora a carne de avestruz possua baixo teor de gordura, tem a mesma quantidade de colesterol que a carne bovina ou frango. Inicialmente, acreditava-se que, a carne de avestruz tinha baixo índice de colesterol. Com o passar dos anos, depois de vários testes os pesquisadores concluíram que a carne de avestruz é similar no teor de colesterol com outras carnes magras. A vantagem dessa carne é o baixo teor de gordura (Hoffman & Mellett, 2003). Sales (1998) comparando a carne bovina, frango e avestruz encontraram uma quantidade de colesterol, respectivamente, 59, 57 e 57mg/100g. A carne suína foi a que apresentou menor quantidade de colesterol quando comparada com as outras carnes. Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (2002) relatam que os valores de colesterol para a carne suína na literatura variam entre 30 a 98mg/100g, sendo que a maioria dos resultados situa-se em torno de 60mg/100g.

Perfil de ácidos graxos

A composição de ácidos graxos das carnes está apresentada na tabela 3. O percentual de ácidos graxos saturados na carne de avestruz (27,34%) foi semelhante ao da carne suína (28,02%). A carne bovina apresentou o maior percentual de gordura saturada (32,26%) e a carne de frango foi a que apresentou menor valor (19,73%) e diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$). O percentual de ácidos graxos monoinsaturados da carne de avestruz (45,37%) também foi maior que a carne de frango (37,30%), porém foi menor que a carne bovina (61,64%) e suína (52,20%). Em relação aos ácidos graxos poliinsaturados, houve uma diferença significativa entre as carnes ($p < 0,05$). A carne de avestruz apresentou um percentual de 27,20%, uma quantidade menor que a carne de frango (42,60%) e maior que a carne suína (20,26%) e bovina (5,96%).

Girolami et al. (2003) realizaram uma pesquisa com diferentes músculos de carne de avestruz e encontraram um percentual de ácidos graxos saturados de 29,88 a 33,1%, monoinsaturados de 35,52 a 39,05 % e poliinsaturados de 27,64 a 34,60%. Segundo Bani et al. (2007) a carne de avestruz tem um percentual de 33,95% de ácidos graxos saturados, 10,69% para monoinsaturados e 55,35% para poliinsaturados. Almeida et al. (2006) corrobora com este estudo, pois também encontraram que a carne bovina possui mais ácidos graxos saturados ($53,3 \pm 2,12\%$) e menos ácidos graxos poliinsaturados ($3,0 \pm 0,5\%$) que a carne de frango ($36,4 \pm 3,6\%$ e $21,3 \pm 3,5\%$). Para a carne suína Rhee et al. (1988) encontraram 38-42% de saturados, 39-44% de monoinsaturados e 18-19% de poliinsaturados. Os lipídios da carne de ruminantes são caracterizados por apresentar altas proporções de ácidos graxos saturados e baixa razão ácidos graxos poliinsaturados/ saturados (FRENCH et al., 2000).

O ácido graxo saturado palmítico (C16:00), foi o que apresentou maior porcentagem em todas as carnes e não diferiram entre si ($p < 0,05$). De acordo com a IV Diretriz Brasileira

sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose (2007), as quantidades ingeridas de gordura saturada e de colesterol influenciam nos níveis lipídicos plasmáticos, em especial a colesterolemia.

Os ácidos graxos insaturados são classificados em duas categorias principais: monoinsaturados representados pela série n-9 (oléico) e polinsaturados representados pelas séries n-6 (linoléico e araquidônico) e n-3 (alfalinolênico, eicosapentaenóico-EPA e docosahexaenóico-DHA). O ácido linoléico considerado essencial é o precursor dos demais ácidos graxos polinsaturados da série n-6. Esses ácidos graxos possuem efeito significativo no perfil lipídico sanguíneo (IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose, 2007). Os ácidos graxos das famílias n-6 e n-3 são obtidos por meio da dieta ou produzidos pelo organismo a partir dos ácidos linoléico e alfa-linolênico, pela ação de enzimas alongase e dessaturase. As alongases atuam adicionando dois átomos de carbono à parte inicial da cadeia, e as dessaturases agem oxidando dois carbonos da cadeia, originando uma dupla ligação com a configuração *cis* (Martin et al., 2006).

Dentre os ácidos graxos insaturados, a carne de avestruz foi a que apresentou maior percentagem de araquidônico, 5,57% e diferiu ($p < 0,05$) das outras carnes. Os ácidos araquidônico, di-homo-gama-linoléico (20:3 n-6, ADGL), e eicosapentaenóico (20:5 n-3, AEP) são precursores dos prostanóides das séries 1, 2 e 3 e dos leucotrienos das séries 4, 5 e 6, respectivamente. Tanto os prostanóides como os leucotrienos agem de forma autócrina e parácrina, influenciando inúmeras funções celulares que controlam mecanismos fisiológicos e patológicos no organismo (Martin et al.; 2006). A carne bovina e suína foram as carnes com maior conteúdo de oléico, respectivamente, 34,27% e 37,55%. A carne de frango apresentou maior quantidade de linoléico, 35,95% e diferiu significativamente ($p < 0,05$) das demais carnes. O ácido linoléico é o mais importante da série n6 e está presente nos óleos de algodão, girassol, milho e soja (Dziezak, 1989). O ácido α -linolênico foi maior na carne de avestruz

(2,79%) e na carne de frango (3,23%). O ácido α -linolênico, representante da família n-3, é encontrado em sementes oleaginosas como linhaça, canola e soja (Dziezak, 1989). Entretanto, tanto nos vegetais (algas, microalgas, fitoplâncton), quanto nos animais de origem marinha (peixes, crustáceos), encontram-se também outros ácidos graxos que pertencem à série n-3, são os ácidos graxos de cadeia muito longa (superior a 18 carbonos), eles são o ácido eicosapentaenóico (EPA, C20:5, n-3) e o ácido docosahexaenóico (DHA, C22:6, n-3). A formação desses ácidos graxos n-3 pelas algas marinhas e sua transferência através da cadeia alimentar aos peixes explica a abundância deles em óleos de peixe de origem marinha (Calder, 1998).

A proporção de ácidos graxos n6/n3 também tem sido utilizada como um critério para avaliar a qualidade da gordura, a qual deveria ser inferior a 4 (Department of health, 1994; Enser et al., 1998). Um excesso de ácido linoléico impede a transformação do α -linolênico em seus derivados EPA e DHA, o mesmo acontece no caso contrário, com um menor consumo do ácido linoléico haverá uma diminuição da formação do ácido araquidônico, pois a enzima delta 6 dessaturase tem afinidade por ambos ácidos graxos. Porém, a enzima tem maior especificidade pelo n-3 e precisará de menores quantidades destes ácidos que dos n6 para produzir a mesma quantidade de produto (Madsem et al., 1999). Isto significa que deve existir uma proporção maior de ácido linoléico que de α -linolênico. Portanto, é necessário um equilíbrio entre o aporte dos dois ácidos graxos através da dieta. A carne bovina apresentou uma proporção positiva (2,44) e o frango foi o que apresentou um valor elevado (19,99). De acordo com WHO (1995), a proporção de ácidos graxos n-6/n-3, deve ser de 5:1 até 10:1. Nesse caso, a carne de avestruz e a carne bovina estão dentro dos valores considerados saudáveis, entretanto a carne suína e frango apresentaram uma proporção diferente da recomendada como ideal.

Outro método utilizado é a razão de ácidos graxos poliinsaturados/saturados, sendo que valores inferiores a 0,45 são considerados pouco saudáveis (Wood & Enser, 1997). As carnes de avestruz, suína e frango apresentaram valores maiores que 0,45, entretanto a carne bovina apresentou valor inferior.

Composição de minerais das carnes

A composição de macrominerais e microminerais estão demonstrados na tabela 4 e 5. O cálcio, magnésio, sódio e manganês não diferiram significativamente ($p>0,05$) entre as carnes. Apesar de não diferirem estatisticamente, a carne de avestruz foi a que apresentou maior quantidade de cálcio, a carne bovina mais magnésio, o frango teve mais sódio e o suíno mais manganês. O frango é a carne com mais potássio e diferiu das demais ($p<0,05$).

Feijó (2006) obteve valores de 8mg de cálcio, 3,4mg de ferro, 199,2mg de potássio, 93,5mg de sódio e 2,8mg de zinco em 100g de carne de avestruz. A carne de avestruz foi a que apresentou maior teor de ferro (4,17mg) e não diferiu estatisticamente ($p<0,05$) a carne bovina (3,31mg). A carne suína e frango apresentaram valores baixos de ferro. Comparando diferentes músculos de carne de avestruz, Balog et al. (2008) obtiveram valores de ferro elevados quando comparados com outros estudos existentes (12,25mg/100g). O ferro é um nutriente essencial para a vida e atua principalmente na síntese das células vermelhas do sangue e no transporte do oxigênio para todas as células do corpo. As necessidades corporais de ferro podem variar em função da idade, sexo, estado fisiológico (gravidez e lactação) e patológico (infecções). Em crianças a anemia está associada ao retardo do crescimento, comprometimento da capacidade de aprendizagem, da coordenação motora e da linguagem, efeitos comportamentais como a falta de atenção, fadiga, redução da atividade física e da afetividade, assim como uma baixa resistência a infecções. Nos adultos, a anemia produz

fadiga e diminui a capacidade produtiva. Nas grávidas, a anemia é associada ao baixo peso ao nascer e a um incremento na mortalidade perinatal (Brasil, 2008). As carnes vermelhas são excelentes fontes de ferro heme, provenientes da hemoglobina e mioglobina (Higgs, 2000). O zinco foi encontrado em maior quantidade na carne bovina e a carne de frango foi a que apresentou maior quantidade de cobre.

A composição centesimal e o valor nutricional dos cortes cárneos podem variar, em função do local de origem do animal, clima, alimentação, manejo, idade raça e sexo, (Paleari et al., 1998; Balog et al., 2008).

CONCLUSÃO

A composição centesimal das carnes, em relação à umidade, proteína e cinzas, foi bastante semelhante, porém o percentual de lipídio da carne de avestruz foi o mais baixo.

A carne de avestruz e o frango foram as carnes que apresentaram um teor maior de colesterol. Sabe-se atualmente, que alterações no perfil lipídico plasmático são influenciadas não só pelo colesterol ingerido, mas pela quantidade de gordura total e perfil de ácidos graxos da dieta.

A carne de avestruz foi classificada como saudável em relação à proporção de ácidos graxos poliinsaturados/saturados e razão n-6/n-3.

Portanto, a carne de avestruz pode ser incluída em uma dieta balanceada, com todos os grupos alimentares, pois apresenta nutrientes semelhantes a outras carnes e com um diferencial no baixo percentual de gordura e calorias e na quantidade de ferro-heme.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Associação dos Criadores de Avestruzes do Rio Grande do Sul, localizada na cidade de Porto Alegre, RS, Brasil, pelo fornecimento da carne de avestruz utilizada durante a pesquisa e a empresa Laborlab S/A, pela doação dos *kits* para análise de colesterol nas carnes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. C. de et al. Fatty acid composition and cholesterol content of beef and chicken meat in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 1, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, AOAC. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16th ed., Supplement 1998. Washington: AOAC, 1995. 1018p.

BALOG, A. et al. Carne de avestruz: rendimento de carcaça e aspectos físicos e químicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 400-407, 2008.

BANI, F.A et al. Qualidade lipídica da carne de avestruz. **Revista Nacional da Carne**, v. 361, p. 54-58, 2007.

BLIGH, E.G. & DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 98-104, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa Nacional de Suplementação de Ferro**. Disponível em: <<http://nutricao.saude.gov.br/ferro.php>>. Acesso em: 18 nov. 2008.

BRASIL. Ministério da agricultura e do abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 20, de 21 de julho de 1999. **Métodos Analíticos Físico-Químicos, para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes - Sal e Salmoura**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=2321>. Acesso em: 21 ago. 2007.

CALDER, P.C. Immunoregulatory and anti-inflammatory effects of n-3 polyunsaturated fatty acids. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 31, n. 4, p. 467-490, 1998.

CUPPARI, Lilian. **Nutrição: nutrição clínica no adulto**. Barueri: Manole, 2005.

DEPARTMENT OF HEALTH. **Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease. Report on Health and Social Subjects n° 46.** London, 1994.

DZIEZAK, J. Fats, oils, and fat substitutes. **Food Technology**, Chicago, v. 43, n.7, p. 66-74, 1989.

ENSER, et al. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. **Meat Science**, v. 49, n. 3, p. 329-341, 1998.

FALVELA, C. V. Carne de avestruz. **Revista Nutrição Brasil**, v. 3, n. 1, p. 51-54, 2004.

FEIJÓ, M.B.S. **Avaliação de abate experimental, padronização dos cortes, qualidade e efeito da embalagem em atmosfera modificada na conservação da carne de avestruz (*Struthio camelus*).** 2006. Tese (Doutorado em Vigilância Sanitária)- INCQS / FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2006.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. et al. Quality characteristics of ostrich (*Struthio camelus*) burgers. **Meat Science**, v. 73, n. 2, p. 295-303, 2006.

FISHER, P.; HOFFMAN, L.C., MELLETT, F. D. Processing and nutritional characteristics of value added ostrich products. **Meat Science**, v. 55, n. 2, p. 251-254, 2000.

FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; O'RIORDAN, E. G.; MONAHAN, F. J.; CAFFREY, P. J.; MOLONEY, A. P. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 11, p. 2849–2855, 2000.

GIROLAMI, A et al. Fatty acid profile, cholesterol content and tenderness of ostrich meat as influenced by age at slaughter and muscle type. **Meat Science**, v. 64, n. 3, p. 309–315, 2003.

HARTMAN, L; LAGO, B.C. A rapid preparation of fatty methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v.22, p.475-477, 1973.

HOFFMAN, L.C.; FISHER, P. Comparison of meat quality characteristics between young and old ostriches. **Meat Science**, v. 59, n. 3, p. 335-337, 2001.

HOFFMAN, L.C.; MELLETT, F.D. Quality characteristics of low fat ostrich meat patties formulated with either pork lard or modified corn starch, soya isolate and water. **Meat Science**, v. 65, n.2, p. 869–875, 2003.

HORBAÑCZUK, J.O et al. Cholesterol content and fatty acid composition of ostrich meat as influenced by subspecies. **Meat Science**, n. 50, v.3, p.385-388, 1998.

HIGGS, J. The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality. **Trends in Food Science e Technology**, v. 11, n. 3, p. 85-95, 2000.

IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.88, S. I, 2007.

LEHNINGER, Albert L, NELSON, David L, COX, Michael M. **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 2006. 1202p.

MADSEN, L et al. Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid affect mitochondrial and peroxisomal fatty acid oxidation in relation to substrate preference. **Lipids**, v.34, n. 9, p. 951-963, 1999.

MAHAN, L. K; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: alimentos, nutrição & dietoterapia**. São Paulo: Roca , 2005.

MARTIN, C. A. et al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, 2006.

MORRIS, C. Ostrich Meat. In: DRENOWATZ, C. **The Ratite Encyclopedia**. Texas: Ratite Records, p. 159-165, 1995.

PALEARI, M. A. et al. Ostrich meat: physico-chemical characteristics and comparison with turkey and bovine meat. **Meat Science**, v. 48, n. 3/4, p. 205-210, 1998.

RHEE, K.S. et al. Effect of dietary high-oleic sunflower oil on pork carcass traits and fatty acid profiles of raw tissues. **Meat Science**, v.24, n.4, p. 249-260, 1988.

SALDANHA, T.; MAZALLI, M. R.; BRAGAGNOLO, N. Avaliação comparativa entre dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n.1, p.109-113, 2004.

SALES, J. Fatty Acid Composition and Cholesterol Content of Different Ostrich Muscles. **Meat Science**, v. 49, n. 4, p. 489-492, 1998.

SALES, J.; HAYES, J. P. Proximate, amino acid and mineral composition of ostrich meat. **Food Chemistry**, v. 56, n. 2, p. 167-170, 1996.

SALES, J; MARAIAS, M; KRUGER, M. Fat Content, Caloric Value, Cholesterol Content, and Fatty Acid Composition of Raw and Cooked Ostrich Meat. **Journal of food composition and analysis**, v.9, n. 1, p. 85-89, 1996.

SAS Institute. **SAS software: changes and enhancements through release 6.12**. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1997.

TEDESCO, M.J et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2ª ed. Porto Alegre: Boletim Técnico do Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Joint Consultation: fats and oils in human nutrition. **Nutrition Reviews**, v. 53, n. 7, p. 202-205, 1995.

WOOD, J. D; ENSER, M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. **British Journal of Nutrition**, v. 78, n. 1, p. 49-60, 1997.

Tabela 1. Composição centesimal da carne de avestruz, bovina, suína e frango

Carnes	Umidade (%)	Proteína (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)	Valor calórico (Kcal)
Avestruz (Filé Plano)	73,94±0,94 ^b	22,18±0,92 ^{ab}	0,58±0,44 ^c	1,08±0,03 ^a	93,95±0,86 ^c
Bovina (Alcatra)	73,52±0,05 ^b	22,65±0,11 ^a	2,03±0,62 ^b	0,98±0,02 ^b	108,97±5,29 ^a
Suína (Pernil)	74,96±0,22 ^a	21,32±0,19 ^b	1,27±0,51 ^c	1,10±0,01 ^a	96,69±4,64 ^{bc}
Frango (Coxa e Sobrecoxa)	75,39±0,53 ^a	18,91±0,37 ^c	3,27±0,80 ^a	0,91±0,05 ^c	105,07±6,26 ^{ab}

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 3)

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância.

Tabela 2. Colesterol da carne de avestruz, bovina, suína e frango

Carnes	Colesterol
Avestruz (Filé Plano)	75,39±1,40 ^a
Bovina (Alcatra)	60,96±1,91 ^b
Suína (Pernil)	56,97±5,25 ^b
Frango (Coxa e Sobrecoxa)	75,94±1,18 ^a

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 3)
Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância.

Tabela 3- Composição dos ácidos graxos (%) da carne de avestruz, bovina, suína e frango

Ácidos Graxos	Avestruz (Filé Plano)	Bovina (Alcatra)	Suína (Pernil)	Frango (Coxa e Sobrecoxa)
C10:00 Cáprico	0,35±0,29 ^a	0,21±0,22 ^a	0,13±0,07 ^a	0,00±0,00 ^a
C13:00 Tridecílico	0,42±0,25 ^a	0,23±0,21 ^a	0,13±0,06 ^a	0,05±0,00 ^a
C14:00 Mirístico	1,83 ±0,76 ^{ab}	3,21±0,61 ^a	1,58±0,54 ^b	0,49±0,01 ^b
C15:00 Pentadecílico	0,41±0,06 ^b	0,77 ±0,11 ^a	0,13±0,04 ^c	0,13 ±0,00 ^c
C16:00 Palmítico	23,42±0,58 ^a	24,78±3,09 ^a	24,48±3,24 ^a	18,38±0,16 ^a
C17:00 Margárico	0,36±0,04 ^c	1,45±0,04 ^a	0,47±0,01 ^b	0,23±0,00 ^d
C18:00 Esteárico	0,05±0,00 ^b	0,9±0,11 ^a	0,28±0,37 ^b	0,23±0,00 ^b
C19:00 Nonadecílico	0,18±0,02 ^{bc}	0,40±0,09 ^a	0,20±0,04 ^b	0,05±0,00 ^c
C20:00 Araquídico	0,14±0,01 ^a	0,08 ±0,11 ^a	0,13 ±0,05 ^a	0,12± 0,00 ^a
C21:00 Heneicosanóico	0,06 ±0,00 ^a	0,06 ±0,08 ^a	0,37 ±0,52 ^a	0,00 ±0,00 ^a
C22:00 Behênico	0,08 ±0,01 ^a	0,08 ±0,08 ^a	0,01 ±0,02 ^a	0,05± 0,00 ^a
C23:00 Tricosanóico	0,03 ±0,01 ^a	0,06 ±0,04 ^a	0,09±0,10 ^a	0,00 ±0,00 ^a
AGS	27,34±1,93 ^{ab}	32,26±4,29 ^a	28,02±4,91 ^{ab}	19,73±0,18 ^b
C14:1n5 Miristoléico	0,09±0,03 ^b	0,45±0,06 ^a	0,01±0,01 ^b	0,06±0,00 ^b
C15:1n5 10-Pentadecenoíco	0,05±0,01 ^b	0,08±0,00 ^a	0,00±0,00 ^c	0,00±0,00 ^c
C16:1 Palmitoléico	4,82±0,30 ^a	3,22±0,29 ^b	2,95±0,53 ^b	1,82±0,02 ^c
C18:1n9T Elaídico	10,10±0,16 ^{bc}	19,08±0,64 ^a	10,75±0,89 ^b	8,74±0,02 ^c
C18:1 T11Vacênico	0,24±0,01 ^b	4,38±0,79 ^a	0,17±0,01 ^b	0,49±0,03 ^b
C18:1n9C Oléico	29,73±1,22 ^{ab}	34,27±4,72 ^a	37,55±3,03 ^a	25,89±0,02 ^b
C20:1n11 Gadoléico	0,28 ±0,03 ^b	0,15 ±0,02 ^b	0,68 ±0,26 ^a	0,26 ±0,00 ^b
C22:1n9 Erúcio	0,06± 0,01 ^a	0,02 ±0,03 ^a	0,03 ±0,05 ^a	0,02 ±0,03 ^a
C22:1 Docosenóico	0,00 ±0,00 ^a	0,03 ±0,04 ^a	0,04 ±0,06 ^a	0,00 ±0,00 ^a
AGMI	45,37±1,41 ^{bc}	61,64±5,13 ^a	52,20±3,68 ^b	37,30±0,03 ^c
C18:2n6T Linolelaídico	0,03± 0,01 ^b	0,19±0,03 ^a	0,01±0,02 ^b	0,06±0,00 ^b
C18:2n6C Linoléico	17,61± 1,19 ^b	2,38±0,45 ^c	15,81±0,64 ^b	35,95±0,01 ^a
C18:2 C9,T11(CLA)	0,14±0,00 ^b	0,98±0,19 ^a	0,16±0,04 ^b	0,12±0,01 ^b
C18:3n6 Gama-Linolênico	0,04 ±0,00 ^c	0,02 ±0,01 ^c	0,09 ±0,01 ^b	0,15 ±0,01 ^a
C18:3n3 Alfa-Linolênico	2,79 ±1,04 ^a	0,98 ±0,30 ^b	0,74 ±0,14 ^b	3,23 ±0,01 ^a
C20:2 Eicosadienóico	0,77 ±0,01 ^a	0,01 ±0,01 ^b	0,59 ±0,13 ^{ab}	0,49± 0,00 ^c
C20:3n3 Di-alfa-linoléico	0,02 ±0,01 ^c	0,03±0,02 ^{bc}	0,13 ±0,02 ^a	0,07 ±0,00 ^b
C20:4n6 Araquidônico	5,57 ±0,36 ^a	0,91 ±0,18 ^c	2,16 ±0,18 ^b	2,40 ±0,02 ^b
C20:5n3 Timnodónico	0,14 ±0,01 ^b	0,45 ±0,10 ^a	0,12± 0,01 ^b	0,12 ±0,01 ^b
AGPI	27,20±0,52 ^b	5,96±0,83 ^d	20,26±0,53 ^c	42,60±0,01 ^a
AGPI/AGS	0,99±0,09 ^b	0,18±0,00 ^d	2,15±0,02 ^a	0,72±0,17 ^c
n3	3,01±1,04 ^{ab}	1,46±0,42 ^{bc}	3,43±0,01 ^a	0,93±0,24 ^c
n6	23,26±1,54 ^b	3,51±0,61 ^d	38,57±0,00 ^a	18,08±0,82 ^c
n6/n3	8,32±3,41 ^{bc}	2,44±0,29 ^c	11,23±0,03 ^b	19,99±4,29 ^a

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 3)

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância.

Tabela 4. Composição de macrominerais da carne (mg/100g de carne) de avestruz, bovina, suína e frango

Carnes	Cálcio	Potássio	Magnésio
Avestruz (Filé Plano)	7,73±1,81 ^a	192,33±45,83 ^b	34,00±5,20 ^a
Bovina (Alcatra)	5,43±1,02 ^a	251,00±20,81 ^{ab}	49,33± 16,62 ^a
Suína (Pernil)	5,87±1,40 ^a	245,00±39,69 ^{ab}	36,67±2,52 ^a
Frango (Coxa e Sobrecoxa)	5,23±0,29 ^a	301,00±40,15 ^a	35,33± 7,37 ^a

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 3)

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância.

Tabela 5. Composição de microminerais da carne (mg/100g de carne) de avestruz, bovina, suína e frango

Carnes	Sódio	Ferro	Zinco	Manganês	Cobre
Avestruz (Filé Plano)	77,33±15,04 ^a	4,17±1,04 ^a	4,27±1,10 ^{ab}	0,08±0,04 ^a	0,23±0,11 ^b
Bovina (Alcatra)	76,00±11,13 ^a	3,31±0,32 ^a	5,35±1,20 ^a	0,04±0,01 ^a	0,45±0,03 ^a
Suína (Pernil)	58,00±19,97 ^a	0,89±0,24 ^b	2,70±0,72 ^{bc}	0,10±0,04 ^a	0,34±0,07 ^{ab}
Frango (Coxa e Sobrecoxa)	90,67±24,50 ^a	0,76±0,12 ^b	2,12±0,23 ^c	0,07±0,01 ^a	0,48±0,12 ^a

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 3)

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância.

3.2. ARTIGO 2

Artigo em fase final de revisão pelos autores para ser submetido à Food Chemistry
(Configuração conforme normas da revista - Anexo B)

AVALIAÇÃO BIOLÓGICA DA QUALIDADE PROTÉICA DA CARNE DE AVESTRUZ, BOVINA, SUÍNA E FRANGO

Tiffany Prokopp Hautrive*¹

Departamento de Tecnologia e Ciência de Alimentos, Centro de
Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário. Bairro Camobi,
Santa Maria, RS, CEP 97105-900, Brasil.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade protéica da carne de avestruz e comparar com diferentes tipos de carnes. Foram utilizados ratos machos *Wistar* alimentados por um período de 28 dias com as seguintes dietas experimentais: dieta aprotéica, dieta com caseína e dietas-testes, onde a caseína foi substituída por carne de avestruz, carne bovina, carne de frango e carne suína. O ganho de peso, consumo alimentar, proteína ingerida e coeficiente de eficácia protéica (PER) dos animais alimentados com diferentes tipos de carnes apresentaram valores semelhantes, não havendo diferença significativa entre eles ($p>0.05$). A produção de fezes úmidas, o balanço nitrogenado aparente (BNap) e a razão protéica líquida (NPR) foram maiores nos animais alimentados com carne suína. Os animais que consumiram carne de frango tiveram menor digestibilidade verdadeira (DV). Pode-se concluir que assim como a carne bovina, suína e frango, a carne de avestruz possui uma excelente qualidade protéica.

PALAVRAS-CHAVES: Carne de avestruz; carne bovina; carne suína; carne de frango; qualidade protéica; ensaio biológico

* Autor para correspondência. Tel: 55 3222 0872. E-mail: tiffanyhautrive@yahoo.com.br

¹ Departamento de Tecnologia e Ciência de Alimentos. E-mail:ernehk2008@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O avestruz é a maior ave existente no mundo, pode alcançar 2 a 3 metros de altura e pesar 90 a 150 Kg. Pertence ao grupo das ratitas, aves que não tem capacidade de voar pela ausência de quilhas, mas apresentam uma musculatura bem desenvolvida nas pernas, o que favorece a capacidade de correr a uma velocidade de 70 Km/h. É um animal monogástrico e herbívoro, que se adapta facilmente as mudanças de temperaturas bruscas. Os animais adultos possuem dimorfismo sexual, os machos têm plumagem preta e as pontas das asas são brancas, enquanto que as fêmeas têm plumagem cinza e branca (Drenowatz et al.; 1995; AOA, 2005; ACAB, 2005).

A criação de avestruz caracterizada como estrutiocultura, iniciou no século XIX na África do Sul e está crescendo a cada dia em diversos países como nos Estados Unidos, Austrália, Nova Zelândia, Israel, Canadá, China e na Europa. A estrutiocultura começou com a comercialização das penas e couro, posteriormente além destes, o óleo, as penas e os ovos. No momento, a criação está voltada para a reprodução de animais com enfoque na produção de carne para consumo (Drenowatz et al., 1995; Al-Nasser et al., 2003).

A carne de avestruz surge como uma opção de carne saudável e nutritiva, com baixo índice de gordura intramuscular, o que chama a atenção de consumidores preocupados com a saúde (Sales e Hayes, 1996; Sales, 1998; Hoffman e Mellet, 2003; Girolami et al., 2003).

No Brasil, o mercado de carne de avestruz vem aumentando, devido à iniciativa de produtores de direcionar suas criações para a comercialização de animais para o abate (Acab, 2005). Ao contrário da União Européia e da África do Sul, o Brasil ainda não possui uma normativa específica para abate de avestruzes, padrões de identidade e qualidade da carne, mas conta com frigoríficos com Serviço de Inspeção Federal (SIF) e autorização do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Feijó, 2006).

Os cortes cárneos desta ave comercializáveis são: a coxa, sobrecoxa, dorso, pescoço, asas e as vísceras e, diferentemente de outras aves, não há carne no peito deste animal (Struthio Group, 2001).

A carne de avestruz é muito consumida pela sua maciez, possui pequena quantidade de colágeno (0.16%), pois os animais são abatidos quando são jovens aos 12 a 14 meses de idade (Paleari et al., 1998; Hoffman e Fisher, 2001; Girolami et al., 2003). Além disso, é apreciada pelo seu sabor semelhante a cortes magros de carne bovina. Vários autores relatam que a carne de avestruz pode ser caracterizada como uma carne vermelha de ave, com proteínas de

alto valor biológico, baixo teor de gordura e valor energético, sendo também excelente fonte de ferro (Morris, 1995; Sales e Hayes, 1996; Sales & Horbańczuk, 1998; Hoffman e Fisher, 2001).

Na literatura científica existem poucos trabalhos avaliando a qualidade protéica da carne de avestruz (Reis e Oliveira, 2008). Para avaliar a qualidade da proteína de um alimento utilizam-se animais experimentais em fase de crescimento, como modelo aproximado ao de humanos devido a eficiência semelhante na digestão e absorção de proteínas (Fao, 1989).

Até o presente momento, não foi encontrado trabalhos comparando a qualidade protéica da carne de avestruz com outras carnes. Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade protéica da carne de avestruz, através da resposta biológica em ratos e comparar com outras carnes mais consumidas mundialmente como a carne bovina, suína e frango.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Bem Estar Animal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) sob protocolo de nº 05/2008 desenvolvido nos laboratórios do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS), Brasil.

Matéria-prima

As amostras de carne de avestruz utilizadas neste estudo foram fornecidas pela Associação dos Criadores de Avestruzes do Rio Grande do Sul, localizada na cidade de Porto Alegre, RS, Brasil. A carne de avestruz fornecida foi uma carne congelada sem osso denominada filé plano, localizado na sobrecoxa externa do animal, identificado como o músculo *iliotibialis cranialis*. As amostras de carne bovina, suína e frango e os ingredientes utilizados no preparo das dietas experimentais foram adquiridos em estabelecimentos comerciais do município de Santa Maria, RS, Brasil. As carnes foram compradas “in natura” e logo após foram congeladas em freezer a uma temperatura de -18°C. Para comparação entre os tipos de carnes, foi escolhida a mesma região nos diferentes animais, no caso a porção da sobrecoxa e coxa, pois a carne varia de composição nutricional conforme sua região/músculo. A carne bovina utilizada neste estudo foi a alcatra, a carne suína o pernil e a carne de frango a coxa e a sobrecoxa.

Preparação da carne

As carnes foram retiradas do freezer sob temperatura de -18°C , aparadas a gordura visível, coccionadas em água fervente por 30 minutos, resfriadas, moídas em moedor de carne elétrico e, posteriormente, submetidas à secagem em estufa de ar circulante, à temperatura de $55\pm 5^{\circ}\text{C}$, durante 48 horas. As carnes desidratadas foram trituradas para obtenção de uma farinha de carne. Estas farinhas foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos rotulados e mantidas em freezer (-18°C) até a análise da composição química e preparação das dietas experimentais.

Análise da composição química

Os teores de proteínas, lipídios, cinzas e umidade foram determinados em triplicata nas amostras de carnes desidratadas. O teor de proteína foi determinado pelo método de Kjeldahl, o qual quantifica o nitrogênio total da amostra. No cálculo de conversão de nitrogênio em proteínas, foi utilizado o fator 6,25 (AOAC, 1995). O percentual de lipídios foi determinado pelo método butirômetro do leite (Brasil, 1999). O teor de umidade foi quantificado pelo método de secagem em estufa até peso constante, com circulação de ar a 105°C (AOAC, 1995). A determinação de cinzas das amostras foi realizada através da incineração em mufla à temperatura de 550°C , até a obtenção de cinzas claras, de acordo com AOAC (1995). Os resultados destas análises foram utilizados para o cálculo das quantidades de carnes a serem adicionadas na formulação das dietas experimentais.

Preparo das dietas experimentais

As dietas experimentais foram elaboradas baseando-se na dieta-padrão da AIN 93G (Reeves et al., 1993). Foram preparadas as seguintes dietas: dieta aprotéica, dieta com caseína (controle) e dietas testes, onde a caseína (fonte de proteína) foi substituída, por carne de avestruz, carne bovina, carne de frango e carne suína. Todas as dietas, exceto a aprotéica, foram ajustadas de modo a apresentarem os mesmos teores de proteínas (15%), lipídios e energia, sendo que os ajustes foram feitos pela modificação na quantidade adicionada de amido de milho e/ou de óleo de soja.

Todos os ingredientes utilizados na elaboração das dietas experimentais estão demonstrados na Tabela 1, sendo que os ingredientes comuns entre as dietas foram dos

mesmos lotes. Os ingredientes foram pesados em balança semi-analítica, misturados manualmente em vasilhas plásticas e esta mistura foi peneirada por 3 vezes, para perfeita homogeneização e uniformidade dos ingredientes. Após o preparo, as dietas foram identificadas e armazenadas no freezer a uma temperatura de -18°C até o momento do consumo pelos animais. As rações foram elaboradas semanalmente para minimizar a oxidação lipídica. As dietas foram oferecidas na forma de pó aos animais.

Animais e condução do experimento

Foram utilizados 48 ratos machos, da linhagem *Wistar*, recém desmamados, com média de 21 dias de idade, peso médio de 65g, provenientes do Biotério da Universidade Federal de Santa Maria. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em seis grupos, sendo que cada grupo foi composto de oito animais. Foram alocados em gaiolas metabólicas individuais, em ambiente de temperatura controlada a $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ e ciclo de 12 horas claro/escuro, por um período de 28 dias, durante os quais receberam água e suas respectivas dietas experimentais *ad libitum*.

Os animais foram pesados a cada 3 dias e o consumo de ração foi verificado diariamente. O coeficiente de eficiência alimentar foi calculado dividindo o ganho de peso total dos animais (g) pelo consumo total de dieta (g).

Avaliação biológica da qualidade protéica

A qualidade protéica das dietas foi avaliada através do ensaio biológico pela determinação do coeficiente de eficácia protéica (PER), razão protéica líquida (NPR) e digestibilidade verdadeira (DV). O PER foi determinado pela expressão que relaciona o ganho de peso (g) do grupo teste em relação à proteína ingerida por este, através da seguinte fórmula (AOAC, 1975):

$$\text{PER} = \frac{\text{ganho de peso(g) do grupo teste}}{\text{proteína consumida (g) pelo grupo teste}}$$

A NPR foi determinada através do ganho de peso do grupo-teste mais a perda de peso do grupo de dieta aprotéica, em relação ao consumo de proteína do grupo-teste, de acordo com a fórmula (Bender e Doell, 1957):

$$\text{NPR} = \frac{\text{ganho de peso(g) do grupo teste} + \text{perda de peso (g) do grupo aprotéico}}{\text{proteína consumida (g) pelo grupo teste}}$$

A digestibilidade verdadeira foi determinada a partir da coleta diária das fezes dos animais em recipientes individuais e foram mantidas sob refrigeração até o final do ensaio. No final do ensaio biológico, as fezes foram secas em estufa com circulação de ar a 65°C, por 48h, resfriadas, pesadas e trituradas. O teor de nitrogênio (microKjeldahl) foi quantificado de acordo com método da AOAC (1995). A digestibilidade verdadeira foi calculada medindo-se a quantidade de nitrogênio ingerido na dieta, a quantidade excretada nas fezes e a perda metabólica nas fezes, estimada pela quantidade de nitrogênio excretada pelos ratos alimentados com a dieta aprotéica (AOAC, 1975):

$$\text{DV} = \frac{\text{I} - (\text{F} - \text{FK})}{\text{I}} \times 100$$

DV = digestibilidade verdadeira;

I = nitrogênio ingerido pelo grupo com dieta teste;

F = nitrogênio fecal do grupo com dieta teste e

FK = nitrogênio fecal do grupo com dieta aprotéica.

O Balanço nitrogenado (BN) mede a quantidade de nitrogênio ingerida na dieta e a quantidade de nitrogênio excretada nas fezes e urina (Pellet & Young, 1980). A mensuração do nitrogênio excretado na urina pode ser desprezado, determinando-se assim apenas o Balanço nitrogenado aparente (BNap), pela fórmula:

$$\text{BNap} = \text{nitrogênio ingerido} - \text{nitrogênio excretado nas fezes}$$

Delineamento experimental e Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento completamente casualizado. Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de Análise de variância (Anova), a fim de verificar se existe diferença entre os grupos experimentais. Para comparação entre as médias, foi utilizado o teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o pacote estatístico SAS (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição química das carnes desidratadas

Os valores de umidade, proteína, lipídio e cinzas das carnes cozidas desidratadas estão expressos na Tabela 2. A umidade entre as carnes variou de 2.89% para a carne suína a 4.50% para a carne bovina. A carne de avestruz e a carne de frango apresentaram valores intermediários, respectivamente 3.81% e 3.21%. Os valores de umidade foram significativamente diferentes ($p < 0.05$) entre todas as amostras de carnes.

A carne de avestruz apresentou maior teor protéico (89.45%) e diferiu significativamente das demais carnes ($p < 0.05$). A carne suína e de frango apresentaram menores percentuais de proteína, 74.52% e 74.86% e não diferiram entre si ($p > 0.05$). Hernandez et al. (1996) analisando cortes de frango, bovino e suíno desidratados, encontraram um percentual de proteínas de 83.4% no peito de frango, 71.2% na coxa de frango, 70.3% no fígado de frango, 75.3% na alcatra bovina, 87.2% no lombo bovino, 70% no fígado bovino e 72% no lombo suíno. Negrão et al. (2005), avaliaram a carne mecanicamente separada desengordurada de frango e o peito de frango em forma de farinha desidratada e encontraram respectivamente, 84.3% e 77.3% de proteína e 2.87% e 12.42% de lipídios. Pires et al. (2006), pesquisaram a qualidade protéica de alguns alimentos e encontraram para a carne bovina liofilizada um teor de 81.76% de proteína e para a carne de rã sem osso desidratada 84.55% de proteína.

Em relação ao lipídio, a carne de avestruz possui menor valor, 4.43%, diferindo significativamente ($p < 0.05$) das demais amostras de carnes. A carne suína foi a que apresentou maior quantidade de lipídio, 21.09%, estatisticamente superior as demais carnes ($p < 0.05$). Este resultado elevado pode ser explicado pelo fato de que a carne antes da cocção

estava congelada e por ser uma carne branca fica difícil a visualização e distinção correta do que é carne e gordura visível.

As cinzas foram maiores na carne de avestruz (1.07%) e diferiram significativamente ($p < 0.05$) das outras amostras de carnes. A carne bovina apresentou 0.96%, a suína 0.84% e o frango 0.82% de cinzas.

Ganho de peso, consumo alimentar e coeficiente de eficácia alimentar

A tabela 3 demonstra o ganho de peso dos animais, o consumo alimentar total e o coeficiente de eficácia alimentar dos animais alimentados com diferentes tipos de carne.

Verifica-se que os valores de ganho de peso e consumo alimentar total foram menores no grupo alimentado com dieta com caseína e diferiram significativamente ($p < 0.05$) dos grupos de animais alimentados com diferentes tipos de carne. Dentre os grupos de animais alimentados com carnes, não houve diferença significativa ($p > 0.05$) e apresentaram valores superiores ao da caseína entre esses parâmetros avaliados.

Os animais alimentados com carne bovina apresentaram maior coeficiente de eficácia alimentar (0.39) e os alimentados com carne de avestruz, suína e frango tiveram valores semelhantes (0.36, 0.36, 0.37, respectivamente). Um valor maior de coeficiente de eficácia alimentar mostra que a dieta com carne bovina (0.39) apresentou maior eficiência no ganho de peso em relação à quantidade de alimento ingerido.

O grupo da caseína ingeriu menos proteína diferindo significativamente ($p < 0.05$) em relação aos grupos alimentados com carnes. Esta ingestão menor de proteína se deve ao fato que o consumo alimentar total dos grupos alimentados com caseína também foi menor o que reflete em um ganho de peso menor nesses animais. Negrão et al. (2005) avaliaram a qualidade protéica da carne de frango mecanicamente separada e desengordurada também encontraram valores de ganho de peso, consumo alimentar e consumo de proteína, menores para o grupo alimentado com caseína. A proteína ingerida pelos animais que receberam carnes foi semelhante e não diferiu entre si ($p > 0.05$).

Produção de fezes úmidas e balanço nitrogenado aparente

Na tabela 4 estão expressos os valores de produção de fezes úmidas e balanço nitrogenado aparente.

Os animais que receberam carne suína apresentaram uma produção de fezes úmidas (37.00) superior aos demais grupos, diferindo significativamente ($p < 0.05$). Esta produção maior de fezes nestes animais ocorreu devido ao maior consumo alimentar total que obtiveram quando comparado aos demais, apesar de não ser significativo ($p > 0.05$). Os ratos alimentados com carne de avestruz, bovina e frango produziram uma quantidade de fezes úmidas próximas, não diferindo entre si ($p > 0.05$).

O balanço nitrogenado aparente também foi superior no grupo que recebeu carne suína, diferindo significativamente dos demais ($p < 0.05$), o que se explica pelo maior consumo alimentar destes animais, apesar de estatisticamente não significativo, que resultou em maior ingestão de proteína.

PER, NPR E DV

Analisando os resultados apresentados na tabela 5, observa-se que o PER não teve diferença significativa ($p > 0.05$) entre os tratamentos, variando de 2.29 a 2.48. Carpenter (1984) ratifica os resultados encontrados para o PER, pois os valores de PER para a carne bovina são semelhantes ou superiores ao da caseína. Friedman (1996) considera um PER abaixo de 1.5, uma proteína de baixa qualidade, 1.5 a 2.0 uma proteína de qualidade média e acima de 2.0 uma proteína de alto valor nutritivo. Algumas proteínas apresentam valores de PER que diminuem à medida que aumenta a concentração dessas proteínas na dieta muito acima de 10%, entretanto outras, só alcançam seu valor máximo em concentrações superiores a 10% (Sgarbieri, 1996). O PER se baseia na relação do crescimento de animais jovens pela proteína consumida. Apesar de ser um método conhecido para avaliar a qualidade protéica não é o suficiente, pois nem sempre o aumento de peso reflete na incorporação das proteínas, necessitando de outros métodos para avaliar a qualidade da proteína (Pellet e Young, 1980).

Hernandez et al. (1996) analisando cortes de frango, bovino e suíno desidratados, encontraram um PER de 3.36 para o peito de frango, 3.30 para a coxa de frango, 2.99 para o fígado de frango, 2.92 para a alcatra bovina, 3.41 para o lombo bovino, 3.03 para o fígado bovino e 2.87 para o lombo de porco.

Babji et al. (1980) avaliaram a qualidade de proteínas da carne de frango mecanicamente separada e torrada e da carcaça de frango cozida, encontraram valores de PER de 93.48% e 96.58%, respectivamente.

Em relação ao NPR, o grupo de animais que recebeu carne suína obteve valor mais alto e diferiu significativamente dos demais grupos ($p < 0.05$). Este aumento na NPR pode

estar relacionado com o ganho de peso e consumo alimentar maior nos animais que receberam carne suína e por consequência maior ingestão de proteína, mesmo não tendo diferença significativa comparando com os grupos alimentados com outras carnes. As carnes de avestruz, bovina e frango obtiveram valores semelhantes e não diferiram entre si ($p > 0.05$).

Negrão et al. (2005), encontraram para carne de frango mecanicamente separada e desengordurada e peito de frango, valores de PER de 3.42 e 3.54, respectivamente, e NPR de 3.19 e 3.68.

A DV foi maior nos grupos de carne bovina (93.88) e suína (93.89) e diferiram significativamente ($p < 0.05$) dos demais. O grupo alimentado com carne de avestruz (91.65) teve valores intermediários e o frango (89.17) foi o que teve menor valor de digestibilidade, sendo menor que a caseína e diferiu significativamente ($p < 0.05$) dos outros grupos. A digestibilidade é a medida da quantidade de proteína ingerida e absorvida no trato gastrointestinal e a parte não digerida é eliminada nas fezes, é um indicador da qualidade nutricional, pois está relacionada à disponibilidade de aminoácidos ao organismo (Pellet, 1978). As proteínas não são digeridas, absorvidas e utilizadas na mesma maneira no organismo, isso ocorre pelos constituintes do próprio alimento, que interferem nesses processos (FAO, 1991).

A digestibilidade da proteína pode estar comprometida pela disponibilidade dos aminoácidos, que se refere à integridade química dos alimentos a sua resistência a oxidação, pH e ao processamento térmico (Friedman, 1996). A desnaturação protéica pode aumentar a digestibilidade protéica e inativar a ação de proteínas tóxicas que podem estar nos alimentos, porém pode alterar a funcionalidade e valor nutritivo dos alimentos (Sgarbieri, 1996; Pellet e Young, 1980). O aminoácido essencial lisina é susceptível a degradação pelo calor, pois há uma formação irreversível do complexo entre o aminoácido e os glicídios pela reação de Maillard, que envolve a condensação do grupamento carbonila do açúcar redutor com o grupamento amino do aminoácido e o produto desta condensação sofre uma degradação gerando diferentes compostos (Mao e Erbersdobler, 1993).

Negrão et al. (2005), obtiveram uma digestibilidade verdadeira menor nos animais alimentados com carne mecanicamente separada de frango (92.9%), quando comparados a caseína (96.3%), o qual foi explicado pelos autores pelo fato de conter baixo conteúdo de lisina.

Reis e Oliveira (2008) compararam a carne de avestruz com a caseína e encontraram para a carne de avestruz um PER de 4.07, NPR de 2.94 e DV 75.77%. Esses resultados foram

diferentes dos encontrados neste estudo, pois apresentaram valores de PER e NPR maiores e uma DV menor que este estudo.

Em uma pesquisa, analisando a digestibilidade de carne de frango, bovino e suíno, Hernandez et al. (1996) encontraram os seguintes percentuais: 88.3% para o peito de frango, 89.1% para a coxa de frango, 83.8% para o fígado de frango, 88.2% para alcatra bovina, 89.3% para o lombo bovino, 83.4% para o fígado bovino e 90% no lombo de porco.

Jansen (1984) não encontrou diferenças na digestibilidade de produtos cárneos crus para os cozidos. Estudo avaliando a carne de charque demonstrou que, mesmo após a cocção, a carne de charque, não alterou as propriedades nutricionais relacionadas à qualidade protéica e pelo contrário, a digestibilidade da carne de charque cozida foi maior que a crua, respectivamente, 99.6% e 96.3%. A digestibilidade aumentou na carne cozida porque alterou alguns componentes protéicos. Particularmente nesta carne, o colágeno, sofreu desnaturação e gelatinizou metabolizando mais eficientemente (Garcia et al., 2001). Bressani (1989) ressalta que a maioria das proteínas de origem animal tem boa digestibilidade, implicando em uma absorção de aminoácidos de forma eficaz.

CONCLUSÃO

Os resultados encontrados neste estudo demonstram que o ganho de peso, consumo alimentar, proteína ingerida e coeficiente de eficácia protéica (PER) dos animais alimentados com diferentes tipos de carnes apresentaram valores semelhantes, não havendo diferença significativa entre eles.

A produção de fezes úmidas, o balanço nitrogenado aparente (BNap) e a razão protéica líquida (NPR) foram maiores nos animais alimentados com carne suína.

Os animais que consumiram carne de frango tiveram menor digestibilidade verdadeira (DV).

Desta maneira, permite-se concluir que assim como a carne bovina, frango e suína, a carne de avestruz possui uma excelente qualidade protéica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Associação dos Criadores de Avestruzes do Rio Grande do Sul, localizada na cidade de Porto Alegre, RS, Brasil, pelo fornecimento da carne de avestruz utilizada durante a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACAB. *Associação dos Criadores de Avestruz do Brasil*. Disponível em: <<http://www.acab.org.br>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

Al Nasser, A. et al (2003). Ostrich production in the arid environment of Kuwait. *Journal of Arid Environment*, 54(1), 219-224.

Association Official Analytical Chemists (AOAC) (1975). *Official methods of analysis of the association of the official analysis chemists*, Washington: AOAC, 1094p.

Association Official Analytical Chemists (AOAC) (1995) *Official methods of analysis of the association of the official analysis chemists*, 16th ed., Supplement 1998. Washington: AOAC, 1018p.

AOA. *American Ostrich Association*. Disponível em: <<http://www.ostriches.org>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

Babji AS, Froning GW, Satterlee LD (1980). Protein nutritional quality of mechanically deboned poultry meat as predicted by the C-PER assay. *Journal Food Science Nutrition*, 45(3), 441-443.

Bender, A.E., Doell, B.H (1957). Note on the determination of net protein utilization by carcass analysis. *British Journal of Nutrition*, 11(2), 138-143.

Brasil. Ministério da agricultura e do abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 20, de 21 de julho de 1999. *Métodos Analíticos Físico-Químicos, para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes - Sal e Salmoura*. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=2321>. Acesso em: 21 ago. 2007.

Bressani, R. (1989). Revisión sobre la calidad del grano de frijol. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 39(3) 419-442.

Carpenter, K. J (1984). Background paper 2: possible importance of protein digestibility and bioavailability of amino acids. *American Journal of Clinical Nutrition*, 40(3), 675-685.

Drenowatz, C (1995). *The Ratite Encyclopedia*. Texas: Ratite Records, p. 159-165.

Fao. *Recent developments in protein quality evaluation*. Disponível em: <www.fao.org/docrep/U5900t/u5900t07.htm>. Acesso em: 13 nov. 2008.

Feijó, M.B.S. Avaliação de abate experimental, padronização dos cortes, qualidade e efeito da embalagem em atmosfera modificada na conservação da carne de avestruz (*Struthio camellus*). Rio de Janeiro (RJ), INCQS / FIOCRUZ, Tese em Vigilância Sanitária, 2006.

Fao/Who (1991). Evaluation of protein quality. Report of the Joint FAO/WHO. Expert consultation on protein quality. Rome: FAO, Food nutrition.

- Friedman M (1996). Nutritional value of proteins from different food sources. A review. *J Agric Food Chem.*, 44(1), 6-29.
- Garcia, F.A.; Mizubuti, I.Y.; Kanashiro, M.Y.; Shimokomaki, M (2001). Intermediate moisture meat product: biological evaluation of charqui meat protein quality. *Food Chemistry*, 75(4), 405-409.
- Girolami, A. et al (2003). Fatty acid profile, cholesterol content and tenderness of ostrich meat as influenced by age at slaughter and muscle type. *Meat Science*, 64(3), 309-315.
- Hernandez, M.; Montalvo, I.; Souza, V.; Sotelo, A (1996). The protein efficiency ratios of 30:70 mixtures of animal vegetable protein are similar or higher than those of animal foods alone. *Journal of Nutrition*, 126(1), 574-581.
- Hoffman, L.C.; Fisher, P (2001). Comparison of meat quality characteristics between young and old ostriches. *Meat Science*, 59(3), 335-337.
- Hoffman, L.C. & Mellett, F.D (2003). Quality characteristics of low fat ostrich meat patties formulated with either pork lard or modified corn starch, soya isolate and water. *Meat Science*, 65(2), 869-875.
- Jansen, G. R (1984). Background paper 1: Assessment of the need for regulation the protein quality of meat and poultry products. *American Journal of Clinical Nutrition*, 40 (3), 685-703.
- Mao Lc; Lee Kh; Erbersdobler Hf (1993). Effect of heath treatment on lysine in soya protein. *Journal of the science of food agriculture*, 62(3), 307-309.
- Morris, C. Ostrich Meat (1995). In: Drenowatz, C. *The Ratite Encyclopedia*. Texas: Ratite Records, 159-165.
- Negrão, C.C.; Mizubuti, I.Y.; Morita, M.C. et al (2005). Biological evaluation of mechanically deboned chicken meat protein quality. *Food Chemistry*, 90(4), 579-583.
- Paleari, M. A. et al (1998). Ostrich meat: physico-chemical characteristics and comparison with turkey and bovine meat. *Meat Science*, 48(3/4), 205-210.
- Pellet, P.L (1978). Protein quality evaluation revisited. *Food technology*, 32(5), 60-79.
- Pellet, P.L; Young, V.R (1980). Evaluation of protein quality in experimental animals. In: *Nutritional Evaluation of Protein foods*. Tokio: The United Nations University, 41-57.
- Pires, C. V.; Oliveira, M. G. De A; Rosa, J. C.; Costa, N. M. B (2006). Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26(1), 179-187.
- Reeves, P.G.; Nielsen, F.H.; Fahey Jr., G.C (1993). AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *The Journal of Nutrition*, 23(11), 1939-1951.

Reis, L. S.; Oliveira, T. C (2008). Ostrich (*Struthio camelus*) Meat Protein Quality and Digestibility. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 10(3), 147-150.

Sales, J (1998). Fatty acid composition and cholesterol content of different ostrich muscles. *Meat Science*, 49(4), 489-492.

Sales, J.; Hayes, J. P (1996). Proximate, amino acid and mineral composition of ostrich meat. *Food Chemistry*, 56(2), 167-170.

Sales, J. & Horbańczuk, J (1998). Ratite meat. *World's Poultry Science Journal*, 54(1), 59-67.

SAS Institute. *SAS software: changes and enhancements through release 6.12*. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1997.

Sgarbieri, V. C (1996). *Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações*. São Paulo: Varela, 517 p.

Struthio Group. *Guia da Carne*. Disponível em: <<http://www.struthio.com.br/apostila/apostila.htm>> Acesso em: 12 ago. 2007.

Tabela 1. Composição (g/kg) das dietas experimentais fornecidas aos animais

Ingredientes	Aprotéica	Caseína	Avestruz	Suíno	Frango	Bovino
Amido de milho	729,49	560,39	569,19	570,59	549,39	558,79
Proteína	-	172,4	167,7	201,3	200,4	190,5
Sacarose	100	100	100	100	100	100
Óleo de soja	70	66,7	62,6	27,6	49,7	50,2
Fibra (celulose)	50	50	50	50	50	50
Mix de minerais*	35	35	35	35	35	35
Mix de vitaminas*	10	10	10	10	10	10
L-cisteína	3	3	3	3	3	3
Bitartarato de colina	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
TBHQ	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014

* Mix mineral (por kg de mix): Ca 142,94g; P 44,61g; K 102,81g; Na 29,11g; Cl 44,89g; S 8,57g; Mg 14,48g; Fe 1,00g; Zn 0,86g; Si 0,14g; Mn 0,30g; Cu 0,17g; Cr 0,03g; B 14,26mg; F 28,73mg; Ni 14,31mg; Li 2,85mg; Se 4,28mg; I 5,93mg; Mo 4,32mg; V 2,87mg;

** Mix vitamínico (por kg de mix): ácido nicotínico 3,00g; pantotenato de cálcio 1,60g; piridoxina-HCl 0,70g; tiamina-HCl 0,60g; riboflavina 0,60g; ácido fólico 0,20g; biotina 0,02g; vitamina B12 2,50mg; vitamina E 7.500UI; vitamina A 400.000UI; vitamina D3 100.000UI; vitamina K1 0,075g.

Tabela 2. Umidade, proteína, lipídio e cinzas das carnes desidratadas de avestruz, bovina, frango e suína (%)

Amostras	Umidade	Proteína	Lipídio	Cinzas
Avestruz (Filé Plano)	3.81±0.01 ^b	89.45a±0.68 ^a	4.43±0.06 ^c	1.07±0.01 ^a
Bovina (Alcatra)	4.50±0.12 ^a	78.72±0.28 ^b	10.40±0.78 ^b	0.96±0.01 ^b
Frango (Coxa e Sobrecoxa)	3.21±0.04 ^c	74.86±0.33 ^c	10.12±0.59 ^b	0.82±0.01 ^c
Suína (Pernil)	2.89±0.10 ^d	74.52±0.27 ^c	21.09±1.76 ^a	0.84±0.00 ^c

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 3)

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância.

Tabela 3. Ganho de peso, consumo alimentar total, coeficiente de eficácia alimentar e proteína ingerida dos animais alimentados com diferentes tipos de carnes

Tratamentos	Ganho de peso(g)	Consumo alimentar total(g)	Coeficiente de eficácia alimentar	Proteína ingerida (g)
Caseína	113.4±17.43 ^a	329.04±23.32 ^a	0.34±0.04 ^b	49.36±3.50 ^a
Avestruz	137.8±27.17 ^b	374.01±41.18 ^b	0.36±0.04 ^{ab}	56.10±6.17 ^b
Bovino	135.42±15.01 ^b	364.44±28.28 ^b	0.39±0.07 ^a	54.67±4.24 ^b
Frango	132.61±18.69 ^b	363.22±48.12 ^b	0.36±0.02 ^{ab}	54.48±7.22 ^b
Suíno	143.75±13.76 ^b	385.63±23.45 ^b	0.37±0.02 ^{ab}	57.84±3.52 ^b

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 8)

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância.

Tabela 4. Produção de fezes úmidas (PFU) e Balanço nitrogenado aparente (BNap) dos animais alimentados com diferentes tipos de carnes

Tratamentos	PFU	BNap
Caseína	31.45±3.71 ^b	5.63±0.75 ^c
Avestruz	34.29±7.39 ^{ab}	6.73±0.97 ^{ab}
Bovino	34.38±3.73 ^{ab}	6.71±0.69 ^{ab}
Frango	36.16 ±6.69 ^{ab}	6.29±1.17 ^{bc}
Suíno	37.00±2.88 ^a	7.19±0.57 ^a

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 8)

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância.

Tabela 5. Valores médios de Coeficiente de eficácia protéica (PER), Razão protéica líquida (NPR), Digestibilidade Verdadeira (DV) dos animais alimentados com diferentes tipos de carnes

Tratamento	PER	NPR	DV
Caseína	2.29±0.24 ^a	1.89±0.26 ^b	90.20±5.03 ^b
Avestruz	2.43±0.27 ^a	2.08±0.31 ^{ab}	91.65±1.92 ^{ab}
Bovino	2.48±0.19 ^a	2.11±0.19 ^{ab}	93.88±1.07 ^a
Frango	2.44±0.14 ^a	2.07±0.15 ^{ab}	89.17±1.84 ^b
Suíno	2.48±0.12 ^a	2.14±0.13 ^a	93.89±1.35 ^a

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 8)

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância.

3.3 ARTIGO 3

Artigo em fase final de revisão pelos autores para ser submetido à British Journal of Nutrition
(Configuração conforme normas da revista – ANEXO C)

EFEITO DA CARNE DE AVESTRUZ, BOVINA, SUÍNA E FRANGO NA RESPOSTA METABÓLICA DE RATOS

Tiffany Prokopp Hautrive^{*1}

Departamento de Tecnologia e Ciência de Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário. Bairro Camobi, Santa Maria, RS, CEP 97105-900, Brasil.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de uma dieta contendo carne de avestruz sobre a resposta metabólica de ratos e comparar com diferentes tipos de carnes. Foram utilizados ratos machos *Wistar* alimentados com dieta com caseína (controle) e dietas onde a caseína foi substituída por carne de avestruz, carne bovina, carne de frango e carne suína. O ganho de peso e o consumo alimentar foram semelhantes entre os tratamentos de dietas com carnes, sendo todos superiores quanto a estes parâmetros ao grupo da caseína. As concentrações de colesterol total e HDL-colesterol foram maiores no grupo que recebeu carne de frango. O grupo que recebeu carne de avestruz teve a menor concentração de colesterol total. Os triglicérides, o peso dos órgãos e a gordura epididimal não diferiram entre os tratamentos. Pode-se concluir que a carne de avestruz apresentou resultados positivos na resposta metabólica de ratos.

PALAVRAS-CHAVES: Carne de avestruz; Carne bovina; Carne suína; Carne de frango; Resposta metabólica; Colesterol total

* Autor para correspondência. Tel: 55 3222 0872. E-mail: tiffanyhautrive@yahoo.com.br

1 Departamento de Tecnologia e Ciência de Alimentos. E-mail:ernehk2008@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares têm sido consideradas a principal causa de óbitos em nível mundial desde 1990 e estão diretamente relacionadas às dislipidemias. Organizações ligadas à alimentação e saúde como a Organização Mundial de Saúde (1990) enfatizam que a eficácia da prevenção ou tratamento dessas doenças depende da mudança no estilo de vida, modificando os fatores de risco como a dislipidemia, a hipertensão arterial, o tabagismo, a obesidade, o sedentarismo e a alimentação. A alimentação como fator de risco, se deve ao exagero no consumo de sódio, gordura trans e saturada e de colesterol, acompanhada pela redução no consumo de fibras alimentares e gorduras poliinsaturadas (Caggiula e Mustad, 1997). Diante disso, a adoção de hábitos alimentares saudáveis leva à melhora do perfil lipídico plasmático, pressão arterial e manutenção do peso corporal (National Cholesterol Education Program, 1994).

O efeito da gordura dietética sobre os níveis de colesterol plasmático depende do tipo de gordura consumida, mais diretamente com o grau de saturação dos ácidos graxos (Girolami et al., 2003). As gorduras saturadas e colesterol dos alimentos elevam o LDL-colesterol sanguíneo, fator de risco para desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Atualmente o tratamento das dislipidemias tem como objetivo principal a redução dos níveis de LDL-colesterol, com isso diminuir o risco das doenças cardiovasculares. A dietoterapia consiste em redução na quantidade total de ácidos graxos saturados e colesterol ingerido, através da restrição de gordura animal, óleos de coco e palma (IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose, 2007).

As gorduras animais representadas pelo leite integral, manteiga, queijo, sorvetes e cremes e as carnes são as principais fontes de ácidos graxos saturados (Kamath et al., 1999; IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose, 2007).

A carne de avestruz está se destacando no atual mercado de carnes, pelo seu reduzido valor calórico, baixo teores de gordura intramuscular e perfil de ácidos graxos, sendo recomendada por autores como um alimento saudável ideal para indivíduos com risco de doenças cardiovasculares (Girolami et al., 2003)

Entretanto esses benefícios relatados na literatura científica sobre a carne de avestruz são baseados na composição centesimal da carne, pois até o presente momento, não se encontra na literatura o efeito do consumo desta carne sobre parâmetros bioquímicos de humanos e/ou animais.

Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos de uma dieta contendo carne de avestruz sobre parâmetros bioquímicos de ratos, bem como comparar o efeito de dietas contendo outras carnes na resposta metabólica de ratos.

MATERIAS E MÉTODOS

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Bem Estar Animal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) sob protocolo de nº 05/2008 e foi desenvolvido nos laboratórios do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria (RS).

Elaboração das dietas experimentais

As dietas experimentais foram elaboradas conforme as recomendações do *American Institute of Nutrition (AIN)* (Reeves, Nielsen e Fahey, 1993), de modo a fornecerem 15 % de proteína. A partir dos resultados de composição centesimal das carnes, foram divididas nos seguintes tratamentos: dieta com caseína (controle) e dietas onde a caseína foi substituída por carne de avestruz, carne bovina, carne de frango e carne suína.

A carne de avestruz utilizada foi uma carne congelada (-18°C), sem osso, intitulada filé plano, localizado na sobrecoxa do animal, identificado como o músculo *Iliotibialis cranialis*, fornecida pela Associação dos Criadores de Avestruzes do Rio Grande do Sul, localizada na cidade de Porto Alegre, RS. A alcatra, o pernil e a coxa e a sobrecoxa, foram as porções de carnes utilizadas da carne bovina, suína e frango, adquiridas em estabelecimentos comerciais do município de Santa Maria, RS.

As carnes foram retiradas do freezer (-18°C) e no estado congelado foram aparadas a gordura visível, coccionadas em água fervente por 30 minutos, resfriadas, moídas em moedor de carne elétrico e submetidas à secagem em estufa de ar circulante, à temperatura de 55±5°C, durante 48 horas. As carnes desidratadas foram trituradas para obtenção de uma farinha de carne. Estas farinhas foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos rotulados e mantidas em freezer (-18 °C) até o preparo das dietas experimentais.

As dietas experimentais foram ajustadas de modo a apresentarem os mesmos teores de proteínas (15%), lipídios e energia, sendo que os ajustes foram feitos pela modificação na quantidade adicionada de amido de milho e/ou de óleo de soja. Todos os ingredientes

utilizados na elaboração das dietas experimentais estão demonstrados na Tabela 1, sendo que os ingredientes comuns entre as dietas foram dos mesmos lotes.

Tabela 1. Composição (g/kg) das dietas experimentais fornecidas aos animais

Ingredientes	Caseína	Avestruz	Suíno	Frango	Bovino
Amido de milho	560,39	569,19	570,59	549,39	558,79
Fonte protéica	172,4	167,7	201,3	200,4	190,5
Sacarose	100	100	100	100	100
Óleo de soja	66,7	62,6	27,6	49,7	50,2
Fibra (celulose)	50	50	50	50	50
Mix de minerais*	35	35	35	35	35
Mix de vitaminas*	10	10	10	10	10
L-cisteína	3	3	3	3	3
Bitartarato de colina	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
TBHQ	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014
Total	1000	1000	1000	1000	1000
Composição centesimal					
Carboidratos (g%)	56,04	56,92	57,06	54,94	55,88
Proteína (g%)	15	15	15	15	15
Lipídio (g%)	7	7	7	7	7
Fibra (g%)	5	5	5	5	5
Energia (Kcal/100g)	347,16	350,68	351,24	342,76	346,52

* Mix mineral (por kg de mix): Ca 142,94g; P 44,61g; K 102,81g; Na 29,11g; Cl 44,89g; S 8,57g; Mg 14,48g; Fe 1,00g; Zn 0,86g; Si 0,14g; Mn 0,30g; Cu 0,17g; Cr 0,03g; B 14,26mg; F 28,73mg; Ni 14,31mg; Li 2,85mg; Se 4,28mg; I 5,93mg; Mo 4,32mg; V 2,87mg;

** Mix vitamínico (por kg de mix): ácido nicotínico 3,00g; pantotenato de cálcio 1,60g; piridoxina-HCl 0,70g; tiamina-HCl 0,60g; riboflavina 0,60g; ácido fólico 0,20g; biotina 0,02g; vitamina B12 2,50mg; vitamina E 7.500UI; vitamina A 400.000UI; vitamina D3 100.000UI; vitamina K1 0,075g.

Os ingredientes foram pesados em balança semi-analítica, misturados e peneirados por 3 vezes, para perfeita homogeneização e uniformidade dos ingredientes. As dietas foram identificadas e armazenadas no freezer (-18 °C) até o momento do consumo pelos animais e elaboradas semanalmente para evitar que ocorresse oxidação lipídica. Os animais receberam as dietas na forma de pó.

Animais experimentais

Foram utilizados 40 ratos machos da linhagem *Wistar*, recém desmamados, com média de 21 dias de idade, peso médio de 65g, provenientes do Biotério da Universidade

Federal de Santa Maria. Os animais foram distribuídos aleatoriamente entre os tratamentos (oito animais/tratamento), e alojados em gaiolas metabólicas individuais, com acesso à ração e à água *ad libitum*. O período experimental foi de 28 dias, sendo que os primeiros 5 dias foi um período de adaptação dos animais às dietas. A temperatura ambiente foi controlada a $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ e um ciclo de 12 horas claro/escuro. Diariamente foi verificada a quantidade de ração consumida e o peso corporal dos animais foi obtido a cada três dias.

Dosagem dos parâmetros bioquímicos e retirada dos órgãos

Finalizada a etapa experimental, após a privação de alimento por 12 horas, os animais foram pesados e insensibilizados pela inalação de éter etílico. Foram realizadas a incisão das cavidades abdominal e torácica, e a coleta de sangue foi realizada através de punção cardíaca, utilizando seringas descartáveis para cada animal. O sangue foi acondicionado em tubos de ensaio. Para a dosagem de hemoglobina no sangue total uma alíquota de sangue foi coletada em um tubo de ensaio com heparina. O restante do sangue foi colocado em outro tubo de ensaio sem anticoagulante, centrifugado para obtenção do soro a ser analisado, o qual foi conservado sob refrigeração (4°C) até as análises bioquímicas.

Foram removidos e pesados a gordura epididimal, o fígado e o rins de cada animal, sendo os dados expressos em g/100g de peso animal.

As dosagens sorológicas de colesterol total, colesterol HDL, triaglicerídeos, albumina, proteínas totais e hemoglobina plasmática foram realizadas utilizando kits enzimáticos-colorimétricos fornecidos pela empresa Doles® e a leitura foi realizada em espectrofotômetro.

Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento completamente casualizado. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Duncan a 5% de significância, utilizando o programa estatístico SAS (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ganho de peso, consumo e conversão alimentar

Na Tabela 2 estão demonstrados o ganho de peso corporal, o consumo alimentar total e a conversão alimentar dos animais alimentados com diferentes tipos de carnes. Em relação ao ganho de peso corporal e o consumo alimentar não se observou diferença significativa entre os grupos alimentados com diferentes tipos de carnes ($p>0.05$), entretanto, o peso corporal e o consumo de ração dos animais que receberam caseína, dieta controle, foi menor e difere estatisticamente ($p<0.05$) dos demais grupos. Esta diferença significativa no ganho de peso, entre a caseína e os tratamentos com carnes não era esperada, pois todas as dietas foram elaboradas baseadas na AIN 93G, sendo isocalóricas e isoprotéicas (Reeves, Nielsen e Fahey, 1993).

Tabela 2. Ganho de peso, consumo alimentar total e conversão alimentar dos animais alimentados com diferentes tipos de carnes.

Tratamentos	Ganho de peso(g)	Consumo alimentar total(g)	Conversão alimentar
Caseína	113.4±17.43 ^b	329.04±23.32 ^b	2.94±0.32 ^a
Avestruz	137.8±27.17 ^a	374.01±41.18 ^a	2.77±0.33 ^a
Bovino	135.42±15.01 ^a	364.44±28.28 ^a	2.60±0.37 ^a
Frango	132.61±18.69 ^a	363.22±48.12 ^a	2.75±0.17 ^a
Suíno	143.75±13.76 ^a	385.63±23.45 ^a	2.69±0.13 ^a

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 8)

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância.

Pode-se dizer que, os animais alimentados com diferentes tipos de carnes tiveram um crescimento e desenvolvimento normais, pois comparados com a dieta controle, obtiveram valores superiores de ganho de peso e consumo alimentar, o que pode ser ratificado com a conversão alimentar que foi semelhante entre os tratamentos.

Concentração de colesterol total, HDL-colesterol e triglicerídeos

As concentrações de colesterol total, HDL-colesterol e triglicerídeos são apresentados na Tabela 3. Houve uma grande variância dos resultados para as concentrações de Colesterol

total e HDL-colesterol e foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0.05$).

Tabela 3. Concentração de colesterol total, HDL-colesterol e triglicerídeos dos animais alimentados com diferentes tipos de carnes

Tratamentos	Colesterol (mg/dl)	HDL (mg/dl)	Triglicerídeos (mg/dl)
Caseína	135.37±19.43 ^a	66.83±12.28 ^{ab}	44.15±16.70 ^a
Avestruz	103.18±8.27 ^c	46.20±10.84 ^c	40.45±14.00 ^a
Bovino	111.86±6.69 ^{bc}	56.76±6.45 ^{bc}	46.96±12.97 ^a
Frango	120.01±16.14 ^{ab}	70.94±15.04 ^a	42.88±15.23 ^a
Suíno	108.93±10.02 ^{bc}	46.00±8.43 ^c	33.94±6.76 ^a

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 8)

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância.

Comparando os animais alimentados com carnes, o grupo que recebeu carne de frango foi o que apresentou maior concentração de colesterol total (120 mg/dl). Observou-se que o grupo alimentado com carne de avestruz apresentou menor concentração de colesterol total (103.18 mg/dl) e diferiu significativamente dos demais tratamentos ($p < 0.05$). Os animais alimentados com carne bovina e suína apresentaram um colesterol total de, respectivamente, 111.86mg/dl e 108.93 mg/dl. O grupo que recebeu caseína foi o que apresentou maior valor para o colesterol total. Segundo Wolford et al. (1986), a faixa de normalidade de colesterol plasmático para roedores até 1 ano, situam-se na faixa de 124 ± 33.7 mg/dl, portanto as concentrações de colesterol de todos os tratamentos encontram-se dentro da normalidade.

A concentração de HDL-colesterol também se apresentou elevada nos animais que receberam carne de frango (70.94 mg/dl). Porém, a quantidade de HDL-colesterol, nos animais que receberam carne de avestruz, foi uma das mais baixas (46.20 mg/dl). O HDL-colesterol dos animais que receberam carne suína foi o mais baixo 46 mg/dl e os animais alimentados com carne bovina apresentaram um valor de 56.76 mg/dl.

Há um consenso que para manter o colesterol sanguíneo nos níveis ideais a dieta deve ter um equilíbrio na ingestão de lipídios totais, colesterol e ácidos graxos saturados (National Cholesterol Education Program, 1994, IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose, 2007).

Os ácidos graxos saturados estão relacionados com o aumento do colesterol total e do LDL-colesterol, bem como com a elevação dos triglicerídeos. O colesterol dietético está diretamente relacionado com a elevação do LDL-colesterol, porém, possui menor efeito sobre a colesterolemia, quando comparado com as gorduras saturadas. Por outro lado, as gorduras monoinsaturadas têm sido relacionadas com diminuição do colesterol total e do LDL-colesterol, aumentando também os níveis de HDL-colesterol no plasma, característica importante no contexto da redução dos riscos cardiovasculares. As gorduras poliinsaturadas (ácidos graxos ômega 3 (n3) e ômega 6 (n6)) também exercem efeito positivo sobre o colesterol total, LDL-colesterol e triglicerídeos (Mahan e Escott-Stump, 2005; Cuppari, 2005).

Uma alimentação saudável deve ter uma ingestão diária de gordura limitada a um determinado percentual da dieta. Para a gordura total, esse limite é de 30% da energia diária, para a gordura saturada, de no máximo 10% da energia diária e a quantidade de colesterol deve ser menor que 300mg/dia. Os ácidos graxos poliinsaturados devem fornecer 6 a 10% das calorias totais, 1-2% das calorias devem ser n3 e 5 a 8% das calorias totais de n6 e gordura monoinsaturada em torno de 20%. (World Health Organization, 2003).

A diferença no perfil lipídico dos animais demonstra que vários fatores dietéticos influenciam no aumento do colesterol sérico, pois a quantidade de lipídio recebido pelos animais entre os diferentes tratamentos foi o mesmo (7%), o que modificou foi o perfil de ácidos graxos provenientes das carnes.

Sales (1998) realizou um estudo analisando a quantidade de colesterol em diferentes músculos da carne de avestruz e encontrou uma variação de 56.61 mg/100g a 71.12mg/100g. Sales & Hayes (1996) comparando a carne de avestruz com carne bovina e frango, encontraram um percentual de lipídio de 0.65%, 3.08% e 6.33%, respectivamente. De acordo com Sales, Marais e Kruger (1996), embora a carne de avestruz possua baixo teor de gordura, têm a mesma quantidade de colesterol que a carne bovina ou frango. Inicialmente, acreditava-se que, a carne de avestruz tinha baixo índice de colesterol. A carne de avestruz é similar no teor de colesterol com outras carnes magras. A vantagem dessa carne é o baixo teor de gordura (Hoffman e Mellett, 2003).

Girolami et al. (2003) compararam o perfil de ácidos graxos de diferentes músculos da carne de avestruz e ressaltaram como principais ácidos graxos presentes na carne o ácido graxo oléico (29,76%), palmítico (20,24%), linoléico (16,90%) e araquidônico (8,78%). Demonstrando que carne de avestruz apresentou maior porcentagem de ácidos graxos insaturados.

O perfil de ácidos graxos na carcaça de frango é influenciado pelo perfil de ácidos graxos da fonte lipídica adicionada à dieta (Edwards et al., 1973; Zollitsch et al., 1997). Como o frango foi adquirido em estabelecimento comercial, não se sabe a sua procedência e a composição da alimentação que recebeu. Um estudo realizado com cortes de carne de gado (*semimembranos e biceps femoralis*) e frango (coxa e sobrecoxa) do sul do Brasil, os autores encontraram que a carne de frango possui menor proporção de ácidos graxos saturados ($36.4 \pm 3.6\%$) e maior proporção de ácidos graxos poliinsaturados (21.3 ± 3.5) do que a carne de gado (53.3 ± 2.12 e $3.0 \pm 0.5\%$), porém a carne de frango apresenta uma quantidade maior de colesterol (98.82 ± 7.85 mg/100), quando comparada a carne bovina (60.63 ± 2.33 mg/100 g) (Almeida et al., 2006).

Entre os ácidos graxos saturados da dieta, o ácido láurico (12C), ácido mirístico (14C) e o ácido palmítico (16C) são os que têm maior relação com o aumento do colesterol sérico, pois aumentam as frações de LDL-colesterol, tendo pouco ou nenhum efeito sobre a fração HDL-colesterol e triglicerídeos plasmáticos (Caggiula et al., 1997; Griffin, 1999; Hu et al., 1999).

Os valores de colesterol para a carne suína variam entre 30 a 98 mg/100g (Bragagnolo e Rodriguez-Amaya, 2002). Rhee et al. (1988) encontraram valores de 38-42% de saturados, 39-44% de monoinsaturados e 18-19% de poliinsaturados, para a carne suína.

Recentemente, estudos epidemiológicos sugerem um importante fator de risco para doenças coronárias é uma proporção elevada de n6/ n3 em vez de elevada ingestão de colesterol (Enser et al., 1998). A proporção de ácidos n6/n3, deve ser de 5:1 até 10:1 (WHO, 1995). Girolami et al. (2003), encontraram para músculos da carne de avestruz proporções que variaram de 7,57:1 a 8,31:1. O perfil dos ácidos graxos da carne de avestruz pode ser alterada por inclusão de ácidos graxos n-3 na dieta das aves (Sales et al., 1996).

Além dos lipídios, outros fatores dietéticos afetam as concentrações plasmáticas de colesterol e lipoproteínas; é o caso das fibras solúveis, dos antioxidantes, do café e do álcool, além de alguns componentes funcionais. O tratamento para doenças cardiovasculares estão na mudança de hábitos alimentares, como dieta rica em gorduras saturadas, colesterol e sal, bem como mudanças no estilo de vida, como consumo de bebida alcoólica, tabagismo e sedentarismo (IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose, 2007).

Embora não tenham sido observadas diferenças significativas na concentração de triglicerídeos entre os tratamentos, os animais alimentados com carne suína apresentaram a menor concentração (33.94 mg/dl). Valores baixos de triglicerídeo são resultados benéficos,

pois a hipertrigliceridemia está inserida nas dislipidemias e conseqüentemente como fator de risco para doenças cardiovasculares (Michelon & Moriguchi, 1999).

Concentração de albumina, hemoglobina e proteínas totais

As concentrações de albumina sérica, hemoglobina e proteínas totais dos animais apresentaram uma grande variabilidade entre os tratamentos e estão representadas na Tabela 4.

Tabela 4. Concentração de albumina, hemoglobina e proteínas totais dos animais alimentados com diferentes tipos de carnes.

Tratamentos	Albumina (g/dl)	Hemoglobina (g/dl)	Proteínas Totais (g/dl)
Caseína	2.56±0.59 ^c	12.95±3.88 ^a	5.16±0.17 ^a
Avestruz	3.00±0.16 ^{ab}	11.13±2.93 ^{ab}	4.95±0.24 ^{ab}
Bovino	2.72±0.27 ^{bc}	12.50±1.83 ^a	4.77±0.38 ^b
Frango	2.71±0.23 ^{bc}	9.70±2.85 ^b	5.01±0.09 ^{ab}
Suíno	3.06±0.21 ^a	10.02±3.62 ^b	4.74±0.23 ^b

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 8)

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância.

Os níveis de albumina foram maiores nos animais que receberam carne suína, seguida do avestruz, bovina e frango. O grupo que recebeu caseína foi o que apresentou menor valor de albumina sérica. A albumina reflete a ingestão de proteínas em condições experimentais especializadas, como é o caso de animais abrigados que são alimentados com dietas deficientes em proteínas (Mahan e Scott-Stump, 2005). Neste caso, as dietas estavam equilibradas com um percentual de proteínas de 15%, então este parâmetro, como já era esperado, veio a confirmar que as dietas estavam com uma quantidade de proteínas equilibrada.

Para hemoglobina, o grupo da caseína e o grupo alimentado com carne bovina foi o que apresentou maior concentração, respectivamente 12.95 g/dl e 12.50 g/dl e diferiram significativamente dos demais ($p < 0.05$). Os animais que receberam carne de avestruz apresentaram uma hemoglobina de 11.13 g/dl e os animais alimentados com carne suína de 10.02 g/dl. O grupo alimentado com carne de frango foi o que obteve menor hemoglobina

(9.70 g/dl). Todos os animais receberam o mesmo aporte de ferro proveniente do mix de minerais. Os animais que receberam carne bovina e avestruz apresentaram um valor um pouco mais alto que os animais que receberam carne de frango e suína devido ao aporte adicional de ferro presente nessas carnes. As carnes vermelhas são excelentes fontes de ferro heme, provenientes da hemoglobina e mioglobina (Higgs, 2000). As carnes vermelhas fornecem uma média de 4.7 mg/100g enquanto que a carne de aves 0.86 mg/100g (Lawrie, 2005). A carne de avestruz é uma carne de ave com coloração vermelha que apresenta teores de ferro que variam de 2.3 a 3.2 mg em 100 g (Cooper & Horbañczuck, 2002, Al Nasser, et al., 2003, Sales & Hayes, 1996). Ortega et al. (1998) relatam que a diminuição da ingestão de carnes vermelhas aumenta o risco de deficiência de ferro.

Quanto às proteínas totais, o grupo que recebeu a caseína apresentou maior concentração (5.16 g/dl) e o suíno foi o que apresentou a menor concentração (4.74 g/dl). Mitruka e Rawnsley (1977) trazem como valores de referência para proteínas totais 4.7 a 8.15 g/dl. Baseado nesta referência todos os animais estavam com níveis de proteínas totais normais.

Peso da gordura epididimal, fígado e rins

A Tabela 5 demonstra que não houve diferença significativa ($p > 0.05$) entre o peso da gordura epididimal e dos órgãos fígado e rins entre os animais submetidos aos diferentes tratamentos.

Tabela 5. Peso da gordura epididimal, fígado e rins dos animais alimentados com diferentes tipos de carnes

Tratamentos	Gordura epididimal (g/ 100g)	Fígado(g/100g)	Rins (g/100g)
Caseína	1.03±0.17 ^a	3.61±0.18 ^a	0.75±0.04 ^a
Avestruz	1.05±0.16 ^a	3.27±0.40 ^a	0.76±0.10 ^a
Bovino	1.13±0.20 ^a	3.40±0.19 ^a	0.80±0.04 ^a
Frango	1.09±0.24 ^a	3.87±0.87 ^a	0.79±0.07 ^a
Suíno	1.08±0.14 ^a	3.30±0.27 ^a	0.76±0.06 ^a

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 8)

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância.

As dietas experimentais proporcionaram um acúmulo de gordura epididimal semelhante entre os tratamentos e nenhum obteve um excesso de gordura corporal.

O fígado e os rins dos animais não apresentaram anomalias e sobrecarga hepática e renal, como era o esperado.

CONCLUSÃO

O grupo que recebeu carne de avestruz apresentou menor concentração de colesterol total. Este resultado pode ser reflexo da composição centesimal da carne de avestruz, que apresenta baixo teor de gordura e uma positiva relação entre ácidos graxos $n6/n3$. Porém, os animais alimentados com carne de avestruz apresentaram valores de HDL-colesterol baixo, o qual poderia ser revertido com a associação desta carne com ácidos graxos insaturados ou mudança na alimentação do avestruz.

Os triglicerídeos, o peso dos órgãos e a gordura epididimal não diferiram entre os tratamentos. As concentrações de albumina e proteínas totais estão dentro da normalidade.

Em relação à hemoglobina, os animais que receberam carne de avestruz e bovina apresentaram valores um pouco maiores que os alimentados com carne suína e frango, devido a carne vermelha possuir mais ferro que as carnes brancas.

Pode-se concluir que a carne de avestruz, apresentou resultados positivos na resposta metabólica de ratos e poderia ser utilizada em cardápios de indivíduos preocupados com a saúde e alimentação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Associação dos Criadores de Avestruzes do Rio Grande do Sul, localizada na cidade de Porto Alegre, RS, Brasil, pelo fornecimento da carne de avestruz utilizada durante a pesquisa e a empresa Doles, pela doação dos *kits* para análises de parâmetros bioquímicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Al Nasser, A. et al (2003). Ostrich production in the arid environment of Kuwait. *Journal of Arid Environment.*, 1 (54), 219-224.

Almeida, J. C. de et al. (2006). Fatty acid composition and cholesterol content of beef and chicken meat in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Ciência Farmacêutica*, 42(1), 109-117.

Bragagnolo, N.; Rodriguez-Amaya, D. B (2002). Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22(1), 98-104.

Caggiula, A. W.; Mustad, V. A (1997). Effects of dietary fat and fatty acids on coronary artery disease risk and total and lipoprotein cholesterol concentrations: epidemiologic studies. *American Journal Clinical Nutrition*, 65(5), 1597-1610.

Cooper, R.G & Horbañczuk, J.O (2002). Anatomical and physiological characteristics of ostrich (*Struthio camelus* var. Domesticus) meat determine its nutritional importance for man. *Animal Science Journal*, 73(3), 167-173.

Cuppari, L (2005). *Nutrição: nutrição clínica no adulto*. Barueri: Manole.

Edwards, H.M.; Denmamn F.; Abouashour, A. et al (1973). Influences of age, sex and type of dietary fat supplementation on total carcass and fatty acid composition. *Poultry Science*, 52(2), 934-948.

Enser, et al. (1998) Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat science*, 49(3), 329-341.

Girolami, A. et. al (2003). Fatty acid profile, cholesterol content and tenderness of ostrich meat as influenced by age at slaughter and muscle type. *Meat Science*, 64(3), 309-315.

Griffin, B. A. (1999) Lipoprotein atherogenicity: an overview of current mechanisms. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58(1), 163-169.

Higgs, J (2000). The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality. *Trends in Food Science e Technology*, 11(3), 85-95.

Hoffman, L.C. & Mellett, F.D (2003). Quality characteristics of low fat ostrich meat patties formulated with either pork lard or modified corn starch, soya isolate and water. *Meat Science*, 65(2), 869-875.

Hu, F.B.; Stampfer, M.J.; Manson, J.E.; Ascherio, A.; Colditz, G.^a; Speizer, F.E.; Hennerens, C.H.; Willett, W.C (1999). Dietary saturated fats and their food sources in relation to the risk of coronary heart disease in women. *American Journal Clinical Nutrition*, 70(6), 1001-1008.

IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose (2007). *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v.88, S. I, Abr.

Kamath, S.K.; Hussain, E.A .; Amin, D.; Mortillaro, E.; Nuezt, B.; Peterson, C.T.; Aryee, F.; Murillo, G.; Alekel, D.L (1999). Cardiovascular disease risk factors in 2 distinct ethnic groups: Indian and Pakistani compared with American premenopausal women. *American Journal Clinical Nutrition*, 69(4), 621-631.

Lawrie, R.A (2005). *Ciência da carne*. 6 ed. Porto Alegre: Arthmed, 384p.

Mahan, L. K; Escott-Stump, S (2005). *Krause: alimentos, nutrição & dietoterapia*. São Paulo, SP : Roca.

Michelon, E.; Morigughi, E (1999) Dislipidemias. *Revista Brasileira de Medicina*, 56(7), 117-129.

Mitruka, B.M. & Rawnsley, H.M (1977). *Clinical Biochemical and Hematological Reference Values in Normal Experimental Animals*. New York: Masson Publishing.

National Cholesterol Education Program (1994). Second report of the expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel II). *Circulation*, 89(3), 1364-1384.

OMS (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE). *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases*. Geneva: Technical Report Series, p. 797, 1990.

Ortega, R.M; Sobaler, Lopez-Am; Requejo, A.M; Quintas, M.E; Gaspar, Mj; Andres, P; Navia B (1998). The influence of meat consumption on dietary data, iron status and serum lipid parameters in young women. *International journal for vitamin and nutrition research* , 68(4), 255-262.

Reeves, P.G.; Nielsen, F.H.; Fahey Jr., G.C (1993). AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *The Journal of Nutrition*, 23(11), 1939-1951.

Rhee, K.S., Davidson, T. L., Knabe, D. A., Cross, H. R., Ziprin, Y. A., Rhee, K. C (1988). Effect of dietary high-oleic sunflower oil on pork carcass traits and fatty acid profiles of raw tissues. *Meat Science*, 24(4), 249-260.

Sales, J (1998). Fatty Acid Composition and Cholesterol Content of Different Ostrich Muscles. *Meat Science*, 49(4), 489-492.

Sales, J.; Hayes, J. P (1996). Proximate, amino acid and mineral composition of ostrich meat. *Food Chemistry*, 56(2), 167-170.

Sales, J; Maraias, M; Kruger, M (1996). Fat Content, Caloric Value, Cholesterol Content, and Fatty Acid Composition of Raw and Cooked Ostrich Meat. *Journal of food composition and analysis*, 9(1), 85-89.

SAS Institute. *SAS software: changes and enhancements through release 6.12*. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1997.

World Health Organization (1995). Joint Consultation: fats and oils in human nutrition. *Nutrition Reviews*, 53(7), 202-205.

_____. *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases*. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/trs/who_TRS_916.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2008.

Wolford et al (1986). Reference range data base for serum chemistry and hematology values in laboratory animals. *Journal of toxicology and environmental health*, 18(2), 161-188.

Zollitsch, W.; Knaus, W.; Aichinger, F. et al (1997). Effects of different dietary fat sources on performance and carcass characteristics of broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 66(1), 63-73.

4. DISCUSSÃO GERAL

Os excessos alimentares decorrentes de uma dieta desequilibrada pelo elevado consumo de gordura saturada, colesterol e sódio e baixa ingestão de fibras alimentares e gorduras insaturadas ricas em n - 3 e n - 6, contribuem para o aparecimento de algumas patologias como obesidade, dislipidemias, diabetes mellitus e hipertensão arterial. Estas patologias são fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, principal causa de óbitos no Brasil.

Nessa perspectiva, surge à carne de avestruz, uma carne com baixo teor de gorduras e calorias e com um percentual elevado de ácidos graxos insaturados. Entretanto, existem poucos trabalhos avaliando e comparando a carne de avestruz com outras carnes, em relação à composição centesimal e o efeito do consumo dessa carne sobre o metabolismo.

Nesse contexto, de acordo com a composição centesimal das carnes, apresentada no artigo 1, verificou-se que a carne de avestruz apresentou um percentual de umidade, proteínas e cinzas intermediário em relação as demais carnes analisadas.

O valor calórico e o percentual de lipídios foram menores na carne de avestruz. Porém, a quantidade de colesterol foi uma das maiores quando comparado às outras carnes. O efeito da gordura dietética sobre os níveis de colesterol plasmático depende do tipo de gordura consumida, mais diretamente com o grau de saturação dos ácidos graxos (GIROLAMI et al., 2003). Os ácidos graxos saturados estão relacionados com o aumento do colesterol total e do LDL-colesterol, bem como com a elevação dos triglicerídeos. O colesterol dietético está diretamente relacionado com a elevação do LDL-colesterol, porém, possui menor efeito sobre a colesterolemia, quando comparado com as gorduras saturadas. As gorduras monoinsaturadas têm sido relacionadas com diminuição do colesterol total e do LDL-colesterol, aumentando também os níveis de HDL-colesterol no plasma. As gorduras poliinsaturadas também exercem efeito positivo sobre o colesterol total, LDL-colesterol e triglicerídeos (KRAUSE, 2005; CUPPARI, 2005).

As gorduras precisam estar na dieta de forma equilibrada, 10% de gordura saturada, 10% de poliinsaturada e até 20% de monoinsaturada (WHO, 1995). A carne de avestruz apresentou 7,34% de ácidos graxos saturados, 45,37% de monoinsaturados e 27,20% de poliinsaturados. De acordo com WHO (1995) a proporção de ácidos graxos n6/n3, é um critério importante para avaliar a qualidade da gordura, deve ser de 5:1 até 10:1. A carne de

avestruz apresentou uma relação de ácidos graxos n6/n3 de 8,32. Outro método utilizado é a razão de ácidos graxos poliinsaturados/saturados, sendo que valores inferiores a 0,45 são considerados pouco saudáveis (WOOD & ENSER, 1997). A carne de avestruz apresentou uma relação de ácidos poliinsaturado/saturados de 0,99.

As carnes apresentaram valores semelhantes de cálcio, magnésio, manganês e sódio. Porém, a carne de avestruz apresentou maior quantidade de ferro. HIGGS (2000) relata que as carnes vermelhas são excelentes fontes de ferro heme, provenientes da hemoglobina e mioglobina. A carne de avestruz apresenta teores de ferro que variam de 2.3 a 3.2 mg em 100g (SALES & HAYES, 1996; COOPER & HORBAÑCZUCK, 2002, AL NASSER, et al., 2003). O ferro é um nutriente essencial para a vida e atua principalmente na síntese das células vermelhas do sangue e no transporte do oxigênio para todas as células do corpo (BRASIL, 2008). Esses resultados positivos, refletem a resposta biológica demonstrada no artigo 3.

Em relação à qualidade protéica das carnes, conforme o artigo 2, observou-se que os animais alimentados com diferentes tipos de carne apresentaram ganho de peso, consumo alimentar, proteína ingerida e PER semelhantes. Para a NPR, a carne suína obteve valores mais altos. A digestibilidade verdadeira das carnes de avestruz, suína e bovina foi superior a 90%, já a carne de frango teve o valor de 89%.

Estes resultados demonstram que as carnes, além de possuir um percentual importante de proteínas, relatado no artigo 1, possuem proteínas de alta qualidade. BRESSANI (1989) ressalta que a maioria das proteínas de origem animal tem boa digestibilidade, implicando em uma absorção de aminoácidos de forma eficaz.

Quanto a resposta biológica, expressa no artigo 3, os ratos alimentados com carne de avestruz apresentaram uma concentração de colesterol total sérico menor do que aqueles alimentados com as demais carnes. Todavia o HDL-colesterol desses animais foi um dos mais baixos. Isto é refletido pelo baixo conteúdo lipídico que a carne de avestruz apresenta, relação de n6/n3 e poliinsaturados/saturados, demonstrados e discutidos no artigo 1.

Os valores de triglicerídeos foram semelhantes em todos os animais independentes da dieta recebida. Os animais alimentados com carnes apresentaram valores de albumina e proteínas totais normais, pois receberam rações experimentais balanceadas com 15% de proteínas e essas proteínas são de alta qualidade nutricional, expressa no artigo 2.

Em relação à hemoglobina, os ratos alimentados com carne de avestruz e bovina apresentaram valores maiores que os demais, devido à concentração de ferro ser maior nas carnes de avestruz e bovina, o que é ratificado no artigo 1.

As dietas experimentais proporcionaram aos animais um acúmulo de gordura epididimal semelhante e não apresentaram diferença no peso do fígado e rins.

5. CONCLUSÃO

A carne de avestruz apresenta nutrientes semelhantes à carne bovina, suína e frango, porém possui pequena quantidade de gordura, que está distribuída na sua maior parte em ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados, o que proporciona uma boa relação ácidos graxos poliinsaturados/saturados e $n6/n3$. Além disso, é rica em ferro, importante para crianças, gestantes e indivíduos com anemia ferropriva.

Através do ensaio biológico, observou-se que assim como a carne bovina, suína e de frango, a carne de avestruz apresentou uma excelente qualidade protéica, o que foi demonstrado pelo ganho de peso dos animais, consumo alimentar, conversão alimentar, PER, NPR e DV.

Na resposta metabólica de ratos, os animais que receberam carne de avestruz apresentaram resultados interessantes em relação o perfil lipídico, pois apresentaram menor concentração de colesterol total.

A carne de avestruz poderia ser incluída no grupo das carnes oferecidas em uma dieta balanceada, com frutas, verduras, laticínios, leguminosas e cereais, para consumidores atentos e preocupados com a saúde e alimentação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACAB. **Associação dos Criadores de Avestruz do Brasil**. Disponível em: <<http://www.acab.org.br>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

ALMEIDA, J. C. de et al. Fatty acid composition and cholesterol content of beef and chicken meat in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 109-117, 2006.

AL NASSER, A. et al. Ostrich production in the arid environment of Kuwait. **Journal of Arid Environment**, v. 1, n. 54, p. 219-224, 2003.

AOA. **American Ostrich Association**. Disponível em: <<http://www.ostriches.org>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS, AOAC. **Official methods of analysis of the association of the official analysis chemists**. Washington: AOAC, 1975. 1094p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, AOAC. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16th ed., Supplement 1998. Washington: AOAC, 1995. 1018p.

BABJI AS, FRONING GW, SATTERLEE LD. Protein nutritional quality of mechanically deboned poultry meat as predicted by the C-PER assay. **Journal Food Science Nutrition**, v. 45, n. 3, p. 441-443, 1980.

BALOG, A. et al. Carne de avestruz: rendimento de carcaça e aspectos físicos e químicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 400-407, 2008.

BANI, et al. Qualidade lipídica da carne de avestruz. **Revista Nacional da Carne**, v. 361, p. 54-58, 2007.

BENDER, A.E., DOELL, B.H. Note on the determination of net protein utilization by carcass analysis. **British Journal of Nutrition**, v.11, n. 2, p. 138-143, 1957.

BIANCO, P.P. **A estrutura da cadeia do avestruz no Brasil: um estudo exploratório**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2006.

BLIGH, E.G. & DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BOHME, H. M. et al.. The use of ostrich meat in Italian type salami production. **Meat Science**, v. 44, p. 174-180, 1996.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 98-104, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa Nacional de Suplementação de Ferro**. Disponível em: <<http://nutricao.saude.gov.br/ferro.php>>. Acesso em: 18 nov. 2008.

BRASIL. Ministério da agricultura e do abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 20, de 21 de julho de 1999. **Métodos Analíticos Físico-Químicos, para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes - Sal e Salmoura**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=2321>. Acesso em: 21 ago. 2007.

BRESSANI, R. Revisión sobre la calidad del grano de frijol. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 39, n. 3, p. 419-442, 1989.

CAGGIULA, A. W.; MUSTAD, V. A. Effects of dietary fat and fatty acids on coronary artery disease risk and total and lipoprotein cholesterol concentrations: epidemiologic studies. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 65, n. 5, p. 1597- 1610, 1997.

CALDER, P.C. Immunoregulatory and anti-inflammatory effects of n-3 polyunsaturated fatty acids. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 31, n. 4, p. 467-490, 1998.

CARPENTER, K. J. Background paper 2: possible importance of protein digestibility and bioavailability of amino acids. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 675-685, 1984.

CARRER, C. C. Os desafios de mercado de avestruzes no Brasil. **A Lavoura**, v. 106, n. 647, p. 16-21, 2003.

COOPER, R.G & HORBAÑCZUK, J.O. Anatomical and physiological characteristics of ostrich (*Struthio camelus*) meat determine its nutritional importance for man. **Animal Science Journal**, v. 73, n. 3, p. 167-173, 2002.

CUPPARI, Lilian. **Nutrição: nutrição clínica no adulto**. Barueri: Manole, 2005.

DEPARTMENT OF HEALTH. **Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease. Report on Health and Social Subjects nº 46**. London, 1994.

DICAN. Registro Nacional de Animales. **Historia del Avestruz**. Disponível em: <<http://www.dican.cl/subpage/avestruz/historia.htm>>. Acesso em: 05 set. 2007.

DRENOWATZ, C et al. In: DRENOWATZ, C. **The Ratite Encyclopedia**. Texas: Ratite Records, 1995. p. 3-30, 1995.

DZIEZAK, J. Fats, oils, and fat substitutes. **Food Technology**, Chicago, v. 43, n.7, p. 66-74, 1989.

EDWARDS, H.M.; DENMAMN F.; ABOUASHOUR, A. et al. Influences of age, sex and type of dietary fat supplementation on total carcass and fatty acid composition. **Poultry Science**, v.52, n.2, p. 934-948, 1973.

ENSER, et al. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. **Meat Science**, v. 49, n. 3, p. 329-341, 1998.

FALVELA, C. V. Carne de avestruz. **Revista Nutrição Brasil**, v. 3, n. 1, p. 51-54, 2004.

FAO. **Recent developments in protein quality evaluation**. Disponível em: <www.fao.org/docrep/U5900t/u5900t07.htm>. Acesso em: 13 nov. 2008.

FAO/WHO. **Evaluation of protein quality**. Report of the Joint FAO/WHO. Expert consultation on protein quality. Rome: FAO, Food nutrition, 1991.

FEIJÓ, M.B.S. **Avaliação de abate experimental, padronização dos cortes, qualidade e efeito da embalagem em atmosfera modificada na conservação da carne de avestruz (*Struthio camelus*)**. 2006. Tese (Doutorado em Vigilância Sanitária)- INCQS / FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2006.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. et al. Quality characteristics of ostrich (*Struthio camelus*) burgers. **Meat Science**, v. 73, n. 2, p. 295-303, 2006.

FISHER, P.; HOFFMAN, L.C., MELLETT, F. D. Processing and nutritional characteristics of value added ostrich products. **Meat Science**, v. 55, n. 2, p. 251-254, 2000.

FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; O'RIORDAN, E. G.; MONAHAN, F. J.; CAFFREY, P. J.; MOLONEY, A. P. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 11, p. 2849-2855, 2000.

FRIEDMAN M. Nutritional value of proteins from different food sources. A review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, n. 1, p. 6-29, 1996.

GARCIA, F.A.; MIZUBUTI, I.Y.; KANASHIRO, M.Y.; SHIMOKOMAKI, M. Intermediate moisture meat product: biological evaluation of charqui meat protein quality. **Food Chemistry**, v. 75, n. 4, p. 405-409, 2001.

GIROLAMI, A et al. Fatty acid profile, cholesterol content and tenderness of ostrich meat as influenced by age at slaughter and muscle type. **Meat Science**, v. 64, n. 3, p. 309-315, 2003.

GRIFFIN, B. A. Lipoprotein atherogenicity: an overview of current mechanisms. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 58, n.1, p. 163-169, 1999.

HARTMAN, L; LAGO, B.C. A rapid preparation of fatty methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v.22, p.475-477, 1973.

HERNANDEZ, M. et al. The protein efficiency ratios of 30:70 mixtures of animal vegetable protein are similar or higher than those of animal foods alone. **Journal of Nutrition**, v. 126, n. 1, p. 574-581, 1996.

HIGGS, J. The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality. **Trends in Food Science e Technology**, v. 11, n. 3, p. 85-95, 2000.

HOFFMAN, L.C.; FISHER, P. Comparison of meat quality characteristics between young and old ostriches. **Meat Science**, v. 59, n. 3, p. 335-337, 2001.

HOFFMAN, L.C.; MELLETT, F.D. Quality characteristics of low fat ostrich meat patties formulated with either pork lard or modified corn starch, soya isolate and water. **Meat Science**, v. 65, n.2, p. 869-875, 2003.

HOPKINS, B.A; CONSTANTINESCU, G.M. Anatomy of ostriches, emus and rheas. In: DRENOWATZ, Claire. **The Ratite Encyclopedia**. Texas: Ratite Records, 1995. p. 60.

HORBAÑCZUK, J.O et al. Cholesterol content and fatty acid composition of ostrich meat as influenced by subspecies. **Meat Science**, n. 50, v.3, p.385-388, 1998.

HU, F.B. et al. Dietary saturated fats and their food sources in relation to the risk of coronary heart disease in women. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 70, n. 6, p. 1001-1008, 1999.

IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.88, S. I, 2007.

JANSEN, G. R. Background paper 1: Assesment of the need for regulation the protein quality of meat and poultry products. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 685-703, 1984.

JUNIOR, A.R. Estrutociultura e Perspectivas do mercado, produção e comercialização. In: I SEMINÁRIO PARANAENSE DE ESTRUTIOCULTURA, 2005, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Associação Brasileira de Estrutociultura, 2005. 1 CD-ROM.

KAMATH, S.K. et al. Cardiovascular disease risk factors in 2 distinct ethnic groups: Indian and Pakistani compared with American premenopausal women. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 69, n.4, p. 621-631, 1999.

LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. 6 ed. Porto Alegre: Arthmed, 2005. 384p.

LEHNINGER, Albert L, NELSON, David L, COX, Michael M. **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 2006. 1202p.

LUCHINI, L. & COSTA, M.C. A Hora é do Avestruz. **A Lavoura**. Disponível em: <http://www.snagricultura.org.br/artitec_avestruz.htm>. Acesso em: 12 ago. 2007.

MADSEN, L et al. Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid affect mitochondrial and peroxisomal fatty acid oxidation in relation to substrate preference. **Lipids**, v.34, n. 9, p. 951-963, 1999.

MAHAN, L. K; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: alimentos, nutrição & dietoterapia**. São Paulo: Roca , 2005.

MAO LC; LEE KH; ERBERSDOBLER HF. Effect of heat treatment on lysine in soya protein. **Journal of the science of food agriculture**, v. 62, n. 3, p. 307-309, 1993.

MARTIN, C. A. et al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, 2006.

MICHELON, E.; MORIGUGHI, E. Dislipidemias. **Revista Brasileira de Medicina**, v. 56, n. 7, p. 117-129, 1999.

MITRUKA, B.M. & RAWNSLEY, H.M. **Clinical Biochemical and Hematological Reference Values in Normal Experimental Animals**. New York: Masson Publishing. p. 152-160, 1977.

MORRIS, C. Ostrich Meat. In: DRENOWATZ, C. **The Ratite Encyclopedia**. Texas: Ratite Records, p. 159-165, 1995.

NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM. Second report of the expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel II). **Circulation**, v. 89, n.3, p. 1364-1384, 1994.

NEGRÃO, C.C.; MIZUBUTI, I.Y.; MORITA, M.C. et al. Biological evaluation of mechanically deboned chicken meat protein quality. **Food Chemistry**, v. 90, n.4, p. 579-583, 2005.

OMS (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE). **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. Geneva: Technical Report Series, p. 797, 1990.

ORTEGA, R.M; SOBALER, LOPEZ-AM; REQUEJO, A.M; QUINTAS, M.E; GASPAR, MJ; ANDRES, P; NAVIA B. The influence of meat consumption on dietary data, iron status and serum lipid parameters in young women. **International journal for vitamin and nutrition research**, v. 68, n 4, p. 255-262, 1998.

OTREMBA, M.M.; DIKEMAN M.E.; BOYLE E.A.E. Refrigerated shelf life of vacuum-packaged, previously frozen ostrich meat. **Meat Science**, v. 52, n. 3, p. 279-283, 1999.

PALEARI, M. A. et al. Ostrich meat: physico-chemical characteristics and comparison with turkey and bovine meat. **Meat Science**, v. 48, n. 3/4, p. 205-210, 1998.

PELLET, P.L. Protein quality evaluation revisited. **Food technology**, v.32, n.5, p.60-79, 1978.

PELLET, P.L; YOUNG, V.R. Evaluation of protein quality in experimental animals. In: **Nutritional Evaluation of Protein foods**. Tokio: The United Nations University, p. 41-57, 1980.

PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. G. DE A; ROSA, J. C.; COSTA, N. M. B. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 179-187, 2006.

REEVES, P.G.; NIELSEN, F.H.; FAHEY JR., G.C. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. **The Journal of Nutrition**, v.23, n.11, p. 1939-1951, 1993.

REIS, L.S.; OLIVEIRA, T.C. Ostrich (*Struthio camelus*) Meat Protein Quality and Digestibility. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 10, n. 3, p. 147-150, 2008.

RHEE, K.S. et al. Effect of dietary high-oleic sunflower oil on pork carcass traits and fatty acid profiles of raw tissues. **Meat Science**, v.24, n.4, p. 249-260, 1988.

SALDANHA, T.; MAZALLI, M. R.; BRAGAGNOLO, N. Avaliação comparativa entre dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n.1, p.109-113, 2004.

SALES, J. Fatty Acid Composition and Cholesterol Content of Different Ostrich Muscles. **Meat Science**, v. 49, n. 4, p. 489-492, 1998.

SALES, J.; HAYES, J. P. Proximate, amino acid and mineral composition of ostrich meat. **Food Chemistry**, v. 56, n. 2, p. 167-170, 1996.

SALES, J. & HORBAÑCZUK, J. Ratite meat. **World's Poultry Science Journal**, v. 54, n.1, p. 59-67, 1998.

SALES, J; MARAIAS, M; KRUGER, M. Fat Content, Caloric Value, Cholesterol Content, and Fatty Acid Composition of Raw and Cooked Ostrich Meat. **Journal of food composition and analysis**, v.9, n. 1, p. 85-89, 1996.

SALES, J.; MELLETT, F.D. Post-mortem pH decline in different ostrich muscles. **Meat Science**, v. 42, n. 2, p. 235-238, 1996.

SAS Institute. **SAS software: changes and enhancements through release 6.12**. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1997.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações**. São Paulo: Varela, 1996. 517 p.

STRUTHIO GROUP. **Guia da Carne**. Disponível em: <<http://www.struthio.com.br/apostila/apostila.htm>> Acesso em: 12 ago. 2007.

TEDESCO, M.J et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2ª ed. Porto Alegre: Boletim Técnico do Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

TERRA, N.N; BRUM, M.A.R. **Carne e seus derivados: técnicas de controle de qualidade**. São Paulo: Nobel, 1988. 119 p.

TONETO, E.R.L. **Desenvolvimento de embutido curado fermentado de carne de ema (*Rhea americana*) associada à de suíno**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2006.

WOLFORD, S.T et al. Reference range data base for serum chemistry and hematology values in laboratory animals. **Journal of toxicology and environmental health**, v. 18, n. 2, p. 161–188, 1996.

WOOD, J. D; ENSER, M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. **British Journal of Nutrition**, v. 78, n. 1, p. 49-60, 1997.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Joint Consultation: fats and oils in human nutrition. **Nutrition Reviews**, v. 53, n. 7, p. 202-205, 1995.

_____. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/trs/who_TRS_916.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2008.

ZOLLITSCH, W et al. Effects of different dietary fat sources on performance and carcass characteristics of broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 66, n. 1, p. 63-73, 1997.

APÊNDICE



Figura 1 – Carne in natura.



Figura 4 – Animais distribuídos em seis grupos com 8 animais cada.



Figura 2 – Carne desidratada.

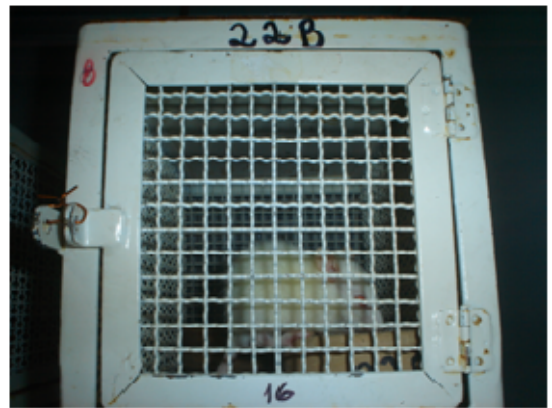


Figura 5 – Animal alocado em gaiola individual.



Figura 3 – Animais experimentais.

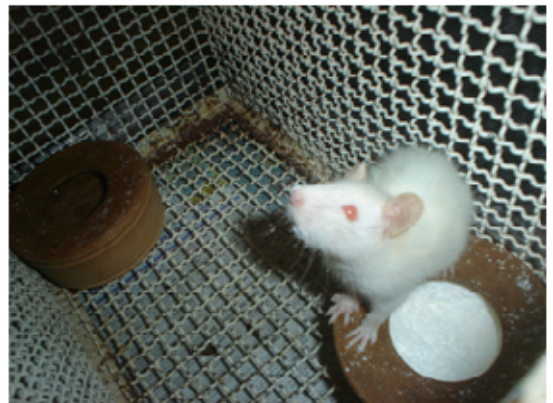


Figura 6 – Animal recebendo água e ração *ad libitum*.

APÊNDICE



Figura 7 – Dietas experimentais.



Figura 10 – Pesagem das fezes dos animais.



Figura 8 – Pesagem dos animais.



Figura 11 – Coleta do sangue dos animais.



Figura 9 – Coletas das fezes dos animais.

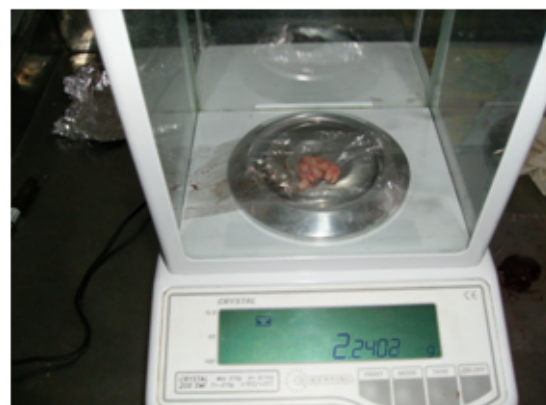


Figura 12 – Pesagem dos órgãos e gordura epididimal.

ANEXO A

REVISTA ALIMENTOS E NUTRIÇÃO

SUBMISSÃO DE TRABALHO

Os manuscritos deverão ser submetidos de preferência no formato eletrônico da revista no seguinte endereço:

<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos>

A submissão eletrônica deve ser realizada na seguinte ordem:

A página de identificação deve ser enviada como arquivo suplementar contendo:

1 - Título completo do artigo em português e inglês. 2. Título Resumido. 3 - Os nomes dos autores, títulos acadêmicos máximos. 4 - A Instituição a que estão vinculados e respectivas funções. 5 - O endereço completo do autor correspondente, seus telefones, e-mails. 6 -Suporte financeiro se houver.

O arquivo texto do manuscrito deve incluir o Título do artigo em português e inglês omitindo a autoria do artigo e da opção Propriedades no Word, informações Institucionais garantindo desta forma o critério de sigilo da revista, a fim de que fique assegurado o anonimato no processo de avaliação.

As tabelas, figuras e gráficos e outros documentos referentes ao manuscrito também podem ser submetidos como arquivos suplementar, respeitando sempre o limite de 2MB por arquivo.

Cada manuscrito deve ser acompanhado de carta de apresentação assinada pelo autor correspondente.

Preparação de artigo original

Os manuscritos devem ser digitados em uma só face, fonte Times New Roman 12, em folha de papel branco, formato A 4 (210x297mm), mantendo margens laterais de 3 cm e espaço duplo em todo o texto. Todas as páginas devem ser numeradas a partir da página de identificação.

O manuscrito deve ser organizado de acordo com a seguinte ordem: página de identificação, resumo, palavras-chave, introdução, material e métodos, resultados, discussão, agradecimentos, "abstract", referências, tabelas com legendas e figuras com legendas.

Página de identificação:

a) Título do artigo: deve ser conciso, informativo e completo, evitando palavras supérfluas. Os autores devem apresentar versão para o inglês, quando o idioma do texto for português ou espanhol e para o português, quando redigido em inglês ou espanhol. Uso de um asterisco para indicação de apoio financeiro, caso haja (a indicação da Instituição de fomento aparecerá no rodapé da página).

- b) Autores: nome e sobrenome de cada autor por extenso, sendo apenas o sobrenome em maiúsculo.
- c) Afiliação: indicar a afiliação institucional de cada um dos autores.
- d) Autor correspondente: indicar o autor () para o qual a correspondência deve ser enviada, com endereço completo, incluindo e-mail, telefone e fax.
- e) Título resumido: o título resumido será usado como cabeçalho em todas as páginas impressas, não deve exceder 40 caracteres.

Resumo e Abstract:

Os artigos deverão vir acompanhados do resumo em português e do abstract em inglês. Devem apresentar os objetivos do estudo, abordagens metodológicas, resultados e as conclusões e conter no máximo 250 palavras.

Palavras-chave e Keywords:

Deve ser apresentada uma lista de 3 a 6 termos indexadores em português e inglês.

Introdução:

Deve determinar o propósito do estudo e oferecer uma breve revisão da literatura, justificando a realização do estudo e destacando os avanços alcançados através da pesquisa.

Material e métodos:

Devem oferecer, de forma breve e clara, informações suficientes para permitir que o estudo possa ser repetido por outros pesquisadores. Técnicas padronizadas podem ser apenas referenciadas.

Resultados:

Devem oferecer uma descrição clara e concisa dos resultados encontrados, evitando-se comentários e comparações. Não repetir no texto todos os dados contidos nas figuras e tabelas.

Discussão:

Deve explorar o máximo possível os resultados obtidos, relacionado-os com os dados já registrados na literatura. Somente as citações indispensáveis devem ser incluídas.

Agradecimentos: Devem se restringir ao necessário (nome de empresas e/ou pessoas que auxiliaram na execução do trabalho).

Referências bibliográficas:

Devem ser citadas apenas aquelas essenciais ao conteúdo do artigo. Devem ser ordenadas alfabeticamente de acordo com a norma NBR 6023 da ABNT.

Preparação de Artigo de Revisão

Deve conter uma revisão crítica de assunto atual e relevante baseando-se em artigos publicados e em resultados do autor. O Artigo de Revisão não deve ultrapassar oito páginas impressas (aproximadamente 24 páginas impressas no manuscrito). Deve apresentar resumo na língua em que estiver redigido e um Abstract quando redigido em português ou espanhol.

Preparação de Comunicação Breve

Deve ser breve e direta sendo seu objetivo comunicar resultados ou técnicas particulares. No entanto recebe a mesma revisão e não é publicada mais rapidamente que um artigo original. Deve ser redigida de acordo com as instruções dadas para Artigo Original mas sem subdivisão em capítulos. As referências devem ser citadas no final do texto, usando o mesmo formato utilizado para Artigo Original. Um resumo breve e três palavras -chave devem ser apresentadas. O autor deve informar que o manuscrito é uma Comunicação Breve de modo a ser avaliado adequadamente durante o processo de revisão.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Citações bibliográficas no texto: Devem ser apresentadas no texto pelo(s) sobrenome(s) dos autores seguida do ano da publicação, conforme os exemplos:

Um autor: Croft (1999) ou (Croft, 1999)

Dois autores: Sogin & Bacci (1998) ou (Sogin & Bacci, 1998)

Mais que dois autores: Kreiger et al. (1990) ou (Kreiger et al., 1990).

Ilustrações

Figuras: Fotografias, gráficos, mapas ou ilustrações com as respectivas legendas, devem ser apresentadas em arquivos separados, numeradas consecutivamente em algarismos arábicos segundo a ordem que aparecem no texto. Os locais aproximados das figuras deverão ser indicados no texto. A elaboração dos gráficos, mapas e ilustrações deverá ser feita em preto e branco ou em tons de cinza. As fotografias deverão ser encaminhadas em preto e branco, em cópia digitalizada em formato .tif ou .jpg com no mínimo 300dpi.

Tabelas: Devem complementar e não duplicar o texto. Elas devem ser numeradas em algarismos arábicos. Um título breve e descritivo deve constar no alto de cada tabela. Se necessário, utilizar notas de rodapé identificadas.

Ética: Os pesquisadores que utilizam em seus trabalhos experimentos com seres humanos, ou material biológico humano, devem observar as normas vigentes editadas pelos órgãos oficiais. Os trabalhos que envolvem experimentos que necessitam de avaliação do Comitê de Ética deverão ser acompanhados de cópia do parecer favorável. Os manuscritos que não estiverem de acordo com as Instruções aos autores não serão analisados.

Envio dos artigos: Os manuscritos devem ser submetidos online: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/>

Itens de Verificação para Submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista; caso contrário, justificar em "Comentários ao Editor".
2. Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word, OpenOffice ou RTF (desde que não ultrapasse os 2MB)
3. Todos os endereços de URLs no texto (Ex.: <http://www.ibict.br>) estão ativos e prontos para clicar.
4. O texto está em espaço duplo; usa uma fonte de 12-pontos; emprega itálico ao invés de sublinhar (exceto em endereços URL); com figuras e tabelas em arquivo complementar.
5. O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em Diretrizes para Autores, na seção Sobre a Revista.
6. A identificação de autoria deste trabalho foi removida do arquivo, da opção Propriedades no Word e notas de rodapé do trabalho garantindo desta forma o critério de sigilo da revista, caso submetido para avaliação por pares (ex.: artigos). Em caso de citação de autores, "Autor" e ano são usados na bibliografia e notas de rodapé, ao invés de Nome do autor, título do documento, etc.
7. Os dados e conceitos emitidos nos trabalhos, bem como a exatidão das referências são de inteira responsabilidades dos autores. Os trabalhos que não se enquadrarem nas normas da revista serão devolvidos aos autores para adaptações.

Declaração de Direito Autoral

Os manuscritos aceitos e publicados são de propriedade da revista Alimentos e Nutrição. Os originais deverão ser acompanhados de documentos de transferência de direitos autorais contendo assinatura dos autores.

É vedada a submissão integral ou parcial do manuscrito a qualquer outro periódico. A responsabilidade do conteúdo dos artigos é exclusiva dos autores.

É vedada a tradução para outro idioma sem a autorização escrita do Editor ouvida a Comissão Editorial.

ANEXO B

FOOD CHEMISTRY

Submission of Papers

All manuscripts for Food Chemistry should be submitted online via EES - Elsevier Editorial System - <http://ees.elsevier.com/foodchem> . This is the preferred method of submission, and facilitates processing of your manuscript. Only in exceptional cases where the authors have no electronic facilities whatsoever, the author should submit one original copy of the manuscript, plus two photocopies and a copy on disk, to the Managing Editor:

Professor Gordon Birch

School of Food Biosciences

University of Reading

Whiteknights, PO Box 226

Reading RG6 6AP, UK

Authors are required to submit, with their manuscripts, the names and full contact details (including e-mail address) of 3 potential referees (who should not come from the same institute).

It is the author's responsibility to ensure that papers are written in clear and comprehensible English. Authors whose native language is not English are strongly advised to have their manuscripts checked by an English-speaking colleague prior to submission. English language help service: Upon request, Elsevier will direct authors to an agent who can check and improve the English of their paper (before submission). Please contact authorsupport@elsevier.com for further information.

Submission of a paper implies that it has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the Publisher.

Review Policy

A peer review system involving two or three reviewers is used to ensure high quality of manuscripts accepted for publication. The Managing Editor and Editors have the right to decline formal review of a manuscript when it is deemed that the manuscript is 1) on a topic outside the scope of the Journal; 2) lacking technical merit; 3) focused on foods or processes that are of narrow regional scope and significance; 4) fragmentary and providing marginally incremental results; or 5) is poorly written.

Types of Contributions

Original research papers; review articles; rapid communications; short communications; viewpoints; letters to the Editor; book reviews.

1. *Research papers* - original full-length research papers which have not been published previously, except in a preliminary form, and should not exceed 7,500 words (including allowance for no more than 6 tables and illustrations).
2. *Review articles* - will be accepted in areas of topical interest, will normally focus on literature published over the previous five years, and should not exceed 10,000 words (including allowance for no more than 6 tables and illustrations).
3. *Rapid communications* - an original research paper reporting a major scientific result or finding with significant implications for the research community, designated by the Editor.
4. *Short communications* - Short communications of up to 3000 words, describing work that may be of a preliminary nature but which merits immediate publication.
5. *Viewpoints* - Authors may submit viewpoints of about 1200 words on any subject covered by the Aims and Scope.
6. *Letters to the Editor* - Letters are published from time to time on matters of topical interest.
7. *Book reviews*

Manuscript Preparation

General: Manuscripts must be typewritten, double-spaced with wide margins on one side of white paper. Each page must be numbered, and lines must be consecutively numbered from the start to the end of the manuscript. Good quality printouts with a font size of 12 or 10 pt are required. The corresponding author should be identified (include a Fax number and E-mail address). Full postal addresses must be given for all co-authors. Authors should consult a recent issue of the journal for style if possible. An electronic copy of the paper should accompany the final version. The Editors reserve the right to adjust style to certain standards of uniformity. Authors should retain a copy of their manuscript since we cannot accept responsibility for damage or loss of papers. Original manuscripts are discarded one month after publication unless the Publisher is asked to return original material after use.

Abstracts: Each paper should be provided with an abstract of 100-150 words, reporting concisely on the purpose and results of the paper.

Text: Follow this order when typing manuscripts: Title, Authors, Affiliations, Abstract, Keywords, Main text, Acknowledgements, Appendix, References, Vitae, Figure Captions and then Tables. Do not import the Figures or Tables into your text. The corresponding author should be identified with an asterisk and footnote. All other footnotes (except for table footnotes) should be identified with superscript Arabic numbers. The title of the paper should unambiguously reflect its contents. Where the title exceeds 70 characters a suggestion for an abbreviated running title should be given.

Units: The SI system should be used for all scientific and laboratory data; if, in certain instances, it is necessary to quote other units, these should be added in parentheses. Temperatures should be given in degrees Celsius. The unit 'billion' (10^9 in America, 10^{12} in Europe) is ambiguous and should not be used.

Symbols: Abbreviations for units should follow the suggestions of the British Standards publication BS 1991. The full stop should not be included in abbreviations, e.g. m (not m.), ppm (not p.p.m.), % and '/' should be used in preference to 'per cent' and 'per'. Where abbreviations are likely to cause ambiguity or may not be readily understood by an international readership, units should be put in full.

Current recognised (IUPAC) chemical nomenclature should be used, although commonly

accepted trivial names may be used where there is no risk of ambiguity.

The use of proprietary names should be avoided. Papers essentially of an advertising nature will not be accepted.

References: All publications cited in the text should be presented in a list of references following the text of the manuscript. No more than 30 references should be cited in your manuscript. In the text refer to the author's name (without initials) and year of publication (e.g. "Steventon, Donald and Gladden (1994) studied the effects..." or "...similar to values reported by others (Anderson, Douglas, Morrison & Weiping, 1990)..."). For 2-6 authors all authors are to be listed at first citation. At subsequent citations use first author et al.. When there are more than 6 authors, first author et al. should be used throughout the text. The list of references should be arranged alphabetically by authors' names and should be as full as possible, listing all authors, the full title of articles and journals, publisher and year. The manuscript should be carefully checked to ensure that the spelling of authors' names and dates are exactly the same in the text as in the reference list.

References should be given in the following form:

Ahmed, I. A., & Robinson, R. K. (1999). The ability of date extracts to support the production of aflatoxins. *Food Chemistry*, 66(3), 307-312.
 Marasas, W. F. O. (1996). Fumonisin: History, worldwide occurrence and impact. In L. S. Jackson, J. W. DeVries, & L. B. Bullerman, *Fumonisin in food, advances in experimental medicine and biology*, vol. 392 (pp. 1-18). New York: Plenum Press.
 Massart, D. L., & Kauffmann, L. (1983). *Interpretation of analytical data by use of cluster analysis*. New York: Wiley.
 Noel, S., & Collin, S. (1995). Trans-2-nonenal degradation products during mashing. In *Proceedings of the 25th European brewery convention congress* (pp. 483-490). Oxford: IRL Press.

Citing and listing of web references. As a minimum, the full URL should be given. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly "Articles in Press" because they have not yet received their full bibliographic information. The correct format for citing a DOI is shown as follows (example taken from a document in the journal *Physics Letters B*):
 doi:10.1016/j.physletb.2003.10.071

When you use the DOI to create URL hyperlinks to documents on the web, they are guaranteed never to change.

Illustrations

Photographs, charts and diagrams are all to be referred to as "Figure(s)" and should be numbered consecutively in the order to which they are referred. They should accompany the

manuscript, but should not be included within the text. All illustrations should be clearly marked with the figure number and the author's name. All figures are to have a caption. Captions should be supplied on a separate sheet. Tables should be numbered consecutively and given a suitable caption and each table typed on a separate sheet. Footnotes to tables should be typed below the table and should be referred to by superscript lowercase letters. No vertical rules should be used. Tables should not duplicate results presented elsewhere in the manuscript (e.g. in graphs).

If, together with your accepted article, you submit usable colour figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in colour on the web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in colour in the printed version. For colour reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. Please note: Because of technical complications which can arise by converting colour figures to 'grey scale' (for the printed version should you not opt for colour in print) please submit in addition usable black and white prints corresponding to all the colour illustrations. As only one figure caption may be used for both colour and black and white versions of figures, please ensure that the figure captions are meaningful for both versions, if applicable.

Preparation of Supplementary Data

Elsevier now accepts electronic supplementary material (e-components) to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the Author additional possibilities to publish supporting applications, movies, animation sequences, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please ensure that data is provided in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the final version of the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Proofs

When your manuscript is received at the Publisher it is considered to be in its final form. Proofs are not to be regarded as 'drafts'. One set of page proofs in PDF format will be sent by e-mail to the corresponding author, to be checked for typesetting/editing. No changes in, or additions to, the accepted (and subsequently edited) manuscript will be allowed at this stage. Proofreading is solely your responsibility. A form with queries from the copy editor may accompany your proofs. Please answer all queries and make any corrections or additions required. The Publisher reserves the right to proceed with publication if corrections are not communicated. Return corrections within two working days of receipt of the proofs. Should there be no corrections, please confirm this. Elsevier will do everything possible to get your article corrected and published as quickly and accurately as possible. In order to do this we need your help. When you receive the (PDF) proof of your article for correction, it is important to ensure that all of your corrections are sent back to us in one communication. Subsequent corrections will not be possible, so please ensure your first sending is complete. Note that this does not mean you have any less time to make your corrections, just that only one set of corrections will be accepted. Proofs are to be returned to the Log-in Department, Elsevier Ltd, Bampfylde Street, Exeter, EX1 2AH, UK, fax +44 (0)1392 425370.

Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use. Copies of the issue can be ordered at a specially reduced rate using the order form sent to the corresponding author after the manuscript has been accepted.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to transfer copyright (for more information on copyright see <http://authors.elsevier.com>). This transfer will ensure the widest possible dissemination of information. A letter will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript. A form facilitating transfer of copyright will be provided. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: contact Elsevier Ltd., Global Rights Department, The Boulevard, Langford Lane, Oxford, OX5 1GB, UK; phone: (+44) 1865 843830, fax: (+44) 1865 853333, e-mail: permissions@elsevier.com

Author Enquiries

Authors can keep a track on the progress of their accepted article, by visiting <http://www.elsevier.com/trackarticle>. Other questions or queries will also be dealt with via the website <http://authors.elsevier.com>. Contact details for questions arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, are provided when an article is accepted for publication. Do not contact the editors - they do not have access to this information.

Food Chemistry carries no page charges

ANEXO C

BRITISH JOURNAL OF NUTRITION

The *British Journal of Nutrition* is an international peer-reviewed journal that publishes original papers, review articles and short communications in all branches of nutritional science. Short communications will be expedited through the review process. The underlying aim of all work should be, as far as possible, to develop nutritional concepts. The *British Journal of Nutrition* encompasses the full spectrum of nutritional science including epidemiology, dietary surveys, nutritional requirements and behaviour, metabolic studies, body composition, energetics, appetite, obesity, ageing, endocrinology, immunology, neuroscience, microbiology, genetics and molecular and cell biology. The journal does not publish case studies or papers on food technology, food science or food chemistry.

As a contributor you are asked to follow the guidelines set out below. Prospective authors may also contact the Editorial Office directly on +44 (0)20 7605 6555 (telephone), +44 20 7602 1756 (fax) or edoffice@nutsoc.org.uk (email).

Papers submitted for publication should be written in English and be as concise as possible. If English is not the first language of the authors then the paper should be checked by an English speaker. The *British Journal of Nutrition* now operates an on-line submission and reviewing system (eJournalPress). Authors should submit to the following address: <http://bjn.msubmit.net/>. Receipt of papers will be acknowledged immediately.

Papers should be accompanied by a statement of acceptance of the conditions laid down in the Directions to Contributors. The statement should affirm that the submission represents original work that has not been published previously, that it is not currently being considered by another journal, and that if accepted for the *British Journal of Nutrition* it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the Nutrition Society. It should also confirm that each author has seen and approved the contents of the submitted manuscript. At the time of acceptance the authors should provide a completed copy of the 'Licence to Publish' (in lieu of copyright transfer), which is available on the Nutrition Society's web pages (<http://www.nutritionociety.org>); the Society no longer requires copyright of the material published in the journal, only a 'Licence to Publish.' The authors or their institutions retain the copyright.

The manuscript must include a statement reporting any conflicts of interest, all sources of funding and the contribution of each author to the manuscript. This statement should be placed at the end of the text of the manuscript before the references are listed. If there are no conflicts of interest this must be stated. If the work was funded, please state "This work was supported by (for example) The Medical Research Council [grant number xxx (if applicable)]". If the research was not funded by any specific project grant, state "This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial or not-for-profit sectors." This journal adheres to the Committee on Publication Ethics (COPE) guidelines on research and publications ethics <http://www.publicationethics.org.uk/guidelines>. When substantial revisions are required to manuscripts, authors are given the opportunity to do this once only, the need for any further changes should at most reflect only minor issues. If a paper requiring revision is not resubmitted within 3 months, it may, on resubmission, be deemed a new paper and the date of receipt altered accordingly.

The *British Journal of Nutrition* publishes the following: Full Papers, Short Communications, Review Articles, Systematic Reviews, Horizons in Nutritional Science, Workshop Reports, Invited Commentaries, Letters to the Editor/Nutrition Discussion Forums, Book Reviews, Obituaries, Notices, Announcements and Editorials.

Full Papers, Short Communications, Reviews, Systematic Reviews, Horizons Articles and Workshop Reports should be submitted to: <http://bjn.msubmit.net/>. Please contact the Editorial Office on edoffice@nutsoc.org.uk regarding any other types of article.

Short Communications. Papers submitted as Short Communications should consist of an abstract (250 words maximum), and no more than 3000 words of text (including references). Each Short Communication can include up to two tables or one table and one figure, but these will be at the expense of text (one half-page table or figure is equivalent to about 500 words in two columns or 250 words in one column).

A short communication should describe a complete study that examines a specific question of scientific interest and that extends nutritional knowledge and understanding. The nature of the study or question being investigated means that the number of experiments or the amount of data presented is less than would be expected for a full publication. However, all aspects of scientific rigour and evaluation will be of the same standard as for a full publication.

Review Articles/Horizons in Nutritional Science. These will be handled by the Reviews Editor. Please contact the Editorial Office with any queries regarding the submission of potential review articles.

Systematic Reviews. These will be handled by the Systematic Reviews Editor. Please contact the Editorial Office with any queries regarding the submission of potential review articles.

Letters to the Editor/Nutrition Discussion Forum Letters are invited that discuss, criticise or develop themes put forward in papers published in the *British Journal of Nutrition* or that deal with matters relevant to it. They should not, however, be used as a means of publishing new work. Acceptance will be at the discretion of the Editorial Board, and editorial changes may be required. Wherever possible, letters from responding authors will be included in the same issue.

Form of full papers submitted for publication. The onus of preparing a paper in a form suitable for sending to press lies with the author. Authors are advised to consult a current issue in order to make themselves familiar with the *British Journal of Nutrition* as to typographical and other conventions, layout of tables etc. Sufficient information should be given to permit repetition of the published work by any competent reader of the *British Journal of Nutrition*. Authors are encouraged to consult the latest guidelines produced by the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), which contains a lot of useful generic information about preparing scientific papers <http://www.icmje.org/> and also the CONSORT guidelines for reporting results of randomised trials <http://www.consort-statement.org/>.

Authors are invited to nominate up to four potential referees who may then be asked by the Editorial Board to help review the work.

Typescripts should be prepared with 1.5 line spacing and wide margins (2 cm), the preferred font being Times New Roman size 12. At the ends of lines words should not be hyphenated unless hyphens are to be printed. Line numbering and page numbering is required.

Spelling should generally be that of the *Concise Oxford Dictionary* (1995), 9th ed. Oxford: Clarendon Press. Papers should normally be divided into the following parts:

(a) *Title page*: authors' names should be given without titles or degrees and one forename may be given in full. The name and address of the institution where the work was performed should be given, as well as the main address for each author.

The name and address of the author to whom correspondence should be sent should be clearly stated, together with telephone and fax numbers and email address. Other authors should be linked to their address using superscript Arabic numerals.

Any necessary descriptive material about the authors, e.g. Beit Memorial Fellow, should appear at the end of the paper in the Acknowledgments.

If the paper is one of a series of papers that have a common main title followed by a subtitle specific to the individual paper, numbering should not be used to indicate the sequence of papers. The format should be 'common title: specific subtitle', with a short common title, e.g. Partitioning of limiting protein and energy in the growing pig: testing quantitative rules against experimental data.

The title page should also contain a shortened version of the paper's title, not exceeding forty-five letters and spaces in length, suitable for use as a running title in the published paper.

Authors are asked to supply three or four key words or phrases (each containing up to three words) on the title page of the typescript.

(b) *Abstract*: each paper must open with an abstract of not more than 250 words. The abstract should be a single paragraph of continuous text outlining the aims of the work, the experimental approach taken, the principal results and the conclusions and their relevance to nutritional science.

(c) *Introduction*: it is not necessary to introduce a paper with a full account of the relevant literature, but the introduction should indicate briefly the nature of the question asked and the reasons for asking it. It should be no longer than two pages.

(d) *Experimental methods*: methods should appear after the introduction.

(e) *Results*: these should be given as concisely as possible, using figures or tables as appropriate.

(f) *Discussion*: while it is generally desirable that the presentation of the results and the discussion of their significance should be presented separately, there may be occasions when combining these sections may be beneficial. Authors may also find that additional or alternative sections such as 'conclusions' may be useful. The discussion should be no longer than five pages.

(g) *Acknowledgments*: these should be given in a single paragraph after the discussion and include the following information: source of funding, declaration regarding any conflicts of interest and a brief statement as to the contribution(s) of each author.

(h) *References*: these should be given in the text using the Vancouver system. They should be numbered consecutively in the order in which they first appear in the text using superscript Arabic numerals in parentheses, e.g. 'The conceptual difficulty of this approach has recently been highlighted(1,2-4)'. If a reference is cited more than once the same number should be used each time. References cited only in tables and figure legends and not in the text should be numbered in sequence from the last number used in the text and in the order of mention of the individual tables and figures in the text. At the end of the paper, on a page(s) separate from the text, references should be listed in numerical order. When an article has more than three authors only the names of the first three authors should be given followed by '*et al.*' The issue number should be omitted if there is continuous pagination throughout a volume. Names and initials of authors of unpublished work should be given in the text as 'unpublished results' and not included in the References. Titles of journals should appear in their abbreviated form using the NCBI LinkOut page <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/linkout/journals/jourlists.fcgi?typeid=1&type=journals&operation>Show> References to books and monographs should include the town of publication and the number of the edition to which reference is made. Thus:

1. Setchell KD, Faughnan MS, Avades T *et al.* (2003) Comparing the pharmacokinetics of daidzein and genistein with the use of ¹³C-labeled tracers in premenopausal women. *Am J Clin Nutr* 77, 411–419.
2. Barker DJ, Winter PD, Osmond C *et al.* (1989) Weight in infancy and death from ischaemic heart disease. *Lancet* ii, 577–580.
3. Forchielli ML & Walker WA (2005) The role of gut-associated lymphoid tissues and mucosal defence. *Br J Nutr* 93, Suppl. 1, S41–S48.

4. Bradbury J, Thomason JM, Jepson NJA *et al.* (2003) A nutrition education intervention to increase the fruit and vegetable intake of denture wearers. *Proc Nutr Soc* 62, 86A.
 5. Frühbeck G, Gómez-Ambrosi J, Muruzabal FJ *et al.* (2001) The adipocyte: a model for integration of endocrine and metabolic signaling in energy metabolism regulation. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 280, E827–E847.
 6. Han KK, Soares JM Jr, Haidar MA *et al.* (2002) Benefits of soy isoflavone therapeutic regimen on menopausal symptoms. *Obst Gynecol* 99, 389–394.
 7. Uhl M, Kassie F, Rabot S *et al.* (2004) Effect of common Brassica vegetables (Brussels sprouts and red cabbage) on the development of preneoplastic lesions induced by 2-amino-3-methylimidazo[4,5-f]quinoline (IQ) in liver and colon of Fischer 344 rats. *J Chromatogr* 802B, 225–230.
 8. Hall WL, Vafeiadou K, Hallund J *et al.* (2005) Soy isoflavone enriched foods and inflammatory biomarkers of cardiovascular risk in postmenopausal women: interactions with genotype and equol production. *Am J Clin Nutr* (In the Press).
 9. Skurk T, Herder C, Kraft I *et al.* (2004) Production and release of macrophage migration inhibitory factor from human adipocytes. *Endocrinology* (Epublication ahead of print version).
 10. Skurk T, Herder C, Kraft I *et al.* (2005) Production and release of macrophage migration inhibitory factor from human adipocytes. *Endocrinology* 146, 1006–1011; Epublication 2 December 2004.
 11. Bradbury J (2002) Dietary intervention in edentulous patients. PhD Thesis, University of Newcastle.
 12. Ailhaud G & Hauner H (2004) Development of white adipose tissue. In *Handbook of Obesity. Etiology and Pathophysiology*, 2nd ed., pp. 481–514 [GA Bray and C Bouchard, editors]. New York: Marcel Dekker.
 13. Bruinsma J (editor) (2003) *World Agriculture towards 2015/2030: An FAO Perspective*. London: Earthscan Publications.
 14. Griinari JM & Bauman DE (1999) Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. In *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*, vol. 1, pp. 180–200 [MP Yurawecz, MM Mossoba, JKG Kramer, MW Pariza and GJ Nelson, editors]. Champaign, IL: AOCS Press.
 15. Henderson L, Gregory J, Irving K *et al.* (2004) *National Diet and Nutrition Survey: Adults Aged 19 to 64 Years*. vol. 2: *Energy, Protein, Fat and Carbohydrate Intake*. London: The Stationery Office.
 16. International Agency for Research on Cancer (2004) *Cruciferous Vegetables, Isothiocyanates and Indoles*. *IARC Handbooks of Cancer Prevention* no. 9 [H Vainio and F Bianchini, editors]. Lyon, France: IARC Press.
 17. Linder MC (1996) Copper. In *Present Knowledge in Nutrition*, 7th ed., pp. 307–319 [EE Zeigler and LJ Filer Jr, editors]. Washington, DC: ILSI Press.
 18. World Health Organization (2003) *Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases*. *Joint WHO/FAO Expert Consultation*. *WHO Technical Report Series* no. 916. Geneva: WHO.
 19. Keiding L (1997) *Astma, Allergi og Anden Overfølsomhed i Danmark – Og Udviklingen 1987–1991 (Asthma, Allergy and Other Hypersensitivities in Denmark, 1987–1991)*. Copenhagen, Denmark: Dansk Institut for Klinisk Epidemiologi.
- References to material available on websites should include the full Internet address, and the date of the version cited. Thus:
20. Department of Health (1997) Committee on Toxicity of Chemicals in Food Consumer Products and the Environment. Statement on vitamin B6 (pyridoxine) toxicity. <http://www.open.gov.uk/doh/hef/B6.htm>

21. Kramer MS & Kakuma R (2002) *The Optimal Duration of Exclusive Breastfeeding: A Systematic Review*. Rome: WHO; available at http://www.who.int/nut/documents/optimal_duration_of_exc_bfeeding_review_eng.pdf
22. Hooper L, Thompson RL, Harrison RA *et al.* (2004) Omega 3 fatty acids for prevention and treatment of cardiovascular disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, issue 4, CD003177.
<http://www.mrw.interscience.wiley.com/cochrane/clsysrev/articles/CD003177/frame.html>
23. Nationmaster (2005) HIV AIDS – Adult prevalence rate.
http://www.nationmaster.com/graph-T/hea_hiv_aid_adu_pre_rat (accessed June 2005).

Mathematical modelling of nutritional processes. Papers in which mathematical modelling of nutritional processes forms the principal element will be considered for publication provided: (a) they are based on sound biological and mathematical principles; (b) they advance nutritional concepts or identify new avenues likely to lead to such advances; (c) assumptions used in their construction are fully described and supported by appropriate argument; (d) they are described in such a way that the nutritional purpose is clearly apparent; (e) the contribution of the model to the design of future experimentation is clearly defined.

Units. Results should be presented in metric units according to the International System of Units (see *Quantities, Units, and Symbols* (1971) London: The Royal Society, and *Metric Units, Conversion Factors and Nomenclature in Nutritional and Food Sciences* (1972) London: The Royal Society – as reproduced in *Proceedings of the Nutrition Society* (1972) 31, 239–247). SI units should be used throughout the paper. The author will be asked to convert any values that are given in any other form. The only exception is where there is a unique way of expressing a particular variable that is in widespread use. Energy values must be given in Joules (MJ or kJ) using the conversion factor 1 kcal = 4.184 kJ. If required by the author, the value in kcal can be given afterwards in parentheses. Temperature is given in degrees Celsius (°C). Vitamins should be given as mg or µg, not as IU.

For substances of known molecular mass (Da) or relative molecular mass, e.g. glucose, urea, Ca, Na, Fe, K, P, values should be expressed as mol/l; for substances of indeterminate molecular mass (Da) or relative molecular mass, e.g. phospholipids, proteins, and for trace elements, e.g. Cu, Zn, then g/l should be used.

Time. The 24 h clock should be used, e.g. 15.00 hours.

Units are: year, month, week, d, h, min, s, kg, g, mg, µg, litre, ml, µl, fl. To avoid misunderstandings, the word litre should be used in full, except in terms like g/l. Radioactivity should be given in becquerels (Bq or GBq) not in Ci. 1 MBq = 27.03 µCi (1Bq = 1 disintegration/s).

Statistical treatment of results. Data from individual replicates should not be given for large experiments, but may be given for small studies. The methods of statistical analysis used should be described, and references to statistical analysis packages included in the text, thus: Statistical Analysis Systems statistical software package version 6.11 (SAS Institute, Cary, NC, USA). Information such as analysis of variance tables should be given in the paper only if they are relevant to the discussion. A statement of the number of replicates, their average value and some appropriate measure of variability is usually sufficient.

Comparisons between means can be made by using either confidence intervals (CI) or significance tests. The most appropriate of such measures is usually the standard error of a difference between means (SED), or the standard errors of the means (SE or SEM) when these vary between means. The standard deviation (SD) is more useful only when there is specific interest in the variability of individual values. The degrees of freedom (df) associated

with SED, SEM or SD should also be stated. The number of decimal places quoted should be sufficient but not excessive. Note that pH is an exponential number, as are the log(10) values often quoted for microbial numbers. Statistics should be carried out on the scalar rather than the exponential values.

If comparisons between means are made using CI, the format for presentation is, e.g. 'difference between means 0.73 (95 % CI 0.314, 1.36) g'. If significance tests are used, a statement that the difference between the means for two groups of values is (or is not) statistically significant should include the level of significance attained, preferably as an explicit *P* value (e.g. $P=0.016$ or $P=0.32$) rather than as a range (e.g. $P<0.05$ or $P>0.05$). It should be stated whether the significance levels quoted are one-sided or two-sided. Where a multiple comparison procedure is used, a description or explicit reference should be given. Where appropriate, a superscript notation may be used in tables to denote levels of significance; similar superscripts should denote lack of a significant difference.

Where the method of analysis is unusual, or if the experimental design is at all complex, further details (e.g. experimental plan, raw data, confirmation of assumptions, analysis of variance tables, etc.) should be included.

Figures. In curves presenting experimental results the determined points should be clearly shown, the symbols used being, in order of preference, ○, ●, Δ, ▲, □, ■, ×, +□. Curves and symbols should not extend beyond the experimental points. Scale-marks on the axes should be on the inner side of each axis and should extend beyond the last experimental point. Ensure that lines and symbols used in graphs and shading used in histograms are large enough to be easily identified when the figure is reduced to fit the printed page.

Figures and diagrams can be prepared using most applications but please do not use the following: cdx, chm, jnb or PDF. All figures should be numbered and legends should be provided. Each figure, with its legend, should be comprehensible without reference to the text and should include definitions of abbreviations. Latin names for unusual species should be included unless they have already been specified in the text. Each figure will be positioned near the point in the text at which it is first introduced unless instructed otherwise.

Note that authors will be charged 350 GBP for the publication of colour figures. Authors from countries entitled to free journal access through HINARI will be exempt from these charges.

Refer to a recent copy of the journal for examples of figures.

Plates. The *British Journal of Nutrition* will now also consider the inclusion of illustrations and photomicrographs. The size of photomicrographs may have to be altered in printing; in order to avoid mistakes the magnification should be shown by scale on the photograph itself. The scale with the appropriate unit together with any lettering should be drawn by the author, preferably using appropriate software.

Tables. Tables should carry headings describing their content and should be comprehensible without reference to the text. Tables should not be subdivided by ruled lines. The dimensions of the values, e.g. mg/kg, should be given at the top of each column. Separate columns should be used for measures of variance (SD, SE etc.), the ± sign should not be used. The number of decimal places used should be standardized; for whole numbers 1.0, 2.0 etc. should be used. Shortened forms of the words weight (wt) height (ht) and experiment (Expt) may be used to save space in tables, but only Expt (when referring to a specified experiment, e.g. Expt 1) is acceptable in the heading.

Footnotes are given in the following order: (1) abbreviations, (2) superscript letters, (3) symbols. Abbreviations are given in the format: RS, resistant starch. Abbreviations appear in the footnote in the order that they appear in the table (reading from left to right across the

table, then down each column). Abbreviations in tables must be defined in footnotes. Symbols for footnotes should be used in the sequence: *†‡§||¶, then ** etc. (omit * or †, or both, from the sequence if they are used to indicate levels of significance).

For indicating statistical significance, superscript letters or symbols may be used. Superscript letters are useful where comparisons are within a row or column and the level of significance is uniform, e.g. 'a,b,c Mean values within a column with unlike superscript letters were significantly different ($P < 0.05$)'. Symbols are useful for indicating significant differences between rows or columns, especially where different levels of significance are found, e.g. 'Mean values were significantly different from those of the control group: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$ '. The symbols used for P values in the tables must be consistent.

Tables should be placed at the end of the text. Each table will be positioned near the point in the text at which it is first introduced unless instructed otherwise.

Please refer to a recent copy of the journal for examples of tables.

Chemical formulas. These should be written as far as possible on a single horizontal line. With inorganic substances, formulas may be used from first mention. With salts, it must be stated whether or not the anhydrous material is used, e.g. anhydrous CuSO_4 , or which of the different crystalline forms is meant, e.g. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Descriptions of solutions, compositions and concentrations. Solutions of common acids, bases and salts should be defined in terms of molarity (M), e.g. 0.1 M- NaH_2PO_4 . Compositions expressed as mass per unit mass (w/w) should have values expressed as ng, μg , mg or g per kg; similarly for concentrations expressed as mass per unit volume (w/v), the denominator being the litre. If concentrations or compositions are expressed as a percentage, the basis for the composition should be specified (e.g. % (w/w) or % (w/v) etc.). The common measurements used in nutritional studies, e.g. digestibility, biological value and net protein utilization, should be expressed as decimals rather than as percentages, so that amounts of available nutrients can be obtained from analytical results by direct multiplication. See *Metric Units, Conversion Factors and Nomenclature in Nutritional and Food Sciences*. London: The Royal Society, 1972 (para. 8).

Cell lines. The Journal expects authors to deposit cell lines (including microbial strains) used in any study to be published in publicly accessible culture collections, for example, the European Collection of Cell Cultures (ECACC) or the American Type Culture Collection (ATCC) and to refer to the collection and line or strain numbers in the text (e.g. ATCC 53103). Since the authenticity of subcultures of culture collection specimens that are distributed by individuals cannot be ensured, authors should indicate laboratory line or strain designations and donor sources as well as original culture collection identification numbers.

Nomenclature of vitamins. Most of the names for vitamins and related compounds that are accepted by the Editors are those recommended by the IUNS Committee on Nomenclature. See *Nutrition Abstracts and Reviews* (1978) 48A, 831–835.

*Acceptable name Other names**

Vitamin A

Retinol Vitamin A1

Retinaldehyde, retinal Retinene

Retinoic acid (all-*trans* or 13-*cis*) Vitamin A1 acid

3-Dehydroretinol Vitamin A2

Vitamin D

Ergocalciferol, ercalciol Vitamin D2 calciferol

Cholecalciferol, calciol Vitamin D3 *Vitamin E*

α -, β - and γ -tocopherols plus

tocotrienols

Vitamin K

Phylloquinone Vitamin K1

Menaquinone-n (MK-n)† Vitamin K2

Menadione Vitamin K3,

menaquinone,

menaphthone

Vitamin B1

Thiamin Aneurin(e), thiamine

Vitamin B2

Riboflavin Vitamin G, riboflavine,

lactoflavin

Niacin

Nicotinamide Vitamin PP

Nicotinic acid

Folic Acid

Pteroyl(mono)glutamic acid Folacin, vitamin Bc or M

Vitamin B6

Pyridoxine Pyridoxol

Pyridoxal

Pyridoxamine

Vitamin B12

Cyanocobalamin

Hydroxocobalamin Vitamin B12a or B12b

Aquocobalamin

Methylcobalamin

Adenosylcobalamin

*Inositol**Myo*-inositol *Meso*-inositol*Choline**Pantothenic acid**Biotin* Vitamin H*Vitamin C*

Ascorbic acid

Dehydroascorbic acid

*Including some names that are still in use elsewhere, but are not used by the *British Journal of Nutrition*.

†Details of the nomenclature for these and other naturally-occurring quinones should follow the Tentative Rules of the IUPAC-IUB Commission on Biochemical Nomenclature (see *European Journal of Biochemistry* (1975) 53, 15–18).

Generic descriptors. The terms vitamin A, vitamin C and vitamin D may still be used where appropriate, for example in phrases such as ‘vitamin A deficiency’, ‘vitamin D activity’.

Vitamin E. The term vitamin E should be used as the descriptor for all tocol and tocotrienol derivatives exhibiting qualitatively the biological activity of α -tocopherol. The term tocopherols should be used as the generic descriptor for all methyl tocols. Thus, the term tocopherol is not synonymous with the term vitamin E.

Vitamin K. The term vitamin K should be used as the generic descriptor for 2-methyl-1,4-naphthoquinone (menaphthone) and all derivatives exhibiting qualitatively the biological activity of phylloquinone (phytylmenaquinone).

Niacin. The term niacin should be used as the generic descriptor for pyridine 3-carboxylic acid and derivatives exhibiting qualitatively the biological activity of nicotinamide.

Vitamin B6. The term vitamin B6 should be used as the generic descriptor for all 2-methylpyridine derivatives exhibiting qualitatively the biological activity of pyridoxine.

Folate. Due to the wide range of C-substituted, unsubstituted, oxidized, reduced and mono- or polyglutamyl side-chain derivatives of pteroylmonoglutamic acid that exist in nature, it is not possible to provide a complete list. Authors are encouraged to use either the generic name or the correct scientific name(s) of the derivative(s), as appropriate for each circumstance.

Vitamin B12. The term vitamin B12 should be used as the generic descriptor for all corrinoids exhibiting qualitatively the biological activity of cyanocobalamin. The term corrinoids should be used as the generic descriptor for all compounds containing the corrin nucleus and thus chemically related to cyanocobalamin. The term corrinoid is not synonymous with the term vitamin B12.

Vitamin C. The terms ascorbic acid and dehydroascorbic acid will normally be taken as referring to the naturally-occurring L-forms. If the subject matter includes other optical isomers, authors are encouraged to include the L- or D- prefixes, as appropriate. The same is true for all those vitamins which can exist in both natural and alternative isomeric forms.

Amounts of vitamins and summation. Weight units are acceptable for the amounts of vitamins in foods and diets. For concentrations in biological tissues, SI units should be used; however, the authors may, if they wish, also include other units, such as weights or international units, in parentheses.

See *Metric Units, Conversion Factors and Nomenclature in Nutritional and Food Sciences* (1972) paras 8 and 14–20. London: The Royal Society.

Nomenclature of fatty acids and lipids. In the description of results obtained for the analysis of fatty acids by conventional GLC, the shorthand designation proposed by Farquhar JW, Insull W, Rosen P, Stoffel W & Ahrens EH (*Nutrition Reviews* (1959), 17, Suppl.) for individual fatty acids should be used in the text, tables and figures. Thus, 18 : 1 should be used to represent a fatty acid with eighteen carbon atoms and one double bond; if the position and configuration of the double bond is unknown. The shorthand designation should also be used in the abstract. If the positions and configurations of the double bonds are known, and these are important to the discussion, then a fatty acid such as linoleic acid may be referred to as *cis*-9,*cis*-12-18 : 2 (positions of double bonds related to the carboxyl carbon atom 1). However, to illustrate the metabolic relationship between different unsaturated fatty acid families, it is sometimes more helpful to number the double bonds in relation to the terminal methyl carbon atom, *n*. The preferred nomenclature is then: 18 : 3*n*-3 and 18 : 3*n*-6 for α -linolenic and γ -linolenic acids respectively; 18 : 2*n*-6 and 20 : 4*n*-6 for linoleic and arachidonic acids respectively and 18 : 1*n*-9 for oleic acid. Positional isomers such as α - and γ -linolenic acid should always be clearly distinguished. It is assumed that the double bonds are methylene-interrupted and are of the *cis*-configuration (see Holman RT in *Progress in the Chemistry of Fats and Other Lipids* (1966) vol. 9, part 1, p. 3. Oxford: Pergamon Press). Groups of fatty acids that have a common chain length but vary in their double bond content or double bond position should be referred to, for example, as C20 fatty acids or C20 PUFA. The modern nomenclature for glycerol esters should be used, i.e. triacylglycerol, diacylglycerol, monoacylglycerol *not* triglyceride, diglyceride, monoglyceride. The form of fatty acids used in diets should be clearly stated, i.e. whether ethyl esters, natural or refined fats or oils. The composition of the fatty acids in the dietary fat and tissue fats should be stated clearly, expressed as mol/100 mol or g/100 g total fatty acids.

Nomenclature of micro-organisms. The correct name of the organism, conforming with international rules of nomenclature, should be used: if desired, synonyms may be added in parentheses when the name is first mentioned. Names of bacteria should conform to the current Bacteriological Code and the opinions issued by the International Committee on Systematic Bacteriology. Names of algae and fungi must conform to the current International

Code of Botanical Nomenclature. Names of protozoa should conform to the current International Code of Zoological Nomenclature.

Nomenclature of plants. For plant species where a common name is used that may not be universally intelligible, the Latin name in italics should follow the first mention of the common name. The cultivar should be given where appropriate.

Other nomenclature, symbols and abbreviations. Authors should consult recent issues of the *British Journal of Nutrition* for guidance. The IUPAC rules on chemical nomenclature should be followed, and the Recommendations of the IUPAC-IUB Commission on Biochemical Nomenclature (see *Biochemical Journal* (1978) 169, 11–14). The symbols and abbreviations, other than units, are essentially those listed in *British Standard 5775* (1979–1982), *Specifications for Quantities, Units and Symbols*, parts 0–13. Day should be abbreviated to d, for example 7 d, except for ‘each day’, ‘7th day’ and ‘day 1’.

Elements and simple chemicals (e.g. Fe and CO₂) can be referred to by their chemical symbol (with the exception of arsenic and iodine, which should be written in full) or formula from the first mention in the text; the title, text and table headings, and figure legends can be taken as exceptions. Well-known abbreviations for chemical substances may be used without explanation, thus: RNA for ribonucleic acid and DNA for deoxyribonucleic acid. Other substances that are mentioned frequently (five or more times) may also be abbreviated, the abbreviation being placed in parentheses at the first mention, thus: lipoprotein lipase (LPL), after that, LPL, and an alphabetical list of abbreviations used should be included. Only accepted abbreviations may be used in the title and text headings. If an author’s initials are mentioned in the text, they should be distinguished from other abbreviations by the use of stops, e.g. ‘one of us (P. J. H.)...’. For UK counties the official names given in the *Concise Oxford Dictionary* (1995) should be used and for states of the USA two-letter abbreviations should be used, e.g. MA (not Mass.) and IL (not Ill.).

Numbers. Numerals should be used with units, for example, 10 g, 7 d, 4 years (except when beginning a sentence, thus: ‘Four years ago...’); otherwise, words (except when 100 or more), thus: one man, ten ewes, ninety-nine flasks, three times (but with decimal, 2.5 times), 100 patients, 120 cows, 136 samples.

Abbreviations. The following abbreviations are accepted without definition by the *British Journal of Nutrition*:

ADP (GDP) adenosine (guanosine) 5'-disphosphate
 AIDS acquired immune deficiency syndrome
 AMP (GMP) adenosine (guanosine) 5'-monophosphate
 ANOVA analysis of variance
 apo apolipoprotein
 ATP (GTP) adenosine (guanosine) 5'-triphosphate
 BMI body mass index
 BMR basal metabolic rate
 bp base pair
 BSE bovine spongiform encephalopathy
 CHD coronary heart disease
 CI confidence interval
 CJD Creutzfeldt-Jacob disease
 CoA and acyl-CoA co-enzyme A and its acyl derivatives
 CV coefficient of variation
 CVD cardiovascular disease
 Df degrees of freedom
 DHA docosahexaenoic acid
 DM dry matter

DNA deoxyribonucleic acid
dpm disintegrations per minute
EDTA ethylenediaminetetra-acetic acid
ELISA enzyme-linked immunosorbent assay
EPA eicosapentaenoic acid
Expt experiment (for specified experiment, e.g. Expt 1)
FAD flavin-adenine dinucleotide
FAO Food and Agriculture Organization (except when used as an author)
FFQ food-frequency questionnaire
FMN flavin mononucleotide
GC gas chromatography
GLC gas-liquid chromatography
GLUT glucose transporter
GM genetically modified
Hb haemoglobin
HDL high-density lipoprotein
HEPES 4-(2-hydroxyethyl)-1-piperazine-ethanesulfonic acid
HIV human immunodeficiency virus
HPLC high-performance liquid chromatography
Ig immunoglobulin
IHD ischaemic heart disease
IL interleukin
IR infra red
kb kilobases
K_m Michaelis constant
LDL low-density lipoprotein
MHC major histocompatibility complex
MRI magnetic resonance imaging
MS mass spectrometry
MUFA monounsaturated fatty acids
NAD⁺, NADH oxidized and reduced nicotinamide-adenine dinucleotide
NADP⁺, NADPH oxidized and reduced nicotinamide-adenine dinucleotide phosphate
NEFA non-esterified fatty acids
NF- κ B nuclear factor kappa B
NMR nuclear magnetic resonance
NS not significant
NSP non-starch polysaccharide
OR odds ratio
PAGE polyacrylamide gel electrophoresis
PBS phosphate-buffered saline
PCR polymerase chain reaction
PG prostaglandin
PPAR peroxisome proliferator-activated receptor
PUFA polyunsaturated fatty acids
RDA recommended dietary allowance
RER respiratory exchange ratio
RIA radioimmunoassay
RMR resting metabolic rate
RNA, mRNA etc. ribonucleic acid, messenger RNA etc.
rpm revolutions per minute

RT reverse transcriptase
 SCFA short-chain fatty acids
 SDS sodium dodecyl sulphate
 SED standard error of the difference between means
 SFA saturated fatty acids
 TAG triacylglycerol
 TCA trichloroacetic acid
 TLC thin-layer chromatography
 TNF tumour necrosis factor
 UN United Nations (except when used as an author)
 UNICEF United Nations International Children's Emergency Fund
 UV ultra violet

VLDL very-low-density lipoprotein

VO₂ O₂ consumption

VO₂max maximum O₂ consumption

WHO World Health Organization (except when used as an author)

Use of three-letter versions of amino acids in tables: Leu, His, etc.

CTP, UTP, GTP, ITP, as we already use ATP, AMP etc.

Disallowed words and phrases. The following are disallowed by the *British Journal of Nutrition*:

deuterium or tritium (use 2H and 3H)

c.a. or around (use approximately or about)

canola (use rapeseed)

ether (use diethyl ether)

free fatty acids (use NEFA)

isocaloric/calorie (use isoenergetic/energy)

quantitate (use quantify)

unpublished data or observations (use unpublished results)

Ethics of human experimentation. The notice of contributors is drawn to the guidelines in the World Medical Association (2000) Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, with notes of clarification of 2002 and 2004 (<http://www.wma.net/e/policy/b3.htm>), the *Guidelines on the Practice of Ethics Committees Involved in Medical Research Involving Human Subjects* (3rd ed., 1996; London: The Royal College of Physicians) and the Guidelines for the Ethical Conduct of Medical Research Involving Children, revised in 2000 by the Royal College of Paediatrics and Child Health: Ethics Advisory Committee (*Arch Dis Child* (2000) 82, 177–182). A paper describing any experimental work on human subjects should include a statement that ethical approval has been obtained.

Animal experimentation. The Editors will not accept papers reporting work carried out using inhumane procedures. Authors should indicate that their experiments have been approved by the appropriate local or national ethics committee for animal experiments.

Disclosure of financial support and other relevant interests. The source of funding should be identified in the acknowledgement section of the manuscript. All potential conflicts of interest, or financial interests of the author in a product or company that is relevant to the article, should be declared.

Proofs. PDF proofs are sent to authors in order that they make sure that the paper has been correctly set up in type. Excessive alterations involving changes other than typesetting errors may have to be disallowed or made at the author's expense. All corrections should be made in ink in the margins: marks made in the text should be only those indicating the place to which the corrections refer.

Corrected proofs should be returned within 3 days either by Express mail or email to:
 Emma Pearce Production Editor Journals Department Cambridge University Press The
 Edinburgh Building Shaftesbury Road Cambridge CB2 2RU UK Telephone: +44 1223
 325032 Fax: +44 1223 325802 Email: bjnproduction@cambridge.org

If corrected proofs are not received from authors within 7 days the paper may be published as it stands.

Offprints. A copy of the issue and a PDF file of the paper will be supplied free of charge to the corresponding author of each paper or short communication, and offprints may be ordered on the order form sent with the proofs.

SUBMISSION PROCESS

The *British Journal of Nutrition* now operates an on-line submission and reviewing system (eJournalPress). Authors should submit to the following address: <http://bjn.msubmit.net/>. If any difficulties are encountered please contact the Publications Office immediately.

The manuscript submission process is broken into a series of four screens that gather detailed information about your manuscript and allow you to upload the appropriate text and figure/table files. The sequence of screens is as follows:

1. A form requesting author details, manuscript title, abstract, and associated information and the file quantities. Although there is the option of saving your information and returning to complete your submission at a later date we strongly advise you to submit your paper in one session if possible.
2. A screen asking for the actual file locations (via an open file dialogue). After completing this screen, your files will be uploaded to our server.
3. A completion screen that will provide you with a specific manuscript number for your manuscript. You may be asked to select the order in which your uploaded files should be presented.
4. An approval screen that will allow you to verify that your manuscript has been uploaded and converted to PDF correctly. Each converted file must be approved individually to complete your online submission. If the conversion is not correct, you can replace or delete your manuscript files as necessary. After you have reviewed the converted files, you will need to click on "Approve Manuscript". This link will have a red arrow next to it.

Throughout the system, red arrows reflect pending action items that you should address.

Before submitting a manuscript, please gather the following details for all authors:

- . Title, First and Last Names
- . Full Postal Address for Corresponding Author only
- . Institutions
- . Country
- . Work Fax Number for Corresponding Author only (including international dialling code)
- . Email addresses

In addition we require full manuscript details:

- . Covering Letter
- . Title (you may copy and paste this from your manuscript)
- . Abstract (you may copy and paste this from your manuscript)
- . Manuscript files in Word, WordPerfect, or RTF format.
- . Ideally manuscript files should have the tables/figures given at the end of the article.
- . For illustrations, preferred software packages are Adobe Illustrator, Adobe Photoshop, Aldus Freehand, Chemdraw or CorelDraw. Preferred formats are TIFF or JPEG, if a TIFF file

is not possible save as an EPS or a windows metafile. Figures should be submitted as separate files, not as part of the main body of the manuscript.

Please provide contact details for up to four potential Referees (email addresses and institutions).

For further information, please contact the Publications Office:

Tel: +44 (0)20 7605 6555 Fax: +44 (0) 20 7602 1756 Email: edoffice@nutsoc.org.uk
(Revised October 2008)