

MARIA CAROLINA GONÇALVES PITA

Fontes marinhas e vegetais de PUFAs na dieta de poedeiras: efeito na composição lipídica da gema do ovo e tempo de incorporação dos ácidos graxos

São Paulo

2007

MARIA CAROLINA GONÇALVES PITA

Fontes marinhas e vegetais de PUFAs na dieta de poedeiras: efeito na composição lipídica da gema do ovo e tempo de incorporação dos ácidos graxos

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Clínica Médica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção de título de Doutor em Medicina Veterinária

Departamento:

Clínica Médica

Área de Concentração:

Clínica Veterinária

Orientador:

Prof. Dr. Cássio Xavier de Mendonça Júnior

São Paulo

2007

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virgínia Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.1859
FMVZ

Pita, Maria Carolina Gonçalves

Fontes marinhas e vegetais de PUFA's na dieta de poedeiras: efeito na composição lipídica da gema do ovo e tempo de incorporação dos ácidos graxos / Maria Carolina Gonçalves Pita. – São Paulo : M. C. G. Pita, 2007.
136 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Clínica Médica, 2007.

Programa de Pós-Graduação: Clínica Veterinária.
Área de concentração: Clínica Médica.

Orientador: Prof. Dr. Cássio Xavier de Mendonça Júnior.

1. Ácidos graxos poliinsaturados. 2. Óleos na dieta.
3. Ômega-3. 4. Ácidos graxos plasmáticos. 5. Ovos. I. Título.

ERRATA

PITA, M. C. G. **Fontes marinhas e vegetais de PUFAs na dieta de poedeiras**: efeito na composição lipídica da gema de ovo e tempo de incorporação dos ácidos graxos. 2007. 136 f. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

Folha	Parágrafo	Linha	Onde se lê	Leia-se
Folha de rosto	3º	2ª	Clínica Médica	Clínica Veterinária
Ficha catalográfica	6º	1ª	Clínica Médica	Clínica Veterinária
Folha de avaliação	4º	2ª	Clínica Médica	Clínica Veterinária
Abstract	2º	4ª	(Doutorado em Clínica Médica Veterinária)	(Doutorado em Clínica Veterinária)



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira"


Comissão de Bioética

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Tempo de incorporação dos ácidos graxos poliinsaturados na gema de ovos de aves alimentadas com rações contendo diferentes fontes de PUFA's n-3, qualidade e desempenho das aves", protocolo nº642/2005, utilizando 240 galinhas, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Cássio Xavier de Mendonça Júnior, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado "ad referendum".

(We certify that the Research "Incorporation time of polyunsaturated fatty acids on chicken egg yolk's of laying hens fed diets with different sources of PUFA-3, egg quality and performance of laying hens", protocol number 642/2005, utilizing 240 chickens, under the responsibility of Prof. Dr. Cássio Xavier de Mendonça Júnior, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Bioethic Commission of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechny of University of São Paulo and was approved "ad referendum", meeting).

São Paulo, 31 de março de 2005


Prof^a Dr^a Júlia Maria Matera
Presidente da Comissão de Bioética
FMVZ/USP

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: PITA, Maria Carolina Gonçalves

Título: Fontes marinhas e vegetais de PUFA's na dieta de poedeiras: efeito na composição lipídica da gema do ovo e tempo de incorporação dos ácidos graxos

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Clínica Médica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção de título de Doutor em Medicina Veterinária

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

*Aos meus amores, Hermann e
Luciana, luzes de minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Aos amigos Eduardo Piber Neto e Abelardo Cecílio de Souza (Dinho) por serem estas pessoas maravilhosas e sempre à disposição durante o trabalho.

À amiga Clara Satsuki Mori, por sua ajuda em todo o processo laboratorial.

A todos os funcionários do Departamento de Clínica Médica que de diversas maneiras contribuíram com o presente trabalho.

À empresa Quaker® pela doação do óleo de sardinha/atum nas rações experimentais.

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, pela oportunidade de me tornar veterinária e poder aprimorar-me cada vez mais.

Ao CNPq e CAPES pelo auxílio financeiro em prol da produção de conhecimento neste país.

Às funcionárias da Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP, pela ajuda na revisão das referências bibliográficas deste trabalho.

A Roche Vitaminas do Brasil Ltda, pelo fornecimento do premix vitamínico mineral e vitamina E utilizados no atual estudo.

Ao Professor e amigo Cássio Xavier de Mendonça Junior por seus ensinamentos e suporte na produção deste e outros trabalhos.

Ao amigo Paulo André Bartilotti, pelo apoio e compreensão durante estes anos de estudo.

Aos grandes amigos Rivanildo e Marcos, pelas boas horas de risadas.

Aos meus pais, Vânia e Humberto, pelo apoio e amor dispensado em todo meu trajeto de vida.

Ao meu pai número 2, Paulo, por seus ensinamentos acadêmicos e amor comigo e com os meus.

Àos meus irmãos Paula, Fernanda, Carla e Leonardo por nossos momentos sempre tão especiais e apoio, nos mais diversos campos de minha vida.

As minhas tias Solange e Selene, pela grande ajuda em um período bom e conturbado que passei durante o doutorado.

Ao Professor Doutor Felix Ribeiro de Lima (*in memoriam*), por me apresentar à Nutrição Animal com paixão cativante, que Deus o tenha.

À Gisele, minha cachorrinha, que com companheirismo incondicional me encheu os dias nos momentos de cama e escrita, à espera de Luciana.

A Deus, por me proporcionar saúde e disposição para o trabalho e para o amor.

"...porque eu sou do tamanho do que vejo. E não do tamanho da minha altura..."

Fernando Pessoa

RESUMO

PITA, M. C. G. Fontes marinhas e vegetais de PUFAs na dieta de galinhas poedeiras: efeito na composição lipídica da gema do ovo e tempo de incorporação dos ácidos graxos. [Marine and vegetal sources of PUFAs for laying hens: effect on egg yolk composition and fatty acid incorporation time]. São Paulo, 2007. 136.f. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária)- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Foram utilizadas 144 galinhas poedeiras da linhagem *Shaver White* por um período de quatro semanas, com o intuito de verificar o efeito da adição de 3% dos óleos de soja, milho, canola, linhaça, salmão ou da mistura de sardinha e atum na dieta das aves, sobre a composição dos ácidos graxos na gema dos ovos e no plasma sanguíneo das aves, bem como o tempo de incorporação total de cada ácido graxo na gema dos ovos durante o período experimental. Paralelamente foram avaliados, o desempenho das aves e a qualidade externa dos ovos. Para análise estatística dos resultados empregou-se modelo fatorial 6X6 em blocos casualizados sendo as aves distribuídas em 72 gaiolas. A adição de 3% de óleo de salmão ou de milho à ração determinou redução significativa no consumo alimentar. O tratamento que recebeu 3% de óleo de salmão promoveu menor peso da casca dos ovos (g) bem como menor espessura da casca (mm). A inclusão dos óleos de linhaça, soja ou milho à dieta, determinou aumento dos ácidos graxos poliinsaturados na gema e no plasma das galinhas. A adição de óleo de sardinha e atum proporcionou maiores concentrações de ácidos graxos saturados na gema. Os teores de PUFAs n-3 foram maiores nas gemas do tratamento a base de óleo de sardinha, enquanto que no plasma a maior concentração foi observada no tratamento com óleo de linhaça. O óleo de linhaça proporcionou o maior teor de ácido α -linolênico incorporado à gema e no plasma sanguíneo. As quantidades de EPA na gema e no plasma mostraram-se maiores no grupo que recebeu 3% de óleo de sardinha e atum que, por sua vez, também foram responsáveis pelos mais elevados teores de DHA na gema dos ovos. Já com relação ao plasma, as maiores concentrações de DHA foram observadas nos grupos alimentados com óleos de salmão e sardinha/atum. Os PUFAs diminuíram na gema até o oitavo dia experimental, enquanto que os PUFAs n-3 aumentaram até este dia. Os teores de ácido α -linolênico foram crescentes até o décimo dia de experimento, enquanto que as concentrações de EPA e DHA aumentaram até o oitavo dia de experimento.

Unitermos: Ácidos graxos poliinsaturados. Óleos na dieta. Ômega-3. Ácidos graxos plasmáticos. Ovos.

ABSTRACT

PITA, M. C. G. Marine and vegetal sources of PUFAs for laying hens: effect on egg yolk composition and fatty acid incorporation time [Fontes marinhas e vegetais de PUFAs na dieta de galinhas poedeiras: efeito na composição lipídica da gema do ovo e tempo de incorporação dos ácidos graxos.]. São Paulo, 2007. 136f. Tese (Doutorado em Clínica Médica Veterinária)- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Hundred forty-four Shaver White laying hens were used over a 4 week experimental period to investigate the effect of 3% of soybean oil, corn oil, canola oil, flaxseed oil, salmon oil or tuna and sardine oil added to the diets, upon the fatty acid egg yolk composition, blood plasma levels and incorporation time of each fatty acid into the egg yolk. Reproductive performance of hens and external egg quality were evaluated. Hens were allocated into 72 cages and the experimental design was a 6X6 randomized factorial model. Hens fed 3% salmon or corn oil diet showed a significant reduction of food consumption, eggshell weight (g) and eggshell thickness (mm). The addition of flaxseed, soybean or corn oil into the diet increased the polyunsaturated fatty acids levels into the egg yolk and in the blood plasma. Adding tuna and sardine oil into the diet increased the concentration of yolk saturated fatty acids. The levels of PUFAs n-3 were increased in the tuna and sardine oil treatment, while the flaxseed oil increased the plasma fatty acids. The deposition of α -linolenic fatty acids was higher in the group fed flaxseed oil. The percentage of EPA into the yolk and plasma was higher for the hens fed 3% tuna and sardine oil diet, as well as the levels of yolk DHA. The concentration of DHA into the plasma was higher for the salmon and tuna/sardine oil treatments. The PUFAs yolk decreased during the first eight days of experiment, while the PUFAs n-3 increased during the same period. The concentration of α -linolenic acid increased until ten days of experiment, while the percentage of EPA and DHA increased up to the eighth experimental day.

Uniterms: Polyunsaturated fatty acids. Diet oils. Omega-3. Plasma fatty acids. Eggs.

LISTA DE TABELAS

	página
Tabela 1- Principais ácidos graxos da gema (% dos lípides totais)	29
Tabela 2- Esquema dos tratamentos adotados - São Paulo, 2005	42
Tabela 3- Composição das rações experimentais - São Paulo, 2005	44
Tabela 4- Composição de ácidos graxos dos óleos utilizados nas dietas experimentais (% do total de ácidos graxos) - São Paulo, 2005	45
Tabela 5- Concentração de ácidos graxos n-3 de cadeia longa nos óleos utilizados, São Paulo, 2005	46
Tabela 6- Composição de ácidos graxos das rações experimentais (% do total de ácidos graxos), conforme tratamentos estudados, dados analisados - São Paulo, 2005	47
Tabela 7- Parâmetros médios de desempenho produtivo das aves e seus respectivos erros da média (em), de acordo com os tratamentos utilizados, São Paulo, 2005	52
Tabela 8- Valores médios de gravidade específica, espessura e peso da casca e seus respectivos erros da média (em), de acordo com os tratamentos, São Paulo, 2005	59
Tabela 9- Médias e respectivos erros da média (em) assinalados para os grupos de ácidos graxos (% dos lípides totais) presentes na gema dos ovos de galinhas e suas relações, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005	61

Tabela 10-	Valores médios e respectivos erros da média (em) dos principais ácidos graxos (% dos lípides totais) presentes na gema dos ovos de galinhas e suas - relações, de acordo com os tratamentos estudados no último dia experimental- São Paulo, 2005	62
Tabela 11-	Perfil dos principais ácidos graxos da gema do ovo (% dos lípides totais) de acordo com as fontes e dias experimentais - São Paulo, 2005	70
Tabela 12-	Análise de variância dos principais ácidos graxos da gema, de acordo com as fontes e dias experimentais estudados - São Paulo, 2005	71
Tabela 13-	Teores médios de ácidos graxos n-3 totais na gema do ovo (% dos lípides totais) e seus respectivos erros da média (em) de acordo com as fontes e tempo de experimento – São Paulo, 2005	72
Tabela 14-	Valores médios de PUFAs totais na gema do ovo (% dos lípides totais) e seus respectivos erros da média (em) de acordo com as fontes e tempo de experimento – São Paulo, 2005	73
Tabela 15-	Perfil dos principais ácidos graxos da gema do ovo (% dos lípides totais) de acordo com as fontes e dias experimentais utilizados - São Paulo, 2005	74
Tabela 16-	Análise de variância dos principais ácidos graxos da gema, de acordo com as fontes e dias experimentais estudados - São Paulo, 2005	75
Tabela 17-	Teores de ácido α - linolênico na gema do ovo (% dos lípides totais) e seus respectivos erros da média (em) de acordo com as fontes e tempo de experimentação - São Paulo, 2005	77
Tabela 18-	Teores de DHA na gema do ovo (% dos lípides totais) e seus respectivos erros da média (em) de acordo com as fontes e tempo de experimento - São Paulo, 2005	78

Tabela 19-	Incorporação de EPA na gema do ovo (% dos lípides totais) e seus respectivos erros da média (em), de acordo com as fontes e tempo de experimentação - São Paulo, 2005	79
Tabela 20-	Incorporação do ácido araquidônico na gema do ovo (% dos lípides totais) e seus respectivos erros da média, de acordo com as fontes e tempo de experimento - São Paulo, 2005	80
Tabela 21-	Comparação dos teores de DHA e α linolênico encontrados na dieta, incorporados na gema dos ovos, São Paulo, 2005	87
Tabela 22-	Valores médios e erros da média dos diferentes grupos de ácidos graxos (% dos lípides totais) presentes no plasma sanguíneo de galinhas e seus respectivos erros da média, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005	89
Tabela 23-	Médias e erros da média (em) dos principais ácidos graxos (% dos lípides totais) presentes no plasma sanguíneo de galinhas e suas relações, de acordo com os tratamentos, São Paulo, 2005	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Composição lipídica da gema do ovo (% da gordura total)	27
Figura 2-	Composição dos ácidos graxos na gema do ovo (%dos lípides totais)	28
Figura 3-	Metabolismo bioquímico dos ácidos graxos essenciais	33
Figura 4-	Consumo médio (g/ave/dia) durante o período experimental, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005	53
Figura 5-	Peso médio dos ovos durante o período experimental, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005	54
Figura 6-	Índice médio de postura durante o período experimental de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005	55
Figura 7-	Conversão alimentar média por quilo de ovos produzidos durante o período experimental, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005	56
Figura 8-	Conversão alimentar média por dúzia de ovos produzidos durante o período experimental, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005	57
Figura 9-	Teores de ácidos graxos totais na gema dos ovos no último dia experimental, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005	67
Figura 10-	Teores de ácidos graxos n-3 totais na gema dos ovos no último dia experimental, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005	68

Figura 11-	Concentrações médias de ácidos graxos n-3 totais na gema do ovo (% dos lípides totais) de acordo com as fontes e tempo de incorporação - São Paulo, 2005	72
Figura 12-	Teores de PUFA's totais na gema do ovo (% dos lípides totais) de acordo com as fontes e tempo de incorporação- São Paulo, 2005	73
Figura 13-	Efeito dos dias de experimento em relação à incorporação e perfil de ácidos graxos na gema dos ovos produzidos durante o experimento- São Paulo, 2005	76
Figura 14-	Efeito dos dias de experimento em relação à incorporação e perfil dos principais ácidos graxos na gema dos ovos produzidos durante o experimento- São Paulo, 2005	76
Figura 15-	Concentração de ácido α - linolênico na gema do ovo (% dos lípides totais) de acordo com as fontes e tempo de incorporação – São Paulo, 2005	77
Figura 16-	Concentração de DHA na gema do ovo (% dos lípides totais) de acordo com as fontes e tempo de incorporação - São Paulo, 2005	78
Figura 17-	Teores de DHA na gema do ovo (% dos lípides totais) de acordo com as fontes e tempo de incorporação - São Paulo, 2005	79
Figura 18-	Valores médios de ácido araquidônico na gema do ovo (% dos lípides totais) de acordo com as fontes e tempo de incorporação - São Paulo, 2005	80
Figura 19-	Teores de ácidos graxos totais do plasma das galinhas no último dia experimental, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005	94
Figura 20-	Teores de ácidos graxos n-3 do plasma das galinhas no último dia experimental, de acordo com os tratamentos estudados- São Paulo, 2005	95

- Figura 21- Comparação entre teores de ácidos graxos poliinsaturados, saturados e monoinsaturados no plasma (p) e na gema dos ovos(g), entre os tratamentos estudados durante o experimento, São Paulo, 2005 96
- Figura 22- Comparação entre teores dos principais PUFAs- n-3 no plasma das galinhas e na gema dos ovos, de acordo com os tratamentos estudados – São Paulo, 2005 97

LISTA DE SIMBOLOS

LDL	lipoproteína de baixa densidade
PUFAs	poliinsaturados
n-3	ômega-3
n-6	ômega-6
Fig.	figura
DPA	ácido docosapentaenóico
EPA	ácido eicosapentaenóico
DHA	ácido docosahexaenóico
P/S	relação entre ácidos poliinsaturados e ácidos saturados
N6/n3	relação entre ácidos ômega6 e ômega-3
%	porcentagem
G	gramas
g/dia	gramas por dia
Mg	miligramas
ml	mililitros
kg	quilogramas
°C	graus Celsius
CAN	dieta experimental à base de óleo de canola
LIN	dieta experimental à base de óleo de linhaça
MIL	dieta experimental à base de óleo de milho
SOJ	dieta experimental à base de óleo de soja
SAL	dieta experimental à base de óleo de salmão
SR/AT	dieta experimental à base de óleo mistura de sardinha e atum

TRT	tratamentos
mg/kg	miligramas por quilo
g/ave/dia	gramas por ave por dia
em	erro da média

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 OBJETIVOS	25
3 REVISÃO DE LITERATURA	26
3.1 LIPÍDEOS E SUA RELAÇÃO NA GEMA DOS OVOS.....	26
3.2 ÁCIDOS GRAXOS.....	29
3.2.1 Fontes de ácidos graxos poliinsaturados n-3.....	34
3.2.1.1 Semente de canola e óleo de canola.....	34
3.2.1.2 Semente e óleo de linhaça.....	36
3.2.1.3 Algas marinhas.....	37
3.2.1.4 Óleo de peixe.....	38
4 MATERIAL E MÉTODOS	40
4.1 AVES.....	40
4.2 INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS.....	40
4.3 RAÇÕES EXPERIMENTAIS.....	41
4.4 PARÂMETROS.....	48
4.4.1 Desempenho produtivo das aves.....	48
4.4.2 Qualidade externa dos ovos.....	48
4.4.3 Ácidos graxos na gema do ovo.....	48
4.4.4 Ácidos graxos no plasma das galinhas.....	50
4.4.5 Análise estatística dos resultados.....	51
5 RESULTADOS	52
5.1 DESEMPENHO PRODUTIVO DAS AVES.....	52
5.1.1 Consumo Alimentar.....	53
5.1.2 Peso dos Ovos	54
5.1.3 Índice de Postura.....	55
5.1.4 Conversão Alimentar.....	56
5.2 QUALIDADE DOS OVOS.....	57
5.3 COMPOSIÇÃO LIPÍDICA DA GEMA DO OVO.....	60
5.3.1. Ácidos Graxos Saturados.....	63
5.3.2 Ácidos Graxos Monoinsaturados.....	63
5.3.3 Ácidos Graxos Poliinsaturados (PUFAs).....	64

5.4 TEMPO DE INCORPORAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS NA GEMA DOS OVOS.....	68
5.4.1 Ácidos Graxos Saturados.....	81
5.4.2 Ácidos Graxos Monoinsaturados.....	82
5.4.3 Ácidos Graxos Poliinsaturados (PUFAs).....	83
5.4.3.1 Ácidos Graxos Poliinsaturados Ômega-3 (PUFAs n-3).....	84
5.4.3.2 Ácidos Graxos Poliinsaturados Ômega-6 (PUFAs n-6).....	86
5.5 ÁCIDOS GRAXOS PLASMÁTICOS.....	88
5.5.1 Ácidos Graxos Saturados.....	91
5.5.2 Ácidos Graxos Monoinsaturados.....	91
5.5.3 Ácidos Graxos Poliinsaturados (PUFAs).....	92
6 DISCUSSÃO.....	98
6.1 DESEMPENHO PRODUTIVO DAS AVES.....	98
6.2 QUALIDADE DOS OVOS.....	100
6.3 COMPOSIÇÃO LIPÍDICA DA GEMA DO OVO.....	101
6.3.1 Ácidos Graxos Saturados.....	102
6.3.2 Ácidos Graxos Monoinsaturados.....	103
6.3.3 Ácidos Graxos Poliinsaturados (PUFAs) na Gema.....	104
6.4 TEMPO DE INCORPORAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS NA GEMA DO OVO.....	109
6.4.1 Ácidos Graxos Saturados.....	110
6.4.2 Ácidos Graxos Monoinsaturados.....	110
6.4.3 Ácidos Graxos Poliinsaturados (PUFAs).....	111
6.4.3.1 Ácidos Graxos Poliinsaturados n-3 (PUFAs n-3).....	112
6.4.3.2 Ácidos Graxos Poliinsaturados n-6 (PUFAs n-6).....	114
6.5 ÁCIDOS GRAXOS NO PLASMA SANGUÍNEO.....	115
6.5.1 Ácidos Graxos Saturados.....	115
6.5.2 Ácidos Graxos Monoinsaturados.....	116
6.5.3 Ácidos Graxos Poliinsaturados (PUFAs).....	177
7 CONCLUSÕES.....	122
REFERÊNCIAS.....	125

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas, o homem tem focalizado uma maior preocupação com a saúde e a longevidade. À medida em que toma conhecimento dos riscos de uma alimentação inadequada, procura consumir alimentos mais saudáveis, com menores teores de agrotóxicos, que promovam cura ou profilaxia de doenças tais como a hipercolesterolemia e a diabetes.

Graças ao rápido avanço dos meios de comunicação, o maior esclarecimento populacional sobre doenças, prevenção e cura, tem mudado gradativamente o comportamento da população, resultando em busca por alimentos e hábitos mais saudáveis, particularmente com relação aos transtornos do metabolismo lipídico que podem ocasionar hiperlipidemias, arteriosclerose e, conseqüentemente, afecções cardiovasculares (BRIZ, 1997).

As doenças coronarianas constituem uma das principais causas de mortalidade em adultos nos EUA e no Brasil (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2003). Muitos dos fatores de risco para estas afecções se referem à dieta, principalmente quanto à quantidade e qualidade da porção lipídica da alimentação. Um estudo clássico que demonstra este fato é o de Bang e Dyerberg (1972) onde foi demonstrado que em função do perfil lipídico da dieta, esquimós da Groenlândia raramente sofriam de doenças cardiovasculares, bem como possuíam reduzidos teores de colesterol total e LDL no plasma. Neste mesmo estudo foi observado que a dieta desta população tinha altos teores de ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-3 (PUFAs n-3), ácidos estes, amplamente encontrados na gordura dos peixes, correlacionando então a dieta dos esquimós, com a baixa incidência de doenças cardiovasculares.

Os ácidos graxos das séries n-6 e n-3, assim como seus derivados, são componentes das células animais e vegetais. A principal fonte de PUFA n-3 para os humanos são os peixes, amplamente consumidos pela população oriental, não constituindo, entretanto, hábito alimentar dos ocidentais (MORAN JUNIOR, 1996). O consumo de peixes é inversamente associado com a incidência de doenças isquêmicas cardíacas e mortes por arritmia, devido à ingestão de grandes quantidades de PUFA n-3 de cadeia longa (HU et al., 2000; LIMA et al., 2000).

A indústria e a classe pesquisadora do mundo, estão em total sintonia com esta nova consciência dos consumidores, havendo, portanto, um empenho em produzir alimentos mais saudáveis e nutracêuticos, tais como aqueles enriquecidos com vitaminas e minerais que sejam capazes de produzir efeitos benéficos à saúde. Uma questão na elaboração de dietas é a proporção entre os ácidos graxos (poliinsaturados, saturados e monoinsaturados), dentro do consumo total de gordura diária (LIMA et al., 2000).

Pesquisas anteriores têm revelado que alimentos com altos teores de colesterol são diretamente relacionados com o aumento deste lipídeo no sangue, o que promove maior incidência de doenças cardiovasculares em humanos (BOTSOGLOU *et al.*, 1998). Como resultado destas pesquisas, o consumo de ovos sofreu declínio importante nas últimas décadas, pois apesar do ovo ser um alimento saudável no relativo à quantidade e qualidade protéicas, e por sua composição vitamínica e lipídica, as gemas contêm altos índices de colesterol (APA, 2006; MENDONÇA JR. et al., 2000; PITA, 2003). Muitos trabalhos foram feitos com o intuito de diminuir os níveis deste lipídeo no plasma, no entanto os resultados mostraram-se não significativos, o que levou a classe pesquisadora voltar suas atenções para a melhoria do perfil lipídico do ovo, a partir do enriquecimento deste

com vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos poliinsaturados (MENDONÇA JR., 1996; MORI, 1998; HARGIS, 1988). Desta forma, a partir do consumo de ovos enriquecidos com ácidos graxos poliinsaturados pelos seres humanos, demonstrou-se ser uma alternativa para o aumento do consumo de n-3, nos países ocidentais cuja dieta não é rica em peixes, como a oriental (PITA, 2003; PIBER NETO, 2006; CARVALHO, 2006; MORI, 2001; LEWIS, 2001).

A modificação do perfil lipídico das gemas dos ovos pode ser produzida a partir da inclusão de óleos específicos na dieta das aves, tais como óleos de peixe, óleos de semente de linhaça e até mediante a incorporação das próprias sementes na ração das galinhas poedeiras (PITA, 2003; PIBER NETO, 2006; CARVALHO, 2006; MORI, 2001; LEWIS, 2001).

Os lipídeos que circulam no plasma das aves são provenientes do consumo oral, ou seja, do aporte intestinal, da síntese hepática e da mobilização de gordura estocada na carcaça. Podem ser classificados em triacilgliceróis, ésteres de colesterol, ácidos graxos livres e outros compostos lipossolúveis, tais como as vitaminas A e E (MENDONÇA JUNIOR; PITA, 2005; GRIMINGER, 1986).

A concentração dos diferentes lípidos no sangue, depende de fatores como: espécie, idade, sexo, estágio reprodutivo, presença de doenças e principalmente do aporte nutricional de ácidos graxos. No entanto, a galinha poedeira em idade reprodutiva, tem produção de colesterol hepático muito elevada, com o objetivo de prover nutrição adequada ao futuro embrião intraovo (MARKS; WASHBURN, 1977). Inúmeras pesquisas demonstram que a mudança lipídica da dieta promove alteração das concentrações de ácidos graxos da gema, o que sugere mudança no comportamento plasmático dos lípidos a partir da alteração

dietética (GÓMEZ, 2002; PITA, 2003; PIBER NETO, 2006; CARVALHO, 2006; MORI, 2001).

2 OBJETIVOS

A presente pesquisa teve como objetivo estudar o efeito dos óleos de soja, milho, canola, linhaça, salmão e de uma mistura de óleos de sardinha e de atum, na dieta das aves sobre o perfil de ácidos graxos da gema e do plasma das galinhas poedeiras.

Tem ainda como propósito, analisar a incorporação dos principais ácidos graxos na gema durante o período experimental, visando definir o período mínimo requerido para que toda a incorporação de ácidos graxos da dieta seja realizada, nos diferentes tratamentos.

O desempenho produtivo das galinhas e as características externas de qualidade do ovo também foram avaliados frente aos tratamentos estudados.

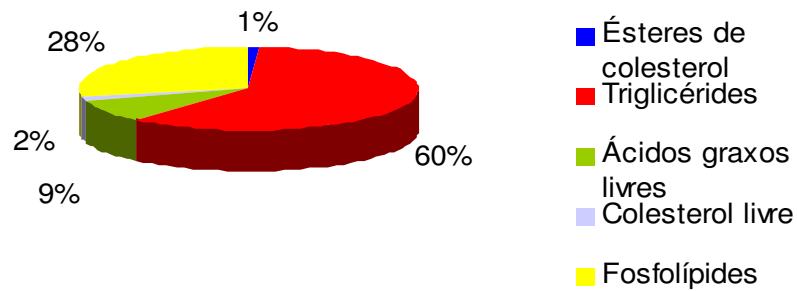
3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 LIPÍDEOS E SUA RELAÇÃO NA GEMA DOS OVOS

Os lípidos são substâncias não solúveis em água, representadas por triacilgliceróis, fosfolípidos e colesterol. Os ácidos graxos, por sua vez, são os principais componentes da estrutura lipídica (TIRAPEGUI, 2000). Os ácidos graxos são classificados segundo a extensão da cadeia carbônica (cadeia curta, média ou longa), aparecimento de duplas ligações (saturados, monoinsaturados e poliinsaturados) e a posição em que estas aparecem (poliinsaturados)- TIRAPEGUI, 2000.

A gema dos ovos tem cerca de 33% do seu peso total, representado por lípidos, constituídos de triglicérides, fosfolípidos, colesterol livre, ésteres de colesterol e ácidos graxos livres (NOBLE; COCCHI; TURCHETTO, 1990). São encontrados ainda, nutrientes tais como vitaminas e sais minerais, bem como pigmentos e carotenos (Figura 1).

Figura 1- Composição lipídica da gema do ovo (% da gordura total)



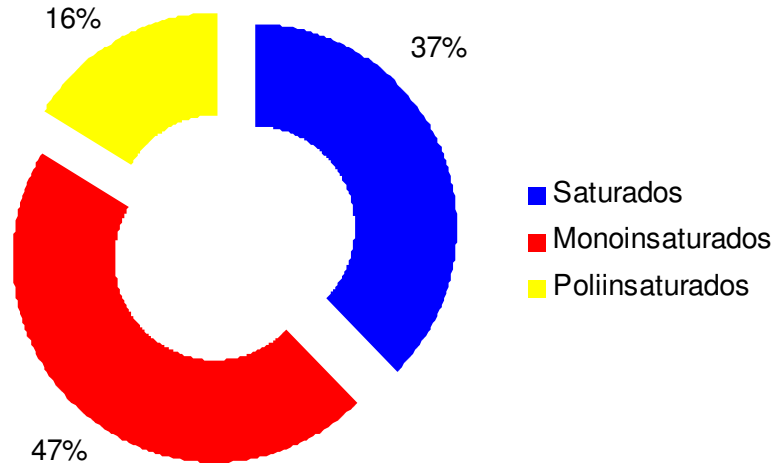
FONTE: USDA, 2003

A síntese hepática é responsável pelo suprimento dos lipídeos necessários para a formação da gema do ovo, sendo que os lipídeos depositados no tecido adiposo são mobilizados somente em circunstâncias extremas de baixa energia dietética. A composição de ácidos graxos da gema pode ser modificada através da nutrição das aves, principalmente se alterarmos a fonte ou a quantidade de óleos e gorduras da dieta (CHERIAN; WOLFE; SIM, 1996b; HARGIS; VAN ELSWYK; HARGIS, 1991; LOPEZ-BOTE *et al.*, 1998, GROBAS *et al.*, 2001; AHN *et al.*, 1995; SCHEIDELER; FRONING, 1996; CHERIAN; SIM, 1991; CHERIAN; SIM, 1992; CHERIAN; SIM, 2001; MORI, 2001). De maneira inversa, a idade e a linhagem das aves parecem pouco influenciar a composição dos ácidos graxos da gema (NIELSEN, 1998; AHN *et al.*, 1998), embora, Grobas *et al.*, (2001) e Scheideler *et al.* (1998) tenham demonstrado diferenças significativas nas concentrações de alguns

ácidos graxos, como palmítico, esteárico, linoléico e DPA, entre linhagens comerciais.

Os ácidos graxos são depositados, na gema dos ovos de aves que recebem dieta a base de milho e soja, sem adição de óleos, em concentrações constantes na forma de saturados, poliinsaturados e monoinsaturados (USDA, 2003- Figura 2). No entanto, o teor de PUFA n-3 de cadeia longa normalmente encontrado na gema, é muito baixo, sendo assim, os graxos mais abundantes presentes nos lipídios da gema, são o ácido palmítico, o esteárico, o oléico e o linoléico (Tabela 1)- (USDA, 2003).

Figura 2- Composição dos ácidos graxos na gema do ovo (%dos lípides totais)



FONTE: USDA, 2003

Tabela 1- Principais ácidos graxos da gema (% dos lípidos totais)

Ácidos graxos	%
Ácido mirístico (C14:0)	0,41
Ácido palmítico (C16:0)	26,91
Ácido palmitoléico (C16:1)	3,60
Ácido esteárico (C18:0)	9,48
Ácido oléico (C18:1)	41,97
Ácido linoléico (C18:2 n-6)	13,88
Ácido linolênico (C18:3n-3)	0,40
Ácido gadoléico (C20:1 n-9)	0,34
Ácido araquidônico (C20:4)	1,72
EPA (C20:5 n-3)	0,04
DHA (C22:6 n-6)	0,45
Relação P/S *	0,44
Total de PUFA n-6	15,60
Total de PUFA n-3	0,89
Relação n-6/n-3**	17,53

FONTE: USDA, 2003

* relação entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados

** relação entre ácidos graxos poliinsaturados ômega-6 e ômega-3

3.2 ÁCIDOS GRAXOS

Os ácidos graxos são divididos em monoinsaturados, poliinsaturados e saturados, onde os monoinsaturados têm apenas uma dupla ligação entre carbonos da cadeia, enquanto os poliinsaturados possuem duas ou mais insaturações e os saturados não têm nenhuma dupla ligação em sua molécula (TIRAPEGUI, 2000).

Os diferentes ácidos graxos que compõem os grupos supracitados, têm funções orgânicas bastante diferentes entre si, assim, por exemplo, o ácido palmítico e o mirístico, ambos saturados, quando consumidos em excesso, elevam as

concentrações de LDL aumentando os riscos de doenças cardiovasculares, enquanto que os poliinsaturados, tais como o ácido linoleico e DHA (docosahexaenóico), reduzem as concentrações desta mesma lipoproteína no plasma dos homens (FUENTES, 1998).

Estudos indicam que os ácidos graxos saturados aceleram a aterosclerose enquanto que os monoinsaturados e os poliinsaturados têm ação na diminuição do colesterol plasmático (CONNOR, W. E., 1994). Em 1999, Pownall et al. demonstraram redução substancial na concentração de triglicérides, colesterol total e LDL no plasma de indivíduos tratados com PUFAs n-3, sendo este, constituído por 87% de ácido α -linolênico. Paralelamente, Nagueswari, Banerjee e Menon (1999) observaram diminuição de infarto do miocárdio em ratos alimentados com óleo de peixe contendo altas concentrações de PUFAs n-3 de cadeia longa.

Os ácidos graxos têm vários efeitos nas respostas imune e inflamatória dos seres vivos, atuando nos mediadores intracelulares e intercelulares (Pompéia et al., 2000). O sistema imune, por sua vez, funciona através do reconhecimento, específico ou inespecífico, de moléculas invasoras, promovendo destruição ou inativação das mesmas; assim, os ácidos graxos interferem em muitas etapas do processo inflamatório, tais como: a contração vascular, quimiotaxia, adesão celular e diapedese, podendo ainda modular a função dos leucócitos, controlando a proliferação e produção de citocinas, causando a morte da molécula invasora (Pompéia et al., 2000).

Os mamíferos são capazes de sintetizar todos os ácidos graxos, exceto os ditos essenciais que são o linoléico (série n-6) e o α -linolênico (série n-3) os quais devem, portanto, estar presentes na dieta (LEIFERT; JAHANGIRI; McMURCHIE, 1999). Após a ingestão destes ácidos graxos, ocorre uma série de reações químicas

mediadas por enzimas (elongases e desaturases) que produzem ácidos graxos de cadeia longa tais como o araquidônico, EPA, DHA e DPA (Figura 3). Nestas reações há competição entre as enzimas, assim, o excesso de PUFAs n-6 limita a formação de PUFAs n-3 (BRIZ, 1997; TIRAPEGUI, 2000), a maior disponibilidade de n-3 reduz os teores de ácido araquidônico tanto devido à inibição do catabolismo quanto à formação deste ácido a partir do linoléico (LANDS et al., 1973).

No caso das aves, os ácidos linoleico e α -linolênico são considerados essenciais. Estudos de 1970 indicam que a deficiência de ácido linoleico determina diminuição do crescimento da ave e aumento do tamanho hepático em pintos, principalmente devido ao acúmulo de gordura nos hepatócitos, bem como o decréscimo nas concentrações dos ácidos linoleico e araquidônico, na musculatura e em outros tecidos. Nos machos, foi ainda observada redução no tamanho dos testículos, atraso no desenvolvimento sexual, falha reprodutiva e maior incidência de doenças infecciosas (BALNAVE, 1970).

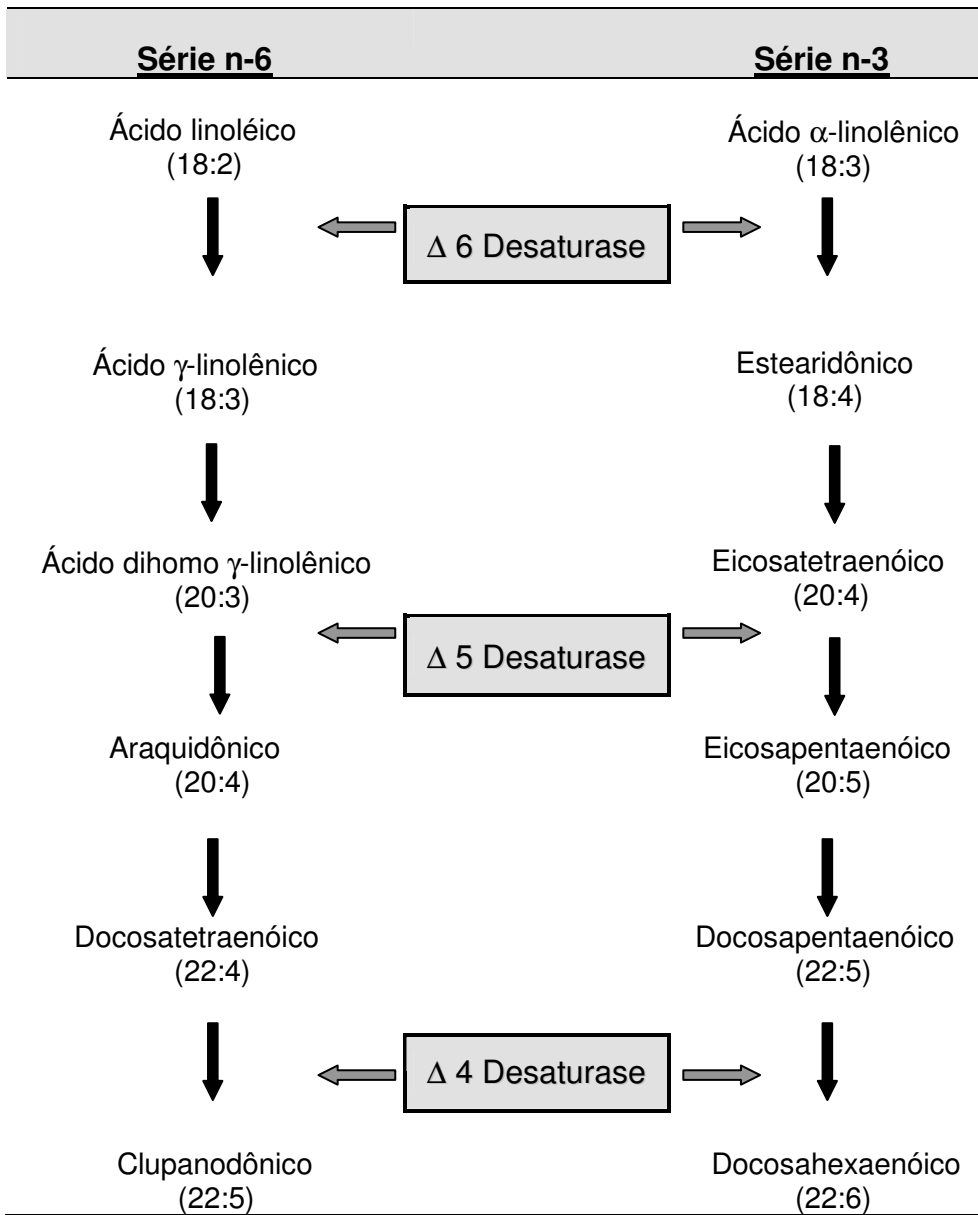
A espécie humana, em tempos remotos, alimentava-se de dieta com relação n-6:n-3 de aproximadamente 1, no entanto, devido ao grande avanço tecnológico e conseqüente mudança de hábitos alimentares, esta relação elevou-se gradativamente, chegando a valores de 10:1 até 25:1, nas dietas ocidentais (SIMOPOULOS, 2000). Segundo este mesmo autor, a ingestão de PUFAs n-6 e n-3 em proporções adequadas, é necessária para que haja um balanço correto na cadeia de transformação dos ácidos graxos dentro das células, sendo que a relação de 4:1 entre estes ácidos graxos, tem se mostrado ótima para a transformação de α -linolênico em PUFAs n-3 de cadeia longa, tais como o EPA.

Nas últimas décadas, tem sido comprovado que as dietas com quantidades adequadas de PUFAs n-3 desempenham papel importante na prevenção e

tratamento de várias doenças (LIMA et al., 2000; McLENNAN, 1993; TEITELBAUM; WALKER, 2001). Tanto o EPA quanto o DHA são potentes agentes antiinflamatórios, não apresentando qualquer efeito colateral, sendo empregados com sucesso no tratamento de afecções inflamatórias auto-imunes como a psoríase e a artrite inflamatória, além de possuírem efeito antitrombótico (Shapiro et al., 1996; Hu, 2001). A suplementação dietética de PUFAs n-3 tem sido ainda associada à redução de doenças cardiovasculares, neoplasias e colite ulcerativa, podendo também proteger pacientes com lesões pré neoplásicas de cólon (McLENNAN, 1993; ANTI; MARRA; ARMELAO, 1992; KREMER et al., 1987; HU, 2001, POWNALL et al., 1999; TEITELBAUM; WALKER, 2001, BAKKEN; FARSTAD; HOLMSEN, 1991). Foi comprovado, ainda, que o DHA é um ácido graxo essencial para o desenvolvimento visual e cerebral de neonatos humanos (LIU et al., 1987; UAUY et al., 1996).

Os ácidos graxos da série n-3 de cadeia longa são normalmente encontrados em óleos de peixe e seus derivados, assim como em algumas algas marinhas (CARVALHO, 2006, PIBER NETO, 2006, MORI, 2000). Já os ácidos linoleico e α -linolênico estão presentes em grande quantidade, em alguns óleos vegetais tais como linhaça, canola e soja (MORI, 2000; PITA, 2003).

Figura 3- Metabolismo bioquímico dos ácidos graxos essenciais



FONTE: BRIZ, 1997

A recomendação de consumo dos PUFAs n-3, não está totalmente definida, o Health and Welfare do Canada (1990) indica uma ingestão de 5% da energia total da dieta na forma de n-3, enquanto que, nos Estados Unidos, o Dietary References Intakes (2002) recomenda consumo de 1,6g de n-3 por dia para os homens e 1,1g/dia para as mulheres. Paralelamente, organizações de saúde britânicas

sugerem ingestão diária de 0,5 a 1,0g de EPA + DHA (KRIS-ETHERTON et al., 2000).

A adição de ingredientes ricos em PUFAs n-3 eleva a concentração destes na gema dos ovos de galinhas (GROBAS et al., 2001; LOPEZ-BOTE et al., 1998; AHN et al., 1995; GALOBART et al., 2001a; QI e SIM, 1998; CHERIAN; WOLFE; SIM, 1996a; BAUCCELLS et al., 2000; LOPÉZ-FERRER et al., 1999; MORI, 2001; PITA, 2003; CARVALHO, 2006; PIBER NETO, 2006) e diminui, a concentração dos PUFAs n-6 (HARGIS.; VAN ELSWYK; HARGIS, 1991; AHN *et al.*, 1995; CHERIAN; SIM, 2001, MORI, 2001). Ahn et al. (1995) mostraram que a adição de α -linolênico à ração das aves, promoveu deposição de DPA, DHA e α -linolênico no ovo sendo, este último, cerca de 70% do total de PUFAs n-3. De forma semelhante, Galobart et al. (2001a) demonstraram que a suplementação de óleo de linhaça à dieta aumentava significativamente a concentração de PUFAs n-3 na gema, constituída por 80,4% de α -linolênico.

3.2.1 Fontes de ácidos graxos poliinsaturados n-3

3.2.1.1 Semente de canola e óleo de canola

A canola é a semente de colza, modificada geneticamente a fim de produzir menores teores de ácido erúxico e glucosinolatos (WHITE, 1992), sendo que as espécies de canola são: *Brassica napus* e *Brassica campestris* (OHLSON, 1990). Apesar desta semente não ser usualmente utilizada na alimentação de aves, esta se caracteriza como uma fonte alternativa de ácidos graxos da série n-3, já que o óleo de canola tem em sua composição de ácidos graxos, substancial quantidade de

ácido α -linolênico, situando-se entre 8% e 12% do total (TOBARSKA; HAWRYSH; CLANIDIN, 1986).

O emprego de óleo de canola na alimentação humana resulta em efeitos benéficos na composição lipídica do sangue. Corner, Bruce e McDonald (1990) relataram que a adição de óleo de canola à dieta de homens adultos promoveu aumento significativo de ácido α -linolênico e EPA com concomitante redução das concentrações de ácido linoléico no plasma. De forma semelhante, as plaquetas apresentaram-se com teores mais elevados de EPA e DHA.

Alguns estudos têm revelado efeitos benéficos na saúde quando utiliza-se óleo de canola na dieta. Desta forma, McLennan e Dallimore (1995) demonstraram diminuição de incidência de infarto do miocárdio, arritmias e morte em ratos submetidos a infarto provocado por drogas, ao serem submetidos a dietas baseadas em óleo de canola, quando comparados com animais do grupo controle. Paralelamente, Baba, Antoniades e Habbal (1999) observaram redução dos parâmetros plasmáticos de colesterol e triglicérides, assim como menor deposição de gordura hepática em ratos alimentados com óleo de canola.

Alterações na composição lipídica das gemas, a partir do emprego do óleo de canola na dieta das aves poedeiras, foram previamente demonstradas por Baucells et al. (2000), ocasião em que a adição de 4% de óleo de canola à dieta, proporcionou acréscimo significativo no total de PUFAs n-3 na gema dos ovos, demonstrando que os parâmetros de desempenho produtivo permaneceram inalterados, quando comparados ao controle. Pita, (2003), demonstrou que aves recebendo 3% de óleo de canola na dieta, tiveram gemas com 2,43% de PUFAs n-3, valor este muito superior ao encontrado em literatura (USDA- 0,89%) para aves que recebem dietas a base de milho e soja.

Nwokolo e Sim (1989) demonstraram aumento de DHA, ácido α -linolênico e ácido linoléico na gema dos ovos de aves que receberam 10% e 20% de canola moída na ração, quando comparados ao grupo controle, enquanto Cherian e Sim (1991) e Cherian e Sim (1992) relataram ainda incorporação significativa de PUFAs n-3 na gema dos ovos de aves que foram alimentadas com 16% e 10% de semente de canola na ração. Em todos os estudos supracitados, sobre óleo ou semente de canola, observou-se que a incorporação de ácidos graxos da série n-3 é preponderantemente na forma de ácido graxo α -linolênico, mas notou-se também, deposição significativa de PUFAs n-3 de cadeia longa.

3.2.1.2 Semente e óleo de linhaça

A linhaça é uma semente oleaginosa que contém grande quantidade de lipídeos poliinsaturados em sua composição (PITA, 2003, MORI, 2001). Com aproximadamente 35% de lipídios totais, a linhaça pertence à espécie *Linum usitatissimum* contendo em sua composição grandes quantidades de PUFAs n-3 (17,97% do conteúdo total de linhaça moída), sendo que cerca de 50% dos lípidos totais da semente é constituído por ácido α -linolênico (PITA, 2003).

Este ingrediente tem sido amplamente utilizado na alimentação de frangos e poedeiras com o intuito de alterar a composição lipídica da carne e dos ovos, sendo que, tanto a semente inteira, como a moída, bem como o óleo extraído da linhaça, podem ser adicionados à dieta das aves sendo que a semente integral tem menor potencial oxidativo, pois mantém sua proteção natural (MORI, 2001; PITA, 2003; AYMOND; VAN ELSWYK, 1995). Entretanto, Aymond e Van Elswyk (1995) notaram maior quantidade de PUFAs n-3 acumulada na gema dos ovos das aves que

receberam linhaça moída, em detrimento dos grupos alimentados com a semente inteira.

A deposição de PUFAs n-3 na gema dos ovos se eleva significativamente conforme aumentam os níveis de linhaça moída na dieta das aves. Mori (2001) notou concentrações crescentes de PUFAs n-3 na gema dos ovos provenientes de galinhas que receberam 7%, 14%, 28% e 35% de linhaça moída na dieta. Da mesma forma, Cherian e Sim (1991) e Cherian e Sim (1992) demonstraram aumento das concentrações de PUFAs n-3 na gema dos ovos de poedeiras que receberam de 8% a 16% de semente de linhaça adicionada à ração, sendo maior a deposição de ácido α -linolênico, em relação aos PUFAs n-3 de cadeia longa EPA, DPA e DHA.

Resultados semelhantes têm sido obtidos com o uso do óleo de linhaça em substituição à semente. Pita (2003) utilizando 3% deste óleo na dieta das aves, demonstrou maior incorporação de PUFAs n-3, bem como de PUFAs totais quando comparados com grupo alimentados com dietas ricas em óleo de canola ou a mistura dos dois óleos. Outros autores como Baucells et al. (2000), Farrel (1994) e Cherian, Wolfe e Sim (1996b) notaram acréscimo significativo de PUFAs n-3 total na gema dos ovos de aves tratadas com 2 a 7% de óleo de linhaça, quando os dados foram confrontados com os do grupo controle.

3.2.1.3 Algas marinhas

As microalgas marinhas, principalmente as encontradas em águas frias, são produtoras primárias de EPA e DHA, apresentando teores variando entre 5% e 10% da matéria seca, constituindo-se em fontes de PUFAs n-3 para os peixes

(BARCLAY, et al., 1994, BRIZ, 1997). Atualmente, tem-se selecionado espécies de algas com altos teores de EPA e DHA e rápida reprodução (BRIZ, 1997).

Além desta característica, as microalgas possuem altas concentrações de carotenóides, principalmente cataxantina e beta-caroteno, e de vitamina E, promovendo, assim, maior pigmentação e proteção oxidativa da gema (NITSAN; MOKADYS; SUKENIK, 1999).

Herber e Van Elswyk (1996) obtiveram entre 6,9 e 8,2mg de DHA por grama de gema, empregando de 1,5% a 3% de algas marinhas na dieta das poedeiras. Nitsan, Mokadys e Sukenik (1999), por sua vez, assinalaram aumento de 25% nos valores totais de PUFAs n-3 da gema, com a suplementação de 1% de *Nannochloropsis sp*, alga rica em EPA, na dieta das galinhas.

Piber Neto (2006) e Carvalho (2006) observaram que, ao fornecerem mistura comercial de algas para as galinhas, ocorria acréscimo significativo nos teores de PUFAs n-3, principalmente como DHA, na gema dos ovos, bem como decréscimo de PUFAs n-6 nas mesmas, quando comparados ao grupo controle. No entanto, os valores mostraram-se inferiores aos encontrados nos ovos de aves alimentadas com dietas à base de óleos de peixe.

3.2.1.4 Óleo de peixe

As espécies de peixe de maior interesse são aquelas provenientes de água mais frias, pois nestes locais os peixes se alimentam de fitoplâncton e zooplâncton, que são muito ricos em PUFAs n-3, (FRIAS, 1995). A espécie e a época da pesca também influenciam a quantidade destes ácidos graxos no produto final (FARELL,1994).

Segundo Sargent e Henderson (1995), Piber Neto (2006) e Mori (2001) os óleos dos peixes cavala, savelha, sardinha, anchova, mistura de sardinha e atum e salmão, são ricos em PUFAs n-3. Igarashi et al. (2002) verificaram valores variando entre 7,5 e 16,1% de DHA nos óleos de salmão, bonito, sardinha e atum.

A incorporação de PUFAs n-3 na gema, tanto relativa ao DHA, quanto ao EPA, aumenta como resultado da adição de óleo de peixe à dieta das poedeiras (MORI, 2001; PIBER NETO, 2006; CARVALHO, 2006), sendo que, o refino deste óleo pode promover perdas significativas de ácidos graxos n-3 (BRIZ, 1997).

Mori (2001) denotou incorporação de 99mg de DHA na gema do ovo de aves que receberam 2% de óleo de salmão na dieta. Nos estudos de Piber Neto (2006) verificou-se que a utilização de 1% de óleo de salmão ou de 1,2% de óleo de sardinha na dieta de poedeiras promoveu incorporação de 1,9% e 1,97% de DHA na gema dos ovos, respectivamente. HERBER; VAN ELSWYK, (1996) ao adicionarem 1,5% de óleo de savelha na ração de poedeiras, promoveram aporte diário de 155mg de DHA para as aves, sendo que cerca de 89% desta concentração foi incorporada na gema. Vários estudos têm demonstrado que a utilização de óleo de salmão (MORI, 2001; SANTOS, 1998; CARVALHO, 2006), determinam redução do peso médio dos ovos. Hargis e Van Elswyk (1993), por sua vez, oferecendo óleo de savelha às poedeiras, produziram ovos com peso médio de 1 a 3 gramas inferiores aos produzidos pelos grupos que não receberam os óleos de peixe na dieta. No entanto, outros autores não demonstraram esta redução no peso dos ovos (HARGIS; VAN ELSWYK; HARGIS, 1991; YU; SIM, 1997).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 AVES

Foram utilizadas, 144 galinhas poedeiras da linhagem comercial *Shaver White*, com idade inicial de 28 semanas, no presente experimento.

4.2 Instalações e equipamentos

A experimentação foi conduzida no biotério de aves do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, situada no Campus da Cidade Universitária na cidade de São Paulo.

As aves experimentais foram alojadas, de forma uniforme quanto ao peso corporal, peso do ovo e índice de postura, imediatamente antes do início do experimento, em 72 gaiolas de dimensões 0,45 m x 0,25 m x 0,45 m, sendo colocadas duas por gaiola, constituindo seis tratamentos com três repetições de oito aves, onde cada repetição era representada por um conjunto de quatro gaiolas, um cocho em calha e bebedouros tipo *nipple*.

O experimento teve duração de quatro semanas, no período de setembro a outubro de 2004, sendo o alimento e a água fornecidos *ad libitum* e as aves submetidas a um total de 16 horas diárias de luz.

Utilizou-se o misturador horizontal com capacidade para 200kg da marca Denan[®], modelo Mist-200, para fabricação das rações experimentais.

Foram utilizadas as seguintes balanças durante o experimento: Toledo do Brasil[®], digital modelo 2096 IV com capacidade máxima de 50kg com sensibilidade

de 10g; Toledo do Brasil®, digital modelo Exata II, com capacidade de 5kg e sensibilidade de 1g; Ohaus®, modelo Adventure com capacidade de 1,5kg e sensibilidade de 0,01g e a balança Toledo Metler® analítica digital, modelo AG245 com capacidade de 210g e sensibilidade de 0,0001 g. Foi ainda utilizado um banho-maria Fanem®, modelo 147.

Utilizou-se estufa Fanem®, modelo 315 SE em temperatura de 60°C por 24 horas, para a secagem das cascas dos ovos, necessária para avaliação da qualidade da casca dos ovos. Foi utilizado ainda micrômetro Ames®, 25M-5 para determinação da espessura da casca.

Para a análise do extrato etéreo das rações experimentais utilizou-se o aparelho de Soxhlet e estufa Fanem®, modelo 315 SE.

Para a determinação do perfil de ácidos graxos dos óleos utilizados nas dietas, das rações experimentais, das gemas e do plasma, foi empregado cromatógrafo a gás da marca Varian®, modelo CP 3800, equipado com detector de ionização de chama e acoplado ao sistema *Workstation Star Chromatography*, onde a coluna utilizada foi a capilar de sílica fundida CP-WAX 52CB (*Chrompack*) com 30m de comprimento, 0,25mm de diâmetro e 0,25µm de polietilenoglicol.

4.3 RAÇÕES EXPERIMENTAIS

As aves utilizadas no experimento, receberam dietas isoproteicas e isocalóricas, contendo óleos refinados de canola (CAN), de linhaça (LIN), de milho (MIL), de soja (SOJ) e óleo bruto de salmão (SAL) e mistura industrial de óleo bruto de sardinha e atum (SR/AT), totalizando 6 tratamentos (TRT)- Tabela 2. Aos óleos brutos, foi adicionado Santoquim®, para proteção oxidativa dos ácidos graxos..

Tabela 2- Esquema dos tratamentos adotados - São Paulo, 2005

ÓLEOS TRT	SOJA	MILHO	CANOLA	LINHAÇA	SALMÃO	SARDINHA/ ATUM
SOJ	3%	0	0	0	0	0
MIL	0	3%	0	0	0	0
CAN	0	0	3%	0	0	0
LIN	0	0	0	3%	0	0
SAL	0	0	0	0	3%	0
SR/AT	0	0	0	0	0	3%

As rações, à base de milho e soja, foram formuladas de acordo com as exigências nutricionais do NUTRITION RESEARCH COUNCIL (1994), isentas de qualquer ingrediente de origem animal (Tab.3).

Todos os óleos utilizados no experimento foram analisados quanto ao perfil de ácidos graxos, bem como as rações experimentais produzidas, conforme Tab. 4, 5 e 6. Adicionou-se antioxidante Santoquin®, Roche® na concentração de 500mg/kg nos óleos de salmão e na mistura de sardinha e atum.

Tabela 3- Composição das rações experimentais - São Paulo, 2005

INGREDIENTES	SOJ	MIL	CAN	LIN	SAL	SR/AT
Milho	56,96	56,96	56,96	56,96	56,96	56,96
Farelo de soja (48%)	27,27	27,27	27,27	27,27	27,27	27,27
Óleo de soja	3,00	-	-	-	-	-
Óleo de milho	-	3,00	-	-	-	-
Óleo de canola	-	-	3,00	-	-	-
Óleo de linhaça	-	-	-	3,00	-	-
Óleo de salmão	-	-	-	-	3,00	-
Óleo de sardinha/atum	-	-	-	-	-	3,00
DL-metionina	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Sal	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Calcário	10,43	10,43	10,43	10,43	10,43	10,43
Fosfato bicálcico	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59
Premix vitamínico (*)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Premix mineral (*)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Análise Determinada						
Extrato etéreo (%)	4,38	4,65	4,62	4,68	4,42	4,46
Ac. Linolénico (%)	0,47	0,49	0,49	3,52	3,43	3,68
Análise Calculada						
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800
Proteína bruta (%)	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Metionina (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Metionina + cistina (%)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Cálcio(%)	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Fósforo Total (%)	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Fósforo Disponível (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Fibra	2,48	2,48	2,48	2,48	2,48	2,48

(*)Premix vitamínico-mineral fornece por tonelada de dieta: vitamina A 8.000.000 U.I., vitamina D₃ 2.500.000 U.I., vitamina E 10.000 U.I., vitamina K₃ 2.500 mg, vitamina B₁ 1.000 mg, vitamina B₂ 5.000 mg, vitamina B₆ 1.500 mg, vitamina B₁₂ 12,00 mcg, ac. pantotênico 8.000 mg, ac. fólico 500 mg, ac. nicotínico 25.000 mg, selênio 150 mg.

Tabela 4- Composição de ácidos graxos dos óleos utilizados nas dietas experimentais (% do total de ácidos graxos) - São Paulo, 2005

ÓLEOS ÁCIDOS GRAXOS	ÁCIDOS GRAXOS (%)						
	SOJA	MILHO	CANOLA	LINHAÇA	SALMÃO*	SARDINHA/ATUM*	
Total de saturados (%)	14,83	15,70	7,47	12,63	27,22	37,04	
Total de monoinsaturados (%)	24,54	35,90	62,48	24,39	31,50	24,02	
Total de poliinsaturados (%)	59,94	48,45	30,11	62,95	37,94	37,02	
Total de PUFAs n-3 (%)	5,71	0,79	8,31	49,51	32,66	31,19	
Total de PUFAs n-6 (%)	54,19	47,66	21,74	13,37	4,98	5,55	
Relação P/S	4,04	3,09	4,03	4,98	1,39	1,00	
Relação n6/n3	9,49	60,26	2,62	0,27	0,15	0,18	
Mirístico (C _{14:0})	0,06	0,03	0,04	0,04	4,74	9,29	
Palmitico (C _{16:0})	0	0	0	0	0,45	0,82	
Palmitoléico (C _{16:1 n-7})	0,07	0,12	0,17	0,07	7,29	10,19	
Estearico (C _{18:0})	3,22	2,10	2,00	6,01	4,76	4,24	
Oléico (C _{18:1})	24,20	35,46	60,90	24,18	23,37	12,01	
Linoléico (C _{18:2})	53,85	47,66	21,74	13,37	4,98	3,63	
α-Linolênico (C _{18:3})	5,53	0,74	8,14	49,26	1,30	0,46	

Tabela 5- Concentração de ácidos graxos n-3 de cadeia longa nos óleos utilizados, São Paulo, 2005

ÓLEOS ÁCIDOS GRAXOS	ÁCIDOS GRAXOS (%)					
	SOJA	MILHO	CANOLA	LINHAÇA	SALMÃO*	SARDINHA/ATUM*
EPA (%)	0,05	0	0	0	10,92	15,91
DPA (%)	0	0	0	0	4,65	0,67
DHA (%)	0	0,02	0,17	0,14	15,61	13,95

Tabela 6- Composição de ácidos graxos das rações experimentais (% do total de ácidos graxos), conforme tratamentos estudados, dados analisados - São Paulo, 2005

RAÇÕES ÁCIDOS GRAXOS	ÁCIDOS GRAXOS (%)					
	SOJ	MIL	CAN	LIN	SAL	SR/AT
Total de saturados (%)	16,93	16,45	11,73	14,89	21,98	29,83
Total de monoinsaturados (%)	26,62	32,71	52,59	27,83	36,32	25,18
Total de poliinsaturados (%)	56,29	50,71	36,08	56,96	42,39	45,30
Total de PUFAs n-3 (%)	5,03	1,32	6,32	30,93	17,60	22,72
Total de PUFAs n-6 (%)	51,18	49,39	29,68	25,80	23,76	21,86
Relação P/S	3,33	3,08	3,08	3,83	1,93	1,52
Relação n6/n3	10,17	37,31	4,70	0,83	1,35	0,96
Mirístico (C _{14:0})	0,07	0	0,50	0	2,82	5,52
Palmitico (C _{16:0})	0	0	0	0	0	0
Palmitoléico (C _{16:1})	0,13	0	0,16	0	5,54	6,17
Esteárico (C _{18:0})	3,55	2,40	2,31	5,79	3,14	3,84
Oléico (C _{18:1})	26,05	32,41	51,27	27,33	29,88	18,45
Linoléico (C _{18:2 n-6})	51,18	49,39	29,68	26,80	23,29	20,66
α-Linolénico (C _{18:3 n-3})	4,90	1,32	6,17	30,34	1,33	1,93

4.4 PARÂMETROS

4.4.1 Desempenho produtivo das aves

Foi feito o registro do índice de postura e peso dos ovos, a partir da coleta diária dos ovos, procedendo-se à pesagem e contagem dos mesmos, por repetição.

O cálculo do consumo de ração, conversão alimentar, por dúzia e por quilo de ovos produzidos, no período em questão, foi realizado semanalmente.

4.4.2 Qualidade externa dos ovos

Finalizado o experimento, foram colhidos 12 ovos, por tratamento, para a avaliação da qualidade externa dos mesmos. Procedeu-se à pesagem dos ovos e posteriormente foi determinada a densidade, específica utilizando-se método preconizado por Hamilton (1982), em que se empregam soluções salinas de concentrações crescentes, com variação de 0,004, iniciando-se na densidade 1,062 e finalizando em 1,102.

Posteriormente, os ovos foram quebrados, suas cascas lavadas em água corrente e mantidas em estufa à 60°C por 24 horas. Após a secagem, as cascas foram pesadas e tiveram sua espessura mensurada, utilizando-se a média de três valores obtidos da leitura de fragmentos do equador da casca do ovo.

4.4.3 Ácidos graxos na gema do ovo

Durante o experimento foram coletados quatro ovos por repetição, para extração da fase lipídica e posterior mensuração do teor de ácidos graxos da gema, sendo esta coleta realizada em dias alternados, no segundo, quarto, sexto, oitavo e décimo dias de experimento, além de uma colheita feita no trigésimo dia experimental. As gemas foram separadas, pesadas e homogeneizadas, de modo a se obter uma amostra por repetição (“pool” de quatro gemas), a cada dois dias.

Utilizou-se um grama de gema fresca e crua, de acordo com Folch, Lees e Stanley (1957) e Bligh e Dyer (1959), modificado por Nielsen (1998), enquanto que a saponificação do extrato lipídico e a extração dos ésteres de ácidos graxos foram feitas segundo Hartman e Lago (1973). As amostras foram armazenadas em freezer a - 80°C por cerca de 30 dias.

Finalizado o experimento com as aves, o solvente das amostras armazenadas, foi evaporado em corrente de nitrogênio sendo, a amostra seca, rediluída em hexano e injetada no cromatógrafo a gás. As condições de operação do aparelho foram: injeção *split* 50:1, temperatura da coluna 150 °C durante 15 minutos, programada até 210°C em uma razão de 3°C por minuto. Como gás de arraste, utilizou-se nitrogênio com vazão de 1,5ml por minuto, assim como o gás *make-up*, sendo este a 30ml por minuto. As temperaturas do injetor e do detector foram de 250°C e 280°C, respectivamente.

A determinação da composição qualitativa foi feita por comparação dos tempos de retenção dos picos com os dos padrões de ésteres de ácidos graxos, utilizando-se normalização de área, expressa como porcentagem em massa, para a determinação quantitativa. O padrão externo de ésteres de ácidos graxos utilizado no presente experimento foi o 189-19 da Supelco®.

Juntamente com a análise dos ácidos graxos, realizou-se a determinação por gravimetria dos lípidos totais de uma amostra por repetição (FOLCH; LEES; STANLEY, 1957; BLIGH; DYER, 1959).

4.4.4 Ácidos graxos no plasma das galinhas

Após o término do experimento, procedeu-se a coleta de plasma de duas aves por repetição, obtendo-se um *pool* de dois plasmas. O sangue foi coletado através da veia jugular, sendo este em um total de 10ml por *pool*.

Para evitar a formação de coágulo, utilizou-se heparina durante a coleta. Posteriormente, procedeu-se à centrifugação por cinco minutos em centrífuga refrigerada, onde o soro foi separado.

Utilizou-se um mililitro de soro para a separação da fase lipídica deste, segundo Folch, Lees e Stanley (1957) e Bligh e Dyer (1959), modificado por Nielsen (1998), enquanto que a saponificação do extrato lipídico e a extração dos ésteres de ácidos graxos foram feitas segundo Hartman e Lago (1973). As amostras foram armazenadas em freezer a -80°C por cerca de 30 dias.

A injeção da amostra, em cromatógrafo gasoso, ocorreu após evaporação do solvente em corrente de nitrogênio e rediluição em hexano. O aparelho operou nas seguintes condições: injeção *split* 50:1, temperatura da coluna 150°C durante 15 minutos, programada até 210°C em uma razão de 3°C por minuto. O nitrogênio foi utilizado tanto como gás de arraste, com vazão de 1,5ml por minuto, como gás *make-up*, sendo este a 30ml por minuto, sendo empregadas as temperaturas de 250°C do injetor e 280°C do detector.

4.4.5. Análise estatística dos resultados

Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, com três repetições por tratamento, sendo seguidos os procedimentos de análise de variância descritos por Snedecor e Cochran (1967). Foram utilizados dois critérios: fontes de ácidos graxos poliinsaturados (diferentes óleos) e tempo de retenção dos ácidos graxos na gema dos ovos 6 X 6.

O teste de *Tukey* foi aplicado para o contraste entre médias.

A análise estatística foi processada mediante a utilização do *software Statistical Analysis System* (SAS, 1994).

5 RESULTADOS

5.1 DESEMPENHO PRODUTIVO DAS AVES

Os valores médios e seus respectivos erros da média correspondentes ao peso dos ovos (g), índice de postura (%), consumo de ração (g/ave/dia), conversão alimentar, por dúzia e por quilo de ovos, de acordo com os tratamentos estudados estão explicitados na Tabela 7.

Tabela 7– Parâmetros médios de desempenho produtivo das aves e seus respectivos erros da média (em), de acordo com os tratamentos utilizados, São Paulo, 2005

TRT	Consumo (g/ave/dia)	Peso do Ovo (g)	Índice de Postura	Conversão Alimentar kg de ração por	
				dúzia de ovos	kg de ovos
SOJ	95,57 ^{a*}	56,70 ^a	90,77 ^a	1,27 ^a	1,87 ^a
Em	±1,15	±0,35	±1,66	±0,03	±0,05
MIL	89,58 ^b	57,33 ^a	91,22 ^a	1,18 ^a	1,72 ^a
Em	±1,18	±0,32	±1,70	±0,03	±0,05
CAN	92,05 ^{ab}	57,54 ^a	91,67 ^a	1,21 ^a	1,75 ^a
Em	±0,98	±0,22	±1,72	±0,03	±0,04
LIN	95,61 ^a	57,89 ^a	92,86 ^a	1,24 ^a	1,79 ^a
Em	±1,56	±0,26	±1,69	±0,04	±0,06
SAL	87,83 ^b	57,14 ^a	88,99 ^a	1,19 ^a	1,74 ^a
Em	±1,82	±0,25	±2,35	±0,04	±0,05
SR/AT	95,80 ^a	57,85 ^a	89,14 ^a	1,30 ^a	1,87 ^a
Em	±0,89	±0,38	±1,78	±0,03	±0,04

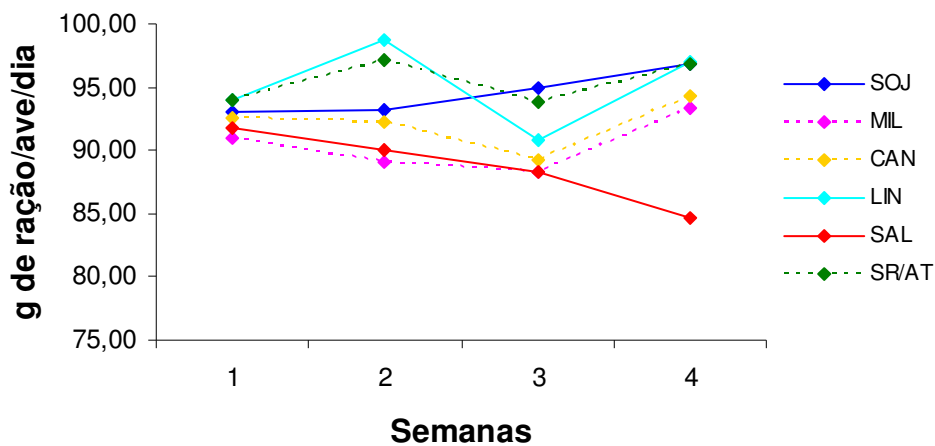
*Médias com letras distintas nas colunas, dentro de cada parâmetro, denotam diferenças significativas ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

5.1.1 Consumo Alimentar

As mais baixas médias de consumo alimentar foram observadas nas aves submetidas a rações contendo óleo de milho (MIL= 89,58 g/ave/dia) e óleo de salmão (SAL= 87,83 g/ave/dia) e óleo de canola (CAN= 92,05 g/ave/dia), que diferiram significativamente das assinaladas nos grupos alimentados com dietas contendo soja (SOJ= 95,57 g/ave/dia), linhaça (LIN= 95,61 g/ave/dia) e óleo de mistura sardinha/atum (SR/AT= 95,80 g/ave/dia) - Tab. 7, Fig 4.

Pode-se observar na Figura 4, que os tratamentos adicionados de óleo de sardinha/atum, de soja e de linhaça tiveram maiores valores de consumo durante todo o experimento, enquanto que, na última semana foi observada queda acentuada no tratamento SAL, e ascensão marcante nos grupos que receberam ração com milho (MIL) e canola (CAN).

Figura 4– Consumo médio (g/ave/dia) durante o período experimental, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005



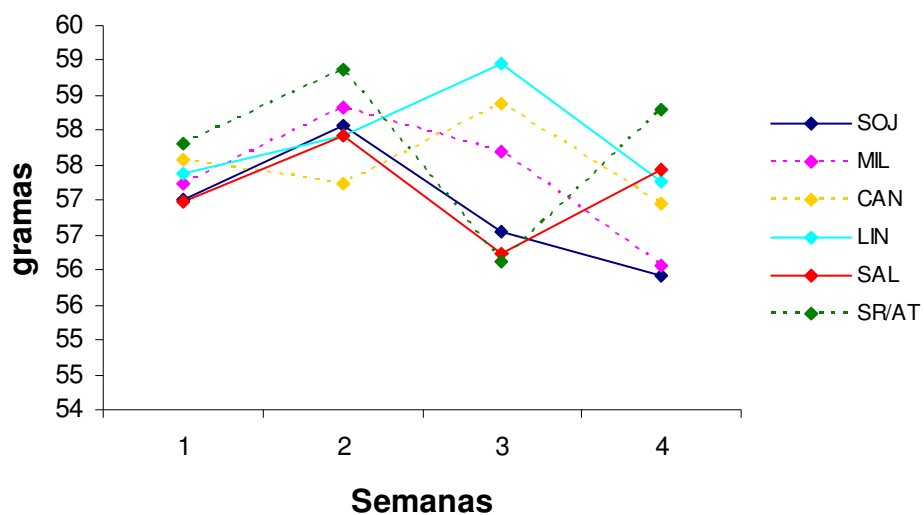
5.1.2 Peso dos Ovos

Não foram assinaladas diferenças significativa no peso dos ovos entre os tratamentos estudados, sendo que os valores médios oscilaram entre 56,70g (SOJ) e 57,89g (LIN) – Tabela 7.

A Figura 5 expressa graficamente os valores médios de peso dos ovos no decorrer das 4 semanas de experimento.

Pode ser observado que os pesos médios dos ovos das aves alimentadas com as rações contendo óleo de salmão e óleo de soja, foram menores durante as três primeiras semanas do experimento, não havendo grandes oscilações de peso durante o período experimental (Figura 5).

Figura 5- Peso médio dos ovos durante o período experimental, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005

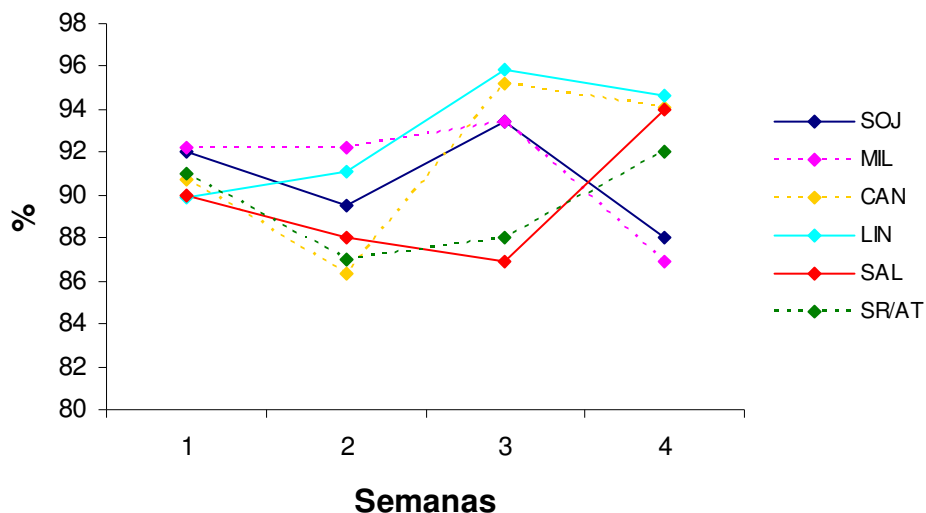


5.1.3 Índice de Postura

Os índices de postura assinalados para os diferentes tratamentos estudados não foram significativamente influenciados pelas fontes de PUFA's adicionadas às dietas das aves. As médias mais baixas de postura (88,99% e 89,14%) foram consignadas para os tratamentos SAL e SR/AT, respectivamente, e as maiores para os grupos SOJ (90,77%), MIL (91,22%), CAN (91,67%) e LIN (92,86%) -Tabela 7.

A Figura 6 ilustra os valores médios de postura dos diferentes tratamentos no transcurso do período experimental. Pode ser observado, que tais valores de produção foram mais baixos nos tratamentos onde foram empregados os óleos de salmão e sardinha/atum. Nota-se, ainda, que as médias de postura sofreram grandes oscilações durante o período experimental (Figura 6).

Figura 6– Índice médio de postura durante o período experimental de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005

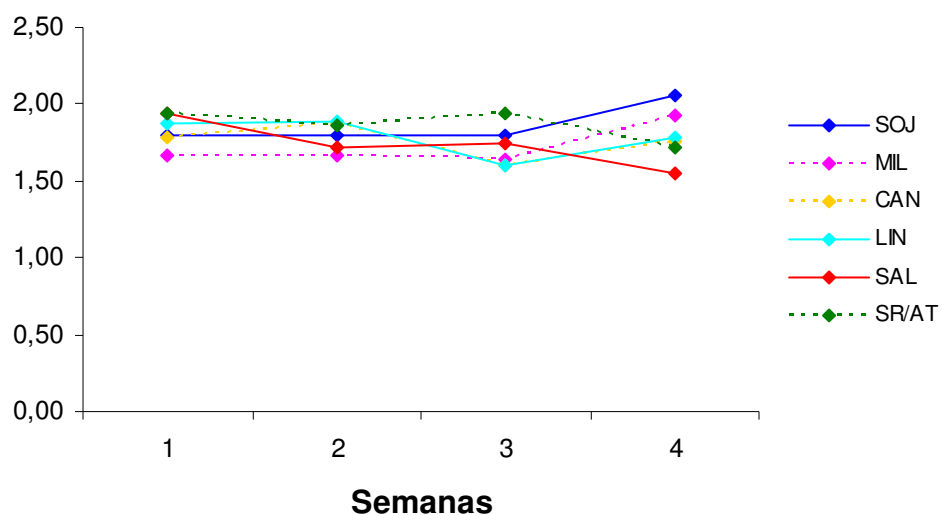


5.1.4 Conversão Alimentar

As melhores médias de conversão alimentar tanto por quilo como por dúzia de ovos foram obtidas para as aves submetidas a dietas contendo óleo de milho (MIL= 1,18 e 1,72 respectivamente) e salmão (SAL= 1,19 e 1,74 respectivamente). Em contrapartida, os piores valores de conversão ocorreram nas aves alimentadas com óleo de soja e sardinha/atum, sem, contudo, ter sido observada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 7).

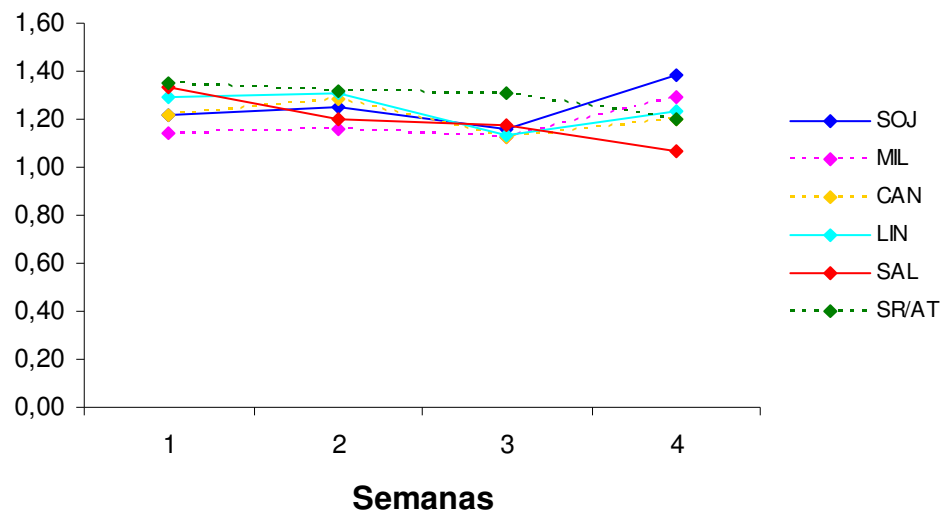
A Figura 7 mostra que as aves submetidas às diferentes dietas não tiveram grandes oscilações nos valores de conversão alimentar por quilo de ovos produzidos durante o experimento.

Figura 7– Conversão alimentar média por quilo de ovos produzidos durante o período experimental, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005



A Figura 8 mostra a conversão alimentar por dúzia de ovos durante as quatro semanas de experimento.

Figura 8– Conversão alimentar média por dúzia de ovos produzidos durante o período experimental, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005



5.2 QUALIDADE DOS OVOS

Os parâmetros médios que expressam a qualidade externa dos ovos, gravidade específica do ovo, peso (g e %) e espessura da casca (mm), assim como aquele relacionado à qualidade interna do ovo (unidades *Haugh*), conforme os tratamentos estudados, estão apresentados na Tabela 8, acrescidos de seus respectivos erros da média.

Nos contrastes efetuados entre os tratamentos estudados, as diferenças observadas entre os valores médios de espessura e peso da casca, foram

significativas ($P \leq 0,05$) enquanto que a gravidade específica não apresentou diferenças julgadas estatisticamente significativas (Tabela 8).

O peso da casca, expresso em gramas, apresentou valor significativamente mais elevado no tratamento CAN (5,94g) que no grupo alimentado com salmão (SAL= 5,53g), enquanto os outros tratamentos não tiveram alterações estatisticamente significativas entre si. Com relação à porcentagem de casca em relação ao peso do ovo, não foi demonstrado diferença significativa entre tratamentos, apesar de terem sido observados valores mais altos nos grupos que receberam milho (MIL= 10,02%) e soja (SOJ= 10,18%) - Tabela 8.

Na comparação entre tratamentos, as médias mais elevadas de espessura da casca foram consignadas para os grupos MIL (0,428mm), SOJ (0,425mm) e CAN (0,421mm), julgadas significativamente diferentes daquela auferida os ovos das aves alimentadas com salmão na dieta (0,396mm). As médias obtidas para os grupos LIN (0,412mm) e SR/AT (0,409mm) não diferiram significativamente das demais. No entanto, nota-se tendência à diminuição da espessura de casca nos grupos com maiores teores de PUFA's na dieta (LIN, SAL e SR/AT).

A qualidade interna do ovo, expressa em unidades *Haugh*, foi significativamente menor no grupo que recebeu soja (SOJ= 91,53%) quando comparada ao grupo MIL (95,93%), não diferindo, entretanto dos demais tratamentos.

Tabela 8– Valores médios de gravidade específica, espessura e peso da casca e seus respectivos erros da média (em), de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005

TRT	Gravidade específica	Peso casca		Espessura casca (mm)	Unidades Haugh (%)	Peso do ovo (g)
		g	%			
SOJ	1,093 ^{a*}	5,84 ^{ab}	10,19 ^a	0,425 ^a	91,53 ^b	57,55 ^a
Em	±0,001	± 0,10	±0,21	±0,566	±0,97	± 1,01
MIL	1,094 ^a	5,87 ^{ab}	10,02 ^a	0,429 ^a	95,93 ^a	58,50 ^a
Em	± 0,001	± 0,11	±0,13	±0,478	±1,03	±0,73
CAN	1,093 ^a	5,94 ^a	9,86 ^a	0,421 ^a	94,28 ^{ab}	60,25 ^a
Em	±0,001	±0,10	± 0,14	± 0,484	±1,09	±0,86
LIN	1,093 ^a	5,84 ^{ab}	9,76 ^a	0,412 ^{ab}	92,88 ^{ab}	59,92 ^a
em	± 0,001	±0,08	± 0,13	± 0,502	±0,87	±0,55
SAL	1,091 ^a	5,53 ^b	9,58 ^a	0,396 ^b	94,75 ^{ab}	57,71 ^a
em	±0,001	±0,07	±0,13	±0,488	±0,96	±0,39
SR/AT	1,093 ^a	5,70 ^{ab}	9,88 ^a	0,409 ^{ab}	94,10 ^{ab}	57,68 ^a
em	± 0,001	± 0,11	±0,16	±0,625	±1,29	±0,69

*Médias com letras distintas nas colunas denotam diferenças significativas ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

5.3 COMPOSIÇÃO LIPÍDICA DA GEMA DO OVO

Na tabela 9 estão explicitadas as porcentagens de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, relação n-6/n-3, total de PUFA's n-6 e n-3 e relação poliinsaturados / saturados (P/S), da gema dos ovos das galinhas, coletados no final do experimento, dos diferentes grupos experimentais.

Os principais ácidos graxos, encontrados na gema dos ovos coletados no último dia experimental, palmítico, palmitoleico, esteárico, oléico, ácido linoleico, ácido linolênico, araquidônico, EPA, DPA e DHA, estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 9– Médias e respectivos erros da média (em) assinalados para os grupos de ácidos graxos (% dos lípides totais) presentes na gema dos ovos de galinhas e suas relações, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005

TRT	SAT	MONO	POLI	P/S	n6	n3	n6/n3
SOJ em	34,38 ^b ±0,30	41,48 ^a ±0,60	24,06 ^b ±0,58	0,70 ^c ±0,02	21,57 ^c ±0,50	2,09 ^{b*} ±0,07	10,36 ^d ±0,13
MIL em	34,05 ^b ±0,55	42,96 ^{ab} ±1,07	23,01 ^b ±0,57	0,68 ^c ±0,01	21,23 ^c ±0,60	1,22 ^a ±0,04	16,93 ^e ±0,79
CAN em	31,31 ^a ±0,33	51,44 ^d ±0,77	17,32 ^a ±0,45	0,55 ^b ±0,01	14,65 ^b ±0,31	2,28 ^b ±0,08	6,48 ^c ±0,16
LIN em	31,01 ^a ±0,13	45,50 ^{bc} ±0,32	23,66 ^b ±0,44	0,76 ^d ±0,02	14,27 ^b ±0,33	9,21 ^e ±0,12	1,55 ^a ±0,02
SAL em	35,04 ^{bc} ±0,70	47,91 ^c ±0,63	17,33 ^a ±0,44	0,49 ^{ab} ±0,01	12,79 ^{ab} ±0,47	4,47 ^c ±0,17	3,11 ^b ±0,18
SR/AT em	37,04 ^c ±0,53	45,56 ^{bc} ±0,81	17,51 ^a ±0,38	0,47 ^a ±0,01	12,34 ^a ±0,29	4,90 ^d ±0,22	2,45 ^b ±0,11

*Médias com letras distintas nas colunas denotam diferenças significativas ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

**n3 (ácidos graxos da série ômega 3), n6 (ácidos graxos da série ômega 6), POLI (poliinsaturados), MONO (monoinsaturados), SAT (saturados), P/S (poliinsaturados:saturados), n6/n3 (n6:n3)

Tabela 10– Valores médios e respectivos erros da média (em) dos principais ácidos graxos (% dos lípides totais) presentes na gema dos ovos de galinhas e suas relações, de acordo com os tratamentos estudados no último dia experimental- São Paulo, 2005

TRT	PALM	PALTOL	ESTE	OLEI	LINOL	LINOLÊN	ARAQ	EPA	DPA	DHA
SOJ	24,82 ^{bc*}	2,11 ^a	8,96 ^b	38,96 ^a	20,12 ^b	0,90 ^{bc}	1,45 ^b	0 ^a	0,40 ^b	0,71 ^{ab}
em	±0,38	±0,05	±0,32	±0,69	±0,46	±0,03	±0,07	±0	±0,08	±0,08
MIL	24,95 ^c	2,15 ^a	8,58 ^{ab}	39,96 ^{ab}	19,88 ^b	0,32 ^a	1,52 ^b	0 ^a	0,40 ^b	0,41 ^a
em	±0,64	±0,13	±0,12	±0,97	±0,66	±0,02	±0,06	±0	±0,08	±0,03
CAN	23,17 ^{ab}	2,08 ^a	7,68 ^a	48,98 ^d	13,29 ^a	1,13 ^c	1,35 ^b	0 ^a	0,09 ^a	1,06 ^{bc}
em	±0,38	±0,63	±0,16	±0,82	±0,27	±0,01	±0,10	±0	±0,03	±0,08
LIN	21,99 ^a	2,45 ^a	8,55 ^{ab}	42,82 ^{bc}	13,63 ^a	7,56 ^d	0,62 ^a	0,24 ^b	0 ^a	1,45 ^c
em	±0,20	±0,06	±0,09	±0,30	±0,31	±0,17	±0,03	±0,01	±0	±0,09
SAL	25,48 ^c	3,75 ^b	8,68 ^b	43,73 ^c	12,79 ^a	0,54 ^a	0,37 ^a	0,38 ^c	0 ^a	2,91 ^d
em	±0,37	±0,26	±0,30	±0,59	±0,48	±0,04	±0,03	±0,04	±0	±0,16
SR/AT	26,47 ^c	4,25 ^b	9,17 ^b	40,94 ^{abc}	11,65 ^a	0,56 ^{ab}	0,52 ^a	0,50 ^d	0,42 ^b	3,30 ^d
em	±0,32	±0,05	±0,18	±0,73	±0,29	±0,08	±0,02	±0,02	±0,03	±0,14

*Médias com letras distintas nas colunas denotam diferenças significativas ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

**TRT (tratamento) PALM (palmitico), PALTOL (palmitoleico), ESTE (esteárico), OLEI (oléico), LINOL (linoleico) LINOLÊN (α -linolênico), ARAQ (araquidônico), EPA (eicosapentaenóico), DPA (docosapentaenóico), DHA (docosahexanóico)

5.3.1. Ácidos Graxos Saturados

A porcentagem total de ácidos graxos saturados alterou-se significativamente ($P \leq 0,05$), conforme os tratamentos estudados (Tabela 9). O maior valor foi consignado no tratamento SR/AT (37,04%), teores intermediários nos grupos SAL, SOJ e MIL (35,04%, 34,38% e 34,05%, respectivamente) e médias mais baixas inferiores no CAN (31,31%) e LIN (31,01%) - Tabela 9. As fontes marinhas acrescentadas às dietas propiciaram as taxas mais elevadas de ácidos graxos saturados na gema, significativamente superiores às auferidas para os ovos de aves alimentadas com rações contendo óleos de canola e de linhaça.

Na tabela 10 são demonstradas diferenças significativas ($P \leq 0,05$) nos teores dos ácidos graxos saturados, palmítico e esteárico, entre tratamentos.

O ácido palmítico, foi depositado em maiores teores na gema para os tratamentos SAL (25,48%), SR/AT (26,47%) e MIL (24,95%), os quais diferiram significativamente dos grupos CAN (23,17%) e LIN (21,99%), sendo que este último foi responsável pelos menores valores deste ácido durante o experimento (Tabela 10).

Com relação ao ácido esteárico, foram observadas diferenças significativas ($P \leq 0,05$) nas comparações efetuadas entre os tratamentos SR/AT (9,17%), SAL (8,68%) e SOJ (8,96%) com o grupo CAN (7,68%) - Tabela 10.

5.3.2 Ácidos Graxos Monoinsaturados

O total de ácidos graxos monoinsaturados na gema dos ovos coletados no último dia do experimento, revelou diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre tratamentos

(Tabela 9), sendo que a maior média foi observada nos ovos das aves que receberam óleo de canola (CAN= 51,44%), e as menores naqueles provenientes de aves alimentadas com óleo de soja (SOJ= 41,48%) e milho (MIL= 42,96%), sendo que os valores significativamente intermediários foram denotados para os demais grupos.

De maneira isolada, o ácido palmitoléico apresentou os maiores teores na gema para os tratamentos SAL (3,75%) e SR/AT (4,25%), valores estes significativamente diferentes ($P \leq 0,05$) dos grupos SOJ (2,10%), MIL (2,15%), CAN (2,08%) e LIN (2,45%) - Tabela 10.

O ácido oléico, foi depositado com maior intensidade nos ovos provenientes das aves alimentadas com óleo de canola CAN (48,98%), valor este, significativamente maior que os encontrados para os demais tratamentos. Os teores deste ácido nas gemas dos grupos LIN (42,82%) e SAL (43,79%) foram intermediários, enquanto que os grupos SOJ (38,96%), MIL (39,96%) e SR/AT (40,94%) denotaram as menores quantidades de ácido oléico na gema (Tabela 10).

5.3.3 Ácidos Graxos Poliinsaturados (PUFAs)

Os diferentes tratamentos estudados denotaram alterações significativas ($P \leq 0,05$) nos teores de ácidos graxos poliinsaturados na gema dos ovos (Tabela 10). Os grupos que receberam óleos de canola (CAN= 17,32%), salmão (SAL= 17,33%) e sardinha/atum (SR/AT= 17,51%) produziram gemas com menor quantidade total destes ácidos, quando comparados com os demais (SOJ= 24,06%, MIL= 23,01% e LIN= 23,66%)- Tabela 10.

Os teores totais de ácidos poliinsaturados n-6 na gema dos ovos, sofreu alterações significativas ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 9). Os maiores valores destes ácidos graxos foram denotados nos grupos SOJ (21,57%) e MIL (21,88%) sendo, estas médias, significativamente diferentes dos demais grupos. Por outro lado, o menor valor foi consignado para SR/AT (12,34%), sendo este, significativamente diferente dos outros grupos, exceção feita ao tratamento SAL (12,79%) - Tabela 9.

O ácido linoleico na gema dos ovos apresentou valores significativamente superiores nos tratamentos SOJ (20,12%) e MIL (19,88%), quando comparados aos demais grupos (Tabela 10).

Por outro lado, o ácido araquidônico foi depositado em quantidades significativamente maiores nos grupos SOJ (1,45%), MIL (1,52%) e CAN (1,35%) que nos lotes LIN, SAL, SR/AT (0,62%, 0,37% e 0,52%, respectivamente) - Tabela 10.

Os ácidos graxos poliinsaturados da série n-3, demonstraram diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre tratamentos, sendo que o menor teor foi assinalado em MIL (1,22%), o qual diferiu significativamente dos demais grupos. Valores intermediários foram consignados em SOJ e CAN (2,09% e 2,28%, respectivamente), que revelaram diferenças significativas em relação aos demais grupos. Teores um pouco mais elevados foram encontrados nos ovos provenientes de SAL (4,47%), valor este significativamente diferente de SR/AT (4,90%) e dos demais grupos. A maior deposição de ácidos graxos n-3 na gema do ovo, considerando todos os tratamentos, foi consignada no grupo LIN (9,21%) -Tabela 9.

Na tabela 10 nota-se que foram depositadas quantidades significativamente ($P \leq 0,05$) maiores de ácido α -linolênico na gema dos ovos do grupo LIN (7,48%),

seguido de CAN (1,13%) e SOJ (0,91%). Os menores teores deste ácido foram encontrados nas gemas provenientes de MIL (0,33%) e SAL (0,61%).

A deposição de EPA na gema dos ovos só ocorreu nos grupos LIN (0,24%), SAL (0,38%) e SR/AT (0,50%), sendo todos os valores significativamente ($P \leq 0,05$) diferentes entre si e em relação aos demais grupos (Tabela 10).

Os teores de DPA na gema dos ovos estudados, mostraram-se significativamente ($P \leq 0,05$) maiores nos tratamentos SR/AT (0,42%), MIL (0,40%) e SOJ (0,40%) em comparação aos demais grupos (Tabela 10)

O DHA sofreu acréscimo significativo ($P \leq 0,05$) de seu teor na gema do ovo para os grupos SAL (2,91%) e SR/AT (3,30%), em relação aos outros tratamentos. No entanto, os grupos que receberam óleo de linhaça (1,45%) e óleo de canola (1,06%) tiveram deposição intermediária de DHA na gema. O grupo MIL apresentou a menor média (0,41%) entre os tratamentos estudados (Tabela 10).

A Figura 9 expressa os teores médios de ácidos graxos monoinsaturados, saturados e poliinsaturados depositados na gema. Os grupos que receberam óleo de soja (SOJ), milho (MIL) e de linhaça (LIN) apresentaram os maiores valores de ácidos graxos poliinsaturados na gema, ao serem comparados aos demais tratamentos.

A Figura 10 apresenta as concentrações de PUFAs n-3 na gema dos ovos, conforme os tratamentos. Nota-se que a adição de óleo de linhaça (LIN) e óleos de peixe (SAL; SR/AT) à dieta aumentou os teores destes ácidos graxos na gema dos ovos.

A Figura 10 demonstra a relação existente entre a concentração de ácido α -linolênico e DHA depositados na gema e no plasma. A figura mostra estreito

relacionamento entre os teores plasmáticos e aqueles presentes na gema dos ovos de cada tratamento.

Figura 9– Teores de ácidos graxos totais na gema dos ovos no último dia experimental, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005

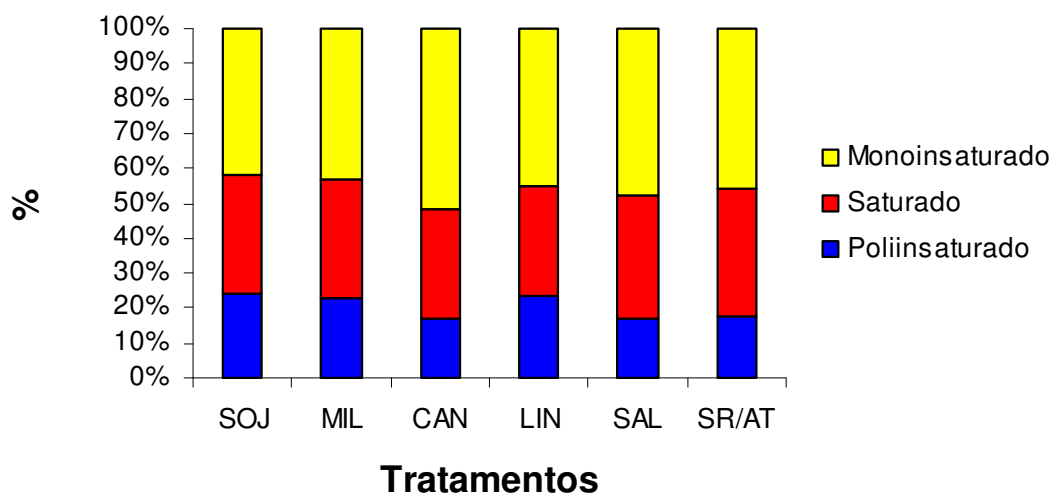
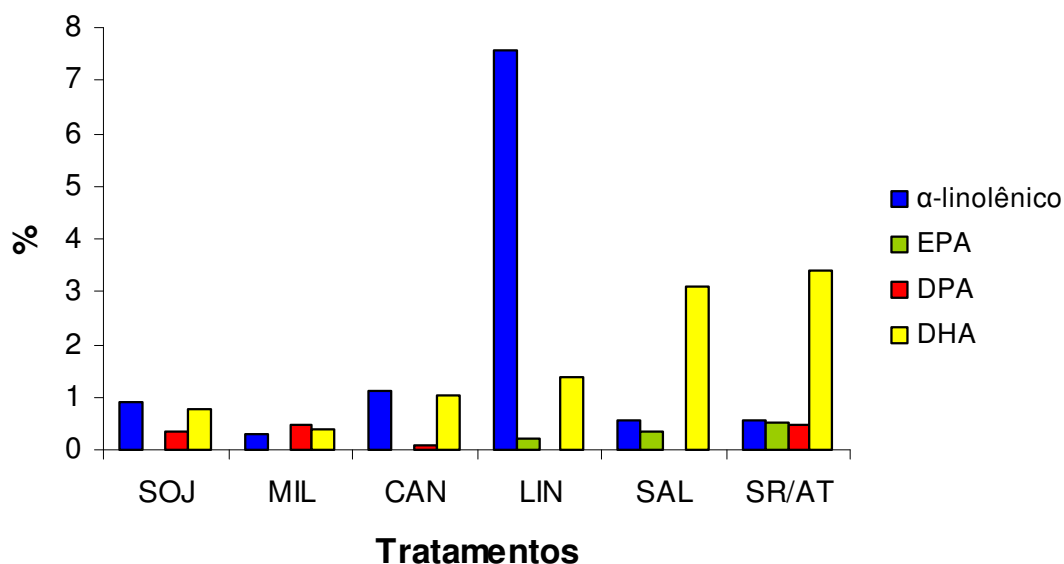


Figura 10– Teores de ácidos graxos n-3 totais na gema dos ovos no último dia experimental, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005



5.4 TEMPO DE INCORPORAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS NA GEMA DOS OVOS

Na tabela 11 estão explicitadas as porcentagens de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, relação n-6/n-3, total de PUFAs n-6 e n-3 e relação poliinsaturados / saturados (P/S), da gema dos ovos das galinhas, de acordo com as fontes de lipídios e dias de coleta durante o experimento.

A análise de variância dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, relação n-6/n-3, total de PUFAs n-6 e n-3 e relação poliinsaturados/saturados (P/S), da gema dos ovos, relacionando-se as fontes lipídicas com os dias de coleta, encontra-se na Tab. 12.

O comportamento do total de n-3 e PUFAs totais de cada uma das fontes no decorrer do experimento, estão mostrados nas tabelas 13 e 14, respectivamente; enquanto que as figuras 11 e 12 promovem a visualização dos valores existentes nas tabelas anteriormente citadas.

Na tabela 15 são apresentadas as porcentagens dos principais ácidos graxos encontrados no plasma de galinhas alimentadas com as dietas experimentais, a saber: palmítico, palmitoleico, esteárico, oléico, ácido linoleico, ácido linolênico, araquidônico, EPA, DPA e DHA, de acordo com as fontes de lipídios e dias de coleta. As figuras 13 e 14 são referentes à tabela supracitada.

A análise de variância dos principais ácidos graxos da gema dos ovos, de acordo com os dias de coleta de ovos e as fontes lipídicas utilizadas na alimentação das galinhas, encontra-se na Tab 16.

Nas tabelas 17, 18, 19 e 20 estão explicitadas as porcentagens de ácidos graxos α - linolênico, DHA, EPA e ácido araquidônico da gema dos ovos das galinhas, de acordo com as fontes de ácidos graxos dietéticos no decorrer do período experimental, enquanto que nas figuras 15, 16, 17 e 18 são representados graficamente os valores contidos nas tabelas 17, 18, 19 e 20, respectivamente.

Tabela 11- Perfil dos principais ácidos graxos da gema do ovo (% dos lípides totais) de acordo com as fontes e dias experimentais - São Paulo, 2005

TRT	Teor de ácidos graxos na gema						
	SAT	MONO	POLI	n3	n6	P/S	n6/n3
Fontes							
SOJ	33,06 ^{b*}	43,78 ^a	23,22 ^c	1,60 ^b	21,29 ^c	0,70 ^c	14,29 ^c
MIL	32,55 ^{ab}	44,47 ^a	22,86 ^a	1,14 ^a	21,23 ^c	0,71 ^c	20,60 ^d
CAN	31,67 ^a	49,63 ^c	18,74 ^c	1,78 ^b	16,66 ^b	0,59 ^b	10,61 ^b
LIN	31,59 ^a	45,48 ^b	22,94 ^c	6,02 ^d	16,61 ^b	0,73 ^c	5,48 ^a
SAL	34,80 ^c	45,69 ^b	19,57 ^b	3,26 ^c	15,96 ^{bc}	0,57 ^{ab}	7,27 ^a
SR/AT	35,16 ^c	45,63 ^b	19,35 ^{ab}	3,44 ^c	15,65 ^a	0,56 ^a	7,31 ^a
Dias de tratamento							
DIA 2	32,01 ^a	46,31 ^b	21,71 ^c	1,12 ^a	20,19 ^c	0,68 ^b	19,00 ^c
DIA 4	32,83 ^b	45,62 ^{ab}	21,56 ^{bc}	1,64 ^b	19,48 ^c	0,66 ^b	13,04 ^b
DIA 6	32,90 ^b	45,37 ^a	21,68 ^c	2,90 ^c	18,46 ^b	0,66 ^b	9,46 ^a
DIA 8	33,87 ^c	45,29 ^a	20,90 ^{ab}	3,77 ^d	16,87 ^a	0,62 ^a	8,54 ^a
DIA 10	33,51 ^{bc}	46,16 ^{ab}	20,29 ^a	3,85 ^d	16,14 ^a	0,62 ^a	8,55 ^a
DIA 30	33,71 ^c	45,94 ^{ab}	20,53 ^a	3,96 ^d	16,25 ^a	0,61 ^a	6,96 ^a

*Médias com letras distintas nas colunas denotam diferenças significativas ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela 12- Análise de variância dos principais ácidos graxos da gema, de acordo com as fontes e dias experimentais estudados - São Paulo, 2005

FONTES DE VARIÇÃO	Valores de F							
	g.l.	SAT	MONO	POLI	n3	n6	P/S	n6/n3
Fontes (F)	5	32,17**	46,12**	67,22***	454,32**	109,31**	49,53**	31,95**
Dias (D)	5	6,57**	1,98 ^{ns}	5,90**	211,48**	47,19**	6,27**	19,62**
F x D	25	4,83**	5,99**	6,78**	39,38**	10,41**	5,19**	1,70*
Resíduo	72	-	-	-	-	-	-	-
Total	107	-	-	-	-	-	-	-

*Significativo a 5% ($P \leq 0,05$)

**Significativo a 1% ($P \leq 0,01$)

Tabela 13– Teores médios de ácidos graxos n-3 totais na gema do ovo (% dos lípidos totais) e seus respectivos erros da média (em) de acordo com as fontes e tempo de experimento - São Paulo, 2005

TRT	n-3 TOTAL					
	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 30
SOJ	1,09 ^{a*}	1,41 ^{ab}	1,79 ^{ab}	1,40 ^{ab}	1,81 ^{ab}	2,09 ^b
Em	±0,19	±0,16	±0,21	±0,08	±0,16	±0,08
MIL	1,11 ^a	1,19 ^a	1,16 ^a	1,13 ^a	1,04 ^a	1,22 ^a
Em	±0,29	±0,15	±0,26	±0,25	±0,22	±0,02
CAN	1,06 ^a	1,38 ^{ab}	1,80 ^{bc}	2,06 ^c	2,08 ^c	2,28 ^c
Em	±0,15	±0,10	±0,17	±0,08	±0,10	±0,10
LIN	1,21 ^a	2,43 ^b	6,10 ^c	8,33 ^d	8,81 ^d	9,21 ^d
Em	±0,20	±0,11	±0,30	±0,27	±0,16	±0,21
SAL	1,12 ^a	1,82 ^a	3,30 ^b	4,06 ^{bc}	4,80 ^c	4,47 ^c
Em	±0,10	±0,25	±0,20	±0,17	±0,32	±0,22
SR/AT	1,13 ^a	1,60 ^a	3,26 ^b	4,90 ^c	4,86 ^c	4,90 ^c
Em	±0,09	±0,19	±0,25	±0,44	±0,21	±0,30

*Médias com letras distintas nas linhas denotam diferenças significativas ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Figura 11- Concentrações médias de ácidos graxos n-3 totais na gema do ovo (% dos lípidos totais) de acordo com as fontes e tempo de incorporação - São Paulo, 2005

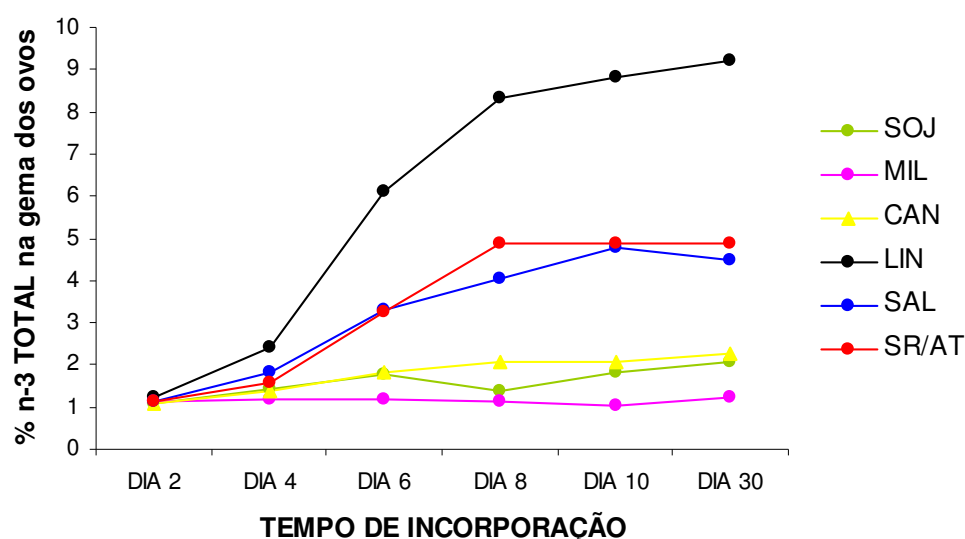


Tabela 14– Valores médios de PUFA's totais na gema do ovo (% dos lípides totais) e seus respectivos erros da média (em) de acordo com as fontes e tempo de experimento - São Paulo, 2005

TRT	PUFA's TOTAL					
	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 30
SOJ	21,62 ^a	22,37ab	24,07b	23,97b	23,23ab	24,07b
Em	±0,20	±0,11	±0,35	±0,47	±0,32	±0,67
MIL	21,67a	23,39a	22,94a	22,70a	24,24 ^a	23,19a
Em	±0,76	±0,71	±0,56	±0,58	±1,73	±1,01
CAN	21,39c	19,67bc	18,71ab	17,76a	16,66a	17,22a
Em	±0,45	±0,55	±0,34	±0,13	±0,91	±0,11
LIN	21,69a	21,22a	23,79a	23,63a	23,29a	24,01a
Em	±0,73	±0,19	±0,40	±0,45	±0,23	±0,69
SAL	21,69a	21,82a	20,03a	18,28a	18,01a	17,57a
Em	±0,25	±0,90	±0,21	±0,47	±0,65	±0,65
SR/AT	22,18a	20,89a	20,52a	19,08a	16,31a	17,13a
Em	±0,39	±0,45	±0,85	±0,83	±0,67	±0,53

*Médias com letras distintas nas linhas denotam diferenças significativas ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Figura 12- Teores de PUFA's totais na gema do ovo (% dos lípides totais) de acordo com as fontes e tempo de incorporação - São Paulo, 2005

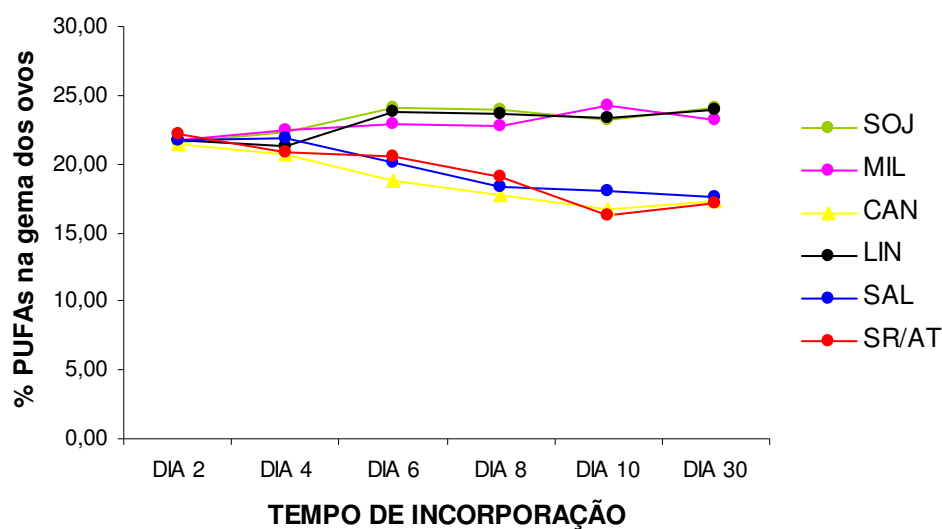


Tabela 15– Perfil dos principais ácidos graxos da gema do ovo (% dos lípides totais) de acordo com as fontes e dias experimentais utilizados - São Paulo, 2005

TRT	Teor de ácidos graxos na gema									
	PALM	PALTOL	ESTE	OLEI	LINOL	LINOLÊN	ARAQ	EPA	DPA	DHA
Fontes										
SOJ	24,06 ^{c*}	2,48 ^a	8,43 ^{ab}	41,00 ^a	19,71 ^c	0,70 ^c	1,58 ^c	0,000 ^a	0,22 ^a	0,63 ^b
MIL	23,71 ^c	2,34 ^a	8,31 ^{ab}	41,70 ^{ab}	19,66 ^c	0,37 ^a	1,57 ^c	0,006 ^a	0,24 ^a	0,46 ^a
CAN	23,13 ^b	2,24 ^a	8,02 ^a	47,06 ^d	15,22 ^{ab}	0,85 ^d	1,43 ^b	0,000 ^a	0,15 ^a	0,75 ^b
LIN	22,49 ^a	2,35 ^a	8,57 ^{bc}	42,88 ^c	15,49 ^b	4,73 ^e	1,12 ^a	0,079 ^b	0,12 ^a	1,05 ^c
SAL	24,88 ^d	2,92 ^b	9,08 ^d	42,47 ^{bc}	14,93 ^{ab}	0,51 ^b	1,03 ^a	0,240 ^c	0,18 ^a	2,26 ^d
SR/AT	25,16 ^d	3,29 ^c	8,90 ^{cd}	42,00 ^b	14,60 ^a	0,53 ^b	1,05 ^a	0,320 ^d	0,24 ^a	2,26 ^d
Dias de tratamento										
DIA 2	23,42 ^a	2,34 ^a	7,93 ^a	43,68 ^d	18,56 ^c	0,44 ^a	1,63 ^d	0,000 ^a	0,13 ^a	0,51 ^a
DIA 4	23,62 ^{ab}	2,31 ^a	8,49 ^b	43,00 ^{bcd}	17,95 ^c	0,64 ^b	1,53 ^{cd}	0,021 ^a	0,25 ^a	0,67 ^b
DIA 6	23,69 ^{ab}	2,74 ^b	8,52 ^b	42,35 ^{ab}	17,00 ^b	1,32 ^c	1,47 ^c	0,089 ^b	0,21 ^a	1,25 ^c
DIA 8	24,31 ^c	2,85 ^b	8,92 ^b	42,14 ^a	15,67 ^a	1,64 ^b	1,21 ^b	0,178 ^c	0,21 ^a	1,70 ^d
DIA 10	24,02 ^{bc}	2,61 ^{ab}	8,84 ^b	43,25 ^{cd}	15,16 ^a	1,81 ^e	0,98 ^a	0,186 ^c	0,14 ^a	1,65 ^d
DIA 30	24,37 ^c	2,76 ^b	8,61 ^b	42,70 ^{abc}	15,28 ^a	1,83 ^e	0,97 ^a	0,187 ^c	0,22 ^a	1,64 ^d

*Médias com letras distintas nas colunas denotam diferenças significativas ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela 16- Análise de variância dos principais ácidos graxos da gema, de acordo com as fontes e dias experimentais estudados
- São Paulo, 2005

FONTES DE VARIÇÃO	Valores de F										
	g.l.	PALM	PALTOL	ESTE	OLEI	LINOL	LINOLÊN	ARAQ	EPA	DPA	DHA
Fontes (F)	5	31,29**	11,44**	6,67**	69,86**	86,47**	1522,29**	31,08**	141,02**	1,45 ^{ns}	251,97**
Dias (D)	5	4,49*	3,36 ^{ns}	5,41**	4,93**	31,37**	193,00 ⁸⁸	37,84**	50,83**	1,16 ^{ns}	104,96**
F x D	25	4,65**	2,94**	1,79 ^{ns}	7,63**	8,28**	123,86**	3,99**	14,27**	0,96 ^{ns}	22,11**
Resíduo	72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	107	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*Significativo a 5% (P≤0,05)

**Significativo a 1 % (P≤0,01)

Figura 13– Efeito dos dias de experimento em relação à incorporação e perfil de ácidos graxos na gema dos ovos produzidos durante o experimento– São Paulo, 2005

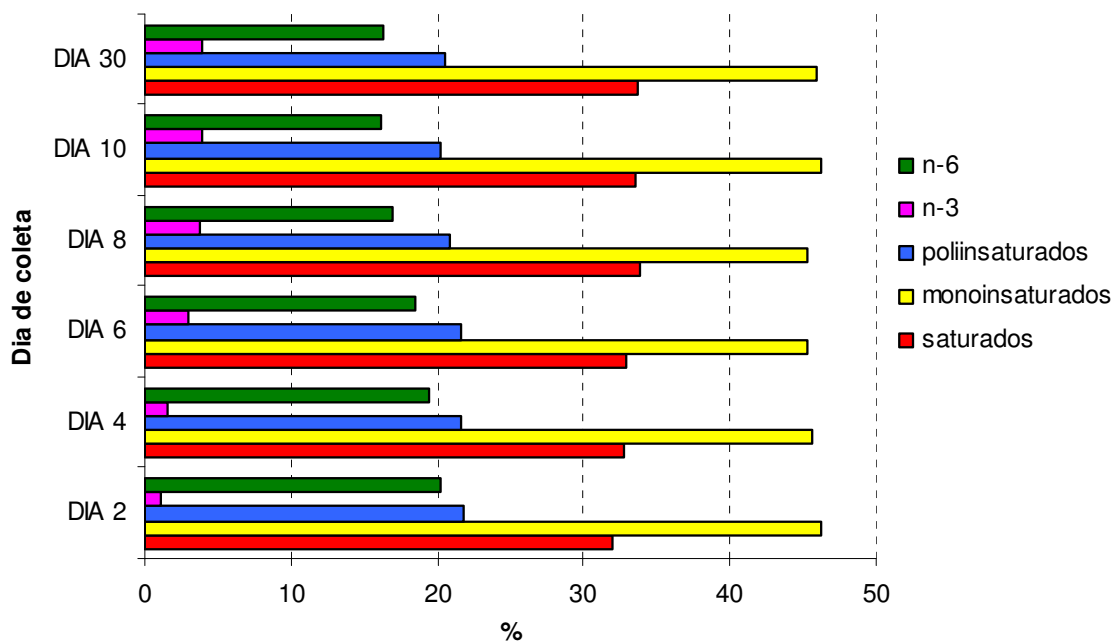


Figura 14– Efeito dos dias de experimento em relação à incorporação e perfil dos principais ácidos graxos na gema dos ovos produzidos durante o experimento– São Paulo, 2005

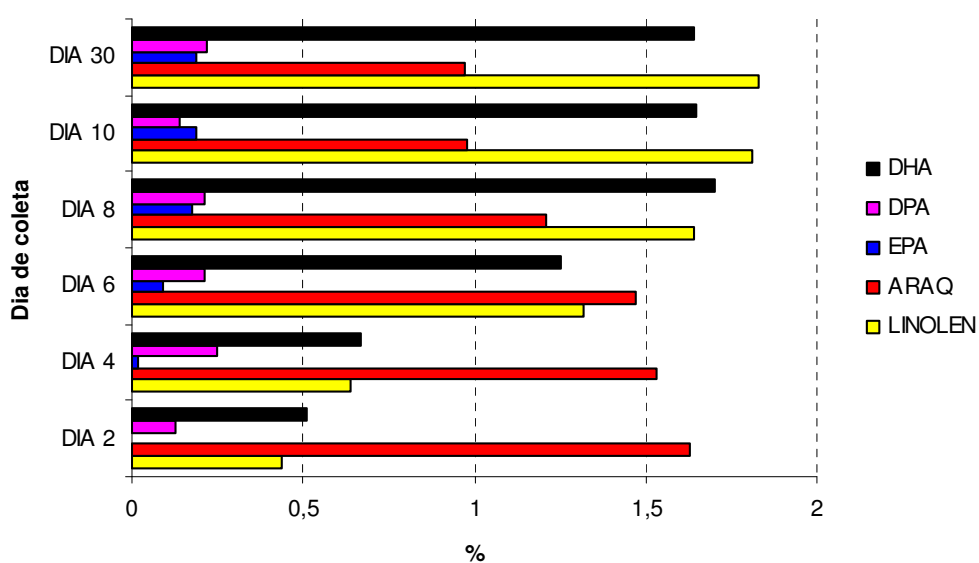


Tabela 17- Teores de ácido α - linolênico na gema do ovo (% dos lípides totais) e seus respectivos erros da média (em) de acordo com as fontes e tempo de experimentação - São Paulo, 2005

TRT	ÁCIDO α -LINOLÊNICO					
	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 30
SOJ	0,39 ^a	0,49 ^a	0,73 ^b	0,72 ^b	0,89 ^c	0,91 ^c
Em	$\pm 0,23$	$\pm 0,02$	$\pm 0,10$	$\pm 0,15$	$\pm 0,55$	$\pm 0,39$
MIL	0,51 ^a	0,38 ^a	0,31 ^a	0,38 ^a	0,32 ^a	0,33 ^a
Em	$\pm 0,15$	$\pm 0,03$	$\pm 0,05$	$\pm 0,06$	$\pm 0,06$	$\pm 0,03$
CAN	0,40 ^a	0,53 ^a	0,90 ^b	1,03 ^{ab}	1,10 ^c	1,13 ^c
Em	$\pm 0,25$	$\pm 0,44$	$\pm 0,12$	$\pm 0,36$	$\pm 0,87$	$\pm 0,14$
LIN	0,52 ^a	1,60 ^a	4,84 ^b	6,55 ^c	7,36 ^c	7,48 ^c
Em	$\pm 0,11$	$\pm 0,19$	$\pm 0,32$	$\pm 0,23$	$\pm 0,18$	$\pm 0,29$
SAL	0,42 ^{ab}	0,38 ^a	0,52 ^{ab}	0,58 ^{ab}	0,55 ^{ab}	0,61 ^b
Em	$\pm 0,18$	$\pm 0,04$	$\pm 0,08$	$\pm 0,06$	$\pm 0,02$	$\pm 0,01$
SR/AT	0,39 ^a	0,46 ^a	0,58 ^a	0,58 ^a	0,65 ^a	0,51 ^a
Em	$\pm 0,02$	$\pm 0,04$	$\pm 0,06$	$\pm 0,02$	$\pm 0,10$	$\pm 0,12$

*Médias com letras distintas nas linhas denotam diferenças significativas ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Figura 15- Concentração de ácido α - linolênico na gema do ovo (% dos lípides totais) de acordo com as fontes e tempo de incorporação - São Paulo, 2005

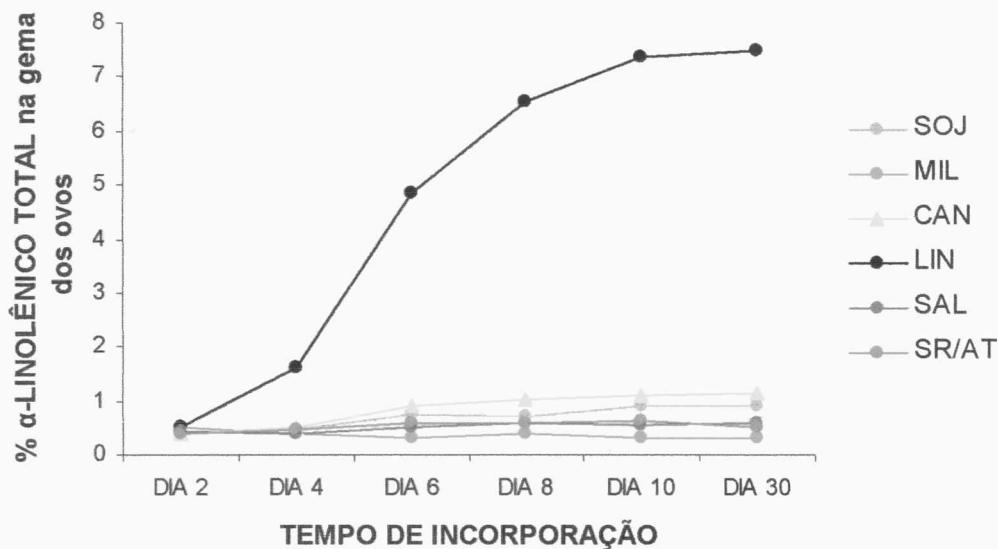


Tabela 18– Teores de DHA na gema do ovo (% dos lípides totais) e seus respectivos erros da média (em) de acordo com as fontes e tempo de experimento - São Paulo, 2005

TRT	DHA					
	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 30
SOJ em	0,53 ^a ±0,06	0,54 ^a ±0,05	0,72 ^a ±0,04	0,59 ^a ±0,00	0,66 ^a 0,10	0,71 ^a ±0,07
MIL em	0,45 ^a ±0,03	0,47 ^a ±0,03	0,47 ^a ±0,02	0,53 ^a ±0,03	0,40 ^a ±0,07	0,41 ^a ±0,05
CAN em	0,51 ^a ±0,01	0,58 ^{ab} ±0,04	0,70 ^{abc} ±0,05	0,86 ^{cd} ±0,02	0,81 ^{bc} ±0,06	1,06 ^d ±0,08
LIN em	0,49 ^a ±0,03	0,57 ^a ±0,07	1,06 ^b ±0,06	1,43 ^c ±0,06	1,33 ^c ±0,05	1,45 ^c ±0,12
SAL em	0,54 ^a ±0,02	1,02 ^a ±0,05	2,40 ^b ±0,06	3,48 ^c ±0,23	3,25 ^c ±0,28	2,91 ^{bc} ±0,19
SR/AT em	0,51 ^a ±0,04	0,87 ^a ±0,09	2,12 ^b ±0,22	3,33 ^c ±0,39	3,45 ^c ±0,27	3,30 ^c ±0,18

*Médias com letras distintas nas linhas denotam diferenças significativas ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Figura 16- Concentração de DHA na gema do ovo (% dos lípides totais) de acordo com as fontes e tempo de incorporação - São Paulo, 2005

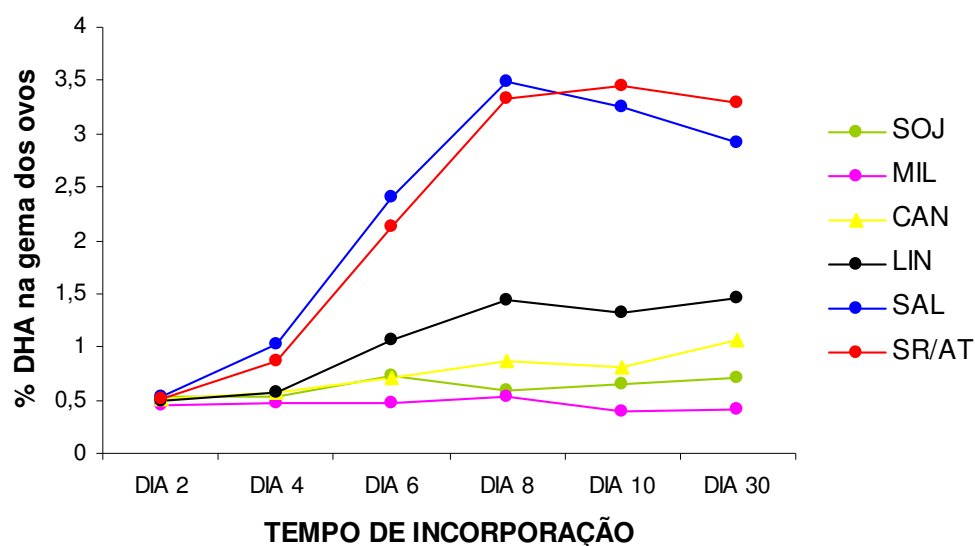


Tabela 19– Incorporação de EPA na gema do ovo (% dos lípides totais) e seus respectivos erros da média (em), de acordo com as fontes e tempo de experimentação - São Paulo, 2005

TRT	EPA					
	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 30
SOJ	0	0	0	0	0	0
Em	0	0	0	0	0	0
MIL	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0,02 ^a	0,02 ^a	0 ^a
Em	0	0	0	0,02	±0,02	0
CAN	0	0	0	0	0	0
Em	0	0	0	0	0	0
LIN	0 ^a	0 ^a	0,05 ^a	0,08 ^a	0,10 ^{ab}	0,24 ^b
Em	0	0	±0,03	±0,04	±0,05	±0,02
SAL	0 ^a	0,06 ^a	0,19 ^{ab}	0,44 ^c	0,46 ^c	0,38 ^{bc}
Em	0	±0,05	±0,06	±0,23	± 0,28	±0,19
SR/AT	0 ^a	0,07 ^a	0,29 ^b	0,53 ^c	0,54 ^c	0,50 ^{bc}
Em	0	±0,04	±0,03	±0,07	±0,07	±0,04

*Médias com letras distintas nas linhas denotam diferenças significativas ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Figura 17- Teores de DHA na gema do ovo (% dos lípides totais) de acordo com as fontes e tempo de incorporação - São Paulo, 2005

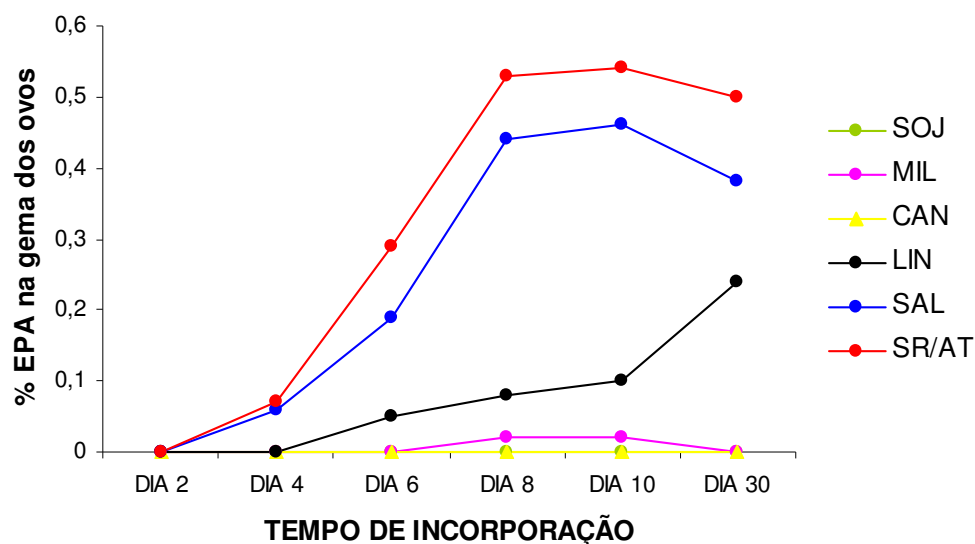
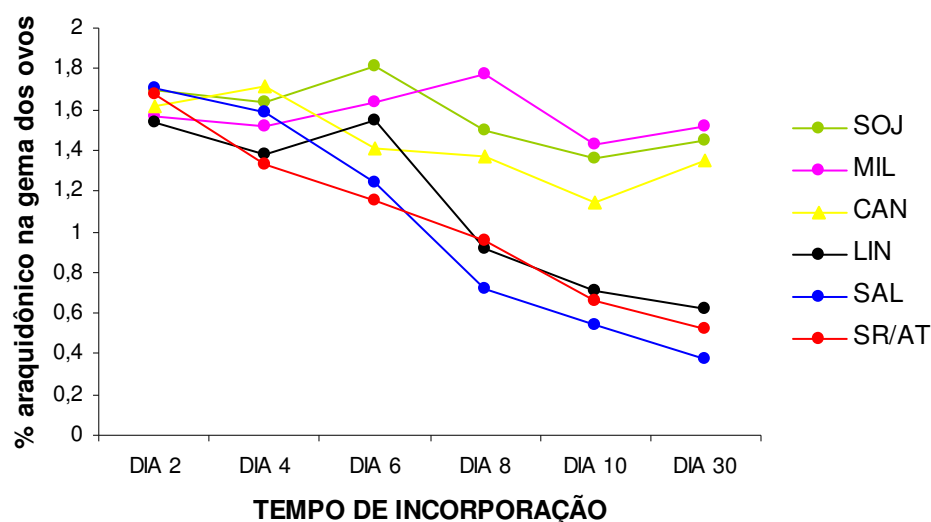


Tabela 20– Incorporação do ácido araquidônico na gema do ovo (% dos lípides totais) e seus respectivos erros da média, de acordo com as fontes e tempo de experimento - São Paulo, 2005

TRT	ÁCIDO ARAQUIDÔNICO					
	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 30
SOJ	1,69 ^{a*}	1,64 ^a	1,81 ^a	1,50 ^a	1,36 ^a	1,45 ^a
Em	±0,19	±0,18	±0,07	±0,07	±0,14	±0,10
MIL	1,57 ^a	1,52 ^a	1,64 ^a	1,77 ^a	1,43 ^a	1,52 ^a
Em	±0,13	±0,08	±0,10	±0,08	±0,08	±0,41
CAN	1,62 ^b	1,71 ^b	1,41 ^{ab}	1,37 ^{ab}	1,14 ^a	1,35 ^{ab}
Em	±0,06	±0,12	±0,09	±0,03	±0,08	±0,14
LIN	1,54 ^b	1,38 ^{ab}	1,55 ^b	0,92 ^a	0,71 ^a	0,62 ^a
Em	±0,06	±0,11	±0,38	±0,02	±0,04	±0,05
SAL	1,70 ^c	1,59 ^{bc}	1,24 ^b	0,72 ^a	0,54 ^a	0,37 ^a
Em	±0,10	±0,11	±0,11	±0,04	±0,05	±0,03
SR/AT	1,67 ^d	1,33 ^{cd}	1,15 ^c	0,96 ^{bc}	0,66 ^{ab}	0,52 ^a
Em	±0,13	±0,10	±0,04	±0,10	±0,05	±0,02

*Médias com letras distintas nas linhas denotam diferenças significativas ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Figura 18– Valores médios de ácido araquidônico na gema do ovo (% dos lípides totais) de acordo com as fontes e tempo de incorporação - São Paulo, 2005



5.4.1 Ácidos Graxos Saturados

Os ácidos graxos saturados na gema sofreram alterações significativas tanto entre as fontes lipídicas utilizadas, como entre os dias de coleta dos ovos durante o experimento, Tabela 11. Foram denotadas diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre os valores médios obtidos para as fontes SOJ (33,06%) em comparação com as demais (CAN= 31,67%, LIN= 31,59%, SAL= 34,80% e SR/AT= 35,16%), excetuando-se o grupo MIL (32,55%), sendo que os grupos SAL e SR/AT foram estatisticamente maiores que todos os demais tratamentos.

Com relação aos dias de experimento, os ovos coletados nos dias 8 (33,87%), 10 (33,51%) e 30 (33,71%) não demonstraram diferenças estatísticas ($P \leq 0,05$) entre si, no teor de saturados na gema, e foram maiores que os teores encontrados naqueles colhidos nos dias 2 (32,01%), 4 (32,83%) e 6 (32,90%), sendo que no dia 10 não foi observada diferença significativa com os dias 4 e 6. Por outro lado, foram assinaladas diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre os valores de ácido graxos saturados nas gemas do dia 2 em comparação aos dias 4 e 6 (Tabela 11, Figura 13). Desta forma, observa-se que a partir do dia 8, os ácidos graxos saturados se mantiveram nas mesmas concentrações na gema dos ovos até o final do experimento (DIA 30)- Tabela 11, Figura 13.

A análise de variância dos ácidos graxos saturados (Tabela 12), denota significância estatística ($P \leq 0,01$) para fontes e dias de coleta, bem como demonstra a interação significativa entre elas.

O ácido palmítico sofreu alterações significativas tanto devido às fontes quanto aos tempos de coleta, sendo que os maiores valores foram encontrados nos grupos SAL (24,88%) e SR/AT (25,16%) e nos últimos três dias de coleta (DIA8= 24,31%, DIA10= 24,02% e DIA30= 24,37%) em relação aos demais. A partir do oitavo dia de experimento, os teores de ácido palmítico permaneceram estáveis até o final do experimento (Tabela 15). A análise de variância expressou efeito significativo ($P \leq 0,01$) da interação “fontes e dias de coleta” (FxD) - Tabela 16.

O ácido esteárico estabilizou-se a partir do quarto dia de experimento, não alterando seus valores até o DIA30 (Tabela 15). A análise de variância não demonstrou significância na interação entre fontes lipídicas e dias de coleta (FxD) - Tabela 16.

5.4.2 Ácidos Graxos Monoinsaturados

De acordo com a Tabela 11 os ácidos graxos monoinsaturados tiveram valores de deposição significativamente diferentes entre as fontes de ácidos graxos da ração. Os grupos SOJ (43,78%) e MIL (44,47%) obtiveram os menores teores destes ácidos graxos no ovo, enquanto que LIN (45,48%), SAL (45,69%) e SR/AT (45,63%), denotaram concentrações intermediárias e o tratamento à base de óleo de canola proporcionou maior deposição de monoinsaturados na gema dos ovos (CAN= 49,63%).

Simultaneamente, a Tabela 11 também denota diferenças significativas nos teores de monoinsaturados quando foram relacionados os dias de coleta de ovos, sendo que a deposição total de monoinsaturados foi significativamente diferente entre o

DIA2 (46,31%) e os DIAS6 (45,37%) e 8 (45,29%). A análise de variância consignou significância apenas entre fontes e na interação fontes x dias (Tabela 12).

Os maiores teores de ácido palmitoleico foram denotados em SR/AT (3,29%), seguido de SAL (2,92%), valores estes significativamente maiores que os demais grupos e diferentes entre si (Tabela 15). A partir do sexto dia de experimentação ocorreu estabilização dos teores de ácido palmitoleico das gemas, os quais permaneceram constantes até o final do experimento, excetuando-se os resultados colhidos no DIA 10, onde não se observou diferença significativa com relação aos demais tratamentos (Tabela 15). Na análise de variância (Tabela 16), foi observada significância entre fontes e na interação FxD.

O ácido oléico depositou-se na gema dos ovos de forma estatisticamente diferente entre as fontes estudadas durante o período experimental, sendo o maior valor observado com o uso da dieta contendo 3% de óleo de canola (CAN= 47,06%), e os menores com o uso de óleos de soja (SOJ= 41,00%) e de milho (MIL= 41,70%). Foram assinaladas diferenças significativas entre os dias experimentais, no entanto não houve um comportamento tendendo à estabilização, deste ácido graxo (Tabela 15). A análise de variância denotou diferenças significativas entre fontes, dias de coleta e na interação fontes x dias (Tabela 16).

5.4.3 Ácidos Graxos Poliinsaturados (PUFAs)

Foi demonstrada diferença significativa tanto entre as diferentes fontes de ácidos graxos, quanto em relação aos dias de coleta de ovos, no que diz respeito ao total de poliinsaturados na gema dos ovos (Tab. 11). Quando se analisou cada uma das

fontes durante o período experimental foi possível notar diferença estatística entre os dias de experimento (Tab. 14, Fig 12).

5.4.3.1 Ácidos Graxos Poliinsaturados Ômega-3 (PUFAs n-3)

O total de ácido graxo n-3 foi depositado em menor quantidade no tratamento MIL (1,14%) em relação aos demais, sendo que os grupos SOJ (1,60%), CAN (1,78%), SAL (3,26%) e SR/AT (3,44%) denotaram valores significativamente intermediários, sendo SAL e SR/AT diferentes dos demais, enquanto que a adição de óleo de linhaça (LIN= 6,02%), promoveu a maior concentração de n-3 total na gema dos ovos durante o experimento (Tabela 11, Figura 13).

Com relação aos dias de coleta dos ovos, demonstrou-se que as gemas analisadas nos dias 2 (1,12%), 4 (1,64%) e 6 (2,90%) obtiveram menores teores de n-3 total em relação aos demais dias, sendo diferentes entre si. Já os ovos coletados nos dias 8, 10 e 30 denotaram concentrações significativamente iguais entre si, indicando que a partir do oitavo dia de experimento, a concentração de n-3 total na gema dos ovos não sofreu qualquer alteração até o final do estudo (Tabela 11, Figura 13). A análise de variância dos ácidos graxos n-3 total (Tabela 12), denota significância estatística ($P \leq 0,01$) tanto para fontes quanto para dias de coleta, bem como demonstra a interação significativa entre elas. Com relação a cada uma das fontes de ácidos graxos utilizadas, foi possível notar estabilização dos teores de n-3 total no DIA 4 (SOJ), DIA 6 (CAN) e DIA 8 (LIN, SAL e SR/AT), sendo que estes valores foram aumentando progressivamente até os dias supracitados.

O ácido α -linolênico foi incorporado às gemas dos ovos de maneira significativamente diferente entre os tratamentos, sendo muito maior no grupo alimentado com óleo de linhaça (LIN= 4,73%)- Tabela 15. Com relação ao período experimental, observou-se diferença significativa crescente entre os dias (DIA2= 0,44%, DIA4= 0,64%, DIA6= 1,32%, DIA8= 1,64%) até o décimo dia (DIA10= 1,81%), onde ocorreu a estabilização de seus teores até o final do estudo (DIA30= 1,83%)- Tabela 15, Figura 14. Estes valores promoveram significância na análise de variância ($P \leq 0,01$), tanto para fontes quanto dias de coleta, bem como demonstrou a interação significativa entre elas (Tabela 16). Quando relacionadas cada uma das fontes de ácidos graxos por período de estudo, notou-se que houve acréscimo progressivo dos teores deste poliinsaturado na gema dos ovos dos tratamentos SOJ, CAN e LIN, sendo que o teor foi estabilizado nos dias 10, 10, e 8, respectivamente (Tab. 17, Figura 15).

Os ácidos graxos n-3 de cadeia longa EPA e DHA sofreram alterações significativas entre os diferentes tratamentos e entre os dias de coleta dos ovos, enquanto que o DPA não denotou diferença significativa entre tratamentos nem entre os dias de coleta (Tabela 15 Figura 14). Assim, o ácido EPA sofreu acréscimo significativo na gema dos ovos a partir do quarto dia (DIA6= 0,089%) até o DIA8 (0,178%), onde se estabilizou até o final do experimento (DIA30= 0,187%). No entanto, quando se avalia especificamente o comportamento de cada fonte, no decorrer do experimento, nota-se que as concentrações de EPA aumentaram até o DIA 10 (LIN) e 8 (SAL e SR/AT), seguindo-se estáveis até o final do estudo (Tab. 19, Figura 17).

De maneira muito semelhante, os tratamentos promoveram diferentes teores de DHA na gema dos ovos e as concentrações deste ácido na gema foram

significativamente diferentes e crescentes durante os dias de coleta (DIA2= 0,51%, DIA4= 0,67%, DIA6= 1,25%), sofrendo estabilização significativa a partir do oitavo dia experimental (DIA8= 1,70%, DIA10= 1,65% e DIA30= 1,64%). Em função destes valores, a análise de variância dos ácidos EPA e DHA (Tabela 15) denotaram diferenças estatísticas ($P \leq 0,01$) para fontes e dias de coleta, bem como demonstrou a interação significativa entre elas (Tabela 16). Os teores de DHA estabilizaram-se no DIA 8 nos tratamentos CAN, LIN, SAL e SR/AT (Tab. 18, Figura 15).

5.4.3.2 Ácidos Graxos Poliinsaturados Ômega-6 (PUFAs n-6)

Os teores de poliinsaturados da série n-6 sofreram alterações significativas nos diferentes tratamentos e entre os dias de coleta, onde foi demonstrado que a incorporação de n-6 total foi menor e estável a partir do oitavo dia experimental (DIA8= 16,87%, DIA10= 16,14% e DIA30= 16,25%)- Tabela 11, Figura 13. A análise de variância denotou diferenças significativas entre fontes e dias de coleta, bem como demonstrou a interação significativa entre elas (Tabela 12).

As concentrações de ácido linoleico sofreram modificações significativas entre fontes. Durante o período de experimentação, a partir do oitavo dia, ocorreu estabilização dos teores deste ácido incorporados à gema (DIA8= 15,67%, DIA10= 15,16%, DIA30= 15,28%) sendo tais valores inferiores aos detectados nos dias anteriores (DIA2= 18,56%, DIA4= 17,95% e DIA6=17,00) - Tabela 15, Fig 14. A análise de variância revelou diferenças significativas ($P \leq 0,01$) entre fontes e dias de coleta, demonstrando, ainda, interação significativa entre elas (Tabela 16).

O ácido araquidônico mostrou-se diferente entre os tratamentos, e sofreu decréscimo durante o experimento, a partir do décimo dia experimental, quando estabilizou-se no valor de 0,98% (DIA10) até o final do estudo (DIA 30= 0,97%), valores estes significativamente menores que nos demais dias de análise (Tabela 15, Figura 14). A análise de variância demonstrou significância estatística ($P \leq 0,01$), para fontes e dias de coleta, assim como detectou interação significativa entre elas (Tabela 16). Ao se analisar especificamente cada uma das fontes de ácidos graxos na dieta das aves, observou-se decréscimo progressivo deste ácido graxo na gema dos ovos até o DIA6 (CAN), DIA8 (LIN e SAL) e somente no DIA10 no grupo que recebeu óleo de sardinha/atum na ração (Tab. 20, Figura 18).

Tabela 21- Comparação dos teores de DHA e α linolênico encontrados na dieta, incorporados na gema dos ovos, São Paulo, 2005

TRT	INGESTÃO		GEMA*	
	DHA (mg/dia)	α -linolênico (mg/dia)	DHA (mg/gema)	α -linolênico (mg/gema)
SOJ	traços	210	24,42	41,58
MIL	traços	60	35,39	14,78
CAN	traços	270	64,17	52,21
LIN	traços	1380	63,11	349,28
SAL	290	50	142,90	24,95
SR/AT	380	80	157,13	25,87

*valores calculados a partir do peso de fixo de 14g/gema e da porcentagem de gordura destas

A partir da tabela 21, podemos observar que os tratamentos com óleos vegetais não apresentaram teores de DHA detectáveis na gema, no entanto notou-se que a

biotransformação do ácido α -linolênico promoveu concentrações elevadas de DHA na gema dos ovos.

As aves que receberam óleos de peixe na dieta consumiram 290mg de DHA/dia (SAL) e 380mg de DHA/dia (SR/AT), promovendo incorporação de 142,90mg de DHA/gema (SAL) e 157,13mg de DHA/gema (SR/AT) - Tabela 21.

No grupo LIN, o consumo diário de 1380mg de ácido α -linolênico proporcionou incorporação de 349,28 mg deste mesmo ácido na gema do ovo e biotransformação de 63,11 mg deste ácido graxo em DHA no ovo.

5.5 ÁCIDOS GRAXOS PLASMÁTICOS

As porcentagens de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, relação n-6/n-3, total de PUFA's n-6 e n-3 e relação poliinsaturados/saturados (P/S), do plasma das galinhas referentes aos tratamentos estudados, estão explicitados na Tabela 22.

Nesta tabela estão relacionadas as porcentagens dos principais ácidos graxos encontrados no plasma de galinhas alimentadas com as dietas experimentais, sendo eles: palmítico, palmitoleico, esteárico, oléico, ácido linoleico, ácido linolênico, araquidônico, EPA, DPA e DHA.

Tabela 22– Valores médios e erros da média dos diferentes grupos de ácidos graxos (% dos lípides totais) presentes no plasma sanguíneo de galinhas e seus respectivos erros da média, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005

TRT	SAT	MONO	POLI	P/S	n6	n3	n6/n3
SOJ	33,03 ^{abc}	39,61 ^a	26,43 ^b	0,80 ^c	23,45 ^b	2,53 ^{b*}	9,33 ^c
Em	±0,55	±0,81	±1,20	±0,05	±1,00	±0,19	±0,34
MIL	33,43 ^{abc}	42,33 ^{ab}	23,15 ^b	0,69 ^{bc}	21,88 ^b	0,98 ^a	22,49 ^d
Em	±0,45	±0,68	±0,33	±0,01	±0,26	±0,06	±1,17
CAN	31,70 ^{ab}	48,70 ^c	17,82 ^a	0,56 ^{ab}	15,08 ^a	2,53 ^b	5,97 ^b
Em	±0,74	±0,41	±0,66	±0,03	±0,69	±0,09	±0,24
LIN	31,59 ^a	44,42 ^b	23,19 ^b	0,73 ^c	14,59 ^a	8,44 ^d	1,74 ^a
Em	±0,59	±1,38	±0,81	±0,01	±0,28	±0,48	±0,07
SAL	37,28 ^c	42,55 ^{ab}	19,28 ^a	0,52 ^a	13,11 ^a	5,97 ^c	2,19 ^a
Em	±1,68	±0,73	±0,96	±0,05	±0,79	±0,17	±0,10
SR/AT	36,38 ^{bc}	43,28 ^{bc}	19,27 ^a	0,53 ^{ab}	13,06 ^a	6,14 ^c	2,15 ^a
Em	±1,34	±0,82	±0,59	±0,03	±0,89	±0,26	±0,23

*Médias com letras distintas nas colunas denotam diferenças significativas ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

** n3 (ácidos graxos da série ômega 3), n6 (ácidos graxos da série ômega 6), POLI (poliinsaturados), MONO (monoinsaturados), SAT (saturados), P/S (poliinsaturados:saturados), n6/n3 (n6:n3)

Tabela 23 – Médias e erros da média (em) dos principais ácidos graxos (% dos lípides totais) presentes no plasma sanguíneo de galinhas e suas relações, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005

TRT	PALM	PALTOL	ESTE	OLEI	LINOL	LINOLÊN	ARAQ	EPA	DPA	DHA
SOJ	24,71 ^{ab*}	2,41 ^a	8,92 ^a	36,99 ^a	21,67 ^b	0,87 ^a	1,78 ^b	0,17 ^a	0,16 ^a	1,24 ^b
em	±0,52	±0,12	±0,39	±0,89	±0,96	±0,02	±0,06	0,08	±0,04	±0,27
MIL	25,31 ^{abc}	2,08 ^a	8,95 ^a	39,93 ^{ab}	19,98 ^b	0,33 ^a	1,89 ^b	0 ^a	0,04 ^a	0,47 ^a
Em	±0,36	±0,11	±0,15	±0,80	±0,17	±0,03	±0,17	±0	±0,02	±0,05
CAN	24,18 ^{ab}	2,04 ^a	8,72 ^a	46,48 ^c	13,52 ^a	1,11 ^a	1,56 ^b	0 ^a	0,08 ^a	1,34 ^b
Em	±0,24	±0,04	±0,28	±0,41	±0,67	±0,05	±0,02	±0	±0,04	±0,09
LIN	23,02 ^a	2,54 ^a	9,10 ^a	41,75 ^b	13,75 ^a	6,29 ^b	0,85 ^a	0,12 ^a	0,12 ^a	1,91 ^b
Em	±0,38	±0,27	±0,37	±1,25	±0,25	±0,41	±0,05	±0,06	±0,06	±0,11
SAL	27,98 ^c	3,79 ^b	9,08 ^a	38,34 ^{ab}	12,57 ^a	0,59 ^a	0,53 ^a	0,60 ^b	0,44 ^b	4,24 ^c
em	±1,45	±0,14	±0,50	±0,60	±0,73	±0,02	±0,07	±0,02	±0,01	±0,15
SR/AT	27,26 ^{bc}	3,98 ^b	8,91 ^a	39,03 ^{ab}	12,33 ^a	0,52 ^a	0,73 ^a	0,71 ^b	0,37 ^b	4,48 ^c
em	±0,87	±0,11	±0,32	±0,72	±0,88	±0,04	±0,03	±0,01	±0,01	±0,15

*Médias com letras distintas nas colunas denotam diferenças significativas ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

**TRT (tratamento), PALM (palmítico), PALTOL (palmitoleico), ESTE (esteárico), OLEI (oléico), LINOL (linoleico) LINOLÊN (α -linolênico), ARAQ (araquidônico), EPA (eicosapentaenóico), DPA (docosapentaenóico), DHA (docosahexaenóico)

5.5.1 Ácidos Graxos Saturados

O total de ácidos graxos saturados sofreu alteração significativa entre os tratamentos (Tab. 22), sendo que a menor média foi denotada no plasma das aves alimentadas com óleo de linhaça (LIN= 31,59%) e óleo de canola (CAN= 31,70) e a maior, naquelas aves que receberam óleo de salmão (SAL= 37,28%). Estas diferenças foram estatisticamente significativas ($P \leq 0,05$).

A partir da observação individual dos ácidos saturados (Tab. 23), verifica-se que os valores do ácido palmítico evidenciaram diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre tratamentos. O tratamento SAL evidenciou média de 27,98%, significativamente maior que a auferida para o grupo LIN (23,02%). Por outro lado, não foi possível observar diferenças significativas entre os teores de ácido esteárico do plasma das galinhas dos vários grupos experimentais (Tab. 22).

5.5.2 Ácidos Graxos Monoinsaturados

Os teores médios de ácidos graxos monoinsaturados totais na gema do ovo demonstraram diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 22), apresentando valores mais elevados para as aves advindas de tratamentos com dietas contendo óleo de canola e óleo de linhaça (CAN= 48,70% e LIN= 44,42%) - Tabela 22, sendo estes valores significativamente diferentes ($P \leq 0,05$) do grupo de aves alimentadas com óleo de soja na dieta (SOJ= 39,61%).

Considerando-se os ácidos graxos monoinsaturados, isoladamente (Tabela 23), o ácido palmitoleico apresentou os menores valores nos grupos CAN (2,04%), MIL (2,08%), SOJ (2,41%) e LIN (2,54%), respectivamente, sendo estes estatisticamente diferentes ($P \leq 0,05$) dos demais tratamentos (SAL= 3,78% e SR/AT= 3,98%)- Tabela 23

Com relação ao ácido oléico, foram observadas diferenças julgadas estatisticamente significativas ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 23.). O grupo SOJ (36,99%), foi significativamente menor que os grupos CAN (46,48%) e LIN (41,75%). Por outro lado, o tratamento CAN foi significativamente maior que os demais (Tabela 23).

5.5.3 Ácidos Graxos Poliinsaturados (PUFAs)

A concentração dos ácidos graxos poliinsaturados no plasma das galinhas, foi marcadamente alterada pelos diferentes tratamentos estudados (Tabela 22). Aqueles lotes contendo óleo de canola, salmão e sardinha/atum (CAN, SAL, SR/AT) resultaram em médias significativamente mais baixas que os demais. Os grupos CAN (17,81%), SAL (19,28%) e SR/AT (19,27%) foram significativamente menores quando comparados com aqueles alimentados com óleo de soja (26,43%), MIL (23,15%) e LIN (23,19%)- Tabela 22. Desta forma, as fontes de ácidos graxos poliinsaturados adicionadas à ração alteraram, de forma significativa ($P \leq 0,05$), a deposição destes ácidos graxos no plasma das aves (Tabela 22, Figura 19).

O ácido linoleico no plasma das aves sofreu grandes alterações nos tratamentos, sendo que os maiores valores foram consignados para SOJ (21,67%) e

MIL (19,98%), sendo estes resultados significativamente diferentes dos demais grupos (Tabela 23).

A adição dos óleos de linhaça, salmão e sardinha/atum na dieta, promoveu menores quantidades de ácido araquidônico no plasma das aves, com médias de 0,85%, 0,54% e 0,73%, respectivamente, enquanto que os outros tratamentos proporcionaram valores de 1,89% (MIL), 1,78% (SOJ) e 1,56% (CAN)– Tab. 23.

Os teores totais de ácidos graxos poliinsaturados da série n-3, mostraram diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre tratamentos, sendo que o menor valor (0,98%) foi denotado no grupo alimentado com óleo de milho, e o mais elevado (8,44%) no tratamento LIN. Foram demonstradas, ainda, diferenças significativas entre os valores intermediários SOJ e CAN (2,53% e 2,53%, respectivamente) e SAL e SR/AT (5,97%, 6,14%) quando contrastados com os demais grupos (Tab. 23).

As alterações observadas nos valores médios de ácido α -linolênico no plasma das aves foram muito acentuadas, apresentando médias significativamente mais elevadas para as aves alimentadas com óleo de linhaça (LIN= 6,29%) quando comparadas com as obtidas nos demais tratamentos, que variaram entre 0,33% e 1,11% (Tabela 23).

Quanto aos ácidos poliinsaturados de cadeia longa da série n-3, o eicosapentaenóico (EPA) teve maiores valores nos grupos alimentados com óleos de peixes (SAL= 0,60% e SR/T= 0,71%) em relação aos demais tratamentos (Tabela 23).

Com relação ao ácido docosapentaenóico (DPA) no plasma das aves estudadas, foram denotados valores significativamente maiores nos grupos que receberam óleo de salmão (SAL= 0,44%) e sardinha/atum (SR/AT= 0,37%) quando em

contraste com os demais. Os tratamentos SOJ, MIL, CAN e LIN não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 23).

De maneira semelhante, o DHA aumentou significativamente no plasma das aves que receberam óleos de salmão (4,24%) e sardinha/atum (4,48%) quando comparado aos tratamentos contendo óleos vegetais. No entanto, os grupos que receberam óleo de linhaça (1,91%), óleo de canola (1,34%) e de soja (1,24%) tiveram teores intermediários de DHA no plasma, tendo, o grupo MIL (0,47%), apresentado a menor média entre os tratamentos estudados (Tabela 23).

A Figura 20 expressa os valores totais de PUFA n-3 no plasma, conforme os tratamentos. Nota-se que a adição de óleo de linhaça e óleos de peixe à dieta aumentou os teores destes ácidos graxos no plasma das aves.

Figura 19– Teores de ácidos graxos totais do plasma das galinhas no último dia experimental, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005

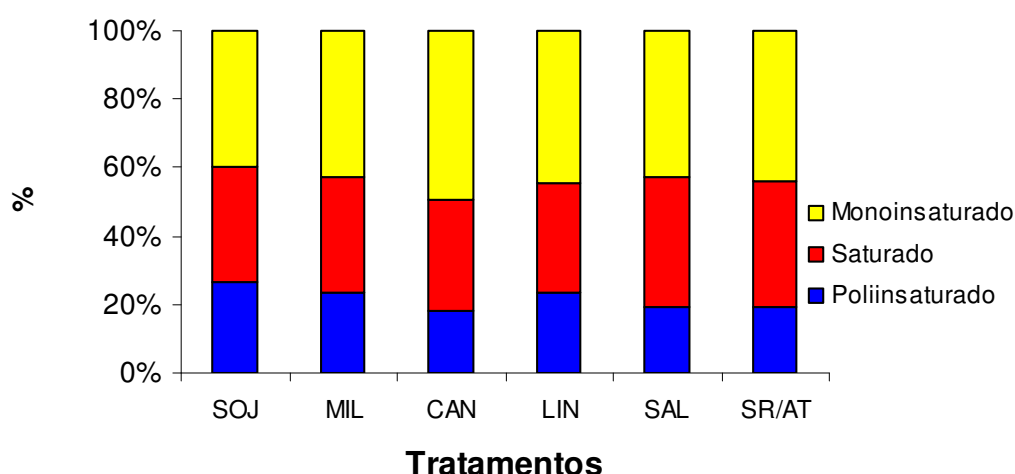


Figura 20– Teores de ácidos graxos n-3 do plasma das galinhas no último dia experimental, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo, 2005

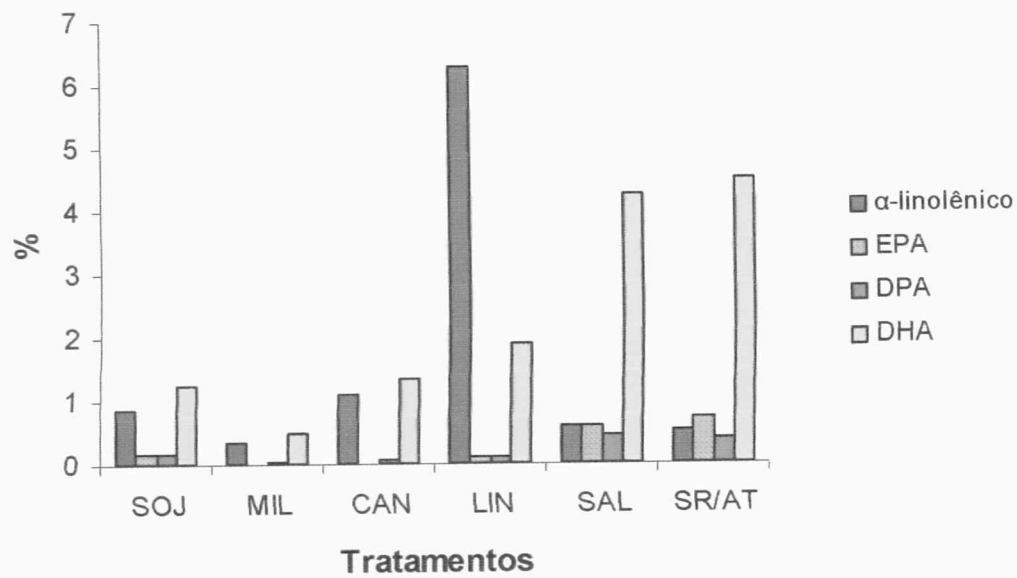
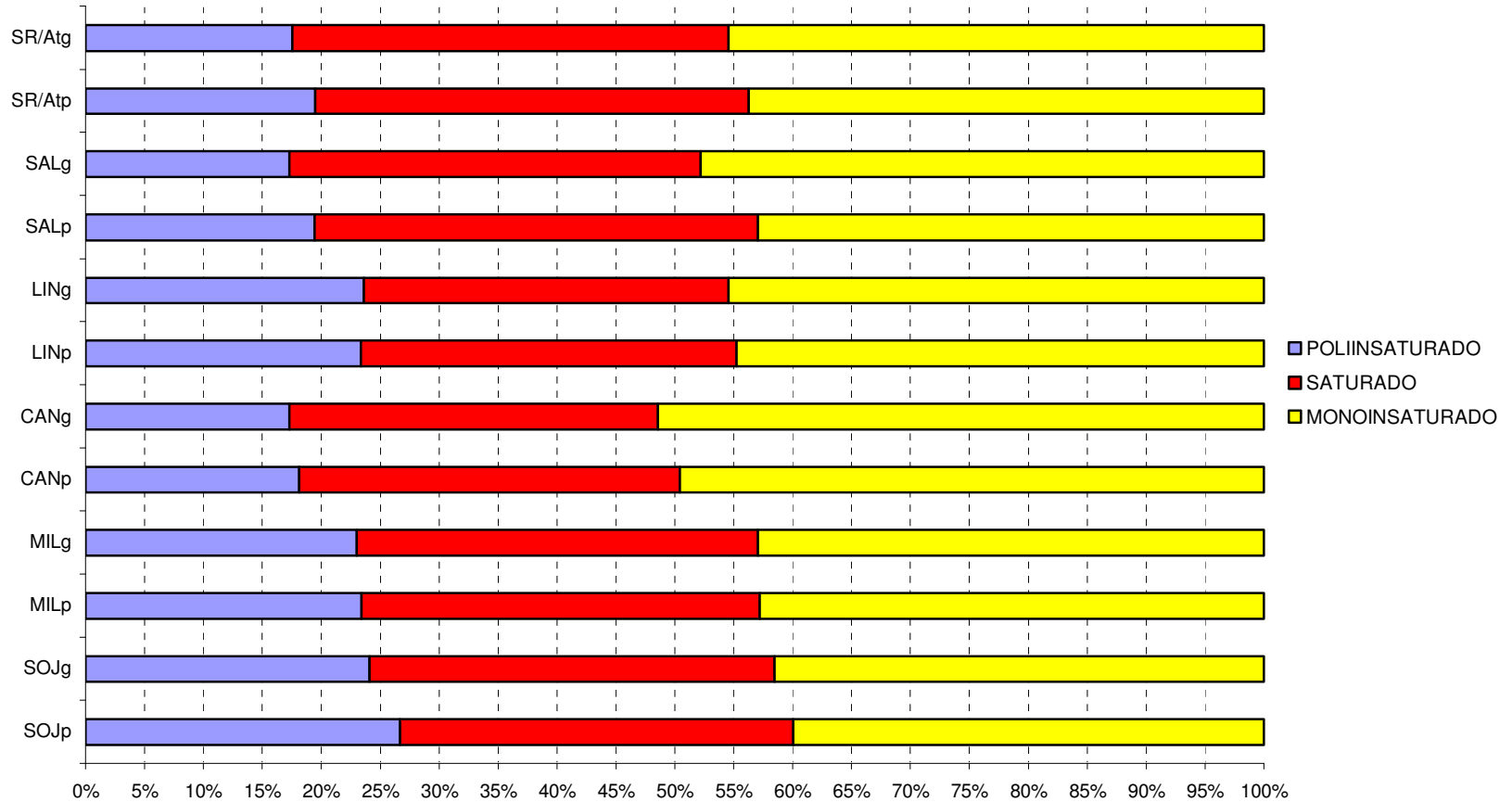
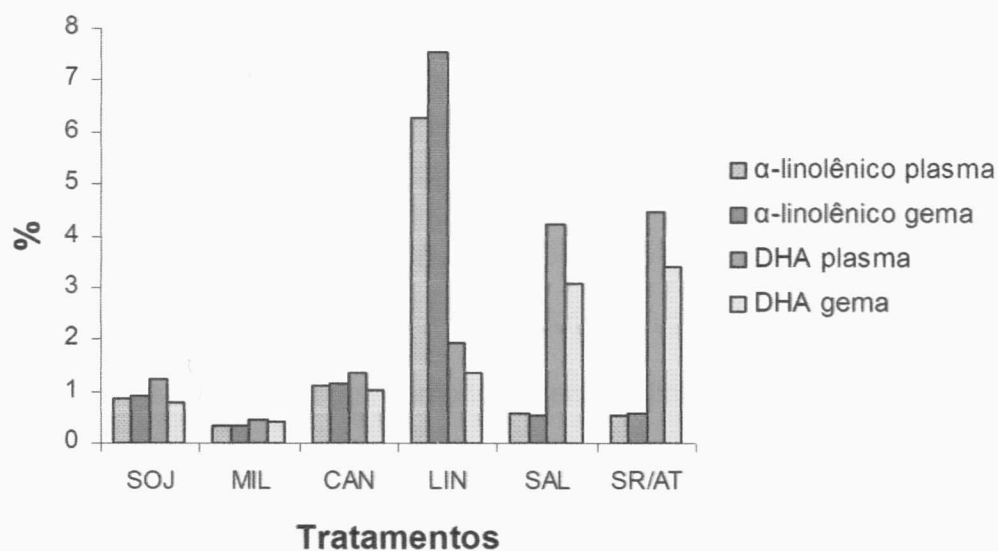


Figura 21- Comparação entre teores de ácidos graxos poliinsaturados, saturados e monoinsaturados no plasma (p) e na gema dos ovos(g), entre os tratamentos estudados durante o experimento, São Paulo, 2005.



*g= na gema dos ovos; p= no plasma das galinhas

Figura 22– Comparação entre teores dos principais PUFA- n3 no plasma das galinhas e na gema dos ovos, de acordo com os tratamentos estudados – São Paulo, 2005



A Figura 21 expressa a comparação entre as concentrações de ácidos graxos saturados, poliinsaturados e monoinsaturados totais na gema dos ovos e no plasma das aves, em cada tratamento utilizado. É possível observar que ocorreu uma coerência entre as porcentagens destes grupos de ácidos graxos na gema e no plasma em todas as fontes de alimento do experimento.

A comparação entre os teores de DHA e α -linolênico percentuais na gema e no plasma das galinhas demonstra relação direta, em todos os tratamentos estudados no presente contexto (Figura 22).

6 DISCUSSÃO

6.1 DESEMPENHO PRODUTIVO DAS AVES

No presente experimento, foi observado consumo alimentar significativamente mais elevado nos tratamentos à base de óleo de soja, linhaça e na mistura de sardinha e atum (SOJ, LIN, SR/AT)- Tabela 7, Figura 4- contrariando os resultados assinalados por Baucells et al. (2000) que não observaram diferenças significativas na ingestão de dietas contendo óleo de linhaça e outras fontes de poliinsaturados adicionadas à dieta das aves. Alguns autores, no entanto, como Aymond e Van Elswyk (1995), Scheideler e Froning (1996), Novak e Scheideler (2001) e Mori (2001) relataram diminuição do consumo com o aumento do teor de linhaça (em semente ou moída), na ração. A utilização de óleo de canola ou de milho na dieta das aves, proporcionou menor consumo de ração que nos grupos SOJ, LIN e SR/AT, concordando com os valores encontrados por Pita (2003), ao comparar o consumo de ração contendo 3% de óleo de canola, com outros tratamentos acrescidos de linhaça moída na dieta. No entanto, tais resultados não foram observados nos estudos de Baucells et al. (2000) que, ao administrarem dieta contendo 4% de óleo de canola a poedeiras, não demonstraram diferenças significativas de consumo entre este grupo e aquele alimentado com 4% de óleo de linhaça. As pesquisas de López -Ferrer et al. (1999), em aves de corte, demonstraram maior consumo nos grupos alimentados com dieta à base de óleo de canola, em comparação ao suplementado com óleo de linhaça. Cachaldora et al., (2006), não notaram alteração de consumo de aves tratadas com dietas contendo óleo de peixe marinho.

Por outro lado, Pita (2003) denotou que a utilização de óleo de canola na dieta, tanto em teor de 6%, como de 3%, promoveu redução significativa de consumo das aves, quando tais tratamentos foram comparados com outro cujas aves foram alimentadas com 20% de semente de linhaça.

A ausência de diferença significativa do peso dos ovos entre os diferentes tratamentos do atual estudo, é coerente com os resultados de diversos autores que, ao oferecerem dietas contendo de 3,5% a 5% de óleo de linhaça às galinhas poedeiras, não consignaram diferenças nos pesos dos ovos produzidos (BAUCELLS et al., 2000; GROBAS et al., 2002; GALOBART et al., 2001a; GALOBART et al., 2001b) quando comparados ao grupo controle. Cachaldora et al., (2006), também não consignaram alteração no peso dos ovos de aves tratadas com dietas contendo óleo de peixe em relação a dietas à base de soja. Por outro lado, os resultados, aqui apresentados, discordam dos explicitados por Carvalho (2006) que encontrou menores pesos dos ovos em aves alimentadas com 2,0% e 2,4% de óleo de salmão, em comparação com os grupos que receberam dietas com menores teores deste óleo, bem como aqueles alimentados com rações ricas em óleo de milho ou adicionadas de alga marinha industrial. Contrariamente, Grobas et al. (2001) observaram redução nos pesos dos ovos das aves que receberam 5% e 15% de óleo de linhaça quando comparados com o peso obtido nos ovos dos tratamentos utilizando óleo de soja. Nos estudos de Pita (2003), a adição de 3% e 6% de óleo de canola à dieta proporcionou pesos significativamente maiores que o assinalado para o grupo alimentado com 20% de linhaça moída.

O índice de postura não foi alterado ao se modificar o óleo da dieta das aves. Estes dados corroboram os encontrados no experimento de Baucells et al. (2000) que, ao administrarem dieta contendo 4% de óleo de canola a poedeiras, não

demonstraram diferenças significativas de consumo entre este grupo e aqueles alimentados com 4% de óleo de linhaça ou 4% de óleo de soja ou 4% de óleo de peixe. Da mesma forma, Carvalho (2006) também não assinalou alteração dos valores de índice de postura nos tratamentos com óleo de peixe e óleo de milho.

6.2 QUALIDADE DOS OVOS

A inclusão das diferentes fontes de PUFA n-3 à ração basal das galinhas poedeiras resultou em efeito significativo sobre a espessura da casca. As médias mais elevadas foram consignadas para MIL (0,428mm), SOJ (0,425mm) e CAN (0,421mm) enquanto que as fontes óleo de linhaça, óleo de salmão e mistura de óleos de sardinha e atum, proporcionaram menores valores de espessura de casca dos ovos (Tabela 8). Estes resultados discordam dos encontrados por Piber Neto (2006) e Mendonça Junior et al., (2000) que não assinalaram qualquer alteração nos valores deste parâmetro, ao utilizarem de 0,5% a 4% de óleo de peixe na dieta quando comparados ao grupo controle.

Com relação ao peso da casca, expresso em gramas, houve aumento significativo nos valores encontrados no tratamento à base de óleo de canola, quando comparados com o grupo alimentado com óleo de salmão, enquanto os outros tratamentos não tiveram alterações estatisticamente significativas entre si (Tabela 8). Tais resultados discordam dos auferidos por Piber Neto (2006), Carvalho (2006) e Mendonça Junior *et al.* (2000) que, ao incluírem óleo de peixe na dieta, não observaram alterações nos valores de peso da casca, bem como, não consignaram diferenças da porcentagem de casca em relação ao peso do ovo. Os resultados contrariam, ainda, aqueles auferidos por Baucells et al. (2000) que, ao utilizarem 4%

de óleo de soja, 4% de óleo de canola, 4% de óleo de linhaça ou ainda 4% de óleo de peixe, não encontraram diferenças significativas entre os valores de peso da casca nos tratamentos estudados.

A qualidade do albúmen apresentou a menor média para o grupo que recebeu soja, significativamente diferente do maior valor, evidenciado para o tratamento à base de óleo de milho, enquanto que, entre os demais tratamentos, não foram denotadas diferenças significativas para este parâmetro (Tabela 8). Estes resultados corroboram os encontrados por Cherian et al. (1996), Mendonça Junior (2000), Piber Neto (2006), que utilizaram óleo de savelha, óleo de salmão ou mistura de óleos de sardinha e atum. Da mesma forma, Ahn et al. (1995) não consignaram alteração significativa na altura do albúmen de ovos com elevados teores de PUFA n-3 na gema, quando confrontados com os resultados dos ovos convencionais. Carvalho (2006), por sua vez, observou aumento gradual das unidades Haugh dos ovos, a partir do acréscimo nos teores de DHA na dieta, utilizando diferentes níveis de óleo de peixe. Os resultados do presente estudo divergem dos encontrados por Grobas et al. (2001) que observaram maior qualidade de albúmen nos ovos de aves alimentadas com 5% de óleo de soja em comparação àqueles provenientes de galinhas cuja dieta apresentava 5% de óleo de linhaça. Baucells et al. (2000) também não assinalaram alteração na altura de albúmen em aves alimentadas com 4% de diferentes tipos de óleo (soja, canola, linhaça ou peixe).

6.3 COMPOSIÇÃO LIPÍDICA DA GEMA DO OVO

Nas aves poedeiras, os triglicérides ingeridos são hidrolisados no intestino a ácidos graxos, monoglicérides e absorvidos no lúmen intestinal pelo sistema porta

hepático e transportados através de portomícrons, até o fígado. O sistema hepático é responsável pela síntese das VLDLs que serão transportadas pelo plasma até a gema do ovo. As VLDLs são incorporadas à gema de forma intacta, esta característica única do metabolismo lipídico das aves, possibilita que o perfil de ácidos graxos dos ovos possa ser manipulado proporcionalmente ao conteúdo e qualidade da gordura da dieta (MENDONÇA JUNIOR, PITA, 2005; LEESON; SUMMERS, 2001; CHERIAN; WOLFE; SIM, 1996b).

No presente estudo, a composição lipídica de ácidos graxos da gema dos ovos sofreu alteração significativa pela substituição da fonte de ácidos graxos da dieta (Tabela 9, 10), concordando com os resultados observados por Pita (2003), Piber Neto (2006), Carvalho (2006), Mori (2001), Aymond e Van Elswyk (1995), Cherian, Wolfe e Sim (1996b), Grobas et al. (2001).

6.3.1 Ácidos Graxos Saturados

No presente experimento foram observadas diferenças significativas, entre os tratamentos estudados, nos valores totais de ácidos graxos saturados na gema. Estes resultados discordam daqueles encontrados por Mori (2001) e Aymond e Van Elswyk (1995) que, ao fornecerem dietas suplementadas com teores de 5% a 15% de semente de linhaça, não notaram diferenças nas concentrações de ácidos graxos saturados totais da gema dos ovos, quando em comparação ao grupo controle. Os estudos de Baucells et al. (2000) também não revelaram alterações destes ácidos graxos no ovo de aves que receberam 4% de óleo de linhaça ou 4% de óleo de canola. Os resultados do atual trabalho discordam, ainda, dos encontrados por Piber Neto (2006) e Mori (2001), que demonstraram que a adição de óleo de salmão ou da

mistura de óleo de sardinha e atum não promoveu alteração nos teores de ácidos graxos saturados na gema dos ovos quando confrontados aos valores evidenciados nos respectivos grupos controle.

Noble, Cocchi e Turchetto (1990) ao compararem a gordura da gema do ovo com aquela existente no fígado bovino, quanto à quantidade e qualidade, destacaram o valor de 34,2% da gordura saturada presente na gema como sendo excelente, valor este bem inferior daquele existente no fígado (54,9%). Os autores ainda enaltecem a relação P/S do ovo (0,59), proporção esta somente encontrada nas melhores margarinas.

6.3.2 Ácidos Graxos Monoinsaturados

Os ácidos graxos monoinsaturados totais da gema dos ovos revelaram diferenças significativas entre tratamentos (Tabela 9). Assim, as aves que receberam óleo de canola, rico em ácidos graxos monoinsaturados (51,44%), tiveram os maiores valores destes ácidos graxos na gema, enquanto que teores intermediários ocorreram nos grupos alimentados com óleo de linhaça e peixe. Estes resultados concordam com os encontrados nos estudos de Cherian e Sim (2001) e Botsoglou et al. (1998) que, ao fornecerem 10% e 15% de semente de linhaça às aves, observaram diminuição significativa no conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados, principalmente do oléico, na gema dos ovos. Grobas et al. (2001), ao empregar 5% e 10% de óleo de linhaça, também assinalaram redução dos ácidos monoinsaturados da gema. Os resultados aqui consignados, com óleo de canola, estão em plena concordância com o estudo de Baucells et al. (2000), que reportaram teores mais elevados de ácidos graxos monoinsaturados na gema de ovos de aves

suplementadas com óleo de canola, em comparação às alimentadas com dietas contendo 4% de óleo de linhaça ou 4% de óleo de peixe. Carvalho (2006) encontrou maiores teores de monoinsaturados nas gemas provenientes de aves alimentadas com óleo de peixe quando comparados com os grupos que receberam óleo de milho e algas marinhas. Por outro lado, Aymond e Van-Elswyk (1995) não verificaram alterações dos teores de ácidos graxos monoinsaturados na gema, ao adicionarem 5% e 15% de linhaça inteira ou moída, respectivamente, à ração das aves. Piber Neto (2006) também não observou alteração nos valores destes ácidos graxos nos grupos que receberam óleos de peixe ou de milho.

Os resultados encontrados no presente experimento com relação ao teor de monoinsaturados e, particularmente, do ácido oléico na gema dos ovos, discordam dos estudos de Cherian e Sim (1991), que afirmam que o excesso de ácidos graxos poliinsaturados da série n-3 na dieta, promoveria a inibição da atividade da enzima formadora do ácido oléico, diminuindo, portanto, sua concentração, bem como a de ácidos monoinsaturados disponíveis, e conseqüentemente seus teores na gema dos ovos. O mesmo nota-se nos resultados assinalados por de Ahn et al. (1995) que revelam diminuição significativa dos monoinsaturados em ovos de aves que receberam 3% de α -linolênico em relação aos grupos alimentados com dieta basal. Em estudo com linhaça e óleo de peixe, Mori (2001) demonstrou que à medida que a quantidade de PUFA n-3 aumentava nas dietas das poedeiras, era observado decréscimo significativo nos teores de monoinsaturados totais da gema.

6.3.3 Ácidos Graxos Poliinsaturados (PUFAs) na Gema

Noble, Cocchi e Turchetto (1990) afirmaram que a gordura da gema tem característica predominantemente insaturada devido aos elevados teores de ácidos graxos monoinsaturados (20,1%) e poliinsaturados (45,7%). Segundo os citados autores, a relação P/S da gordura da gema do ovo - 0,59 - preenche totalmente as recomendações dos Comitês Britânicos de Nutrição para alimentação mais saudável, ou seja, de 0,32 a 0,45.

No presente estudo, os grupos que receberam óleo de soja, milho ou linhaça tiveram os mais elevados teores totais de PUFAs na gema dos ovos, refletindo os altos percentuais desta categoria de ácidos graxos na dieta das aves pertencentes a estes tratamentos (Tabela 9). Estes resultados corroboram aqueles encontrados por Baucells et al. (2000) que observaram aumento nos teores de PUFAs em ovos de galinha que receberam dietas com 4% de óleo de linhaça ou soja em relação aos grupos alimentados com óleos de canola ou peixe. Concordam, ainda, com os estudos de Pita (2003) que revelaram menores teores de poliinsaturados totais nos ovos de aves com dietas adicionadas de 6% de óleo de canola quando comparadas com aquelas que receberam linhaça moída na dieta.

Quanto aos teores de PUFAs n-6 totais, as aves alimentadas com rações adicionadas de óleo de salmão ou de sardinha e atum, apresentaram as menores médias destes ácidos graxos na gema do ovo (Tab. 9), concordando com os resultados de Baucells et al. (2000) e Hargis, Van Elswyk e Hargis (1990) que denotaram valores inferiores de PUFAs n-6 nos tratamentos adicionados de óleos de peixe em relação aos acrescidos de óleos de soja, linhaça ou canola. No entanto, Baucells et al., (2000) demonstraram haver diferenças significativas entre as concentrações de PUFAs n-6 na gema entre os lotes alimentados com 4% de óleo de peixe, de linhaça ou de canola. Da mesma forma, Pita (2003) encontrou menores

teores de PUFAs n-6 totais nas gemas provenientes de grupos que receberam óleo de canola, em detrimento daqueles alimentados com semente de linhaça.

Considerando-se somente o ácido linoleico na gema dos ovos, notou-se valores superiores nos grupos SOJ (20,12%) e MIL (19,88%)-Tabela 10- em relação aos demais, corroborando os estudos de Baucells et al. (2000) que observaram médias de 21,34% para o tratamento à base de óleo de soja e 11,38%, 13,66%, 13,23%, nas gemas dos ovos dos grupos alimentados com óleo de peixe, de linhaça e de canola, respectivamente.

O ácido araquidônico por sua vez, foi incorporado à gema em quantidades maiores nos grupos que receberam óleos de soja, milho e canola e menores nos tratamentos submetidos aos óleos de linhaça ou de peixe, tanto salmão quanto a mistura de sardinha e atum (Tabela 10). Estes resultados são coerentes com os de Galobart et al. (2001a) que obtiveram menores valores de ácido araquidônico na gema dos ovos de aves alimentadas com óleo de linhaça em comparação com aqueles provenientes de dieta com óleo de girassol. O presente estudo corrobora, ainda, os dados de Baucells et al. (2000), onde foram denotados valores de 2,2%, 1,43%, 0,91% e 0,59% de ácido araquidônico nas gemas dos tratamentos à base de óleo de soja, óleo de canola, óleo de linhaça e óleo de peixe respectivamente.

Quanto aos PUFAs n-3 totais, a mais elevada concentração foi obtida para o tratamento à base de óleo de linhaça (LIN= 9,21%) significativamente diferente dos demais grupos (MIL= 1,22%, SOJ= 2,09%, CAN= 2,28%, SAL= 4,47% e SR/AT= 4,90%)- Tab. 9. Estes resultados estão em acordo com os demonstrados por Baucells et al. (2000), Pita (2003), Piber Neto (2006), Mori (2003), Galobart et al. (2001a), que observaram maiores teores de poliinsaturados n-3 totais nas gemas de ovos provenientes de tratamentos à base de linhaça ou de seu óleo, em detrimento

de dietas baseadas em óleos diversos tais como: milho, soja, canola, peixes marinhos e girassol. Este fato é devido aos altos teores de ácido α -linolênico no óleo de linhaça.

Conseqüentemente, a concentração mais elevada de ácido α -linolênico na gema do ovo foi assinalada no grupo que recebeu óleo de linhaça (LIN= 7,56%) na dieta, diferindo significativamente das médias obtidas para os ovos de aves alimentadas com rações adicionadas de óleo de milho (MIL= 0,32%) ou óleos de peixe (SAL= 0,54% e SR/AT= 0,56%)- Tabela 10. Estes resultados concordam com os apresentados por Baucells et al. (2000) onde foram encontrados teores de 4,87%, 0,73%, 0,44% e 0,18% de ácido α -linolênico na gema dos ovos de galinhas que receberam dietas acrescidas de óleos de linhaça, canola, peixe ou soja, respectivamente. Cherian e Sim (1992) verificaram que galinhas consumindo dietas com 10% de semente de canola ou 10% de semente de linhaça apresentaram valores de PUFAs n-3 totais na gema de 2,83% e 8,29%, respectivamente, sendo o ácido α -linolênico a forma de n-3 mais abundantemente encontrada em ambos os casos. CARVALHO (2006) e Piber Neto (2006) não denotaram diferença significativa na concentração deste ácido graxo ao adicionar óleo de salmão ou mistura de sardinha e atum na dieta das galinhas, quando comparado aos grupos controle e enriquecido com microalgas na ração das aves.

No presente experimento foi possível observar deposição de EPA na gema dos ovos nos tratamentos que receberam óleo de linhaça ou óleos de peixe, sendo que o grupo da mistura de óleos (SR/AT) proporcionou a maior concentração de EPA, significativamente diferente das médias auferidas para o com óleo de salmão (SAL) e o óleo de linhaça (LIN)- Tabela 10. Estes resultados divergem, em parte, dos reportados por Piber Neto (2006), que não notou diferença significativa com relação

à deposição de EPA na gema entre os tratamentos que receberam óleo de sardinha e atum ou salmão, no entanto, a incorporação deste ácido graxo n-3 foi significativamente maior que no controle. Da mesma forma, tais resultados concordam com os achados de Carvalho (2006) que denotou teores superiores de EPA nas gemas de ovos provenientes de aves alimentadas com dietas contendo de 0,80% a 2,4% de óleo de salmão, em relação ao controle. Nos estudos de Baucells et al. (2000), por outro lado, as dietas enriquecidas com 5% dos óleos de peixe, linhaça, canola ou soja promoveram incorporação de 0,92%, 0,25%, 0,08% e 0,02% de EPA na gema dos ovos, respectivamente, resultados estes superiores aos denotados no atual experimento onde foram encontrados valores de 0,50%, 0,38%, 0,24%, 0% e 0% de EPA na gema dos ovos para os grupos que receberam óleos de sardinha/atum (SR/AT), salmão (SAL), linhaça (LIN), canola (CAN) e soja (SOJ), respectivamente. No entanto, deve-se notar que no experimento de Baucells et al. (2000) utilizou-se maior quantidade percentual de óleos que no presente estudo. Pita (2003) também não encontrou incorporação de EPA na gema dos ovos de aves alimentadas com dietas adicionadas de 6% de óleo de canola.

A adição da mistura de óleos de peixes (SR/AT), bem como as dietas contendo óleos de milho ou soja, promoveram incorporação superior de DPA na gema dos ovos experimentais (Tabela 10), resultados estes que corroboram os encontrados por Baucells et al. (2000), que observaram teores de 0,47%, 0,29%, 0,09% e 0,06% de DPA na gema dos ovos de galinhas alimentadas com rações ricas em óleos 5% de peixe, linhaça, canola ou soja respectivamente.

O acréscimo de óleo de salmão e da mistura sardinha/atum promoveu as maiores incorporações de DHA na gema dos ovos, seguidos dos ovos de grupos alimentados com óleos de linhaça e canola, em relação aos tratamentos SOJ e MIL.

Inúmeros estudos indicam maiores quantidades de DHA na gema a partir de dietas que contenham óleos de peixe (Tabela 10) em detrimento de outras, Mori (2001), Piber Neto (2006) e Carvalho (2006) encontraram valores superiores de DHA na gema dos ovos de galinhas alimentadas com dietas contendo óleo de sardinha/atum ou salmão em detrimento daquelas com óleo de milho ou sem adição de óleos ou enriquecidas com microalgas. Pita (2003) em aves alimentadas com óleo de canola, assinalou valor médio 0,83% de DHA na gema do ovo, significativamente inferior ao observado para aves submetidas a dietas que continham semente de linhaça moída e mais baixo que o auferido no presente estudo (CAN= 1,06% e LIN= 1,45%).

Se considerarmos que os valores médios de DHA por ovo produzido, obtidos para as aves alimentadas com dietas contendo salmão ou sardinha e atum, situam-se em 142,90mg para o primeiro grupo e 157,13mg para o último, a ingestão de um ovo atende, a 65% e 71,4%, respectivamente, das exigências mínimas de um homem adulto (220mg) de acordo com as tabelas do RDA (*Recommended Dietary Allowance*) citadas pelo NRC (1989). Tais resultados se aproximam dos valores citados por Carvalho (2006).

6.4 TEMPO DE INCORPORAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS NA GEMA DO OVO

O perfil de ácidos graxos da gema durante o período de arraçoamento das aves, permitiu observar que a incorporação total dos ácidos graxos não ocorre nos dois primeiros dias de experimento, levando um período máximo de 10 dias para que os teores dos diferentes ácidos graxos da dieta se estabilizem na gema dos ovos.

Existem, em média, cinco a sete gemas pré-formadas no ovário das galinhas poedeiras dentro da hierarquia folicular, o que permite o entendimento de

que a incorporação de novos nutrientes ao ovo e, conseqüentemente, à gema, após administração de nova dieta, só poderá ocorrer, em sua totalidade, a partir do quinto ao sétimo dia após o fornecimento da ração experimental (GRIMMINGER, 1986).

Por outro lado, Hargis, Van Elswyk e Hargis (1991) afirmaram que à medida que a galinha consome nova dieta com fontes de lipídeos suplementares, o perfil de ácidos graxos do ovo é modificado gradualmente, sendo que as mudanças mais acentuadas são observadas entre 12 e 15 dias após introdução da nova dieta.

6.4.1 Ácidos Graxos Saturados

Os ácidos graxos saturados na gema sofreram alterações significativas, tanto em relação às fontes oleosas de ácidos graxos como anteriormente mostrado, quanto em relação aos dias experimentais. Estes resultados foram muito semelhantes àqueles encontrados na análise dos ovos do último dia de experimento. Assim, a partir do oitavo dia de experimentação (DIA8= 33,87%), os teores de ácidos graxos saturados totais mantiveram-se estáveis até o final do estudo (DIA30= 33,71%- Tabela 11).

O ácido palmítico atingiu a estabilidade a partir do DIA8 experimental (24,31%) até o final do estudo (DIA30= 24,37%)- Tabela 15. No entanto, o ácido esteárico estabilizou-se no quarto dia de experimento (DIA4= 8,49%), não alterando suas concentrações até o DIA30 (8,61%)- Tabela 15.

6.4.2 Ácidos Graxos Monoinsaturados

A análise estatística dos teores de ácidos graxos monoinsaturados na gema dos ovos, de acordo com os dias de experimentação, revelou maior valor no DIA2 (46,31%), no entanto, este teor não foi significativamente diferente daquele encontrado no DIA30 (46,16%)- Tab11.

Ao se analisar o ácido palmitoleico, especificamente, foi demonstrado que as maiores concentrações deste ácido encontraram-se nos grupos que receberam óleos de peixe na dieta (SR/AT= 3,29% e SAL= 2,92%), como ocorreu na análise anteriormente explicitada do último dia de estudo. A estabilização das concentrações incorporadas deste ácido na gema dos ovos ocorreu a partir do sexto dia de experimentação, até o final do ensaio (Tabela 15).

No caso do ácido oléico não foi possível determinar o dia em que as concentrações tornaram-se constantes, não havendo até o DIA30 padrão de estabilização de suas concentrações na gema (Tabela 15).

6.4.3 Ácidos Graxos Poliinsaturados (PUFAs)

Não foi possível demonstrar o dia do início da estabilização dos percentuais de PUFAs totais na gema dos ovos, no entanto, ao se analisar distintamente cada PUFA, observou-se comportamento muito específico de cada um, bem como o dia em que todo o potencial de incorporação dos ácidos graxos poliinsaturados na gema, foi atingido (Tabela 11, 14, 15, Figura 12). Ao se analisar o comportamento das fontes lipídicas dietéticas, notou-se que as quantidades de poliinsaturados totais na gema estabilizaram-se após o sexto dia experimental em CAN e LIN, o oitavo dia em SAL e somente após 10 dias de experimento, consignou-se manutenção dos

teores deste ácido graxo no tratamento à base de óleo de sardinha e atum (Tab. 14, Figura 12).

6.4.3.1 Ácidos Graxos Poliinsaturados n-3 (PUFAs n-3)

Os teores totais de PUFAs n-3 na gema dos ovos, no decorrer do período experimental, comportaram-se de maneira muito semelhante àqueles encontrados no último dia do experimento. Assim, as menores quantidades incorporadas foram observadas no grupo MIL (1,14%), valores intermediários nos tratamentos SOJ (1,60%), CAN (1,78%), SAL (3,26%) e SR/AT (3,44%) e maiores naquelas gemas de aves alimentadas com óleo de linhaça (LIN= 6,02%). Com relação aos dias de coleta dos ovos, houve um aumento gradativo dos teores até a estabilização no oitavo dia (Tabela 11). Este comportamento foi comum aos tratamentos CAN, LIN, SAL e SR/AT, enquanto que para o grupo SOJ foi consignado valor estável a partir do DIA2 (Tabela 13, Figura 11). Estes resultados diferem dos encontrados por Hargis, Van Elswyk e Hargis (1990) que ao administrarem óleo de peixe para galinhas poedeiras observaram estabilização dos teores de n-3 total na gema dos ovos, a partir da terceira semana experimental.

Os teores de ácido α -linolênico na gema dos ovos sofreram aumento gradativo até o décimo dia de experimento, mantendo-se, a partir deste momento, constantes até o final da experimentação (DIA30)- Tabela 15. Os tratamentos SOJ e CAN tiveram as concentrações deste ácido graxo, estabilizadas neste dia, enquanto que LIN demonstrou acréscimo significativo até o oitavo dia de experimento (Tabela 17, Figura 15). Hargis, Van Elswyk e Hargis (1990), no entanto, observaram

incorporação constante deste ácido na gema dos ovos, apenas após quatro semanas de administração de dieta experimental às aves.

A incorporação dos ácidos graxos n-3 de cadeia longa, EPA e DHA, na gema do ovo apresentou diferenças julgadas significativas entre as fontes de ácidos graxos estudadas e entre os dias de coleta dos ovos. Por outro lado, o DPA não se mostrou diferente, significativamente, em ambos os casos (Tabela 15). O acréscimo de EPA na gema dos ovos, iniciou-se no quarto dia (DIA4= 0,021%) subindo gradativamente até o oitavo, estabilizando-se até o final do experimento, este comportamento fica bem explicitado nos grupos que receberam óleos de peixe na dieta (Tabela 19, Figura 17).

O DHA, por sua vez, teve seus teores aumentados a partir do DIA2 sendo que as concentrações permaneceram crescentes até o DIA8, quando se estabilizou (Tabela 15), valores estes caracterizados nos tratamentos CAN, LIN, SAL e SR/AT (Tabela 18, Figura 16). Os resultados aqui apresentados corroboram os encontrados por Yu e Sim (1987) que ao adicionarem óleo de salmão à dieta de poedeiras observaram incorporação máxima de EPA e DHA no oitavo dia experimental. Por outro lado, Hargis, Van Elswyk e Hargis (1991) notaram teores máximos na gema de EPA e DHA após 1 semana e 3 semanas, respectivamente, de administração de ração com 3% de óleo de peixe, para galinhas poedeiras. No entanto, nossos achados discordam dos encontrados por Van Elswyk et al. (1994) que ao alimentar galinhas com 3% de óleo de savelha na dieta, obtiveram aumento dos teores de DHA durante as três primeiras semanas e estabilização após a quarta semana experimental.

6.4.3.2 Ácidos Graxos Poliinsaturados n-6 (PUFAs n-6)

A incorporação de PUFAs n-6 na gema dos ovos, durante o período experimental, mostrou-se significativamente diferente, tanto entre os tratamentos, quanto entre os dias de coleta. A adição das fontes de PUFAs na dieta das aves, promoveu teores decrescentes de n-6 total, conforme o passar dos dias, tornando-se estáveis a partir do oitavo dia de alimentação das poedeiras (Tabela 11). Estes resultados são confirmados pelos estudos de Hargis, Van Elswyk e Hargis (1991) que notaram estabilização de PUFAS n-6 na gema dos ovos de aves que receberam óleo de salmão na dieta, a partir da segunda semana de introdução da dieta experimental.

O ácido linoleico sofreu alterações em seus teores, tanto em relação às fontes de ácidos graxos, quanto ao período de experimentação, demonstrando-se queda gradativa das concentrações no ovo e posterior estabilização a partir do oitavo dia em que as galinhas receberam as dietas experimentais (Tabela 15). Os estudos de Hargis, Van Elswyk e Hargis (1991) corroboram os relatos do presente experimento, onde notou-se um platô nas concentrações de ácido linoleico das gemas a partir da segunda semana de alimentação das aves com dietas ricas em óleo de peixe.

A administração dos óleos na dieta das aves, promoveu diminuição progressiva dos teores de ácido araquidônico durante o experimento, sendo que os valores percentuais estabilizaram-se a partir do décimo dia experimental (Tabela 15). A administração de óleo de canola na dieta das aves promoveu queda progressiva nos teores de ácido araquidônico até o sexto dia experimental, estabilizando-se até o final do experimento, enquanto que LIN e SAL decresceram até o oitavo dia e

SR/AT estabilizou-se no décimo dia experimental (Tabela 20, Figura 18). Estes resultados estão em concordância com os reportados por Hargis, Van Elswyk e Hargis (1991), onde houve decréscimo gradativo, seguido de um platô, a partir da segunda semana de experimento, das concentrações deste ácido, ao se administrar dietas ricas em óleo de peixe a poedeiras comerciais.

6.5 ÁCIDOS GRAXOS NO PLASMA SANGUÍNEO

Enquanto as principais causas de morte nos Estados Unidos da América, são as doenças coronarianas, há inúmeras evidências científicas que denotam a existência de correlação positiva entre a ingestão de ácidos graxos poliinsaturados n-3 e efeito cardioprotetor, a partir da redução da incidência de doenças coronarianas (Kinsella, 1990; Bang; Dyerberg, 1980).

Os ácidos graxos plasmáticos foram alterados significativamente entre os tratamentos sendo que tais diferenças se refletiram na incorporação dos diferentes ácidos graxos na gema dos ovos. A composição da gordura corporal dos animais é geralmente reflexo do perfil dos ácidos graxos ingeridos (Chen et al, 1965).

6.5.1 Ácidos Graxos Saturados

No presente experimento, a concentração total de ácidos graxos saturados sofreu alteração significativa, sendo que os menores valores foram denotados no plasma de aves que receberam óleo de linhaça e canola (31,59% e 31,70%, respectivamente) enquanto os maiores teores naquelas que receberam óleos de peixe (SAL= 37,28% e SR/AT= 36,38%)- Tab. 22. As porcentagens de saturados

totais foram muito próximas àsquelas encontradas na gema dos ovos provenientes dos mesmos tratamentos (LIN= 31,01% e CAN= 31,31%, SAL= 35,04%, SR/AT= 37,04%) - Tabela 9.

Da mesma forma, o ácido palmítico se comportou como o evidenciado na gema dos ovos, assim, o grupo alimentado com óleo de linhaça teve os menores teores deste ácido graxo, significativamente diferente daqueles promovidos pela inclusão de óleos de peixe na dieta das aves, que promoveram maiores concentrações de ácido palmítico no plasma das galinhas (Tabela 23).

No entanto, o ácido esteárico não sofreu alterações significativas entre os tratamentos no plasma das galinhas, diferindo dos resultados encontrados na gema dos ovos, onde o grupo adicionado de óleo de canola demonstrou teores significativamente menores deste ácido graxo em relação aos tratamentos com óleos de peixe (Tabela 23).

6.5.2 Ácidos Graxos Monoinsaturados

Os ácidos graxos monoinsaturados apresentaram valores maiores no plasma de aves alimentadas com dietas contendo óleo de canola e óleo de linhaça (CAN= 48,70% e LIN= 44,42%), diferentes do plasma das aves que receberam óleo de soja na dieta (SOJ= 39,61%), enquanto que os resultados na gema foram concentrações maiores nos tratamentos CAN, LIN, SAL e SR/AT e os menores nos grupos que receberam óleo de milho e soja (Tabela 22).

Com relação ao ácido palmitoleico, o plasma das galinhas que receberam óleos de peixe na dieta apresentou teores mais elevados que dos demais grupos (SAL= 3,79% e SR/AT= 3,98%)- Tabela 23, comportamento este que se mantém fiel

na incorporação deste ácido graxo na gema dos ovos no final do experimento (SAL= 3,75% e SR/AT= 4,25%) -Tabela 10.

O ácido oléico por sua vez, teve menores teores plasmáticos no grupo alimentado com ração adicionada de óleo de soja (SOJ= 36,99%) e o tratamento com óleo de canola teve a maior concentração deste ácido graxo no plasma (CAN= 48,48%) - Tabela 23. Estes resultados são coerentes com aqueles encontrados na gema dos ovos dos mesmos grupos onde SOJ= 38,96% e CAN= 48,98% (Tabela 10).

6.5.3 Ácidos Graxos Poliinsaturados (PUFAs)

A adição de diferentes óleos na dieta das aves alterou, de forma marcante, a concentração de ácidos graxos poliinsaturados no plasma das aves estudadas- Tabela 22. No que se refere aos teores de PUFAs no plasma das aves, os lotes que receberam rações suplementadas com óleos de canola, salmão e sardinha/atum (CAN, SAL, SR/AT) apresentaram médias destes ácidos graxos significativamente mais baixas que os demais tratamentos. Desta forma, os valores plasmáticos encontrados no presente estudo (CAN= 17,81%, SAL= 19,28%, SR/AT= 19,27%, SOJ= 26,43%, MIL= 23,15%, LIN= 23,19%)- Tabela 22, estão próximos aos obtidos para a gema dos ovos, (CAN= 17,32%, SAL= 17,33%, SR/AT= 17,51%, SOJ= 24,06%, MIL= 23,01%, LIN= 23,66%) - Tabela 9.

Os PUFAs n-6 foram incorporados ao plasma das aves em maiores quantidades nos tratamentos SOJ e MIL (23,45% e 21,88%, respectivamente), quando comparados com os demais grupos. Estes resultados corroboram os resultados de Nash, Hamilton e Hulan (1995), que demonstraram a diminuição dos

teores de PUFA n-6 no plasma de aves alimentadas com farinha de peixe quando comparadas com o grupo controle que recebeu farinha de soja.

Da mesma forma, os valores de ácido linoléico no plasma das aves foram semelhantes à incorporação deste ácido graxo na gema dos ovos dos mesmos grupos. Assim, os maiores teores de ácido linolênico foram encontrados nos tratamentos SOJ e MIL, tanto no plasma (SOJ= 21,67%, MIL= 19,98%)–Tabela 23, como na gema dos ovos (SOJ= 20,11% e 19,40%)- Tabela 10, resultados estes significativamente diferentes dos demais grupos.

O ácido araquidônico foi encontrado em menores quantidades no plasma das galinhas que receberam dietas com óleos de linhaça, salmão e sardinha/atum na dieta, em relação às outras fontes de ácidos graxos (Tabela 23). Estes resultados também se aproximam dos assinalados para a gema do ovo, onde foram encontrados maiores teores deste ácido nas gemas dos grupos CAN, SOJ e MIL (Tabela 10).

Com relação aos PUFA n-3, ficou demonstrado que a concentração deste no plasma das galinhas que receberam óleo de linhaça (8,44%- Tabela 22) na dieta foi mais elevada que nos demais tratamentos, enquanto que as aves alimentadas com ração contendo óleo de milho apresentaram menores concentrações destes ácidos no plasma (0,98%- Tabela 22), tendência também observada na gema dos ovos, para os mesmos tratamentos (LIN= 9,17% e MIL= 1,26%-Tabela 9). A absorção e o transporte dos PUFA n-3 são similares aos outros ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (Nelson; Ackman, 1989).

As concentrações plasmáticas de ácido α -linolênico foram mais elevadas nos grupos alimentados com óleo de linhaça, seguidos das aves que receberam óleo de canola (Tabela 23), teores estes condizentes com os encontrados nas

respectivas gemas (Tabela 10). De acordo com Brenner et al. (1969) o excesso de ácido α -linolênico na dieta proporciona redução da síntese do ácido araquidônico, a partir do ácido linoléico, devido à competição existente entre o α -linoléico e o linolênico pela Δ -6 desaturase, enzima envolvida na desaturação destes ácidos, que teria maior afinidade por este último ácido graxo. O excesso de ácido linolênico na dieta contendo linhaça (LIN) limitou a síntese de ácido araquidônico, resultando em baixos valores deste ácido na gema do ovo, bem como no plasma das galinhas experimentais.

Os óleos de peixe promoveram maior concentração de EPA (SAL= 0,60% e SR/AT= 0,71%) no plasma das galinhas, seguidos pelos tratamentos que receberam óleo de soja (0,17%) ou de linhaça (0,12%), enquanto que aqueles alimentados com óleo de canola ou de milho não apresentaram concentração detectável deste ácido no plasma (Tabela 23). Estes resultados estão, em parte, coerentes com as concentrações de EPA encontradas na gema do ovo, onde os maiores valores foram assinalados para os grupos que receberam óleos de peixe (SAL= 0,38% e SR/AT= 0,50%) seguido pelo grupo alimentado com ração enriquecida com óleo de linhaça (0,22%- Tabela 10), não sendo possível a detecção de EPA nas dietas com óleos de soja, milho e canola. Os resultados encontrados no presente experimento, denotam coerência com aqueles pontuados por Nash, Hamilton e Hulan (1995), onde os teores plasmáticos de EPA foram maiores nos tratamentos à base de farinha de peixe em relação ao grupo controle, à base de soja.

Os teores de DPA, no plasma das aves estudadas, foram maiores nos grupos que receberam óleos de peixe (SAL= 0,44%, SR/AT= 0,37%) que nos demais, estando relacionadas com as concentrações obtidas para gema dos ovos das galinhas deste mesmo estudo no caso do tratamento com óleo de sardinha/atum

(0,46%)- Tabela 23. No entanto, os teores de DPA no plasma de galinhas alimentadas com dietas contendo óleos de linhaça, canola, soja, milho ou salmão, não são coerentes com os encontrados na gema dos ovos das mesmas aves (Tabela 10).

Com relação ao DHA, houve concordância dos valores assinalados na presente pesquisa com aqueles encontrados por Nash, Hamilton e Hulan (1995), em aves submetidas a dieta contendo 8% de farinha de peixe que apresentaram maior teor de DHA plasmático (9,47mg/g) que o grupo controle (5,74mg/g). No presente estudo, também houve aumento significativo de DHA no plasma das aves que receberam óleos de peixe (SAL= 4,24%, SR/AT= 4,48%), sendo que os tratamentos adicionados de óleos vegetais tiveram valores intermediários deste ácido graxo, exceto no que diz respeito ao óleo de milho, que promoveu a menor concentração de DHA no plasma das aves (Tabela 23). Estes resultados são coerentes com os encontrados na gema do ovo, cujos teores tiveram variação de 0,77% a 3,40% de DHA, sendo que os óleos de peixe promoveram maior incorporação deste ácido graxo na gema.

Nash, Hamilton e Hulan (1995) demonstraram haver relação linear entre as quantidades de PUFA n-3 dietético e seus teores no plasma das aves; assim, à medida que se aumenta a concentração deste na dieta, promove-se maior transporte de n-3 pelo plasma.

A similaridade existente entre a composição de ácidos graxos do plasma e da gema dos ovos, com os teores dietéticos destes, sugere deposição direta dos ácidos graxos dietéticos no plasma e, conseqüentemente, na gema dos ovos (Sim e Bragg, 1977).

7 Nas aves e no homem, a conversão metabólica do ácido α -linolênico em ácidos graxos de cadeia longa é mais lenta e ineficiente (NETTLETON, 1991; HARGIS, VAN ELSWYK, 1993). Por esta razão, o emprego de canola e linhaça na dieta das poedeiras proporcionou enriquecimento da gema do ovo principalmente em ácido α -linolênico, sendo que apenas pequena parte de EPA e DHA foi incorporada à gema do ovo conseqüente à desaturação e alongação da cadeia do ácido α -linolênico (PITA, 2003, FARREL, 1994).

7 CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo permitiram as seguintes conclusões:

1. Os parâmetros de produtividade das aves (consumo e conversão alimentares, índice de postura e peso dos ovos) submetidas às dietas experimentais apresentaram valores situados dentro dos padrões normais, sendo que as rações contendo óleos de milho e de salmão resultaram em diminuição significativa do consumo alimentar.
2. A qualidade dos ovos foi muito pouco afetada pelas fontes de PUFA's utilizadas nas dietas experimentais; a inclusão de óleo de salmão à ração promoveu diminuição no peso e na espessura da casca, enquanto que o grupo de aves alimentado com óleo de soja apresentou menor altura de albúmen.
3. A relação entre poliinsaturados e saturados sofreu redução nos tratamentos com óleo de peixe.
4. A adição de óleos de soja e de milho à dieta das aves proporcionou os mais elevados teores de PUFA's n-6 na gema do ovo, enquanto que a inclusão dos óleos de peixes determinaram os menores percentuais.
5. O óleo de linhaça, rico em ácido linolênico, foi responsável por elevadas concentrações de PUFA's n-3 na gema do ovo, enquanto que a alimentação com óleo de milho ocasionou valores muito reduzidos deste grupo de ácidos graxos na gema..
6. A relação n-6/n-3 na gema do ovo foi significativamente maior para os grupos SOJ e MIL, reduzindo-se grandemente nos demais tratamentos,

- atingindo seu valor mínimo nas gemas das aves submetidas à dieta contendo óleo de linhaça.
7. A adição de óleo de linhaça à ração das aves promoveu os maiores percentuais de incorporação de ácido α -linolênico à gema dos ovos.
 8. As maiores concentrações de EPA e DHA na gema do ovo foram obtidas com a suplementação de óleos de sardinha e atum (SR/AT) e de salmão (SAL).
 9. A adição de óleos de peixe, SAL e SR/AT, promoveram incorporação de, respectivamente, 142,9mg de DHA/gema e 157,13mg de DHA/gema, valores estes que atendem a 65% e 71,4%, respectivamente, das exigências mínimas de um homem adulto.
 10. Os teores de PUFAs n-3 na gema do ovo foram significativamente crescentes até o oitavo dia experimental, mantendo-se constante a partir daí até o final do estudo. Ao contrário, os valores médios de PUFAs n-6 mostraram-se decrescentes, com diferenças significativas entre eles até o dia 8, mantendo-se constante pelo restante do período.
 11. A utilização de fontes de óleos de peixe promoveram diminuição gradativa de PUFAs totais na gema dos ovos até o oitavo dia de estudo, sendo que após este período não ocorreu alteração significativa dos valores destes ácidos graxos.
 12. A adição de óleo de linhaça (LIN) à dieta das aves proporcionou aumento gradativo das concentrações de ácido α -linolênico na gema do ovo durante o período experimental com a obtenção do platô a partir do décimo dia. Já a inclusão dos óleos de soja (SOJ) e de canola (CAN) à

ração determinaram aumento mais discreto dos teores deste ácido graxo na gema com o patamar atingido aos dez dias de ensaio.

13. As aves alimentadas com fontes de PUFAs ricas em ácidos graxos n-3 (LIN, SAL e SR/AT) determinaram aumento dos teores de EPA e DHA na gema do ovo com o patamar sendo atingido no oitavo dia de experimentação.
14. De maneira geral, o comportamento dos ácidos graxos plasmáticos foi coerente com aquele encontrado para a gema dos ovos, no mesmo período experimental.
15. Os percentuais de PUFAs n-6 plasmáticos foram menores nos grupos CAN, LIN, SAL e SR/AT, enquanto que os teores de ácido araquidônico foram inferiores, significativamente, apenas em relação aos tratamentos que receberam óleo de linhaça, salmão e sardinha/atum.
16. A adição de óleo de linhaça à dieta das aves promoveu maiores teores de PUFAs n-3 e ácido α -linolênico no plasma sanguíneo das aves.
17. Os óleos de salmão e sardinha/atum adicionados às dietas das aves, proporcionaram maiores teores de EPA e DHA no plasma sanguíneo das galinhas poedeiras.
18. Para todas as fontes de PUFAs estudadas na presente pesquisa, foi possível observar coerência nos perfis de ácidos graxos da gema e do plasma sanguíneo das aves.

REFERÊNCIAS

AHN, D. U; SUNWOO, H. H.; WOLFE, F. H.; SIM, J. S. Effects of dietary α -linolenic acid and strains of hen on the fatty acid composition, storage stability, and flavor characteristics of chicken eggs. **Poultry Science**, v.74, n.3, p.1540-1547, 1995.

ANTI, M.; MARRA, G.; ARMELAO F. Effect of n-3 fatty acids on rectal mucosa cell proliferation in subjects at risk for colon cancer. **Gastroenterology**, p. 103-883, 2000.

APA- ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE AVICULTURA. **Consumo per capita de ovos**. Disponível em: <<http://www.apa.com.br/estatísticas/conspercapovos.htm>>. Acesso em: 10 set. 2004.

AYMOND W. M.; ELSWYK, M. E. V. Yolk thiobarbituric acid reactive substances and n-3 fatty acids in response to whole and ground flaxseed. **Poultry Science**, v.74, n.4 p. 1388-1394, 1995.

BABA, N. H.; ANTONIADES, K.; HABBAL, Z. Effects of dietary canola, olive and linolenic acid enriched olive oils on plasma lipids, lipid peroxidation and lipoprotein lipase activity in rats. **Nutritional Research**, v.19, n.4, p.601-612, 1999.

BANG, H. O.; DYERBERG, J. Plasma lipids and lipoproteins in Greenlandic west coast Eskimos. **Acta Medica Scandinavica** , v.192, p.85-94, 1972.

BANG, H. O.; DYERBERG, J. Lipid metabolism and ischemic heart disease in Greenland eskimos. In: Draper H. (Ed). **Advances in Nutrition Research**. New York, NY: Plenum Press, 1980, p. 1-22.

BAKKEN, A. M.; FARSTAD, M.; HOLMSEN, H. Fatty acids platelets and plasma. Fish oils decrease sensitivity toward N₂ microbubbles. **Journal of Applied Physiology**, v.70, n.6, p.2669-2672, 1991.

BAUCELLS, M. D.; CRESPO, N.; BARROETA, A. C.; LOPÉZ-FEREER, S.; GRASHORN, M. A. Incorporation of different polyunsaturated fatty acids into eggs. **Poultry Science**, v.79, p.51-59, 2000.

BARCLAY, W. R. , MEAGER, K. M. ; ABRIL, J. R. Heretrophic production of long chain omega-3 fatty acids utilizing algae-like microorganisms. **Journal of Applied Pharmacology**, v. 6, p.123-129, 1994.

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

BOTSOGLU, N. A.; YANNAKOPOULOS, A. L.; FLETOURIS, D. J.; TSERVENI-GOUSSI, A. S.; PSOMAS, I. E. Yolk fatty acid composition and cholesterol content in response to level and form of dietary flaxseed. **Journal of Food and Agriculture Chemistry**, v.46, p.4652-4656, 1998.

MINISTÉRIO DA SAÚDE: Secretaria Executiva. Rede Interagencial de Informações para a Saúde. **Indicadores e Dados Básicos para a saúde**. Disponível em: <http://tabenet.datasus.gov.br/cgi/idb2000/matriz.htm>, 2005.

BRENNER R. R.; PELUFFO, R. O.; NERVI, A. M. Competitive effect of α and γ linolenyl- C ω A and arachidonyl- C ω A desaturation to γ linolenyl- C ω A . **Byochemistry Biophysiology Acta**, v.176, p.420-422, 1969.

BRIZ, R. C. Ovos com teores mais elevados de ácidos graxos ômega 3. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 7, 1997, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Paulista de Avicultura (APA), 1997, p.153-193.

CACHALDORA, P.; GARCÍA-REBOLLAR, P.; ALVAREZ, C.; BLAS, J.C.; MÉNDEZ, J. Effect of type and level of fish oil supplementation on yola fat composition and n-3 fatty acids retention efficiency in laying hens. **British Poultry Science**, v. 47, n. 1, 2006.

CARVALHO, P. R. **Influência da adição de fontes ricas em PUFAS n-3 ma dieta de galinhas sobre a composição lipídica do ovo.** 2006, p 283. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecni, São Paulo, 2006

CHEN, P.H.; COMMON, R.H.; NIKOLAICZUK, N.; MAcRAE, H.F. Some effects of added dietary fats on the lipid composition of hens egg yolk. **Journal of Food Science**, v. 30, p. 838-845, 1965.

CHERIAN, G.; SIM, J. S. Effect of feeding full fat flax and canola seeds to laying hens on the fatty embryos, and newly hatched chicks. **Poultry Science**, v.70, p.917-922, 1991.

CHERIAN,G.; SIM, J. S.Omega-3 fatty acid and cholesterol content of newly hatched chicks from α -linolênic acid enriched eggs. **Lipids**, v.27, n.9, p.706-710, 1992.

CHERIAN, G.; WOLFE, F. H.; SIM, J. S. Feeding dietary oils with tocopherols: effects on internal qualities of eggs during storage. **Journal of Food Science**, v.61, n.1, p.15-18, 1996a.

CHERIAN, G.; SIM, J. S. Maternal dietary α -linolenic acid (18:3 n-3) alters n-3 polyunsaturated fatty acid metabolism and liver enzyme activity in hatched chicks. **Poultry Science**, v.80, p.901-905, 2001.

CHERIAN, G.; WOLFE, F. H.; SIM, J. S. Dietary oils with added tocopherols: effects on egg or tissue tocopherols, fatty acids, and oxidative stability. **Poultry Science**, v.75, p. 423-431, 1996b.

CORNER, E. J.; BRUCE, V. M.; McDONALD, B. E. Accumulation of eicosapentaenoic acid in plasma phospholipids of subjects fed canola oil. **Lipids**, v.25, p.598-601, 1990.

CONNOR, W. E. Metabolism and nutrition. **Current Opinion in Lipidology**, n.1, p.249-250, 1994

FARREL. **The fortification of hens' eggs with n-3 long chain fatty acids and their effect in humans.** In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON "NON-CONVENTIONAL EGG USES AND NEWLY EMERGING PROCESSING TECHNOLOGIES". Banff. Anais... p.386-401, 1994.

FRIAS, A. C. D. Utilização de ácidos graxos da família ômega-3 na prevenção de doenças cardiovasculares: revisão de literatura. **Boletim Cultural**, v.19, 1995.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G. H. S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v.226, p.497-509, 1957.

FUENTES, J. A. G. Que alimentos convêm ao coração? **Higiene Alimentar**, v.12, n.53, p.7-11, 1998.

GALOBART, J.; BARROETA, A. C.; BAUCCELLS, M. D.; GUARDIOLA, F. Lipid oxidation in fresh and spray-dried eggs enriched with n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids during storage as affected by dietary vitamin E and α -tocopherol supplementation. **Poultry Science**, v.80, n. 3, p.327-337, 2001a.

GALOBART, J.; BARROETA, A. C.; BAUCCELLS, M. D.; CORTINAS, L.; GUARDIOLA, F. α -Tocopherol transfer efficiency and lipid oxidation in fresh and spray-dried eggs enriched with n-3-polyunsaturated fatty acids. **Poultry Science**, v.80, p.1496-1505, 2001b.

GÓMEZ, M. E. B. **Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa.** 2002 p. 129. Tese de doutorado, Faculdade de Farmácia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

GRIMMINGER, P. Lipid Metabolism. In: STURKIE, P. D. (Ed.) **Avian Physiology**. 4. ed. New York: Springer, 1986. p. 345-358, 1986.

GROBAS, S.; MÉNDEZ J.; LÁZARO, R.; BLAS de C.; MATEOS, G.G. Influence of source and percentage of fat added to diet on performance and fatty acid composition of egg yolks of two strains of laying hens. **Poultry Science**, v. 80, p. 1171-1179, 2001.

GROBAS, S.; MÉNDEZ J.; LOPEZ BOTE C.; BLAS de C.; MATEOS, G. G. Effect of vitamin E and A supplementation on egg yolk α -tocopherol concentration. **Poultry Science**, v.81, p.376-381, 2002.

HAMILTON, R. M. G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, v.61, n.9, p.1092-1097, 1996.

HARGIS, P. S. Modifying egg yolk cholesterol in the domestic fowl - a review. **World's Poultry Science Journal**, v.44, p.17-29, 1988.

HARGIS, P. S.; VAN ELSWYK, M. E.; HARGIS, B. M. Dietary modification of yolk lipid with savelha oil. **Poultry Science**, v.70, p.874-883, 1991.

HARGIS, P. S. ;VAN ELSWYK, M. E. Manipulating the fatty acid composition of poultry meat and eggs for the health conscious consumer. **World's Poultry Science Journal**, v.49, p.251-264, 1993.

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

HEALTH AND WELFARE CANADA. Nutrition recommendations. A call for action. minister of supply and services. Ottawa, ON. 1990.

HERBER, S. M.; VAN ELSWYK, M. E. Dietary marine algae promotes efficient deposition of n-3 fatty acids for the production of enriched shell eggs. **Poultry Science**, v. 75, p. 1501-1507, 1996.

HU, F. B.; the balance between n-6 and n-3 fatty acids and the risk of coronary heart disease. **Nutrition**, v.17, n.9, p. 741-742, 2001.

KREMER, J. M.; JUBIZ, W.; MICHALEK, A.; RYNES, R. I.; BARTHOLOMEW, E. L.; BIGAQUETTE, J.; TIMCHALK, B. S.; BEELER, D.; LININGER, L. Fish-oil fatty acid supplementation in active rheumatoid arthritis. **Annals of Internal Medicine** , v.106, n.4, p. 497-503, 1987.

KRIS-ETHERTON, P. M.; TAYLOR, D. S.; YU-POTH, S.; HUTH, P.; MORIARTY, K.; FISHELL, V.; HARGROVE, R. L.; ZHAO, G.; ETHERTON, T. D. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.71, p.179-188, 2000. Supplement.

IGARASHI, T.; AURSAND, M. SACCHI, R. PAOLILLO, L; NONAKA, M. WADA, S. Determination of docosahexanoic acid and n-3 fatty acids in refined fish oil by H-NMR spectroscopy: IUPAC interlaboratory study. **Journal of AOAC International**, v. 85, n.6, p. 1341-1354, 2002.

KINSELLA, J. E.; LOKESH, B.; STONE, R. A. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acid and amelioration of cardiovascular disease: Possible mechanisms. **Journal of Food Science Technology**, v.52, p. 1-58, 1990.

LANDS, W. E. M.; LETELLIER, P. E.; ROME, L. H.; VANDERHOEK, J. Y. Inhibition of prostaglandin biosynthesis. **Advanced Biology Science**, v.9, p.15-28, 1973.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**, 4th edition, 2001, 596p.

LEIFERT, W. R.; JAHANGIRI, A.; McMURCHIE, E. J. Antiarrhythmic fatty acids and antioxidants in animal and cell studies. **Journal Nutrition Biochemistry**, n.10, p. 252-267, 1999.

LEWIS, S. **Avian Biochemistry and molecular biology**. Cambridge: University Press, 1996. p.272, 1996.

LIMA, F. E. L.; MENEZES, T. N., TAVARES M. P. SZARFARC, S. C. FISBERG, R. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. **Ver Nutrition**. v.13, n.2, 2000.

LIU, C. C. F; CARLSON, S. E.; RHODES, P. G.; RAO, U. S.; MEYDRECH, E. F. Increase in plasma phospholipid docosahexanoic and eicosapentaenoic acids as a reflection of their intake and mode of administration. **Pediatrics Research**, v.22, p.292-296, 1987.

LOPEZ-BOTE, C. J.; GRAY, J. I.; GOMAA E. A.; FLEGAL, C.J. Effect dietary administration of oil extracts from rosemary and sage on lipid oxidation in broiler meat. **Poultry Science**, v.39, n.2, p. 235-240, 1998.

LÓPEZ-FERRER, S.; BAUCCELLS, M. D.; BARROETA, A. C.; GRASHORN, M. A. n-3 enrichment of chicken meat using fish oil: alternative substitution with rapeseed and linseed oils. **Poultry Science**, v.78, p.356-365, 1999.

MARKS, N. L.; WASHBURN, K. W. Divergent selection for yolk cholesterol in laying hens. **British Poultry Science**, v.18, n.2, p.179-188, 1977.

MENDONÇA JUNIOR, C. X.; MARTINS, A. P.; MORI, A. V.; SILVA, E. B.; MORI, C. S. Efeito da adição de óleo de peixe à dieta sobre o desempenho e níveis de lípidos plasmáticos e de colesterol no ovo de galinhas poedeiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 37, n.1, p.79-83, 2000.

MENDONÇA JUNIOR, C. X. **Colesterol no ovo: possibilidade de sua redução**. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1996, Campinas. Anais... Campinas, 1996. p. 87-118.09

McLENNAN, P. L. Relative effects of dietary saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on cardiac arrhythmias in rats. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 57, p. 207-212, 1993.

McLENNAN, P. L., DALLIMORE, J. Dietary canola oil modifies myocardial fatty acids and inhibits cardiac arrhythmias in rats. **Journal of Nutrition**, v.125, p.1003-109, 1995.

MORAN JR., E. T. Fat modification of animal products for human consumption. **Animal Feed Science Technology**, n.58, p. 91-99, 1996.

MORI, A. V. **Utilização de óleo de peixe e linhaça na ração como fontes de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 em ovos**. 2001, 162f. Tese de doutorado, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MORI, A. V. **Efeito da adição de drogas hipolipemizantes à ração sobre as concentrações de lípides plasmáticos e de colesterol na gema do ovo de galinhas**. 1998, 108f. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

NAGUESWARI, K.; BANERJEE, R.; MENON, V. P. Effect of saturated, n-3 e n-6 polyunsaturated fatty acids on myocardial infaction. **Journal of Nutrition Biochemistry**, v.10, p.338-344, 1999.

NASH, D. M.; HAMILTON, R. M. G.; HULAN, H. W. The effect of dietary herring meal of the omega-3 fatty acid content of plasma and egg yolk lipids of laying hens, **Canadian Journal of Animal Science**, n.75, p.247-253, 1995.

NELSON G. J.; ACKMAN, R. G. Absorption and transport of fat in mammals with emphasis on n-3 polyunsaturated fatty acids. **Lipids** v. 23, p.1005-1014, 1988.

NIELSEN, H. Hen age and fatty acid composition of egg yolk lipid. **British Poultry Science**, v. 39, n.1, p. 53-56, 1998.

NITSAN, Z., MOKADY S.; SUKENIK, A. Enrichment of poultry products with n-3 fatty acids by dietary supplementation with the alga *Nannochloropsis* and mantur oil. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.47, p.5127-5132, 1999.

NOBLE, R. C.; COCCHI, M.; TURCHETTO, E. Egg fat - a case for concern? **World's Poultry Science Journal**, v.446, p.109-118, 1990.

NOVAK, C.; SCHEIDELER, S. E.; Long-term effects of feeding flaxseed-based diets. 1. Egg production parameters, components, and egg shell quality in two strains of laying hens. **Poultry Science**, v. 80, p. 1480-1489, 2001.

NRC- **Recommended dietary allowances**. RDA 10 ed. Washington: National Academy Press, 1989. 284p.

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

NWOKOLO, E.; SIM, J. Barley and full-fat canola seed in layer diets. **Poultry Science**, v.68, p.1485-1489, 1989.

OHLSON, R. Production of and trade in rapeseed. In: NIEWIADOMSKI, H. Rapeseed, chemistry and technology. **Poland: Elsevier**, 1990. p.9-35.

PIBER NETO, E. **Enriquecimento do ovo: utilização de óleos de peixes e alga marinha como fontes de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 em rações de galinhas**. 2006 p. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006

PITA, M.C.G. **Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola e vitamina E na dieta, sobre as concentrações de ácidos graxos poliinsaturados e alfa tocoferol em ovos de galinha**. 2003, p. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

MENDONÇA JUNIOR, C. X; PITA, M. C. G. **O ovo como via de eliminação do colesterol**. Farmacologia aplicada à avicultura- boas práticas de manejo de medicamentos. São Paulo, (Ed.) Roca, p. 347-358, 2005.

PITA, M. C. G.; PIBER NETO, E.; CARVALHO, P. R.; MENDONÇA JUNIOR, C. X. Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola e vitamina E na dieta sobre as concentrações de ácidos graxos poliinsaturados em ovos de galinha. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 925-931, 2006.

POMPEIA, C.; LOPES, L. R.; MIYASAKA, C. K.; PROCÓPIO, J. SANNOMIYA, P. Effect of fatty acids on leukocyte function. **Brazilian Journal Medical Biology Research**, v.33n.11, p.1255-1268, 2000.

POWALL, H. J.; BRAUCHI, D.; KILINÇ, C.; OSMUNDSEN, K.; PAO, Q.; PAYTON-ROSS, C.; GOTTO JR., A. M.; BALLANTYNE, C.M. Correlation of serum triglyceride and its reduction by ω -3 fatty acids with lipid transfer activity and the neutral lipid compositions of high-density and low-density lipoproteins. **Atherosclerosis**, v.143, p.285-297, 1999.

QI, G. H.; SIM, J. S. Natural tocopherol enrichment and its effect in n-3 fatty acid modified chicken eggs. **Journal of Agriculture Food Chemistry**, v.46, p.1920-1926, 1998.

SANTOS, C. O. F. **Efeito da adição de óleos poliinsaturados à ração nos níveis de lípidos plasmáticos e de colesterol no ovo de galinhas poedeiras**. 1998, p.87 Dissertação de Mestrado, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

SARGENT, J. R. HENDERSON, R. J. **Marine (n-3) polyunsaturated fatty acids**. In: HAMILTON R. J. Developments in oils and fats. London: Blackie Academic e Professional, 1995. p. 32-65.

SAS INSTITUTE. **Sas user's guide**: statistics. Cary: SAS Institute, 1985. 956p.

SCHEIDELER, S. E.; FRONING, G. W. The combined influence of dietary flaxseed variety, level, form, and storage conditions on egg production and composition among vitamin E- supplemented hens. **Poultry Science**, v. 75, p.1221-1226, 1996.

SCHEIDELER, S.E.; JARONI, D., FRONING, G.W. Strain and age effects on egg composition from hens fed diets rich in n-3 fatty acids. **Poultry Science**, v. 77, 1998.

SCHULER, P. **Natural antioxidants exploited commercially**. In:HUDSON, B. J. F. Food antioxidants. London:Elsevier, 1990, 317p.

SHAPIRO, J. A.; KOEPESELL, T. D.; VOIGT, L. F.; DUGOWSON, C. E.; KESTIN, M.; NELSON, J. L. Diet and rheumatoid arthritis in women: a possible protective effect of fish consumption. **Epidemiology**, v.7, p. 256-263, 1996

SIM, J. S.; BRAGG, D. B. Effect of dietary factors on serum and egg yolk cholesterol levels of laying hens. **Poultry Science**, v. 56, n.5, p. 1616-1621, 1977.

SIMOPOULOS, A. P. Human requirement of n-3 polyunsaturated fatty acids. **Poultry Science**, v.79, p. 961-970, 2000.

SNEDECOR, G. M.; COCHRAN, W. G. Statistical methods 7th editoin. **Iowa State University Press**, Ames I.A, 1980.

TEITELBAUM, J. E.; WALKER, W. A. Review: the role of omega 3 fatty acids in intestinal inflammation. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v.12, p.21-32, 2001.

TIRAPEGUI, J. **Nutrição fundamentos e aspectos atuais**. São Paulo: (Ed.) Atheneu, p. 284, 2000.

TOBARSKA, B.; HAWRYSH, Z. J.; CLANIDIN, M. T. Study of effect os antioxidants and storage stability of canola oil using gas liquid chromatography. **Journal of Canadian Institute Food Science and Technology**, v.19, p.130-133, 1986

UAUY, R. P.; PEIRANO, D.; HOFFMAN, D.; MENA, P.; BIRCH, D.; BIRCH, E. Role of essential fatty acids in the function of the developing nervous system. **Lipids** v.31, p. 167-176, 1996.

USDA- **Nutrient Database for Standard Reference**. Disponível em: <http://www.ers.usda.gov/publications/sb965/sb965f.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2004.

WHITE, P. J. **Fatty acids in oilseeds (vegetable oils)**. In: CHOW, C.K. Fatty acids in food and their health implications. New York: Marcel Dekker, 1992. p.237-242.

YU, M. M.; SIM, J. S. Biological incorporation of n-3 polyunsaturated fatty acids into chicken eggs. **Poultry Science**, v.66, p.96, 1997. Supplement 1