

## RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)  
autor(a), o texto completo desta tese  
será disponibilizado somente a partir  
de 14/03/2017.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CÂMPUS DE BOTUCATU

***AMINAS BIOGÊNICAS E POLIFENÓIS NO LEITE E QUEIJO DE  
OVELHAS DA RAÇA BERGAMÁCIA SUPLEMENTADAS COM  
ÓLEO OU FARELO DE LINHAÇA (*Linum usitassimum* L.)***

ALINE APARECIDA DE OLIVEIRA MONTANHA

Tese apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia  
como parte das exigências para  
obtenção do título de doutor.

BOTUCATU - SP  
Março – 2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CÂMPUS DE BOTUCATU

***AMINAS BIOGÊNICAS E POLIFENÓIS NO LEITE E QUEIJO DE  
OVELHAS DA RAÇA BERGAMÁCIA SUPLEMENTADAS COM  
ÓLEO OU FARELO DE LINHAÇA (*Linum usitatissimum* L.)***

ALINE APARECIDA DE OLIVEIRA MONTANHA

Zootecnista

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. ANA SILVIA ALVES MEIRA TAVARES MOURA

Co-orientadora: Dra. SIMONE FERNANDES

Tese apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia  
como parte das exigências para  
obtenção do título de doutor.

BOTUCATU - SP  
Março – 2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO  
- UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

M764a Montanha, Aline Aparecida de Oliveira, 1984-  
Aminas biogênicas e polifenóis no leite e queijo de ovelhas da raça Bergamácia suplementadas com óleo ou farelo de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) / Aline Aparecida de Oliveira Montanha. - Botucatu : [s.n.], 2016  
xiii, 68 f. : tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2016

Orientador: Ana Silvia Alves Meira Tavares Moura

Coorientador: Simone Fernandes

Inclui bibliografia

1. Fenóis. 2. Ovino. 3. Poliaminas. 4. Aminas biogênicas. I. Moura, Ana Silvia Alves Meira Tavares. II. Fernandes, Simone. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

*“A grandeza de uma nação e seu progresso moral podem ser julgados pela forma  
como seus animais são tratados”  
(Mahatma Gandhi)*

## DEDICO

*A minha querida mãe, Aparecida!*

Pelo amor incondicional verdadeiro e puro,  
pelos belos ensinamentos, compreensão e paciência,  
sempre me apoiando e aconselhando em todas as  
decisões , e nunca deixando eu desistir dos  
meus sonhos.

*Ao meu querido pai, Rubens!* Pela disponibilidade, amor e  
carinho, pelos conselhos em todos os momentos e  
sempre acreditando na minha capacidade.

*Aos meus queridos irmãos André e Júlio,*  
pela dedicação e carinho, sempre me  
apoiando e incentivando a nunca  
desistir dos meus sonhos.

*Ao meu esposo, André!*

Por estar sempre presente em todos  
os momentos, sempre com muito amor,  
dedicação e paciência nos momentos  
de minha ausência .

*Ao meu bebê!*

Que mesmo antes de nascer  
já nos trouxe uma imensa alegria.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida! Pela oportunidade de possibilitar o meu crescimento e ao meu mentor por sempre me guiar.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e ao Departamento de Produção Animal - FMVZ/UNESP-Botucatu pela confiança e oportunidade.

À professora, orientadora Dra. Ana Silvia Alves Meira Tavares Moura, pelos ensinamentos, amizade e pela oportunidade nessa etapa do meu crescimento, confiando sempre no meu potencial.

Ao professor, orientador e amigo Dr. Edson Ramos de Siqueira, por mais uma vez ter me concedido a oportunidade de realizar mais essa etapa de minha vida, pelos belos conselhos, ensinamentos e dedicação, e pela bela amizade.

À professora, co-orientadora Dra. Simone Fernandes, por toda a dedicação, paciência em me escutar em todos os momentos sendo sempre muito prestativa, e disposta a ajudar no que fosse necessário, uma grande amiga.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento do projeto de pesquisa.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

À professora Dra. Maria Márcia Sartori pela realização das análises estatísticas.

À professora Dra. Giuseppina Pace Pereira Lima pela contribuição e participação na banca de qualificação e defesa e por toda ajuda e colaboração nas análises realizadas no laboratório.

Ao professor Paulo Roberto de Lima Meirelles, pela contribuição e participação na banca de qualificação e defesa e por toda colaboração nas análises bromatológicas.

A professora Dra. Sarita Bonagurio Gallo, pela participação na banca de defesa e por toda a ajuda.

A professora Pricila Veiga dos Santos, pela participação na banca de defesa e por toda a ajuda.

Ao Zootecnista Dr. José Dalanezi, sendo sempre muito solícito.

Ao professor Dr. Paulo Francisco Domingues, que sempre quando necessário estava dispostos a me auxiliar e a esclarecer as dúvidas durante o experimento.

Ao Zootecnista André Michel de Castilhos pela disponibilidade e atenção de auxiliar e tirar as dúvidas durante todo o experimento.



Aos funcionários da seção de Pós-graduação Seila Cristina Cassinelli Vieira e Ellen C. Guilhen pela atenção em auxiliar sempre que necessário.

Ao funcionário do Departamento de Produção Animal, Renato Agostinho Arruda por toda ajuda.

Aos Funcionários do setor de Ovinos, Edivaldo e Marco, pela amizade, conversas, conselhos, risadas e pela dedicação ímpar, sempre muito solícitos e disponíveis.

À funcionária Gisele do laboratório de Bromatologia pelo auxílio na realização das análises bromatológica das amostras.

À Raquel Ornelas, pela ajuda sempre que precisei.

Aos amigos do laboratório de química: Marizete, Kelly, Ana Paula, Milena, Marla, Mônica, Sérgio, Mayra, Igor, por toda ajuda.

Aos amigos da Pós-graduação: Maria Fernanda, Natália, Guilherme e Ariane pela grande colaboração a qualquer momento, pelas risadas, tristezas, choros e pela amizade!

À estagiária Jéssica Aparecida Marques, sempre disponível e mostrando muita dedicação.

As estagiárias da graduação pela ajuda quando solicitadas: Caroline e Laura.

Aos meus pais, irmãos e a Vó Cema, minha família amada, sempre me orientando!

Aos meus sobrinhos Júlia, Guilherme, Isadora e Beatriz, anjinhos mandados por Deus, que encantam todo dia com suas alegrias e peraltices.

Ao meu esposo André, sempre muito prestativo e atencioso em auxiliar no que fosse preciso e participar nas ordenhas de finais de semana.

As ovelhas, pois sem elas nada seria possível!

Aos meus queridos e companheiros cães: Tupã, Miucha, Zeus, Feijão, Princesa, Lost, Tobias, Branquinho e Tipler pelas lambidas que demonstram todo o carinho!

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	1
1.0.Introdução.....	2
2.0.Revisão Bibliográfica .....	3
2.1. O leite ovino e sua composição .....	3
2.2. Queijo Ovino .....	5
2.3. Linhaça .....	6
2.4. Compostos antioxidantes .....	8
2.4.1. Aminas biogênicas.....	8
2.4.2. Compostos fenólicos.....	13
Referências Bibliográficas .....	16
CAPÍTULO II - AMINAS BIOGÊNICAS E POLIFENÓIS NO LEITE DE OVELHAS DA RAÇA BERGAMÁCIA SUPLEMENTADAS COM ÓLEO OU FARELO DE LINHAÇA ( <i>Linum usitatissimum L.</i> ) .....	24
Resumo .....	25
Abstract .....	26
Introdução.....	27
Material e Métodos .....	28
Resultados e Discussão .....	33
Conclusão .....	40
Referências Bibliográficas .....	41
CAPÍTULO III – TEORES DE AMINAS BIOGÊNICAS E POLIFENÓIS NO QUEIJO CURADO ELABORADO COM LEITE DE OVELHAS DA RAÇA BERGAMÁCIA SUPLEMENTADAS COM ÓLEO OU FARELO DE LINHAÇA ( <i>Linum usitatissimum</i> <i>L.</i> ) .....	44
Resumo .....	45

Abstract .....	46
Introdução.....	47
Material e Métodos .....	49
Resultados e Discussão .....	54
Conclusão .....	63
Referências Bibliográficas .....	64
CAPÍTULO IV - IMPLICAÇÕES .....	67

## LISTA DE TABELAS

<b>CAPÍTULO I</b>	<b>Página</b>
Tabela 1. Funções das aminas biogênicas .....	10
<b>CAPÍTULO II</b>	
Tabela 1. Ingredientes e nutrientes das dietas experimentais .....	30
Tabela 2. Composição do leite de ovelhas da raça Bergamácia suplementadas com óleo ou farelo de linhaça .....	33
Tabela 3. Teores médios (%) de aminas biogênicas no leite de ovelhas da raça Bergamácia .....	34
Tabela 4. Conteúdo de aminas biogênicas e poliaminas presentes no leite de ovelhas da raça Bergamácia .....	35
Tabela 5. Correlação entre os teores de aminas biogênicas no leite de ovelhas da raça Bergamácia .....	38
Tabela 6. Conteúdo de polifenóis totais (mg Eq. Catequina/100g) do leite de ovelha da raça Bergamácia, em função dos momentos de colheitas .....	39
Tabela 7. Correlação entre os teores de polifenóis e aminas biogênicas no leite de ovelhas da raça Bergamácia .....	40
<b>CAPÍTULO II</b>	
Tabela 1. Ingredientes e nutrientes das dietas experimentais .....	50
Tabela 2. Valores encontrados na análise microbiológica dos queijos .....	55
Tabela 3. Conteúdo de aminas biogênicas e poliaminas presentes no queijo feito com leite de ovelhas da raça Bergamácia em função da interação dos tratamentos e período de maturação .....	57
Tabela 4. Correlação entre os teores de aminas biogênicas no queijo realizado com o leite de ovelhas da raça Bergamácia .....	61

Tabela 5. Conteúdo de polifenóis totais (mg Eq. Catequina/100g) presentes no queijo feito com leite de ovelhas da raça Bergamácia em função da interação dos tratamentos e período de maturação .....	62
Tabela 6. Correlação entre os teores de polifenóis e aminas biogênicas no leite de ovelhas da raça Bergamácia .....	62

**LISTA DE FIGURAS****CAPÍTULO I**

Figura 1. Vias metabólicas das aminas biogênicas .....	09
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS

CAD – Cadaverina  
CLA – Ácido Linoléico Conjugado  
CEUA – Comissão de Ética e Experimentação Animal  
CT – Controle  
DPM – Dopamina  
EE – Extrato Etéreo  
EM – Energia Metabolizável  
EPD – Espermidina  
EPM – Espermina  
FDA – Fibra em Detergente Ácido  
FDNcp – Fibra em Detergente Neutro corrigida para cinzas  
FDNef – Fibra em Detergente Neutro efetiva  
FL – Farelo de linhaça  
g – grama  
HIM – Histamina  
HPLC – Cromatografia líquida de alta eficiência  
IMAO - Inibidores de Monoamina Oxidase  
Kg – Quilograma  
mg – Miligrama  
mL – Mililitro  
MM – Matéria Mineral  
MS – Matéria Seca  
NDT – Nutrientes Digestíveis Totais  
NMP – Número mais provável  
NRC – National Research Council  
OL – Óleo de linhaça  
OPG – Ovos por Grama  
PB – Proteína Bruta



PM – Proteína Metabolizável

PUT – Putrescina

SDG – Secoisolariciresimal diglicosídeo

SRT – Serotonina

TIM – Tiramina

**CAPÍTULO I**  
**CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

## 1. INTRODUÇÃO

O leite de ovelha é mundialmente apreciado pelas suas qualidades gastronômicas e nutricionais, sendo que a maior parte da produção é transformada em queijos e iogurtes. São características de destaque do leite de ovelha os teores de proteínas, cálcio, fósforo e lipídeos de alta qualidade, podendo esta composição ser alterada por fatores como: dieta, raça, características individuais, sazonalidade, nutrição, condições de manipulação, condições ambientais e estágio da lactação (HAENLEIN, 2001). Outro fator importante é a proporção de gordura e proteínas que é maior que a do leite de vaca e, o que proporciona maior rendimento em queijo (CAMPOS, 2011).

O consumo de alimentos saudáveis está aumentando a cada dia devido à consciência dos consumidores em buscar uma vida mais saudável. Para melhorar a qualidade do leite, uma das alternativas é alterar sua composição para torná-lo mais saudável. A utilização de suplementos na dieta de animais leiteiros com óleo ou farelo de sementes oleaginosas como a linhaça (rica em ácido linoléico conjugado, ômega 3 e ômega 6), vem se tornando mais comum. Vários estudos já realizados demonstraram a importância dessa suplementação na alteração dos ácidos graxos, inclusive com o aumento do CLA (ácido linoléico conjugado). Em experimento realizado por Oliveira (2012), observou-se aumento no teor de CLA em leite de ovelhas suplementadas com óleo de linhaça em relação ao tratamento controle. Porém, pouco se sabe se outros componentes podem ser alterados, como é o caso dos antioxidantes, já que a semente de linhaça é rica nessas substâncias.

Outro grupo de compostos de importância é dos polifenóis, substâncias distribuídas amplamente na natureza e que exercem função de antioxidantes quando em quantidades consideráveis nos alimentos. Antioxidantes são substâncias que retardam a velocidade da oxidação, através de um ou mais mecanismos, tais como inibição de radicais livres e complexação de metais (PIETTA, 2000).

Sendo assim podem-se destacar as aminas biogênicas. As aminas biogênicas são bases orgânicas de baixo peso molecular, de importância biológica em vegetais, animais e células microbianas, formadas principalmente pela descarboxilação microbiana de aminoácidos e transaminação de aldeídos e cetonas (PINTADO et al., 2008). As aminas são classificadas de acordo com o número de seus grupos. Dentre elas destacam-se:

cadaverina, putrescina, espermina, espermidina, histamina, tiramina e serotonina, cada uma com sua função específica no organismo. Sabe-se que o excesso de certas aminas, como a tiramina e histamina, principalmente em queijos maturados, podem provocar alergia e intoxicação alimentar, e a cadaverina e putrescina, quando em grandes quantidades, podem intensificar os teores de histamina.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. O leite ovino e sua composição**

De acordo com a Faostat (2016), a produção de leite ovino no mundo é de aproximadamente 10.122.522 toneladas contra 625.754.261 toneladas de leite de vaca e representa 1,34% da produção de leite mundial. Os países da Ásia, como China e Turquia e os países da Europa como Grécia, Itália, Espanha e França se destacam como produtores mundiais de leite ovino. Porém, para o Brasil, não são encontrados dados dessa produção.

No Brasil, a ovinocultura leiteira tem pouca expressão no mercado, mas relatos bem sucedidos são encontrados entre os criadores da Serra Gaúcha, que investiram no alto valor agregado do leite ovino (BRITO, 2004). Dados de 2008 estimaram um processamento nacional de aproximadamente 509.000 litros por ano, o que corresponde a aproximadamente 526 toneladas, e representa 0,0019% do total de leite produzido no Brasil, sendo que, desse valor, a maior parte é produzida no Sul do país (ROHENKOHL et al., 2011). Embora, em termos quantitativos, a produção de leite de ovelha seja de importância marginal em comparação ao leite de vaca, é de grande interesse o incremento do seu consumo e de seus derivados, visto que os ovinos são animais amplamente adaptados aos mais diversos climas e disseminados por todo o planeta (CAMPOS, 2011).

Grande parte do leite ovino é transformada em queijos, iogurtes e outros derivados, devido a sua alta concentração de sólidos totais, gordura e caseína, aumentando o valor agregado, e contribuindo para o aumento da receita do produtor rural (OCHOA – CORDERO et al., 2002). Segundo Bencini e Pulina (1997), a maioria do leite de ovelha produzido em todo o mundo é transformada em queijo, visto que o

leite de ovelha fresco raramente é consumido. Sendo assim, quando se refere à qualidade do leite de ovelha está se elucidando a sua capacidade de ser transformado em produtos lácteos de alta qualidade e com altos rendimentos.

Vários desses produtos possuem registro de indicação geográfica, ou seja, denominação de origem, a qual é caracterizada pelo nome geográfico do país, cidade, região ou localidade de seu território, que indiquem que as características ou qualidade do produto sejam exclusivamente do meio geográfico, como é o caso dos queijos de ovelha portugueses com Denominação de Origem Protegida (ROHENKOHL et al., 2011).

O rendimento diferenciado do leite de ovelha deve-se à sua composição média: 7,6% de gordura, 5,6% de proteína, 19,0% de sólidos totais, 10,3% de sólidos desengordurados, 4,7% de lactose e 4,6% de caseína (SEVI et al., 2004; SILVA, 2003; NUDDA et al., 2002; ZAMIRI et al., 2001; HILALI et al., 2011). Sá (2001) encontrou teores médios de gordura e proteína de 5,39% e 4,92% respectivamente, com ovelhas da raça Bergamácia. Oliveira (2012) encontrou teores de gordura de 4,75% na ordenha da manhã e 6,97% na ordenha do período da tarde, utilizando ovelhas da raça Bergamácia. Contudo, valores diferentes são encontrados na composição do leite de vaca: 3,7% de gordura, 3,2% de proteína, 4,5% de lactose, 12,5% de sólidos totais e 8,8% de sólidos desengordurados (SANTOS, 2001).

Além da alimentação, a composição do leite também pode ser influenciada por certos fatores como: raça, idade, estágio de lactação, número de cordeiros em aleitamento, nível nutricional, ambiente, técnicas de ordenha, estado sanitário e infecções no úbere (BENCINI, 2001).

De acordo com Oliveira (2012), não foi observada diferença na produção de leite em ovelhas que receberam tratamento controle e com suplementação de óleo de linhaça, do mesmo modo que os tratamentos também não influenciaram a composição centesimal do leite. A produção de leite e seus teores de proteína e lactose não diferiram entre as vacas que receberam dietas com os sais de cálcio e óleo de canola, linhaça e soja em relação aquelas da dieta controle, no entanto, houve redução na gordura do leite nos animais alimentados com a dieta com adição de sais de cálcio e ácidos graxos insaturados (CHOUINARD et al., 1998). Segundo Bertoni (1996), é bastante conhecido que a qualidade do leite e o seu rendimento dependem necessariamente da dieta; cuja

evidência é particularmente importante para ovelhas leiteiras (CHRISTENSEN et al., 1994).

O leite também contém substâncias biogênicas as quais podem transmitir mensagens bioquímicas com implicações benéficas para a saúde. E essa contribuição nutricional do leite e de seus derivados é um importante suporte para as funções do corpo, especialmente durante o crescimento (GALITSOPOULOU et al., 2015). Dentre essas substâncias bioativas é que se encontram as amins biogênicas e as poliaminas que estão presentes no leite e em seus derivados.

O estado nutricional do animal e a ingestão de alimentos também podem influenciar a composição do leite e a variação da quantidade de poliaminas (BUTS, 1996). Outros fatores também podem afetar a concentração de poliaminas no leite, como: idade, ritmo de secreção de poliaminas, duração da lactação, influências ambientais, e contaminações bacterianas (BUTS et al., 1995; MOTYL et al., 1995; BUTS, 1996).

Além das poliaminas outros compostos podem ser encontrados no leite: os compostos fenólicos. Segundo O'Connel e Fox (2001), os polifenóis são encontrados em quantidades consideráveis no leite de ruminantes, porém a sua relevância na qualidade nutricional do leite e na saúde humana ainda não foi elucidada.

## **2.2. Queijo ovino**

A composição do leite tem grande importância no seu processamento, principalmente quando se leva em conta a capacidade de sua transformação em derivados e a quantidade produzida desses derivados por litro de leite (BENCINI & PULINA, 1997). Outro fator importante é a qualidade do leite em relação a sua composição centesimal, que deve ser considerada pela capacidade de ser transformado em queijos e derivados, haja vista a importância da composição no rendimento dos produtos (BENCINI & PULINA, 1997).

Sabe-se que a maior parte do leite de ovelha produzido no mundo é transformado em queijo, e alguns dos mais populares queijos do mundo, como Roquefort da França, o Feta da Grécia, o Ricotta e o Pecorino da Itália e o Manchego da Espanha, são provenientes de leite ovino (EMEDIATO, 2007). No Brasil a produção de leite e queijo de ovelhas é muito pequena, a grande parte dos queijos produzidos são de

leite de vaca, pois faltam incentivos para a produção de queijos de leite de ovelha e o desenvolvimento de raças especializadas em produção de leite (NARDES, 2002).

O queijo, desde antes da sua fabricação até o final de sua vida de prateleira, sofre inúmeras transformações físico-químicas que são decisivas para a consistência, textura e sabor do produto (NATEL, 2007). Os principais agentes responsáveis pela proteólise durante a maturação do queijo são as enzimas endógenas do leite, resíduo coagulante retido no coalho depois da fabricação e as enzimas proteolíticas de bactérias precursoras e não precursoras (TRUJILLO et al., 2000).

Muitas substâncias formadoras do sabor que estão presentes no leite de ovelhas são, provavelmente, originadas por intensas mudanças nos compostos do alimento durante a digestão e no metabolismo intermediário provenientes de processos microbianos e enzimáticos (ADDIS et al., 2006).

Suplementar a dieta de ruminantes com lipídeos pode alterar o sabor dos alimentos por interferir no processo de biohidrogenação ruminal, que possibilita mudanças ou modificações da fração volátil do leite (DELACROIX-BUCHET & LAMBERET, 2000). Queiroga et al. (2009), analisaram a inclusão de diferentes tipos e níveis de óleos na dieta de cabras, e verificaram que a adição de óleos vegetais, em particular o óleo de algodão, elevou o conteúdo de gordura, bem como intensificou o sabor característico do leite caprino.

### **2.3. Linhaça**

A linhaça (*Linum usitatissimum* L.), pertence à família Linaceae, (MADHUSUDHAN, 2009) é nativa da Europa, Ásia e Região Mediterrânea (CORDEIRO et al., 2009). A semente é considerada um alimento funcional e a variedade mais comum é a semente de cor marrom escura brilhante. É rica em substâncias benéficas à saúde (CORDEIRO et al., 2009), considerada uma fonte natural de antioxidantes (KASOTE, 2013), podendo ser encontrada nas formas de óleo e farelo (MADHUSUDHAN, 2009).

De acordo com Almeida et al. (2009), a linhaça é uma semente rica em proteínas, gordura e fibras dietéticas. Estudos demonstram que a linhaça pode apresentar 40-50% de óleo, 23-43% de proteína, 4% de cinzas, e 0,9-3% de precursores da lignana (MUIR & WESTCOTT, 2003; TOUR'e & XUEMING et al., 2010). Além

do mais, é uma excelente fonte de gordura poliinsaturada na forma de ácido  $\alpha$ -linolênico e é a fonte mais rica de lignanas nos vegetais (THOMPSON et al., 1991), (compostos fenólicos conhecidos por exercerem atividade antioxidante), e representam uma das maiores fontes de ácidos graxos essenciais da série ômega-3 ( $\omega$ -3) e ômega-6 ( $\omega$ -6) (SAAD, 2006).

Devido à alta concentração de ácidos graxos essenciais ômega-3 ( $\omega$ -3), ácido  $\alpha$ -linolênico, fibras e antioxidantes fenólicos naturais, dia após dia a incorporação da linhaça nos alimentos e nos produtos alimentícios vem aumentando (PRASAD et al., 1998).

Os compostos fenólicos ocorrem nas sementes oleaginosas como derivados hidroxilados dos ácidos benzóicos e cinâmico, cumarinas, flavonóides e lignanas (OOMAH, 2001). Os compostos fenólicos apresentam uma importante classe de lignanas que pertencem a um grupo de fenóis que são caracterizados por acoplarem duas unidades de fenilpropanóides (WILLFOR et al., 2006). Na semente de linhaça o secoisolariciresinol diglicosídeo (SDG), é o precursor mais conhecido da lignana (THOMPSON et al., 1996).

A lignana é o produto da transformação da lignina em compostos fenólicos, e é metabolizada no intestino humano pelas bactérias intestinais formando o enterodiol e a enterolactona, as quais são estruturas semelhantes aos estrógenos. Esses compostos possuem propriedades biológicas como: ação antimetabólica, antifúngica, antioxidante e anticarcinógeno. São potentes inibidores de atividade plaquetária e mediadores das reações inflamatórias (THOMPSON et al., 1996; BENNET, 1998; BRZEZINSKI & DEBI, 1999).

Para ruminantes, o uso da semente de linhaça mostra-se interessante no sentido de aumentar os níveis de ácidos graxos poliinsaturados na carcaça (WACHIRA et al., 2000; WADA, 2004; MÜLLER et al., 2004 e YAMAMOTO et al., 2005). A utilização de óleos na alimentação animal é de grande interesse, buscando a produção de compostos alimentares benéficos à saúde humana (COSTA, et al., 2009), e elaborando produtos diferenciados para o consumidor. Bernard et al. (2009) ao avaliarem os efeitos de dietas com óleos vegetais em cabras, observaram que realçaram a síntese da gordura do leite, alteraram a composição dos ácidos graxos do leite e inibiram especificamente a atividade mamária da enzima esteroil-CoA desaturase.



A atividade da microbiota nos ruminantes em relação a conversão das lignanas nos mamíferos ainda é desconhecida. Grandes concentrações de lignanas podem resultar em benefícios para a saúde, porém necessita-se de mais informações que permitam a compreensão da modificação nas concentração de lignanas no leite (PETIT, 2009).

Diante desses fatos e da necessidade em atender à crescente demanda por alimentos mais saudáveis, aumentou o interesse nas pesquisas que relacionam o uso de óleos ou sementes, entre eles o de linhaça, na alimentação animal (LUNA et al., 2005; ZHANG et al., 2006; BRANCIARI et al., 2012).

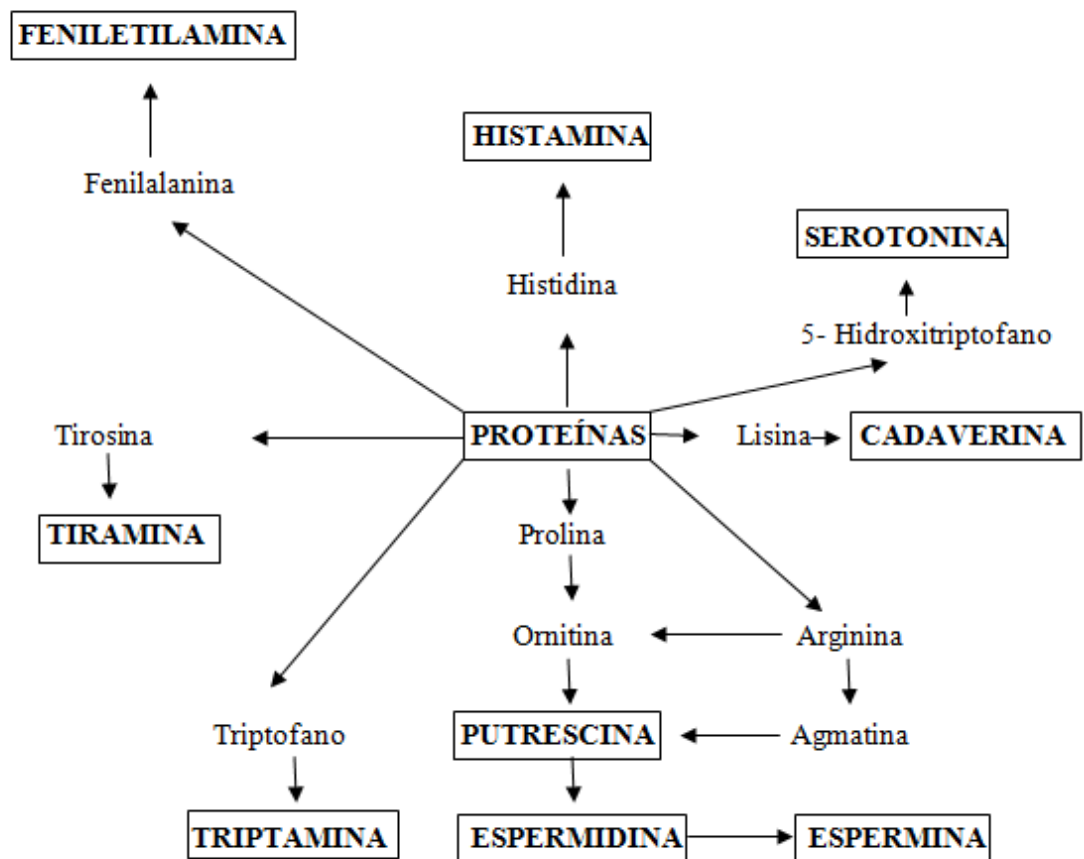
## **2.4. Compostos antioxidantes**

### **2.4.1. Aminas biogênicas**

As aminas biogênicas ou biologicamente ativas são bases orgânicas alifáticas, alicíclicas ou heterocíclicas de baixo peso molecular. São substâncias formadas por processos bioquímicos. Participam de funções metabólicas e fisiológicas importantes nos organismos vivos e desempenham diversas atividades biológicas. As aminas podem ser encontradas em alimentos de origem animal, vegetal e, principalmente, em alimentos fermentados e maturados (HALÁSZ et al., 1994; MAYER et al., 2010).

Quanto à estrutura química, as aminas biogênicas são classificadas em: alifáticas (putrescina, cadaverina, espermidina, espermina e agmatina), aromáticas (tiramina e feniletilamina) ou heterocíclicas (histamina e triptamina). Existem também outras classificações para as estruturas químicas, como as catecolaminas (dopamina, noradrenalina e adrenalina), indolinas (serotonina) e as imidazolaminas (histamina) (ONAL, 2007; BARDÓCZ, 1995; SILLA-SANTOS, 1996).

Segundo Glória (2005), a maioria das denominações das aminas biogênicas é em função dos aminoácidos precursores (Figura 1), exemplo: histamina, tiramina e triptamina originam-se da histidina, tirosina e triptofano, respectivamente. Os nomes cadaverina e putrescina originam-se do fato destas aminas terem sido encontradas em produtos em decomposição ou putrefação. A espermina e espermidina se referem ao fluido seminal, local onde foram isoladas pela primeira vez.



**Figura 1:** Vias metabólicas das aminas biogênicas.

FONTE: Glória, 2005.

As aminas biogênicas também são classificadas de acordo com o número de grupamento de aminas em: monoaminas (tiramina e feniletilamina), diaminas (histamina, serotonina, triptamina, putrescina e cadaverina) e em poliaminas (espermina, espermidina e agmatina) (GLÓRIA, 2005).

Em relação à via biossintética, as aminas são classificadas em naturais e aminas biogênicas. As aminas naturais (espermina, espermidina, putrescina e histamina), são formadas durante a biossintese “*de novo*”, ou seja, a partir de uma molécula mais simples, à medida que são requeridas (espermina e espermidina). Ou, como no caso da histamina, podem estar armazenados nos mastócitos e basófilos. Já as aminas biogênicas são formadas por reações de descarboxilação conduzidas por descarboxilases bacterianas, sendo esta a principal via de formação de aminas nos alimentos (histamina,

serotonina, tiramina, feniletilamina, triptamina, putrescina, cadaverina e agmatina) (SHALABY, 1996; GLÓRIA, 2005, MAYER et al., 2010).

Com relação à função que exercem (Tabela 1), as aminas biogênicas podem ser classificadas em moduladoras e promotoras do crescimento como é o caso da espermidina e espermina, que atuam no crescimento e manutenção do metabolismo celular, e em vasoativas e neuroativas, como a tiramina, histamina e serotonina, devido ao seu efeito atuar nos sistemas vascular e neural (BARDÓCZ et al., 1993).

**Tabela 1.** Funções das aminas biogênicas.

<b>Aminas biogênicas</b>	<b>Funções</b>
	Metabolismo, crescimento e diferenciação celular.
<b>Espermidina</b>	Regulação e estimulação da síntese de DNA, RNA e proteínas.
<b>Espermina</b>	Manutenção da alta atividade metabólica para um funcionamento saudável do intestino.
	Protetor celular contra o estresse oxidativo.
<b>Putrescina</b>	Recicladores de radicais livres.
<b>Cadaverina</b>	Deterioração de alimentos.
	Vaso e Broncoconstritor.
<b>Serotonina</b>	Neurotransmissores.
	Estimulação dos neurônios sensoriais e motores.
<b>Histamina</b>	Liberação de adrenalina e noradrenalina.
<b>Tiramina</b>	Aumenta a pressão sanguínea.
<b>Triptamina</b>	Vasoconstritor.
<b>Feniletilamina</b>	

**Fonte:** Bardócz et al., (1993); Loser (2000); Glória, (2005); Tkachenko et al., (1991); Goldeberg et al., (1994); Shalaby, (1996).

As poliaminas são consideradas essenciais para jovens em crescimento e desenvolvimento. As poliaminas espermidina, putrescina e espermina estão envolvidas

na síntese de DNA, RNA e de proteínas, sendo essenciais para o crescimento e proliferação celular, porém também estão relacionadas à toxidade e a doenças em humanos, como o câncer (BARDÓCZ, 1995). De acordo com Lindemose et al. (2005), as concentrações de poliaminas estão aumentadas em células cancerosas. E as aminas biogênicas, quando em altas concentrações, nas dietas, podem causar intoxicações principalmente na presença da histamina (LIMA & GLÓRIA, 1999).

Segundo Rice et al. (1976) a tiramina possui função vasoativa e a histamina vasoativa e neuroativa e resultam em efeitos tóxicos quando encontradas em altas concentrações na dieta, ocasionando dores de cabeça, náuseas, palpitações cardíacas entre outros. Aminas neuroativas afetam o sistema nervoso agindo nos transmissores neurais, enquanto as vasoativas agem no sistema vascular (LOVENBERG, 1973). Em indivíduos saudáveis, a putrescina e a cadaverina, não são consideradas tóxicas, embora possam potencializar a toxicidade da histamina. Portanto, níveis normais de poliaminas nos alimentos não são tóxicos, enquanto a histamina em altas concentrações é tóxica (BARDÓCZ, 1995). Nem todas as aminas são igualmente tóxicas, apenas a histamina, tiramina e 2-feniletilamina é que representam maiores preocupações, podendo ser encontradas em peixes, carnes, aves, ovos, queijos, vegetais fermentados, soja, cerveja e vinho (SHALABY, 1996).

A demanda corporal de poliaminas é suprida principalmente pela dieta e a diminuição da ingestão destas pode vir a reduzir a progressão do tumor (BARDÓCZ et al., 1995). As concentrações e teores de poliaminas variam de acordo com os alimentos, segundo alguns autores a carne vermelha e a de frango contém maior quantidade de espermina; a carne de peixe contém putrescina. Em relação ao leite de vaca e ao iogurte, o teor total de poliaminas encontrado foi baixo (ELIASSEN et al., 2002; KALAC & KRAUSOVÁ, 2005).

O leite é rico em uma variedade de nutrientes essenciais, como vitaminas, minerais e proteínas, além disso, o leite contém substâncias bioativas capazes de transmitir mensagens bioquímicas com implicações significativas para a saúde. A contribuição nutricional do leite e seus derivados é importante para apoiar o bom funcionamento do corpo durante períodos de rápido crescimento (MICHAELIDOU, 2008; MICHAELIDOU & STEIJNS, 2006).

Löser (2000) detectou a presença de espermina, espermidina e putrescina no leite de vaca, e observou que a concentração das poliaminas sofreu variações devido a alguns fatores, como: idade do animal, período de lactação, estado nutricional, fatores genéticos, fatores ambientais e contaminação bacteriana.

Em geral, os teores de amins presentes no leite e nos derivados são baixos, exceto para os queijos que possuem altos níveis. Em leite de vacas, as poliaminas predominante são: espermina (17%), espermidina (15%) e agmatina (3%) (BARDÓCZ et al., 1993). Produtos lácteos fermentados e em especial queijos, pertencem às fontes mais comuns de amins biogênicas, principalmente a histamina, tiramina, putrescina e cadaverina (BUNKOVÁ et al., 2010). Além disso, queijos com alto teor de amins podem estar relacionados com enxaqueca pediátrica e na adolescência (KOMPRDA et al., 2007; MILLICHAP & YEE, 2003).

Vale e Glória (1998), ao avaliarem amostra de vários queijos feitos no Estado de Minas Gerais, Brasil, observaram que a poliamina espermina foi a mais predominante, sendo encontrada em 93% das amostras coletadas, seguido pela histamina (65%), feniletilamina (62%), espermidina (61%), putrescina (60%), cadaverina (59%), serotonina (44%), agmatina (38%), tiramina (37%) e triptamina (29%).

Em experimento realizado por Novella-Rodríguez et al. (2003), utilizando vários tipos de queijo maturados e não maturados, foi verificado maior formação de amins em queijos maturados, prevalecendo a amina tiramina, seguida da putrescina ou cadaverina, o que corroboram com Kalac e Krausová (2005), onde a concentração de amins pode alcançar valores elevados em queijos maturados.

Schirone et al. (2013), em análises realizadas em queijos Pecorino, feitos com leite de ovelha, cru e pasteurizado, encontraram um total de 266,7 a 5860,6 mg/kg de amins biogênicas em queijos fabricados com leite cru e 10,3 a 582,4 mg/kg no leite pasteurizado. Sendo assim, a pasteurização do leite antes de produzir queijos é um importante passo para reduzir o teor de amins biogênicas.

De acordo com Foster et al, (1958); Joosten e Olieman, (1986), durante a maturação do queijo, a caseína é lentamente degradada por enzimas proteolíticas, levando a um aumento no teor de aminoácidos livres, os quais podem ser submetidos a quebras de reações e catalisados por bactérias descarboxilases específicas dando origem a formação de CO<sub>2</sub> e uma amina. De acordo com Degheidi et al. (1992), as amins

biogênicas são gradualmente aumentadas em diferentes níveis, quando o tempo de maturação é estendido especialmente a histamina, putrescina e cadaverina.

Sendo assim vários fatores podem influenciar nos teores de aminas biogênicas em queijos maturados, tais como: pasteurização ou a falta da mesma (NOVELLA-RODRÍGUES et al., 2003), condições de higiene durante a produção dos queijos (KOMPRDA et al., 2007), culturas iniciadoras (ROIG-SAGUÉS et al., 2002), tempo de maturação (KOMPRDA et al., 2007) e a parte que é coletada do queijo (NOVELLA-RODRÍGUES et al. 2003); (KOMPRDA et al., 2007).

#### **2.4.2. Compostos fenólicos**

Os compostos fenólicos são definidos como substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo os grupos funcionais (LEE et al., 2005). Podem ser encontrados em estado livre, conjugados com açúcar, estéres ou polimerizado (SHAHIDI, 2000). Existem cerca de cinco mil fenóis, dos quais destacam-se os flavonoides, ácidos fenólicos, fenóis simples, cumarinas, taninos, ligninas e tocoferóis (SHAHIDI & NACZK, 1995). Entre estes, os ácidos fenólicos e os flavonóides são os mais comuns (DE BEER et al., 2002; DYKES & ROONEY, 2007).

Os compostos polifenólicos são originados do metabolismo secundário das plantas, sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução, e são formados em condições de estresse como, infecções, ferimentos, radiações UV, dentre outros (NACZK & SHAHIDI, 2004). Nos vegetais, atuam ainda como agentes antipatogênicos e contribuem na pigmentação (SHAHIDI & NACZK, 1995), enquanto em alimentos, são responsáveis pela cor, adstringência, aroma (PELEG et al., 1998) e estabilidade oxidativa (NACZK & SHAHIDI, 2004).

Segundo Nackz e Shahidi (2004), os polifenóis não estão distribuídos uniformemente nos tecidos ou células das plantas, e estão relacionados com componentes da parede celular como os polissacarídeos e as proteínas. Os compostos fenólicos são excelentes fontes naturais de antioxidantes e são conhecidos por neutralizarem o excesso de radicais livres e anular os efeitos patológicos.

Os compostos fenólicos compreendem um grande grupo de substâncias orgânicas, sendo os flavonoides um importante subgrupo (SCHWARTZ et al., 2010). Os flavonoides são compostos distribuídos no reino vegetal e encontram-se presentes

em frutas, folhas, sementes e em outras partes da planta na forma de glicosídeos ou agliconas (ANGELO & JORGE, 2007). Os flavonóides encontrados nos animais são originários de plantas que serviram de alimentos e foram biossintetizados (YAO et al., 2004).

Destacam-se dentre outros, os seguintes efeitos dos flavonóides sobre os sistemas biológicos: capacidade antioxidante, que constitui a atividade mais elucidada pelos estudos até agora desenvolvidos; atividades antiinflamatória e de efeito vasodilatador; ação antialérgica; atividade contra desenvolvimento de tumores, anti-hepatotóxica, antiulcerogênica; atuação antiplaquetária, bem como ações antimicrobiana e antivirais (LOPES et al., 2000). De acordo com Antolovich et al. (2000), os fenóis desempenham papel importante na proteção contra a foto-oxidação e resistência a doenças. Segundo O'Connell & Fox (2001), os compostos fenólicos são encontrados em quantidades consideráveis no leite de ruminantes, porém a sua importância na qualidade do produto e nutrição humana ainda não foram elucidadas.

O interesse nos compostos fenólicos é crescente, devido aos seus efeitos biológicos. Eles realizam várias atividades metabólicas como: antioxidantes, , funções imunológicas, entre outras (BABBAR et al., 2015; CHEN et al., 2015; COVAS et al., 2006; HALLIWELL et al., 2005; MARTEINEZ-VALEVERDE et al., 2000; RUBIO et al., 2013). No entanto, a determinação de compostos fenólicos no leite ainda é um campo muito pouco explorado, e existem poucos estudos (VÁZQUEZ et al., 2015).

A pesquisa resultou em dois artigos, que serão submetidos as seguintes revistas: Capítulo II para a Food Chemistry e Capítulo III para a Journal of Food Science and Technology.

No Capítulo II é apresentado o trabalho intitulado “Aminas biogênicas e polifenóis no leite de ovelhas da raça Bergamácia suplementadas com óleo ou farelo de linhaça (*Linum usitatissimum L.*)”. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da suplementação de óleo ou farelo de linhaça na dieta de ovelhas da raça Bergamácia sobre os teores de aminas biogênicas e polifenóis do leite.

No Capítulo III é apresentado o trabalho intitulado “Teores de aminas biogênicas e polifenóis no queijo curado elaborado com leite de ovelhas da raça Bergamácia suplementadas com óleo ou farelo de linhaça (*Linum usitatissimum L.*)”. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da suplementação de óleo ou farelo de

linhaça na dieta de ovelhas da raça Bergamácia sobre os teores de aminos biogênicas e polifenóis do queijo tipo minas curado.



## Referências Bibliográficas

- ADDIS, M. et al. The inclusion of a daisy plant (*Chrysanthemum coronarium*) in dairy sheep diet: 2. Effect on the volatile fraction of milk and cheese. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 101, p. 68-80, 2006.
- ALMEIDA, C. L., BOAVENTURA, G. T., GUZMAN – SILVA, M. A. A linhaça (*Linum usitatissimum*) como fonte de ácido  $\alpha$ -linolênico na formação da bainha de mielina. **Nutrição**, v.22, n.5, 2009.
- ANGELO, P.M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, SP, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.
- ANTOLOVICH, M. Sample preparation in the determination of phenolic compounds in fruits. **Analyst**, London, v.125, p. 989–1009, 2000.
- BABBAR, N.; OBEROI, H. S.; SANDHU, S. K. Therapeutic and nutraceutical potential of bioactive compounds extracted from fruit residues. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.55,n.3, p.319–337, 2015.
- BARDÓCZ, S. et al. Polyamines in food: implications for growth and health. **The Journal Nutritional Biochemistry**, New York, v.4, p. 66-71, 1993.
- BARDÓCZ, S. Polyamines in food and their consequences for food quality and human health. **Trends in Food Science & Technology**, v. 6, p. 341-346, 1995.
- BARDÓCZ, S. et al. The importance of dietary polyamines in cell regeneration and growth. **British Journal of Nutrition**, London, v.73, p.819-828, 1995.
- BENCINI, R.; PULINA, G. The quality of sheep milk: a Review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 45, n. 3, p. 182-220, 1997.
- BENCINI, R. Factors affecting the quality of ewe's milk. In: *Great Lakes dairy sheep symposium*, 7., 2001. *Proc...* Eau Claire (Wisconsin): Wisconsin Sheep Breeders Cooperative. 2001.
- BENNETT, M. 1998. The flaxseed revolution: nature's source of omega-3, ligninas e fibra. Califórnia: Optimal Healthspan Publications,1998, p.88.
- BERNARD, L. et al. Effect of plant oils in the diet on performance and milk fatty acid composition in goats fed diets based on grass hay or maize silage. **British Journal of Nutrition**, London, v. 101, p. 213-224, 2009.
- BERTONI, G. Feeding and bovine milk quality: endocrin and metabolic factors. **Zootecnica e Nutrizione Animale**, Italy, v. 22, p. 205-214, 1996.

BRANCIARI, R. et al. Consumer acceptability of ovine cheese from ewes fed extruded linseed-enriched diets. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, n.106S, p.S43-S48, 2012.

BRITO, M.A. **Variação dos perfis metabólicos, hematológico e lácteo de ovinos leiteiros em confinamento**. 2004. 59p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinária) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Santa Maria, 2004.

BRZEZINSKI, A.; DEBI, A. Phytoestrogens: the “natural” selective estrogen receptor modulators? **European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology**, Amsterdam, v. 85, p.47-51, 1999.

BUNKOVÁ, L. et al. The effect of ripening and storage conditions on the distribution of tyramine, putrescine and cadaverine in Edam-cheese. **Food Microbiology**, London, v.27, p. 880-888, 2010.

BUTS, J.P. Polyamines in milk. **Annales Nestlé**, Basel Karger, v.54, p. 98-104, 1996.

BUTS, J.P. et al. Polyamine profiles in human milk, infant artificial formulas, and semi-elemental diets. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, New York, v. 21, p. 44-49, 1995.

CAMPOS, L. Aspectos benéficos do leite de ovelha e seus derivados. Bento Gonçalves, jan. 2011. Disponível em: <<http://www.casadaovelha.com.br>>. Acesso em: 18 fev. 2012.

CHEN, L. Y.; CHENG, C. W.; LIANG, J. Y. Effect of esterification condensation on the Folin–Ciocalteu method for the quantitative measurement of total phenols. **Food Chemistry**, Amsterdam, v.170, p.10–15, 2015.

CHRISTENSEN, R.A. et al. Effects of amount of protein and ruminally protected amino acids in the diet of dairy cows fed supplemental fat. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 77, p. 1618-1629, 1994.

CHOUINARD, P. Y.; GIRARD, V.; BRISSON, G.H. Fatty acid profile and physical properties of milk fat from cows fed calcium salts of fatty acids with varying instauration. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 81, n. 2, p. 471-481, 1998.

CORDEIRO, R., FERNANDES, P. L., BARBOSA, L. A. Semente de linhaça e o efeito de seus compostos sobre as células mamárias. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 19, n. 3, p.727-732, 2009.

COSTA, R. G. et al. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 307-321, 2009.

COVAS, M. I. et al. Postprandial LDL phenolic content and LDL oxidation are modulated by olive oil phenolic compounds in humans. **Free Radical Biology and Medicine**, New York, v.40, n.4, p. 608–616, 2006.

DE BEER, D. et al. Phenolic compounds: a review of their possible role as *in vivo* antioxidants of wine. **South African Journal of Enology and Viticulture**, Stellenbosch, v. 20, p. 48-61, 2002.

DEGHEIDI, M. A.; EFFAT, B. A.; SHALABY, A. R. Development of some biogenic amines during Ras cheese ripening with special reference to different starters. Proc. 5th Egyptian Conf. Dairy Sci. and Technol., pp. 205-217. 1992.

DELACROIX-BUCHET, A.; LAMBERET, G. **Sensorial properties and typicity of goat dairy products**. Tours: International Association of Goat, 2000. p. 559-563.

DYKES, L; ROONEY, L.W. Phenolic compounds in cereal grains and health benefits. **Cereal Foods World**, St. Paul, v. 50, p. 105-117, 2007.

ELIASSEN, K.A. et al. Dietary polyamines. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 78, p. 273-280, 2002.

EMEDIATO, R.M.S. **Efeito da gordura protegida sobre parâmetros produtivos de ovelhas da raça Bergamácia e na elaboração de queijos**. 2007. 95f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

FAO. Food and agriculture organization of the united nations. 2012, Disponível em: <http://www.faostat.fao.org.com>. Acesso em: 23 julho 2014.

FOSTER, E. M., NELESON, F. E., SPECK, M. L., DETSCH, K. N. and OLESEN, J. C. (1958). **Dairy Microbiology**. McMillan and Co. Ltd, London.

GALITSOPOULOU, A. et al. Polyamine profile in ovine and caprine colostrum and milk. **Food Chemistry**, Amsterdam, v.173, p. 80-85, 2015.

GLORIA, M.B.A. Bioactive amines. IN: Hui; L.L. Nollet. **Handbook of Food Science, Technology and Engineering**. Ed. Marcel Dekker, v.4, p. 1-38, 2005.

GOLDBERG, S. et al. Cadaverina as a putrefactive component of oral malodor. **Journal of Dental Research**, Baltimore, v.76, n. 6, p.1168-1172, 1994.

HAENLEIN, G. F. W. Past, present and future perspectives on small ruminant dairy research. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, n. 9, p. 2097-2115, 2001.

HALÁSZ et al. Biogenic amines and their production by microorganisms in food. **Trends in Food Science & Tecnology**. v.5, p.42-49, 1994.

HALLIWELL, B.; RAFTER, J.; JENNER, A. Health promotion by flavonoids, tocopherols, tocotrienols, and other phenols: Direct or indirect effects? antioxidant or not? **Clinical Nutrition**, Edinburgh, v.81, p.268–276, 2005.

HILALI, M; EL-MAYDA, E; RISCHKOWSKY, B. Characteristics and utilization of sheep and goat milk in the Middle East. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, n.101, p. 92- 101, 2011.

JOOSTEN, H. M. L. G.; OLIEMAN, C.. Determination of biogenic amines in cheese and some other food products by high-performance liquid chromatography in combination with thermosensitized reaction detection. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 356, p. 311-319, 1986.

KALAC, P.; KRAUSOVÁ, P. A review of dietary polyamines: Formation, implications for growth and health and occurrence in foods. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 90, p. 219-230, 2005.

KASOTE, D.M. Flaxseed phenolics as natural antioxidants. **International Food Research Journal**, Serdang, v. 10, n.1, p.27-34, 2013.

KOMPRDA, T. et al. Content and distribution of biogenic amines in Dutch-type hard cheese. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 102,n. 1, p. 129 - 137, 2007.

LEE, S.J. et al. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 91, n. 1, p. 131-137, 2005.

LIMA, A.S.; GLORIA, M.B.A. Aminas biogênicas em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 33, n. 1, p. 70-79, 1999.

LINDEMOSE, S.; NIELSEN, P.E.; MOLLEGAARD, N.E. Polyamines preferentially interact with bent adenine tracts in double-stranded DNA. **Nucleic Acids Research**, London, v. 33, p. 1790- 1803, 2005.

LOPES; et al. Flavonóides: farmacologia de flavonóides no controle hiperlipidêmico em animais experimentais. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, n.17, p.18-22, 2000.

LÖSER, C. Polyamines in human and animal milk. **British Journal of Nutrition**, Wallingford, v.84, p.55-58, 2000.

LOVENBERG, W. Some vaso- and psychroactive substances in food: amines stimulates depressants and hallucinogens. In: **Toxicants Occurring Naturally in Foods**, National Academy of Science, Washington, DC. 1973.

LUNA, P. et al. Conjugated linoleic acid in ewe milk fat. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v. 72, n. 4, p. 415-424, 2005.

MADHUSUDHAN, B. Potential benefits of flaxseed in health and disease – a perspective. **Agriculture Conspectus Scientificus**, v. 74, p. 67-72, 2009.

MARTEINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS, G. Nutritional importance of phenolic compounds in the diet. **Arch Latinoam Nutrition**, v.50, n.1,p. 5–18, 2000.

MAYER, H.K.; FIECHTERG, G.; FISCHER, E. A new ultra-pressure liquid chromatography method for the determination of biogenic amines in cheese. **Journal of Chromatography A.**, Amsterdam, v. 1217, p. 3251-3257, 2010.

MICHAELIDOU, A.M. Factors influencing nutritional and health profile of milk and milk products. **Small Ruminat research**, Amsterdam, v. 79, p. 42-50, 2008.

MICHAELIDOU, A.M.; STEIJNS, J. Nutritional and technological aspects of minor bioactive components in milk and whey: Growth factors, vitamins and nucleotides. **International Dairy Research**, v. 16, p. 1421-1426, 2006.

MILLICHAP, J.G., YEE, M.M. The diet factor in pediatric and adolescent migraine. **Pediatric Neurology**, Chippewa, v. 28, n. 1, p. 09-13, 2003.

MOTYL, T. et al. Polyamines in cow's and sow's milk. **Comparative Biochemistry and Physiology**, London, v.3, p. 427-433, 1995.

MUIR, A.D.; WESTCOTT, N.D. Flaxseed constituents and human health. In: Muir, A.D. and Westcott, N.D. (eds). *Flax: the genus Linum*. London:Taylor & Francis, p. 243-251, 2003.

MÜLLER, M. et al. Fontes de gordura ômega-3 e ômega-6 sobre a digestibilidade aparente de novilhas de corte confinadas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 393-398, 2004.

NACKZ, M; SHAHIDI,F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A.**, Amsterdam, v. 1054, p.95-111, 2004.

NARDES, R. E. F. **Caracterização de queijo Zamorano Dop sob condições de maturação acelerada por modificações na temperatura**. 2002. 230 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Faculdade de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

NATEL, A. S. Composição do leite. In: NATEL, A. S. **Produção e qualidade de leite e queijo ovino**. Curitiba: UFPR,2007. p. 15-17.

NOVELLA-RODRÍGUEZ, S. et al. Distribution of biogenic amines and polyamines in cheese. **Journal of Food Science**, Champaign, v. 68, p.750-756, 2003.

NUDDA, A. et al. The yield and composition of milk in Sarda, Awassi, and Merino sheep milked unilaterally at different frequencies. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.85, n.11, p.2879-2884, 2002.

OCHOA-CORDERO, M. A. et al. Milk yield and composition of Rambouillet ewes under intensive management. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 43, p. 269 – 274, 2002.

O'CONNELL, J.E.; FOX, P.F. Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review. **International Dairy Journal**, Barking, v.11, p. 103-120, 2001.

OLIVEIRA, A. A. **Produção e composição do leite de ovelhas da raça Bergamácia suplementadas com óleo de linhaça (*Linum usitatissimum* L.)**. 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

ÖNAL, A. A review: Current analytical methods for the determination of biogenic amines in foods. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 103, p. 1475-1486, 2007.

OOMAH B. D. Flaxseed as a functional food source. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.81, p.889-894, 2001.

PELEG, H., BODINE, K. K., NOBLE, A. C. The influence of acid on adstringency of alum and phenolic compounds. **Chemistry Senses**, v. 23, n. 3, p. 371-378, 1998.

PETIT, H.V. Antioxidants and dairy production: the example of flax. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 352-361, 2009.

PIETTA, P. G. Flavonoids as antioxidants. **Journal of Natural Products**, Gorakhpur, v. 63, n.7, p.1035-1042, 2000.

PINTADO et al. Microbiological, biochemical and biogenic amine profiles of Terrincho cheese manufactured in several dairy farms. **International Dairy Journal**, Barking, v.18, p.631-640, 2008.

PRASAD, K. et al. Reduction of hypercholesterolemic atherosclerosis by CDC-flaxseed with very low alpha-linolenic acid. **Atherosclerosis**, Amsterdam, v. 136, p. 367-375, 1998.

QUEIROGA, R. C. R. E. et al. Physicochemical and sensory effects of cotton seed and sunflower oil supplementation on Moxotó goat milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 82, n.1, p.58-61, 2009.

RICE, S.L.; EITENMILLER, R.R.; KOEHLER, P.E. Biologically active amines in food. A review. **Journal of Milk and Food and Technology**. Shelbyville, v.39, p. 353-358, 1976.

ROIG-SAGUÈS, A.X.; MOLINA, A.P., HERNANDEZ-HERRERO, M.M. Histamine and tyramine-forming microorganisms in Spanish traditional cheeses. **European Food Research and Technology**, Berlin, v, 215,n.2, p. 96–100, 2002.

ROHENKOHL, J.E. et al. O agronegócio de leite de ovinos e caprinos. **Indicador Econômico FEE**. Porto Alegre. v. 39, n.2, p.97-114, 2011.

RUBIO, L.; MACIA, A.; MARIA-JOSE, M. Impact of various factors on pharmacokinetics of bioactive polyphenols: An overview. **Current Drug Metabolism**, Hilversum, v.15, n.1, p.62–76, 2013.

SAAD, S. M. I.; **Probióticos e prebióticos: o estado da arte**. 2006. 16f. – Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 2006.

SÁ, C.O. **Influência do fotoperíodo na produção de leite e níveis de hormonais de ovelhas da raça Bergamácia**. 2001. 87 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade estadual Paulista, Botucatu, 2001.

SANTOS, F.L. Produção e composição do leite de vacas submetidas a dietas contendo diferentes níveis e formas de suplementação de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n.4, p. 1376-1380, 2001.

SCHWARTZ, S.J.; VON ELBE, J.H.; GIUSTI, M.M. Corantes. In: DAMODARAN,S; PARKIN, K.L; FENNEMA, O.R., **Química de Alimentos Fennema**. 4 ed. Porto Alegre: ARTMED, 2010, cap.9, p. 468.

SCHIRONE, M. et al. High content of biogenic amines in Pecorino cheeses. **Food Microbiology**, London, v. 34, p. 137-144, 2013.

SEVI, A.; ALBENZIO, M.; MARINO, R. et al. Effects of lambing season and stage of lactation on ewe milk quality. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.51, n.3, p.251-259, 2004.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications. Lancaster: Technomic; 1995.

SHAHIDI, F. Antioxidant factors in the plant foods and selected oil seed. **Biofactors**, Oxford, v.13, p. 179-185, 2000.

SHALABY, A.R. Significance of biogenic amines to food safety and human health. **Food Research International**, Ottawa, v.29, p. 675-690, 1996.

SILLA SANTOS, M. H. Biogenic amines: their importance in food. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 29, p. 213–231, 1996.

SILVA, M. G. C. M. **Produção de caprinos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2003. 56p.

TKACHENKO, A.G.; PSHENICHONOV, M.R.; NESTEROVA, L.I. Putrescine as a fator protecting *Escherichia coli* against oxidative stress. **Microbiology**, London, v.70, n.04, p.422-428, 1991.

THOMPSON, L.U.; ROBB, P.; SERRAINO, M. et al. Mammalian lignan production from various foods. **Nutrition and Cancer**, Hillsdale, v. 16, n.1, p.43-52, 1991.

THOMPSON, L.U.; RICKARD, S.E.; ORCHESON, L.J.; et al. Flaxseed and its lignan and oil components reduce mammary tumor growth at a late stage of carcinogenesis. **Carcinogenesis**, London, v.17, n.6, p.1373-1376, 1996.

TOUR'è, A.; XUEMING, X. Flaxseed lignans: source, biosynthesis, metabolism, antioxidant activity, bioactive components, and health benefits. **Comprehensive Review in Food Science and Food Safety**, v.9, p.261-269, 2010.

TRUJILLO, A.J. et al. Proteolytic activities of some milk clotting enzymes on ovine casein. **Food Chemistry**, New York, v. 71, p. 449-457, 2000.

VALE, S.; GLÓRIA, M.B.A. Biogenic amines in Brazilian cheeses. **Food Chemistry**, New York, v.63, n. 3, p. 343-348, 1998.

VÀZQUES et al. Total phenolic compounds in milk from different species. Design of an extraction technique for quantification using the Folin–Ciocalteu method. **Food Chemistry**, New York, v.176, p.480-486, 2015.

WACHIRA, A. M. et al. Rumen biohydrogenation of *n*-3 polyunsaturated fatty acids and their effects on microbial efficiency and nutrient digestibility in sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 135, p. 419-428, 2000.

WADA, F.Y. **Grãos de linhaça e canola sobre o desempenho, digestibilidade e qualidade da carcaça e da carne de novilhas nelore em confinamento**. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2004.

WILFOR, S.M.; SMEDS, A.I.; HOLMBOM, B.R. Chromatographic analysis of lignans (review). **Journal of Chromatography A**, Amsterdam, v.1112, p.64-77, 2006.

YAMAMOTO, S. M. et al. Fontes de óleo vegetal na dieta de cordeiros em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 703-710, 2005.

YAO, L.H. et al. Flavonoids in food and their health benefits. **Plants foods for human nutrition**, Dordrecht, v.59, p.113-122, 2004.

ZAMIRI, M. J.; QOTBI, A.; IZADIFARD, J. Effect of daily oxytocin injection on milk yield and lactation length in sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.40, n.2, p.179-185, 2001.

ZHANG, R. H.; MUSTAFA, A. F.; ZHAO, X. Effects of feeding oilseeds rich in linoleic and linolenic fatty acids to lactating ewes on cheese yield and on fatty acid composition of milk and cheese. **Animal Feed Science and Technology**, New York, 127, 220–233, 2006.



### **Conclusão**

A suplementação com óleo de linhaça no queijo tipo minas curado mostrou-se mais eficiente na redução das aminas putrescina, tiramina e histamina o que favorece um melhor tempo de vida de prateleira para os queijos curados e menores índices de intoxicação.

## Referências bibliográficas

BONASSI, I. A. **Elaboração de queijos e de outros produtos lácteos** - Manual Prático para pequena produção rural. Botucatu: ITESP/FUNDUNESP, 1999. 57p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria da Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria nº 146 de 07 de março de 1996. Aprova os Regulamentos técnicos de identidade e qualidade dos produtos lácteos. **Diário Oficial [da] república Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 11 mar. 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003. Aprova os métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial [da] república Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 set. 2003.

CARMO, F.B.T. et al. Histamina em conservas de sardinha. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 11, n.1, p. 174-180, 2010.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v.14, n.1, p.1-11, jan./mar. 2009.

CUNHA, F.L. et al. Determinação de aminas biogênicas em diferentes tipos de queijos por cromatográfica líquida de alta eficiência. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.71, n.1, p. 69-75, 2012.

DADÁKOVÁ, E.; KRIZEK, M.; PELIKÁNOVÁ, T. Determination of biogenic amines in foods using ultra-performance liquid chromatography (UPLC). **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 116, p. 365-370, 2009.

FAO. Food and agriculture organization of the united nations. 2012, Disponível em: <http://www.faostat.fao.org.com>. Acesso em: 23 julho 2014.

GLORIA, M.B.A. Bioactive amines. IN: Hui; L.L. Nollet. Handbook of Food Science, Technology and Engineering. Ed. Marcel Dekker, v.4, p. 1-38, 2005.

LADERO, V. et al. Toxicological effects of dietary biogenic amines. **Current Nutritional and Food Science**, v. 6, p. 145-156, 2010.

LI, W. et al. Evaluation of antioxidant capacity and aroma quality of breast milk. **Nutrition**, New York, v. 25, p. 105-114, 2009.

LIMA, G.P.P. et al. Comparison of polyamine, phenol and flavonoid contents in plants grown under conventional and organic methods. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 43, p.1838–1843. 2008.

MARTUSCELLI, M. et al. Production of biogenic amines during the ripening of Pecorino Abruzzese cheese. **International Dairy Journal**, Barking, v.15, p.571 – 578, 2005.

MINITAB®16. Version 16.1.1. State College, PA: Minitab Inc., 2010. Software.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of sheep**. 6. ed. Washington: National Academy Press, 2007.

NOVELLA-RODRIGUEZ, S. Profile of biogenic amines in goat cheese made from pasteurized and pressurized milk. **Journal of Food Science**, Champaign, v. 67, p. 2940-2944, 2002.

PENNA, C. F. A. M. **Produção e parâmetros de qualidade de leite e queijos de ovelhas Lacaune, Santa Inês e suas mestiças submetidas a dietas elaboradas com soja ou linhaça**. 2011. 155 p. Tese (Doutorado em Produção Animal), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

PERRY, K.S.P. Queijos: Aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova**, São Paulo, v.27, n.2, p. 293-300, 2004.

PINTADO, A.I.E. Microbiological, biochemical and biogenic amine profile of Terrincho cheese manufactured in several dairy farms. **International Dairy Journal**, Barking, v. 18, p. 631-640, 2008.

RIGUEIRA, J.C.S. Influência da contagem de células somáticas no perfil e teores de amins bioativas e na qualidade de leite cru e queijo mussarela. 2010. 147f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

ROIG-SAGUÈS, A.X.; MOLINA, A.P.; HERNANDES-HERRERO, M.M. Histamine and tyramine-forming microorganisms in Spanish traditional cheeses. **European Food Research and Technology**, v. 215, p.96-100, 2002.

SAS 2003. SAS/STAT. User's guide. Version 8.02. SAS Institute Incorporation, Cary, USA.

SCHIRONE, M. et al. Biogenic amine content and microbiological profile of Pecorino di Farindola cheese. **Food Microbiology**, London, v. 28, p.128-136, 2011.

SHALABY, A.R. Significance of biogenic amines to food safety and human health. **Food Research International**, Ottawa, v.29, p. 675-690, 1996.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 16, p. 144-158, 1965.

STRATTON, S.S.; HUTKINS, R.W.; TAYLOR, S.L. Biogenic amines in cheese and other fermented foods: a review. **Journal of Food Protection**, n.6, v.54, p.460-470, 1991.

TAKEBA, K.; MARUYAM, T.; MATSUMOTO, M. Determination of tyramine in cheese by reserved-phase high-performance liquid chromatography with amperometric detection. **Journal of Chromatography A**, Amsterdam, v. 4, p. 441-504, 1990.

TAYLOR, S.L. Histamine poisoning associated with fish, cheese and other foods. **World Health Organization**, Switzerland, p. 1-47, 1985.

VALSAMAKI, K.; MICHAELIDOU, A.; POLYCHRONIADOU, A. Biogenic amine production in feta cheese. **Food Chemistry**, Amsterdam, v.71, p.259-266, 2000.