



Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"

**GRACIELE FERNANDA DE SOUZA PINTO**

**DETERMINAÇÃO DE TRIPTOFANO EM QUEIJO RICOTA**

Assis  
2010

GRACIELE FERNANDA DE SOUZA PINTO

## DETERMINAÇÃO DE TRIPTOFANO EM QUEIJO RICOTA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação.

Orientador: Dr. Idécio Nogueira da Silva

Área de Concentração: Química Industrial

Assis  
2010

## FICHA CATALOGRÁFICA

PINTO, Graciele Fernanda de Souza

Determinação de triptofano em queijo ricota / Graciele Fernanda de Souza Pinto. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA -- Assis, 2010.

70p.

Orientador: Dr. Idécio Nogueira da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1.Ricota. 2.Triptofano.

CDD: 660  
Biblioteca da FEMA

# DETERMINAÇÃO DE TRIPTOFANO EM QUEIJO RICOTA

GRACIELE FERNANDA DE SOUZA PINTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, analisado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador: Dr. Idécio Nogueira da Silva

Analisador: Dra. Rosângela Aguiar da Silva

Assis  
2010

## DEDICATÓRIA

Mãe, essa é mais uma conquista dedicada a você, de muitas outras que com certeza virão, você é minha fortaleza e minha inspiradora, de quem a cada dia mais me orgulho de ser filha. TE AMO MUITO. Com você tudo para mim têm mais sentido, e o seu orgulho é a minha grande satisfação.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado força e capacidade para eu chegar até aqui, vós sois meu Deus meu alfa e ômega, a ti toda honra e toda glória.

A meus irmãos (Carlos, Cristiane e Cláudio) por sempre acreditar no meu potencial e me estimularam a caminhar sempre em frente, vocês são minha vida.

A todos da minha família em especial ao José, a Carol, Duda e Paty e aos que por alguns momentos fizeram ou ainda fazem parte dela... meus amigos (Pam, Jarley, Rando e Ana)...Valeu por tudo!

Ao meu pai que de alguma forma mesmo que indiretamente, contribuiu para este momento, e mesmo sem saber fez parte de todo meu percurso.

Ao meu noivo Flávio Oliveira e Santos, que sempre esteve ao meu lado me apoiando, nós bons momentos e nos momentos de angustia, sempre com sorrisos, abraços e beijos para me confortar, amo te, você me faz muito feliz.

Ao meu sogro e sogra que com um simples sorriso me fizeram acreditar mais que eu podia.

Ao meu orientador Idécio, pela paciência, competência, pelo dom de lecionar de ser amigo e pelo profissionalismo.

A todos os professores, que dentre os quatro anos não mediram esforços para meu crescimento pessoal e profissional.

A todos os chefes e patrões que tive pela oportunidade de emprego e ou trabalho.

A todos os outros amigos que não foram citados. Muito Obrigada.

Amo vocês!

“De tudo, ficaram três coisas: a certeza de que estava sempre começando, a certeza de que tudo era preciso continuar e a certeza de que seria interrompido antes de terminar. Fazer da interrupção um caminho novo. Fazer da queda um passo de dança, do medo uma escada, do sonho uma ponte, da procura um encontro.”

Fernando Sabino.

## RESUMO

Recentes estudos têm demonstrado que o consumo de ricota é crescente. A ricota é composta basicamente por albumina e globulina, sendo a albumina rica em triptofano. O triptofano possui várias propriedades funcionais como precursor da serotonina, vitamina B3 e sua oxidação fornece ao organismo acetoAcetil – CoA. Neste sentido o objetivo deste estudo foi avaliar o pH, o teor de extrato seco total, umidade e determinar o teor de triptofano solúvel na ricota. O método utilizado para avaliar o pH foi potenciométrico, o teor de extrato seco total gravimétrico e a umidade obtida pela diferença entre a massa de ricota úmida e a massa de ricota seca. Para determinar o teor de triptofano solúvel o método utilizado foi espectrofotométrico com suas absorções na região ultravioleta, nos comprimentos de onda 270 e 290 nm. O triptofano solúvel foi obtido após hidrólise em NaOH 4,2 M a 90°C por 8 horas. Os valores encontrados nas análises foram pH 4,7, extrato seco total 42,6%, umidade 57,4% e teor de triptofano 120 mg/100 g. Estes valores obtidos estão de acordo com a literatura. A presença de triptofano na ricota sugere que ela tem efetiva contribuição no fornecimento deste aminoácido para o organismo, tendo em vista que o aproveitamento do triptofano pelo organismo depende da relação entre o triptofano e os outros aminoácidos livres.

**Palavras-chave:** Ricota; Triptofano.

## ABSTRACT

Recent studies have shown that consumption of ricotta cheese is growing. Ricotta is composed mainly of albumin and globulin, albumin being rich in tryptophan. Tryptophan has many functional properties as a precursor of serotonin, vitamin B3 and its oxidation provides the body with acetoacetyl-CoA. In this sense the aim of this study was to evaluate the pH, total solids content, moisture and to determine the content of soluble tryptophan in ricotta. Potentiometric method was used to evaluate the pH. Total solids content and gravimetric moisture was obtained by the difference between the mass of moist ricotta and ricotta dry mass. Soluble tryptophan was determined spectrophotometrically with its absorptions in the ultraviolet region in the wavelengths 270 and 290 nm. Soluble tryptophan was obtained after ricotta hydrolysis in NaOH 4,2 M for 8 hours at 90°C. It was found in the analysis pH 4,7, total solids 42,6%, 57,4% moisture and total content of tryptophan of 120 mg/100 g. These values are in agreement with literature. Presence of tryptophan in ricotta suggests that it has effective contribution in the provision of this amino acid to the body, considering that the use of tryptophan in the body depends on the relationship between tryptophan and other amino acids.

**Keywords:** Ricotta; Tryptophane.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Pirâmide alimentar.....	36
Figura 2	– Estrutura geral dos aminoácidos.....	44
Figura 3	– Biossíntese de aminoácidos utilizando glicose como fonte principal de carbono.....	48
Figura 4	– Estrutura química do triptofano.....	49
Figura 5	– Metabolismo do triptofano.....	52
Figura 6	– Síntese da serotonina.....	54
Figura 7	– Impulso Nervoso / Despolarização.....	55
Figura 8	– Transporte de serotonina na fenda sináptica.....	56
Figura 9	– Estrutura da Melatonina.....	57
Figura 10	– Disponibilidade de Neurotransmissores na Fenda Sináptica.....	59
Figura 11	– Homogeneização da mistura Ricota e Água destilada e deionizada.....	60
Figura 12	– Mistura de 2 g de ricota triturada com 100 mL de NaOH 4,2 M em banho-maria.....	62
Figura 13	– Digestão da amostra.....	62
Figura 14	– Amostra filtrada (extrato de queijo).....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Composição média aproximada do leite de vaca.....	16
Tabela 2	– Proteínas em alguns alimentos usuais e sua classificação como fonte de aminoácidos essenciais para a nutrição humana.....	18
Tabela 3	– Principais proteínas do leite.....	19
Tabela 4	– Classificação de queijos de acordo com o GMS e HBNG.....	28
Tabela 5	– Pirâmide alimentar.....	37
Tabela 6	– Composição aproximada do soro doce.....	40
Tabela 7	– Informações nutricionais do queijo ricota.....	43
Tabela 8	– Teor de Triptofano em diversos alimentos de origem animal e vegetal.....	50
Tabela 9	– Resultados obtidos nas análises físico-químicas e o teor de triptofano obtido.....	64

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DO LEITE.....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>CONCEITOS GERAIS DE PROTEÍNAS.....</b>	<b>17</b>
3.1	PROTEÍNAS DO LEITE.....	19
<b>4</b>	<b>TRATAMENTO DO LEITE.....</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>LEITE COMO TEMA GERADOR NO ENSINO DE QUÍMICA.....</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>A HISTÓRIA DO QUEIJO.....</b>	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>PRODUÇÃO DE QUEIJO.....</b>	<b>27</b>
7.1	LEITE.....	30
7.2	FERMENTAÇÃO.....	30
7.3	PADRONIZAÇÃO DA GORDURA.....	30
7.4	ADIÇÃO DE INGREDIENTES.....	31
7.5	COAGULAÇÃO.....	31
7.6	CORTE DA COALHADA.....	31
7.7	AGITAÇÃO / AQUECIMENTO.....	31
7.8	ENFORMAGEM / PRENSAGEM.....	32
7.9	PROCESSO DE SALGA.....	32
7.10	MATURAÇÃO.....	32
7.11	PROTEÇÃO DA CASCA.....	33
7.12	EMBALAGEM.....	33
<b>8</b>	<b>BENEFÍCIOS DO QUEIJO PARA NUTRIÇÃO HUMANA..</b>	<b>34</b>
8.1	PROTEÍNAS.....	34
8.2	CÁLCIO.....	34
8.3	VITAMINAS.....	35
8.4	OUTROS MINERAIS E OLIGOELEMENTOS.....	35
8.5	LÍPIDIOS.....	35

<b>9</b>	<b>PROPRIEDADES DO SORO DO QUEIJO.....</b>	<b>38</b>
<b>10</b>	<b>RICOTA.....</b>	<b>41</b>
<b>11</b>	<b>CONCEITOS GERAIS DE AMINOÁCIDOS.....</b>	<b>44</b>
<b>12</b>	<b>PRODUÇÃO DE AMINOÁCIDOS EM ESCALA INDUSTRIAL.....</b>	<b>47</b>
<b>13</b>	<b>AMINOÁCIDO TRIPTOFANO.....</b>	<b>49</b>
13.1	OXIDAÇÃO DO TRIPTOFANO NO ORGANISMO HUMANO....	51
13.2	DERIVADOS DO TRIPTOFANO SEROTONINA E MELATONINA.....	52
13.2.1	Transtornos de humor.....	57
<b>14</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>60</b>
14.1	MATERIAIS E REAGENTES.....	60
14.2	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	60
14.2.1	Determinação de pH.....	60
14.2.2	Determinação de extrato seco total e umidade.....	61
14.2.3	Determinação do teor de triptofano.....	61
<b>15</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>64</b>
<b>16</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>67</b>
	<b>REFERÊNCIAS:.....</b>	<b>68</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O leite é um dos alimentos mais consumidos no mundo, por possuir características que são indispensáveis para a boa formação humana, como o alto valor nutritivo que é importante para o organismo humano nas diversas fases da vida (CAVALCANTE, 2004).

O queijo é a forma mais conhecida para preservação das propriedades do leite. É um produto fresco ou maturado obtido pela separação parcial do soro do leite ou soro do leite desnatado.

A história do queijo nos diz que ele foi criado por volta de 6000 anos antes de Cristo, a partir do leite de vaca ou de cabra. Porém, não se sabe muito bem onde se deu o aparecimento do queijo e nem por quem ele foi descoberto. Não levando em consideração a forma como ele foi descoberto, o queijo nos dias atuais é utilizado como uma alternativa para preservação das propriedades do leite (PERRY, 2004 e CAVALCANTE, 2004).

A produção de queijo no Brasil está crescendo. Em 2007 foram produzidas 801 mil toneladas de queijo / ano, o que corresponde a 34% da produção de leite do país. É estimado que 35% da produção nacional de queijos ainda é informal, embora esta variável seja de difícil quantificação (MADALOZZO, 2010).

O processo para obtenção de queijo é basicamente o mesmo para as diferentes variedades de queijo, sendo que sua classificação depende do tipo de leite utilizado, do teor de gordura, tipo de casca, entre outros (PERRY, 2004). O queijo possui importante contribuição para a nutrição humana em todas as idades.

A ricota, também denominada queijo albumina, por possuir como componente principal a albumina (que contém alto teor de triptofano) e a globulina, é obtida através do soro do queijo. O soro do queijo é o subproduto extraído durante o processo de fabricação de queijos. A ricota é um queijo de origem italiana, que está sendo fabricado em diversos países por possuir características cada vez mais

procuradas pelos consumidores. No Brasil em 2007 foram produzidas 10070 toneladas de queijo ricota.

O queijo ricota é classificado nos padrões de identidade e qualidade como queijo magro, segundo a legislação, com teor de umidade não inferior a 55%, sendo escassos os dados de literatura que dizem respeito aos seus parâmetros físico-químicos.

O triptofano é um aminoácido aromático essencial relativamente apolar, hidrofóbico, que está presente em menor concentração nas proteínas que fazem parte da dieta. A recomendação é de que sejam ingeridos diariamente 100 mg/Kg de triptofano. O triptofano é precursor da vitamina B<sub>3</sub> e da serotonina. Sua oxidação no organismo humano leva a formação de acetoAcetil-CoA.

A serotonina é um neurotransmissor modulatório encontrado no sistema nervoso central (SNC). Ela possui papéis no SNC como o controle do apetite, sono, humor, alucinações, comportamento estereotipado e percepção da dor, estando envolvida em condições como depressão, ansiedade e enxaqueca. É precursora da melatonina, neuro-hormônio cuja principal função é induzir o sono.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características de extrato seco total, umidade, pH e determinar o conteúdo de triptofano solúvel na ricota, tendo em vista a importante contribuição deste aminoácido para a dieta humana e o crescente consumo da ricota no Brasil.

## 2 CARACTERÍSTICAS DO LEITE

O leite bovino, secreção da glândula mamária dos animais, é um dos alimentos mais consumidos no mundo, devido a suas características nutricionais, como, por exemplo, seu alto valor nutritivo, que é de extrema importância para o organismo humano, nas diversas fases da vida (BANDEIRA; TAKEMOTO, 2009).

Na fase inicial da vida o ser humano é alimentado com o leite materno, que constitui a alimentação básica dos recém-nascidos. O leite materno é fonte de nutrientes que são necessários para o crescimento saudável da criança ele também é importante na adequação nutricional e no desenvolvimento psicológico e afetivo (MORGANO et al., 2005; MARQUES; LOPEZ; BRAGA, 2004).

A composição dos nutrientes presentes no leite materno possui variabilidades, que dependem da individualidade genética da nutrição materna e do período de lactação da mãe (MORGANO et al., 2005).

Existem programas que defendem o aleitamento materno até os primeiros seis meses de vida da criança (MARQUES; LOPEZ; BRAGA, 2004).

O leite bovino é importante para o humano adulto, tendo em vista que o consumo do leite por pessoas adultas é feito em menor quantidade, comparado com a quantidade consumida por recém-nascidos (AUGUSTINHO, 2009).

O leite bovino é essencial para o adulto, por ser fonte de cálcio, mineral fundamental para a constituição e boa formação dos ossos (AUGUSTINHO, 2009). O cálcio é importante para a formação dos ossos durante o crescimento humano e também para manter a integridade dos ossos durante a fase adulta (CASÉ et al., 2005).

O leite bovino apresenta como parte de sua constituição: vitaminas, proteínas, potássio, aminoácidos e fósforo (AUGUSTINHO, 2009).

Segundo Bobbio; Bobbio (2001, p.84):

O leite, ou seja, a secreção das glândulas mamárias dos mamíferos pode ser considerado uma emulsão de gorduras em água estabilizada por uma dispersão coloidal de proteínas em uma solução de sais, vitaminas, peptídeos e outros componentes menores, e possui pH entre 6,5 - 6,7 com viscosidade de aproximadamente 2 centipoise (cP).

A tabela 1 indica a composição média aproximada do leite de vaca.

<b>Componente</b>	<b>Porcentagem (g/100g)</b>
Água	86
Proteína	3,5 (85% de caseína)
Gordura	4,0
Lactose	5,0
Minerais	0,7
Fosfolipídeos	0,03
Cálcio	0,1

**Tabela 1 – Composição média aproximada do leite de vaca (In: BOBBIO; BOBBIO, 2001, p.85).**

### 3 CONCEITOS GERAIS DE PROTEÍNAS

As proteínas são de fundamental importância para manutenção da vida, são macromoléculas que constituem o componente celular mais abundante e desempenham várias funções biológicas como (MARZZOCO; TORRES, 1999): plástica, formação de enzimas, formação de anticorpos, formação de hormônios, transportes de substâncias, entre outras mais funções (MARCHINI et al., 1998).

As proteínas são sintetizadas pela ligação de 20 aminoácidos diferentes (MARZZOCO; TORRES, 1999). É composta por centenas de aminoácidos, ligados por ligações peptídicas, sendo que podem ser produzidas várias moléculas diferentes resultantes da ligação dos aminoácidos com sequências e combinações diferentes, obtendo-se então os hormônios, enzimas, anticorpos, proteínas do leite, antibióticos, etc. (NELSON; COX, 2002).

Nem todos os aminoácidos são encontrados na mesma proteína, sendo que uma proteína pode apresentar o mesmo aminoácido por mais de uma vez (MARZZOCO; TORRES, 1999). É através da quebra das proteínas que se obtém os aminoácidos, sendo que esta quebra pode ocorrer através de meios químicos (ácidos ou bases) ou enzimáticos (NELSON; COX, 2002).

A maior parte das proteínas consumidas pelo homem é de origem vegetal e animal, sendo as proteínas de origem vegetal providas de: cereais, raízes e tubérculos. A outra parcela de proteínas é originária de fontes não-convencionais, que são proteínas cuja origem é bacteriana e de leveduras (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

As proteínas de origem animal são proteínas completas, por apresentarem em sua estrutura todos os aminoácidos importantes para manutenção da vida, aminoácidos que não são produzidos pelo organismo ou sintetizados em pequenas quantidades no mesmo, são denominados estes aminoácidos de aminoácidos essenciais. As demais fontes de proteínas não contêm todos os aminoácidos essenciais, podendo ocorrer ausência de um ou mais aminoácidos (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

A tabela 2 apresenta o teor de proteína em alguns alimentos consumidos no dia-a-dia e a classificação destes alimentos como sendo fonte de aminoácidos essenciais para a nutrição humana (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

<b>Alimento</b>	<b>Porcentagem de proteína (g/100g)</b>	<b>Classificação</b>
Soja	30 - 44	Incompleta
Amendoim	20 - 35	Incompleta
Feijão	20 - 25	Incompleta
Crustáceos e Peixes	20 - 24	Completa
Carne de galinha	18 - 20	Completa
Carne de mamífero	15 - 25	Completa
Trigo	8 - 15	Incompleta
Ovos de galinha	12	Completa
Milho	8 - 11	Incompleta
Arroz	6 - 10	Incompleta
Leite de vaca	3,5	Completa

**Tabela 2 – Proteínas em alguns alimentos usuais e sua classificação como fonte de aminoácidos essenciais para a nutrição humana (In: BOBBIO; BOBBIO, 2001, p.79).**

Segundo Bobbio; Bobbio (2001, p.80), “Convém lembrar que os valores estabelecidos por organismos internacionais ligados à ONU recomendam o uso diário de 30 g de proteína de origem animal.”

As proteínas podem sofrer alterações em sua estrutura, por serem altamente hidratadas. As alterações se dão pela variação da relação entre água livre e combinada, estas alterações alteram a forma da proteína; diz-se então que a proteína está desnaturada por ter sofrido modificação em sua estrutura inicial (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

### 3.1 PROTEÍNAS DO LEITE

O leite é bastante consumido por causa das proteínas que ele possui, sendo elas a caseína, a lactoglobulina e a lactoalbumina (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

A tabela 3 indica as principais proteínas do leite, a porcentagem em massa que ela constitui o leite, seu peso molecular (P.M) e seu ponto isoelétrico (P.I).

Proteína	Porcentagem (g/100g)	Peso Molecular (P.M)	Ponto Isoelétrico (P.I)
Caseína total	85		
	50*	21.000	5,0
	30*	24.000	4,5
	15*	20.000	4,2
	5	20.000	5,8
Lactoglobulina	10	18.000	5,2
Lactoalbumina	2	16.000	5,1

\* Por cento da caseína total.

**Tabela 3 – Principais proteínas do leite (In: BOBBIO; BOBBIO, 2001, p.85).**

Conforme consta na tabela 3 a principal proteína de leite é a caseína, representando um total de aproximadamente 85 por cento das proteínas totais do leite.

A caseína é uma mistura de várias fosfoproteínas as  $\alpha$  –caseína,  $\beta$  –caseína,  $\gamma$  – caseína e  $\kappa$  – caseína (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

A coloração branca do leite é composta por caseína e gordura, sendo que a caseína é encontrada no leite na forma de sal de cálcio coloidal (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

A caseína coagula no leite através da ação da renina que é uma enzima encontrada isolada no rúmen de bezerros, ou em cultura de fungos, dando origem a paracaseína (BOBBIO; BOBBIO, 2001). A caseína também pode ser coagulada por ácidos, mas não é coagulada pela ação do calor (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

Segundo Bobbio; Bobbio (2001, p.85), “a Atuação da Renina começa por sua ação hidrolítica sobre a caseína com liberação de um glicopeptídeo de peso molecular 6000 e formação de paracaseína.”

O coalho formado pela coagulação da renina é mais facilmente separado do soro do leite, quanto mais baixo for o pH final do produto (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

A lactoglobulina e a lactoalbumina são resultantes da coagulação da caseína. São precipitadas no soro do leite coagulado, as duas proteínas são desnaturadas pela ação do calor, sendo que a albumina dá origem à nata, que compõe o leite quando ele é submetido a altas temperaturas por certo período (BOBBIO; BOBBIO, 2001), a albumina contém alto teor de triptofano, e a globulinas possuem alto teor de – SH livres (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

## 4 TRATAMENTO DO LEITE

As técnicas utilizadas para o tratamento do leite envolvem os seguintes processos: homogeneização e pasteurização ou esterilização (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

A homogeneização tem por finalidade somente reduzir o tamanho dos glóbulos de gordura (lipídios), para que não ocorra a separação espontânea da gordura do leite (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

A pasteurização é utilizada para eliminar microrganismos patogênicos e também flora microbiana normal do leite, pois estes microrganismos podem fazer mal à saúde humana (Silva, A.T., 1998). A pasteurização não possui ação sobre as proteínas ou nos lipídios do leite, enquanto a esterilização resulta na formação de H<sub>2</sub>S e diminui o teor de lisina no leite, devida alterações que o leite pode sofrer (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

O processo de tratamento do leite pode interferir na característica final do produto, podendo ele sofrer alterações, bioquímicas, físico-químicas e microbiológicas, além de interferir nas características nutricionais, sensoriais e no comportamento mecânico do leite (SILVA, 1997).

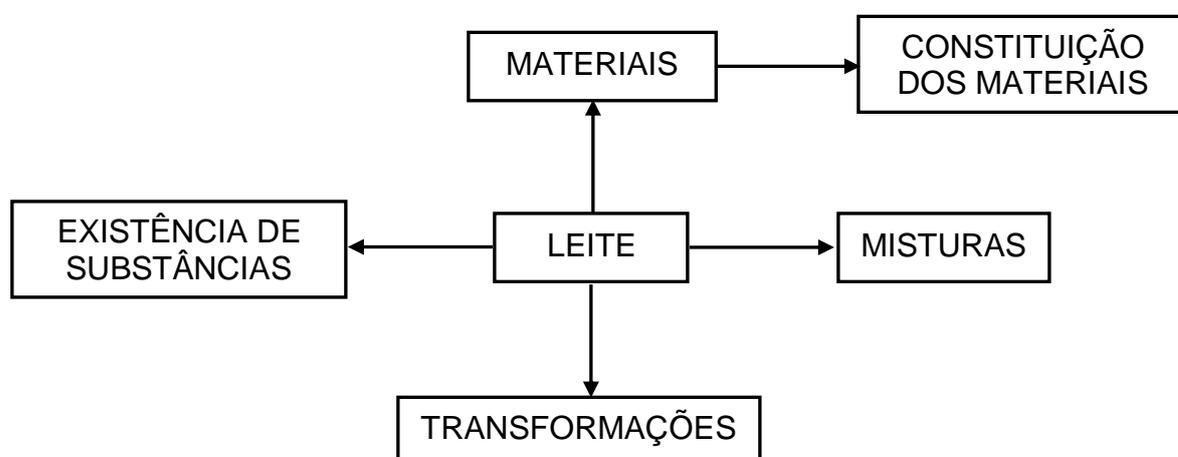
O processo de tratamento do leite é de suma importância para composição final do produto; o leite pode ser comercializado na forma líquida ou em pó (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

## 5 LEITE COMO TEMA GERADOR NO ENSINO DE QUÍMICA

O leite pode ser trabalhado em sala de aula como tema das aulas em vários níveis, séries, desde o ensino fundamental ao ensino médio, ou seja, este tema pode ser trabalhado tanto com crianças como com jovens, por ser um tema de fácil aplicação e entendimento (KINALSKL; ZANON, 1997).

O objetivo do professor deve ser o aprendizado da turma, sendo que ele deve se orientar em relação aos conteúdos trabalhados e quais encaminhamentos didáticos são necessários para que isso ocorra. Definindo conteúdo como um conjunto de valores, habilidades e atitudes que o professor deve ensinar para assim garantir o desenvolvimento e a socialização do estudante; conteúdo este conceitual (abordando conceitos, fatos e princípios), procedimental e atitudinal. (GRIGULL, 2008). O fluxograma 1 mostra os conteúdos que podem ser trabalhados no ensino de química com o tema leite.

Segundo os princípios educacionais formulados por Pestalozzi, o objetivo do ensino não é a exposição dogmática e a memorização mecânica, mas sim o desenvolvimento das capacidades intelectuais do jovem, sendo que a instituição escolar deve auxiliar o desenvolvimento, por meio da ação tanto física como mental (HAYDT, 1997).



**Fluxograma 1 – Conteúdos que podem ser trabalhados no ensino de química com o tema leite (Adaptado: KINALSKL; ZANON, 1997).**

Nesta seção será abordada a contextualização sócio-cultural, com o tema ciências e tecnologia na atualidade, ensinando aos alunos a reconhecerem o papel do conhecimento químico no desenvolvimento tecnológico atual, em diferentes áreas do setor produtivo, industrial e agrícola; como na fabricação de alimentos (derivados do leite) (PCN, Ensino Médio, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2010).

O tema leite pode ser trabalhado da seguinte forma pelo professor: com perguntas diretas aos alunos, para investigar o conhecimento dos mesmos em relação ao tema trabalhado, como: o leite é uma substância pura ou uma mistura de substâncias? Por quê? O que seria substância pura e o que seria mistura de substâncias? O que existe no leite? De que o leite é composto? Feito isto o professor deve explicar aos alunos o conteúdo conceituado, dos dados abordados, por exemplo, para substâncias: o que seria substância pura e mistura de substâncias, sendo o leite uma mistura de substâncias como: água, proteínas, gorduras, lactose, minerais, fosfolípidos e cálcio (KINALSKL; ZANON, 1997).

A partir deste conceito pode ser abordada a composição do leite, mostrando aos alunos, algumas considerações sobre os componentes que compõe o leite, como por exemplo, a gordura que é o constituinte que mais sofre variação no leite, em decorrência da alimentação do gado, raça, estação do ano e período de lactação (SILVA, 1997).

A gordura também pode ser evidenciada de forma prática (conteúdo procedimental), através da formação de nata no leite, que ocorre quando o mesmo é exposto a altas temperaturas, a nata é constituída de gordura e proteína (albumina) que compõem também o ovo. A proteína do leite, caseína, também pode ser evidenciada, a caseína é o principal componente na fabricação de queijos, ela pode ser evidenciada com a utilização de vinagre ou suco de limão, que irá coagular o leite, o coalho do leite é composto de caseína (KINALSKL; ZANON, 1997; SILVA, 1997).

Podem ser feitas várias observações com os alunos e ser trabalhados diversos conteúdos com o tema leite de acordo com a didática do professor (KINALSKL; ZANON, 1997 e GRIGULL, 2008).

O objetivo deste trabalho é propor a fabricação de queijo na escola. Para tanto a escola deve oferecer alguns materiais como: espaço, fogão e recipientes. O professor pode tentar conseguir alguns litros de leite, com produtores da região, e o tema pode ser trabalhado da seguinte forma (KINALSKL; ZANON, 1997):

O quadro 1 mostra as etapas de produção de queijo em sala de aula.

<b>Etapas</b>	<b>Procedimentos</b>
1º Etapa	Aquecimento do leite até a temperatura de 35°C.
2º Etapa	Adicionar o coalho que proporcionará a fermentação do leite através de microorganismos em meio ácido.
3º Etapa	Recolher o coalho, prensar o coalho de forma que se elimine todo meio líquido (soro), a caseína foi então separada do soro.
4º Etapa	Colocar a caseína em recipiente adequado para a maturação do queijo, que poderá ser apreciado pelos alunos, após cerca de 15 dias.

**Quadro 1 – Etapas da produção de queijo em sala de aula (Adaptado: KINALSKL; ZANON, 1997, p.17 - 8).**

Após a obtenção do queijo o professor deve encerrar o assunto com a aplicação de questionários aos alunos, para que seja avaliada a aprendizagem sobre a atividade trabalhada pelos jovens, deixando espaço para que os mesmos descrevam seus comentários sobre as aulas. O professor também deverá comentar sobre o tema trabalhado, de maneira que responda a todas as dúvidas dos alunos (KINALSKL; ZANON, 1997).

## 6 A HISTÓRIA DO QUEIJO

A história do queijo nos diz que este foi criado por volta de 6000 anos antes de Cristo, a partir do leite de vaca e de cabra. Porém não se sabe muito bem onde se deu o aparecimento do queijo e nem por quem ele foi descoberto (PERRY, 2004).

Os gregos antigos atribuíam o surgimento do queijo a Aristeu, rei da Arcádia, filho de Apolo e Cirene, porém uma lenda atribuiu a um nômade Árabe a descoberta do queijo, que teria sido feita em uma de suas viagens. Ele levava o leite em um cantil feito de estomago seco de carneiro, onde o mesmo se transformou depois de algum tempo em um sólido de sabor agradável (PERRY, 2004); o queijo pode ter surgido em qualquer lugar do mundo onde pudesse ser encontrado animal mamífero; não levando em consideração a forma como ele foi descoberto, o queijo nos dias atuais é utilizado como uma alternativa para preservação das propriedades do leite (CAVALCANTE, 2004).

A França foi o país que mais investiu na produção de queijo. Começou a investir na produção de queijo em 1267, mas somente no século XIX, começou a produzir queijo em massa e século XX abriu a sua primeira grande queijaria (PERRY, 2004). Até hoje a França é um dos principais países que produzem queijo, tendo seu queijo reconhecido mundialmente. Os outros principais países que produzem queijo são: Itália, Dinamarca, Alemanha, Suíça e Inglaterra, sendo que todos estes países possuem seus queijos reconhecidos, pois cada um possui a sua regulamentação para garantir a autenticidade do seu queijo (CAVALCANTE, 2004).

O Brasil é um dos países que menos produz queijo no mundo sendo que a produção de queijo no Brasil teve considerável crescimento em 1880 com a chegada de queijo da Holanda Bock e Young, trazidos ao país pelo português Carlos Pereira de Sá, que trouxe ao Brasil uma adaptação do queijo Edam (CAVALCANTE, 2004).

O processo para fabricação de queijo é basicamente o mesmo para todos os tipos de queijo, porém, o que varia de uma formulação para outra é a origem do leite, a forma como irá se processar o leite e o tempo de maturação do queijo. Estas

características é que dão origem à aproximadamente 1000 tipos de queijos diferentes (PERRY, 2004).

## 7 PRODUÇÃO DE QUEIJO

O queijo é um produto fresco ou maturado obtido pela separação parcial do soro do leite ou do soro do leite desnatado, (integral, parcial ou totalmente) ou obtido através de outros soros lácteos, com ou sem a adição de aditivos, aromatizantes e corantes apropriados, sendo que sua base deve ser láctea e ele não deve conter gorduras ou proteínas de outras origens . É um derivado da fermentação do leite, constituído de proteínas, lipídios, carboidratos, sais minerais, cálcio, fósforo e vitaminas. Considerado um dos alimentos mais nutritivos (PERRY, 2004).

A produção de queijo esta crescendo a cada ano no Brasil. Em 2007 foram produzidas 801 mil toneladas de queijo / ano, o que corresponde a 34% da produção de leite do país, está percentagem diz respeito à incluída apenas pelo Sistema de Inspeção Federal (SIF). É estimado que 35% da produção nacional de queijos ainda é informal, embora está variável seja de difícil quantificação (MADALOZZO, 2010).

O processo para obtenção de queijo é basicamente o mesmo para as diferentes variedades de queijo, sendo que sua classificação depende do tipo de leite utilizado, do teor de gordura, tipo de casca, entre outros. Os queijos são classificados de acordo com seu teor de gordura, GMS, e teor de umidade, HBNG, tabela 4, pela Organização Mundial de Saúde, conforme a eq.(1) e eq.(2) descrita abaixo (PERRY, 2004):

$$GMS = \frac{m_g}{m_t - m_g} \times 100 \quad (1)$$

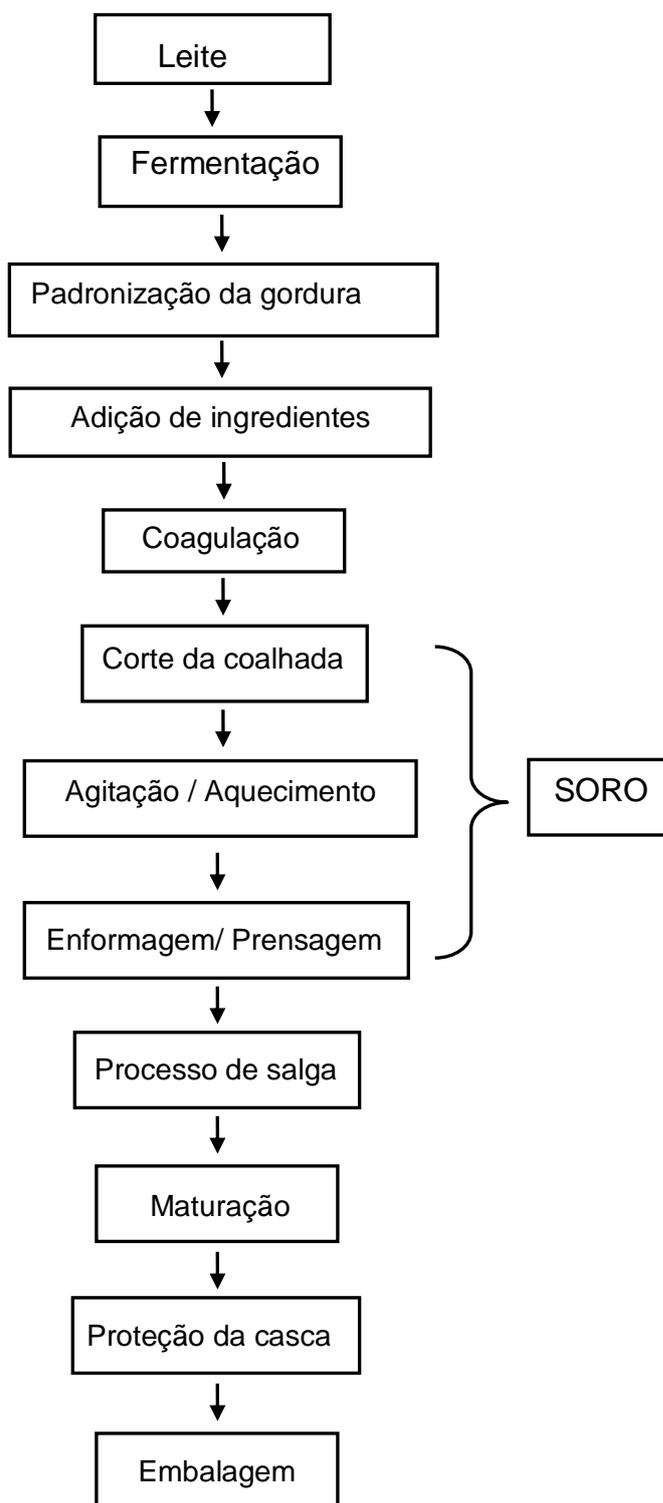
$$HBNG = \frac{m_u}{m_t - m_g} \times 100 \quad (2)$$

onde:  $m_g$  é a massa de matéria graxa;  $m_u$  a massa de matéria úmida; e  $m_t$  a massa total.

<b>GMS / HBNG</b>	<b>Classificação</b>
GMS < 10%	Queijos não gordurosos
GMS > 60%	Queijos muito gordurosos
HBNG < 1%	Queijos extra duros
HBNG > 67%	Queijos macios

**Tabela 4 – Classificação de queijos de acordo com o GMS e HBNG (Adaptado: PERRY, 2004, p.294).**

Abaixo segue o fluxograma 2 com as etapas do processo da produção de queijo.



**Fluxograma 2 – Etapas do processo de produção de queijo (Adaptado: BALDASSO, 2008, p.7).**

## 7.1 LEITE

O leite é a base para produção de queijos, sendo que pode ser utilizado de vários mamíferos. A qualidade do queijo está diretamente proporcional à qualidade do leite utilizado na fabricação do mesmo. É importante observar as características do leite antes e durante a fabricação do queijo como: contaminações, presença de resíduos, oxidação produção de ácido, etc. (CAVALCANTE, 2004).

O leite pode ser utilizado cru ou pasteurizado para fabricação de queijos, dependendo do tipo de queijo. Para queijo fresco o leite deve ser pasteurizado, e para queijos que irão passar por um processo de maturação, pode-se utilizar leite cru, desde que o produto passe por quarentena de 60 dias, para eliminação completa de bactérias patogênicas (PERRY, 2004).

## 7.2 FERMENTAÇÃO

A fermentação consiste na degradação da lactose, principal açúcar do leite, por bactérias que compõem o mesmo (PERRY, 2004). Este processo é chamado de fermentação láctica (CAVALCANTE, 2004).

A fermentação láctica é necessária na fabricação de queijos, para impedir o crescimento de bactérias que não são desejadas no produto e auxiliar na separação do soro do queijo da massa (CAVALCANTE, 2004).

Em algumas variedades de queijos é importante que este processo ocorra na fase de formação da coalhada e em outras variedades na fase de maturação do queijo (PERRY, 2004).

## 7.3 PADRONIZAÇÃO DA GORDURA

Este procedimento é utilizado para corrigir o índice de gordura do leite (BALDASSO, 2008).

## 7.4 ADIÇÃO DE INGREDIENTES

Esta etapa consiste na adição de ingredientes ao leite tais como: fermento láctico, coalho e cloreto de cálcio. Podendo ser utilizados como coagulantes, ácidos e coalhos de origem animal, coagulantes vegetais e microbianos (BALDASSO, 2008).

## 7.5 COAGULAÇÃO

A coagulação é o processo feito pela introdução de coalho que é composto por enzimas, fosfoproteínas, (quimosina renina e pepsina bovina) (CAVALCANTE, 2004), o coalho irá precipitar a caseína, por hidrólise das ligações peptídicas da caseína que será transformada em paracaseína e precipitará em presença de  $\text{Ca}^{2+}$  (íon cálcio), formando a coalhada (PERRY, 2004).

## 7.6 CORTE DA COALHADA

O corte da coalhada consiste na liberação de lactosoro. A proporção de lactosoro liberado varia de acordo com o tipo de queijo que se está fabricando. Durante o processo de fabricação é descartada certas quantidades do líquido, sendo que o mesmo pode ser aproveitado como matéria prima para produção de outros produtos como iogurtes, ricota, entre outros (PERRY, 2004).

## 7.7 AGITAÇÃO / AQUECIMENTO

Utilizado para acelerar o fenômeno de sinerese (BALDASSO, 2008).

## 7.8 ENFORMAGEM / PRENSAGEM

O processo de enformagem consiste em verter a massa formada no processo de coagulação em suportes, de inox, alumínio, plástico, etc, estes suportes devem conter furos na parede e podem ter formatos diversificados. Este processo varia de acordo com a textura do queijo. Para queijos cuja textura é macia a massa coalhada deve ser colocada na forma pouco a pouco sem pressão exterior, para queijos de consistência mais duros a massa deve ser colocada na forma e sofre pressão logo após. A prensagem é utilizada para queijos de consistência dura, o qual separa-se o soro da massa (coalhada), deixando a massa mais compacta (CAVALCANTE, 2004).

## 7.9 PROCESSO DE SALGA

O processo de salga consiste em adicionar sal ou salmoura na massa do queijo. Este procedimento é necessário para conservação do queijo, eliminação completa do soro, aderência de sabor e formação de casca no produto. A salga deve ser feita após a eliminação do soro (CAVALCANTE, 2004). A quantidade de sal utilizada neste procedimento varia de 0,5 a 2% em peso do queijo, e a concentração de NaCl (cloreto de sódio) na salmoura deve variar de 18 - 23%, para temperaturas entre 10 - 14°C; temperatura está que facilita a absorção do sal (PERRY, 2004).

## 7.10 MATURAÇÃO

A maturação de queijos tem por objetivo desenvolver certas características no queijo como sabor, textura, aroma e consistência do queijo (CAVALCANTE, 2004). O processo de maturação pode ser feito antes ou após a embalagem do queijo, sendo que certos queijos passam pelo processo de maturação antes de serem embalados e após a embalagem também (PERRY, 2004). Estas características são agregadas ao queijo através de reações químicas e ações microbiológicas. O processo de

maturação depende da temperatura, umidade, composição química e flora microbiana do queijo para que ela aconteça (CAVALCANTE, 2004).

#### 7.11 PROTEÇÃO DA CASCA

A proteção da casca do queijo é feita com parafina, a parafina utilizada pode ser branca ou colorida dependendo do tipo de queijo em que se está trabalhando. Este processo tem por objetivo proteger o queijo de interferências atmosféricas e melhorar a conservação do queijo (CAVALCANTE, 2004).

#### 7.12 EMBALAGEM

É de extrema importância o processo de embalagem de queijos, pois além de proporcionar aparência agradável ao produto ela também protege o queijo contra as ações do ambiente externo (temperatura e luz). A embalagem deve ser apropriada a cada tipo de produto, resistente e estável ao mesmo (CAVALCANTE, 2004).

## 8 BENEFÍCIOS DO QUEIJO PARA NUTRIÇÃO HUMANA

A composição nutricional do queijo varia de acordo com a procedência do leite e da tecnologia utilizada no tratamento do mesmo. A maior parte dos queijos destaca-se pelo seu alto teor de proteínas, de minerais, de oligoelementos (os principais o cálcio, zinco e potássio), vitaminas (as principais A, B2, B9, B12, D) e lipídios (ABIQ, 2010).

### 8.1 PROTEÍNAS

As proteínas do queijo contêm alto teor de aminoácidos essenciais, conferindo ao queijo alto valor biológico e alta digestibilidade (ABIQ, 2010), com 95% de absorção pelo intestino, sendo as suas proteínas quase que totalmente absorvidas pelo intestino, fornecendo assim os aminoácidos que são necessários para o desenvolvimento do organismo, em quantidades adequadas (G100, 2010).

### 8.2 CÁLCIO

O cálcio possui funções no corpo humano como formação dos dentes, ossos, cartilagens e na prevenção da osteoporose. É presente também na constituição do fluido extracelular, sangue e tecido muscular, transmissão dos impulsos nervosos, regulação do ritmo cardíaco e pressão arterial, coagulação sanguínea, estímulo à secreção hormonal e ativação de sistemas enzimáticos (AUGUSTINHO, 2009).

Sendo excelente fonte de cálcio, a disponibilidade do mineral no queijo varia em função do teor de umidade e da técnica utilizada para a fabricação do queijo (ABIQ, 2010).

### 8.3 VITAMINAS

A quantidade de vitaminas (A, D e E) nos queijos é dependente do teor de lipídios no mesmo (ABIQ), por serem encontradas basicamente na gordura do leite, estas vitaminas são denominadas lipossolúveis (AUGUSTINHO, 2009). As vitaminas hidrossolúveis, grupo B (B2, B9, B12), possuem teores encontrados no queijo não definidos, por variar consideravelmente de acordo com o tipo de queijo (G100, 2010).

A vitamina A possui papel importante na visão, crescimento, desenvolvimento dos ossos, desenvolvimento e manutenção do tecido epitelial, processos imunológicos e reprodução; a vitamina D é importante para a absorção de cálcio e fósforo do intestino, crescimento e reparo dos ossos; a vitamina E é agente antioxidante e as vitaminas do grupo B são importantes no metabolismo de proteínas, gorduras, aminoácidos e de todas as células, para a saúde da pele, na transformação de energia e no funcionamento do sistema nervoso (AUGUSTINO, 2009).

### 8.4 OUTROS MINERAIS E OLIGOELEMENTOS

São minerais constituintes dos queijos o zinco, iodo e selênio. O queijo possui também quantidades não desprezíveis de potássio. São pobres em magnésio e o teor de fósforo é próximo ao de cálcio (ABIQ, 2010), por ajudar a manter o equilíbrio sérico Ca/P (AUGUSTINHO, 2009).

### 8.5 LÍPIDIOS

Os lipídios do queijo possuem papel importante para saúde como: prevenção de câncer, aterosclerose e ação imunológica. Os lipídios são formados por ácidos graxos saturados, mono e poli insaturados, sendo estes de boa digestibilidade (ABIQ, 2010).

Os queijos possuem importante contribuição para a nutrição humana em todas as idades, sendo que sua dosagem deve ser equilibrada e adequada a cada idade (ABIQ, 2010).

A figura 1 e tabela 5 contêm dados relativos à pirâmide alimentar, que apresenta uma dieta equilibrada e balanceada que possibilita a absorção de energia, nutrientes e agentes protetores requeridos para uma vida saudável (SGE; SSN, 2010).

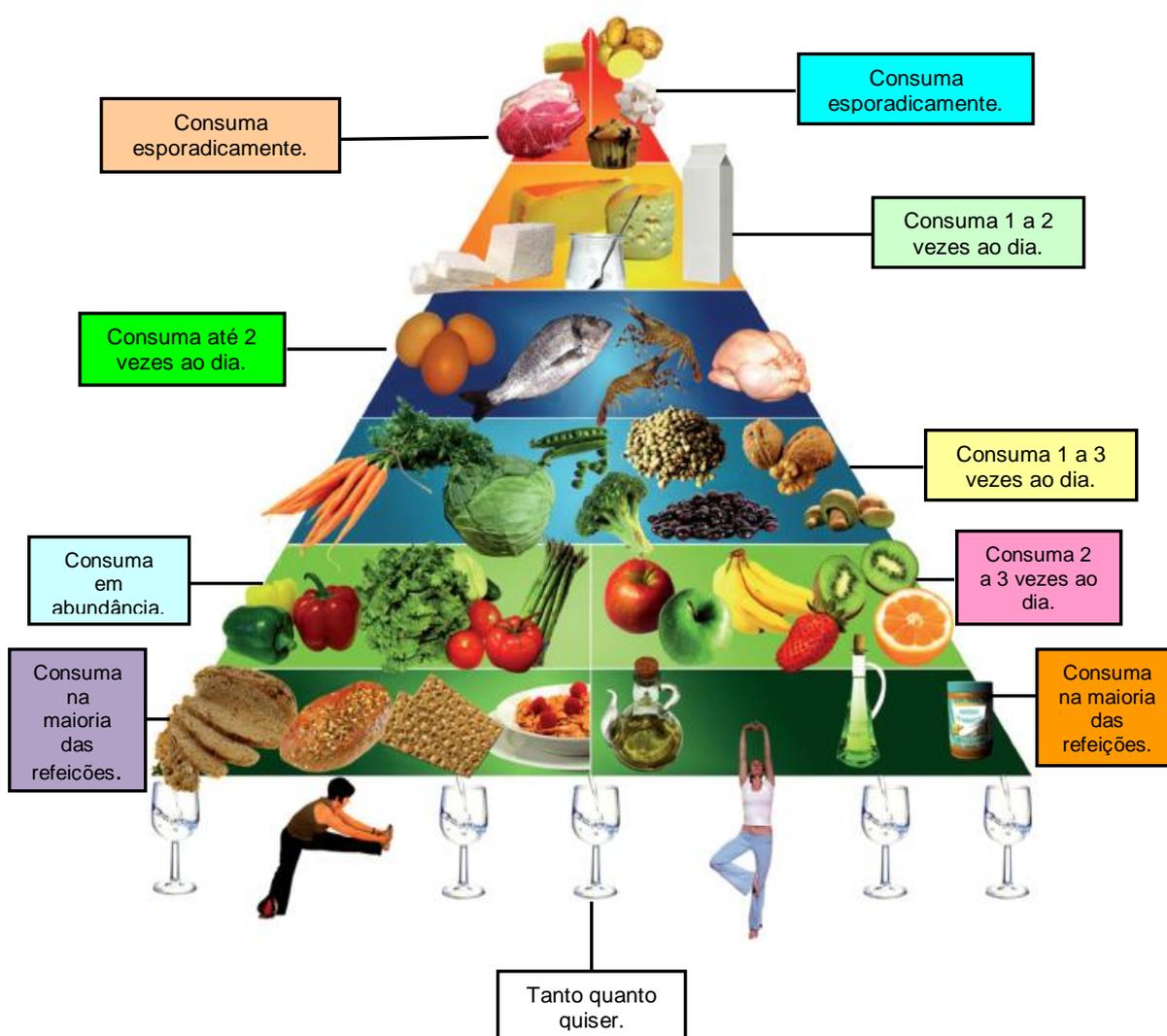


Figura 1 – Pirâmide alimentar (Adaptado: G100, 2010).

Alimento	Recomendações
Açúcares, doces, cereais refinados, batata e refrigerantes. Ricos em calorias / baixos nutrientes.	Consuma esporadicamente.
Manteigas, carnes vermelhas. Excessivos em gorduras e calorias.	Consuma esporadicamente.
Laticínios ou suplementação de cálcio (opte por produtos magros).	Consuma 1 a 2 vezes ao dia.
Peixes, ovos, aves e mariscos. Ricos em proteínas.	Consuma até 2 vezes ao dia.
Leguminosas, legumes e oleaginosas. Ricos em vitaminas e fibras.	Consuma 1 a 3 vezes ao dia.
Frutos. Ricos em vitaminas e fibras (sempre que possível coma com	Consuma de 2 a 3 vezes ao dia.
Vegetais. Ricos em vitaminas e fibras (3 variedades diferentes por refeição).	Consuma em abundância.
Azeite, óleos vegetais (canola, soja, milho, girassol, amendoim e outro). Ricos em gordura poliinsaturada.	Consuma na maioria das refeições.
Cereais integrais (pão, arroz, massa...). Ricos em fibras (consulte as tabelas nutricionais das embalagens).	Consuma na maioria das refeições.
Água e exercícios diários.	Tanto quanto quiser.

**Tabela 5 – Pirâmide alimentar (Adaptado: G100, 2010).**

Conforme figura 1 os alimentos que estão contidos na base da pirâmide devem ser consumidos sem restrições, enquanto os que estão no pico da pirâmide, precisam ser consumidos com moderação. O queijo deve fazer parte da dieta, devidas suas propriedades, estando incluso em 1 ou 2 refeições diárias, sendo recomendada a ingestão de produtos magros como o queijo ricota ou iogurtes. Sendo estas recomendações a adultos que estejam gozando de boa saúde (SGE; SSN, 2010).

## 9 PROPRIEDADES DO SORO DO QUEIJO

O soro do queijo é o subproduto extraído durante o processo de fabricação de queijos, é obtido no corte da coalhada, agitação e aquecimento e no processo de enformagem / prensagem. O soro do queijo ou lactosoro contém alto valor nutritivo, e grande quantidade de aminoácidos essenciais, principalmente de cadeia ramificada, como: isoleucina, lisina, cistina, metionina, treonina, triptofano e valina (MADALOZZO, 2010).

O lactosoro é um líquido opaco de cor amarelo-esverdeada, de sabor ácido ou doce, sendo que sua constituição depende da origem e preparação do leite e do processo empregado para a fabricação do queijo, que varia de acordo com o tipo de queijo que se está fabricando. O soro doce é proveniente da coagulação enzimática do leite pela renina, sendo resultante da fabricação de queijos, amadurecidos duros, semiduros ou macios como: o Cheddar, Provolone, Mussarela, etc., variando seu pH entre 6,3 a 6,6. O soro ácido é proveniente da coagulação ácida do leite, onde ocorre a conversão da lactose em ácido láctico por fermentação microbiana, para fabricação de caseína comercial ou queijos como: Camembert ou Petit Suisse, variando seu pH entre 4,3 a 4,6 (BOSCHI, 2006; BALDASSO, 2008).

Segundo Boschi (2006 apud MARIOTTI et al., 1999 e MADAENI; MANSOURPANAH, 2004, p. 22), “geralmente, 100 Kg de leite produzem cerca de 10 a 20 Kg de queijo e cerca de 80 a 90 Kg de soro. A produção mundial anual do soro está estimada em 100 bilhões de litros”.

O lactosoro é um subproduto muito poluidor, devida a alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) em torno de 30000 a 60000 mg de  $O_2.L^{-1}$ , dependendo do processo (BALDASSO, 2008); para minimizar os efeitos poluidores do soro e perante sua característica nutricional, 50% da produção mundial de lactosoro está sendo tratada e reutilizada na indústria alimentícia, sendo metade do lactosoro utilizado na forma líquida, mesmo este tendo vida útil limitada (MADALOZZO, 2010).

São formas de minimizar este efluente: aplicações de técnicas que minimizem a produção do soro durante a fabricação de queijo; uso do soro de leite como subproduto na indústria de alimentos; produção de petroquímicos tais como o metano e o metanol; produção do ácido láctico e dos seus derivados; produção de plásticos e de polímeros biodegradáveis; tratamento do soro como efluente (BALDASSO, 2008).

As formas de utilização do soro são: soro concentrado, soro seco e soro modificado.

O soro concentrado é o soro líquido obtido pela remoção parcial da água, e o soro seco é obtido pela remoção total da água, o soro modificado são produtos obtidos do soro por vários processos e procedimento, sendo estes obtidos a partir do soro pasteurizado (BOSCHI, 2006).

O lactosoro é utilizado na indústria alimentícia na manipulação de produtos como: laticínios, carnes, formulas infantis e produtos de panificação, devido aos seus efeitos emulsificantes, espessantes e antialérgicos, propriedades estas contidas nas proteínas do soro, quando não estão desnaturadas (PELEGRINE; GASPARETTO, 2003).

São funções biológicas das proteínas do soro: a reparação das células, a construção e reparação dos músculos e ossos, proverem energia e regular uma série de processos metabólicos do corpo. Seus derivados enquadram-se nesse conceito (BOSCHI, 2006).

A grande maioria dos produtos derivados do soro é obtida do soro doce. Abaixo segue tabela 6 com a composição aproximada do soro doce (BALDASSO, 2008).

<b>Composição aproximada do soro doce (g/100g)</b>	
<b>Componente</b>	<b>Soro doce (%) *</b>
Água	93 - 95
Sólidos Totais (ST)	5,5 - 6,5
Proteína	0,7 - 1,2
Gordura	0,04 - 0,05
Lactose	3,8 - 5,0
Cinzas	0,5 - 0,8
Nitrogênio não protéico (NPN)	0,15 - 0,18

**Tabela 6 – Composição aproximada do soro doce (In: BALDASSO, 2008, p.8).**

## 10 RICOTA

O queijo ricota obteve bastante aceitação no Brasil e em outros países, por ser um queijo que possui baixo teor de gordura e sal, e possuir alta digestibilidade, sendo um alimento que apresenta características saudáveis (SANTOS, 2009; RIBEIRO et al., 2005).

Ele é um queijo de origem italiana, que está sendo fabricado em diversos países por possuir características cada vez mais procuradas pelos consumidores. No Brasil em 2007 foram produzidas 10070 toneladas de queijo ricota (SANTOS, 2009; RIBEIRO et al., 2005).

O queijo ricota também é denominado queijo albumina, por possuir como componente principal a albumina e a lactoglobulina, que são os principais componentes do lactosoro liberados no corte da coalhada (RIBEIRO et al., 2005; PERRY, 2004).

As proteínas (albumina e lactoglobulina) são desnaturadas e precipitadas pelo calor, em meio ácido, obtendo assim basicamente o queijo ricota (SANTOS, 2007).

O queijo ricota é processado por coagulação ácida da albumina e lactoglobulina, sendo permitido pela legislação brasileira, Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), artigo 610, a adição de 20% de leite ao volume total de soro com no máximo três dias de fabricação (MADALOZZO, 2010).

Seu formato deve ser cilíndrico, peso de 300 g a 1 kg, sua crosta deve ser rugosa, não formada ou pouco nítida com consistência mole, porém não pastosa e friável (podendo ser fragmentado), textura fechada ou com alguns buracos mecânicos, de cor branca ou branco-creme, odor e sabor característico (SANTOS, 2009; PERRY, 2004).

O processo para produção de queijo ricota consiste no aquecimento do soro fresco (podendo ser aproveitado o soro obtido na produção de outros queijos como os queijos: minas frescal, minas padrão ou mussarela, sendo que o soro não deve estar

acidificado, não podem ser aproveitados soros com corante, por proporcionarem coloração amarelada, que é indesejada na ricota), junto com uma pequena porção de leite (até 20% do volume total de soro) (SANTOS, 2009; RIBEIRO et al., 2005). Podendo adicionar sal 0,1% (m/v) (MADALOZZO, 2010). O aquecimento é feito em meio acidificado com ácido acético, ácido cítrico, ácido láctico ou fermento em temperatura entre 80 – 90°C, ocorrendo à desnaturação das proteínas albumina e lactoglobulina e a formação da massa do queijo ricota (SANTOS, 2009; RIBEIRO et al., 2005).

As próximas etapas são o processo de enformagem e acondicionamento onde à massa do queijo será acondicionada a temperaturas reduzidas entre 2,0 - 4,0° C (SANTOS, 2009; RIBEIRO et al., 2005), e permanece acondicionada de 6 a 24 horas (MADALOZZO, 2010).

O queijo ricota não possui teor de gordura definido por ser permitida a adição de até 20% de leite ao volume total de soro (SANTOS, 2009) e pH 4,9 - 6,1, sendo classificado de acordo com a Portaria nº 146 de 07 de março de 1996 (Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos), como queijo magro com teor de umidade não inferior a 55% (queijo de muita alta umidade), contendo de 10 a 24,9% de gordura no extrato seco (MADALOZZO, 2010).

A ricota possui pouca durabilidade mesmo estando sob refrigeração, por isso é considerado queijo fresco, a sua pouca durabilidade se dá devido ao seu baixo pH e a alta umidade (SANTOS, 2009; RIBEIRO et al., 2005), sendo muito susceptível à contaminação microbiana (MADALOZZO, 2010).

O queijo ricota possui baixo custo de produção, alta quantidade de proteínas e baixa quantidade de calorias, pode ser comercializado: defumado, condimentado, ou cremoso (RIBEIRO et al., 2005; SANTOS, 2007).

A produção da ricota é uma boa alternativa para redução de gastos de produtores de queijos, pois na produção de queijo ricota pode ser aproveitado o lactosoro da produção de outros queijos. O resíduo gerado na produção de outros queijos (soro) seria descartado na natureza e geraria efluente a ser tratado; o queijo ricota é uma alternativa para redução de gastos com tratamento de efluente (SANTOS, 2009).

São escassos os dados de literatura que dizem respeito aos parâmetros físico-químicos da ricota, sendo difícil estabelecer um padrão. A legislação que diz respeito às características da ricota é deficiente, não dispondo sobre a composição, classificação, requisitos de higiene, normas de envasamento e rotulagem, método de amostragem e análise do produto. Isto faz com que se tenha uma grande diversidade de composição (MADALOZZO, 2010).

Abaixo segue tabela 7 com as informações nutricionais do queijo ricota em uma porção de 30 g.

<b>Informações Nutricionais</b>		
<b>Porção de 30 g (2 fatias médias)</b>		
<b>Quantidade por porção</b>		
		% VD (*)
Valor energético	87 kcal = 365 KJ	4%
Carboidratos	1,5 g	1%
Proteínas	5,7 g	8%
Gorduras Totais	6,5 g	12%
Gorduras Saturadas	4,2 g	19%
Gorduras Trans	Sem informação	-
Fibra alimentar	0 g	0%
Sódio	40 mg	2%

**Tabela 7 – Informações nutricionais do queijo ricota (In: ANVISA, 2010 apud PHILIPPI, 2001).**

## 11 CONCEITOS GERAIS DE AMINOÁCIDOS

Os aminoácidos são moléculas que resultam da hidrólise das proteínas. Os primeiros estudos sobre proteínas tiveram como ênfase os aminoácidos, sendo o primeiro aminoácido descoberto a asparagina em 1806 e o último aminoácido descoberto foi a treonina em 1938 (NELSON; COX, 2002).

Os aminoácidos possuem nomes triviais ou comuns, os nomes triviais dos aminoácidos são derivados da fonte onde eles foram descobertos pela primeira vez. Por exemplo, a tirosina foi isolada pela primeira vez no queijo por isso o seu nome é derivado da palavra *tyros* que significa queijo, a glicina possui sabor adocicado por isso seu nome deriva da palavra *glykos* que significa doce (NELSON; COX, 2002).

São encontrados nas proteínas 20 aminoácidos diferentes. Estes aminoácidos possuem em sua molécula um grupo amino ( $-NH_2$ ) e um grupo carboxiterminal ( $-COOH$ ) ligados a um carbono  $\alpha$ , que possui também ligado a si um hidrogênio e uma cadeia lateral ou grupo R (grupo variável), a única exceção dos aminoácidos é a prolina que ao invés de possuir um grupo amino possui um grupo imino ( $-NH-$ ). A figura 2 representa a estrutura geral dos aminoácidos (NELSON; COX, 2002; MARZZOCO; TORRES, 1999).

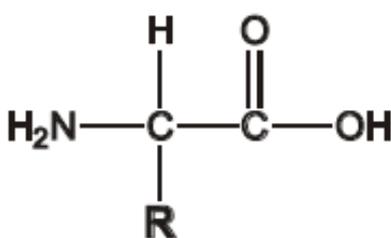


Figura 2 – Estrutura geral dos aminoácidos (In: PINHEIRO; PORTO; MENEZES, 2005, p.22).

O que diferencia os aminoácidos é o grupo R, que varia em estrutura, tamanho, carga elétrica e afinidade diferente pela água determinando se o aminoácido é

solúvel em água ou não, originando a classificação dos aminoácidos polares e aminoácidos apolares (MARZZOCO; TORRES, 1999).

Os aminoácidos podem ser classificados aminoácidos aromáticos, na qual o grupo R possui um anel aromático (MARZZOCO; TORRES, 1999).

O carbono  $\alpha$  de todos os aminoácidos primários é ligado a quatro substituintes diferentes entre si, formando assim um centro quiral, na qual o composto com carbono  $\alpha$  assimétrico possuirá dois isômeros opticamente ativos: formas D e L. Sendo os resíduos de aminoácidos L, encontrados em todas as proteínas dos seres vivos e os resíduos de aminoácidos D, encontrados em certos antibióticos e em peptídeos componentes da parede de algumas bactérias. A única exceção a esta regra é a glicina que possui o grupo R constituído por  $-H$ , sendo seu carbono  $\alpha$  não assimétrico. (NELSON; COX, 2002; MARZZOCO; TORRES, 1999).

A maior parte dos aminoácidos são sintetizados pelo organismo humano, podem ser produzidos por vias de compostos intermediários do metabolismo de carboidratos e lipídios, sendo que nove dos vinte aminoácidos não podem ser sintetizados. Estes são denominados aminoácidos essenciais, estes devem ser adquiridos através da dieta (MARZZOCO; TORRES, 1999).

Existem outros dois aminoácidos (cisteína e tirosina) que são sintetizados pelo organismo humano através da ingestão de aminoácidos essenciais (metionina e fenilalanina). O quadro 2 especifica os aminoácidos essenciais e os aminoácidos não essenciais para os seres humanos bem como os dois aminoácidos que são sintetizados através de aminoácidos essenciais (MARZZOCO; TORRES, 1999; COOMES, 2002).

<b>Aminoácidos essenciais</b>	<b>Aminoácidos não essenciais</b>
Fenilalanina	Alanina
Histidina	Arginina
Isoleucina	Asparagina
Leucina	Aspartato
Lisina	Cisteína*
Metionina	Glutamato
Treonina	Glutamina
Triptofano	Glicina
Valina	Prolina
	Serina
	Tirosina*

\* Sintetizados a partir de aminoácidos essenciais.

**Quadro 2 – Aminoácidos essenciais e não essenciais para os seres humanos (In: MARZZOCO; TORRES, 1999, p.239).**

Os aminoácidos são importantes para o organismo humano, pois eles sintetizam proteínas e outros compostos que possuem nitrogênio, sendo que nestes compostos nitrogenados estão inclusos os componentes dos ácidos nucleicos, coenzimas, as aminas e seus derivados como a adrenalina. Os seres vivos não armazenam aminoácidos e proteínas, portanto satisfeitas suas necessidades ocorre à degradação dos aminoácidos excedentes (MARZZOCO; TORRES, 1999; COOMES, 2002).

A degradação é feita da seguinte forma: o grupo amino é removido, convertido a uréia e excretado; as cadeias carbônicas que restarão dão origem a compostos comuns para o metabolismo de carboidrato e lipídios (MARZZOCO; TORRES, 1999).

## 12 PRODUÇÃO DE AMINOÁCIDOS EM ESCALA INDUSTRIAL

Apenas nove dos vinte aminoácidos não são sintetizados pelo organismo animal, por este fato é que alguns aminoácidos devem ser produzidos industrialmente para compor a dieta (alimentos e rações animais), suprimindo assim a carência destes aminoácidos pelo organismo (WALTER; CANILHA; MANCILHA, 2005).

É de grande importância o consumo de aminoácidos, tendo em vista que eles são os constituintes básicos das proteínas. As proteínas são uma fonte vital de restituição e promoção da biofunção da vida, por isso os aminoácidos são importantes para a existência e saúde de todos os seres vivos (SATO, 2001).

A produção de L-aminoácidos está sendo desenvolvida desde o final de 1950 (WALTER; CANILHA; MANCILHA, 2005). Os aminoácidos destinados para compor a base alimentar correspondem à cerca de 66% , 31% como aditivos de rações, 4% na medicina, cosmética e indústria química (SATO, 2001).

Aminoácidos L produzidos industrialmente podem ser utilizados como: aditivos alimentares, suplementos alimentares, agentes terapêuticos e precursores para síntese de peptídeos e agro-químicos (WALTER; CANILHA; MANCILHA, 2005).

Existem três processos concorrentes para produção de aminoácidos industrialmente: Extração de aminoácidos a partir de hidrolisados de proteína. Método utilizado para obter L-cisteína, L-cistina, L-leucina, L-asparagina e L-tirosina; Síntese química. Este processo é mais barato em relação à produção microbiana, sendo o produto obtido uma mistura opticamente inativa dos isômeros D e L, é utilizado para produção de D,L-Alanina, D,L, metionina e D,L-triptofano; Produção microbiológica que pode ser por: fermentação direta de aminoácidos; conversão de produtos intermediários baratos, via biossíntese e uso de enzimas ou células imobilizadas (SATO, 2001).

A produção de aminoácidos por fermentação direta está descrita na figura 3. Neste processo podem ser utilizados como fonte de carbono: glicose, frutose, melão, hidrolisados de amido, N-alcanos, etanol, glicerol, acetato, propionato, etc., e os

microrganismos que podem ser utilizados são: *Escherichia coli*, espécies dos gêneros *Brevibacterium* e *Cornebacterium* (WALTER; CANILHA; MANCILHA, 2005).

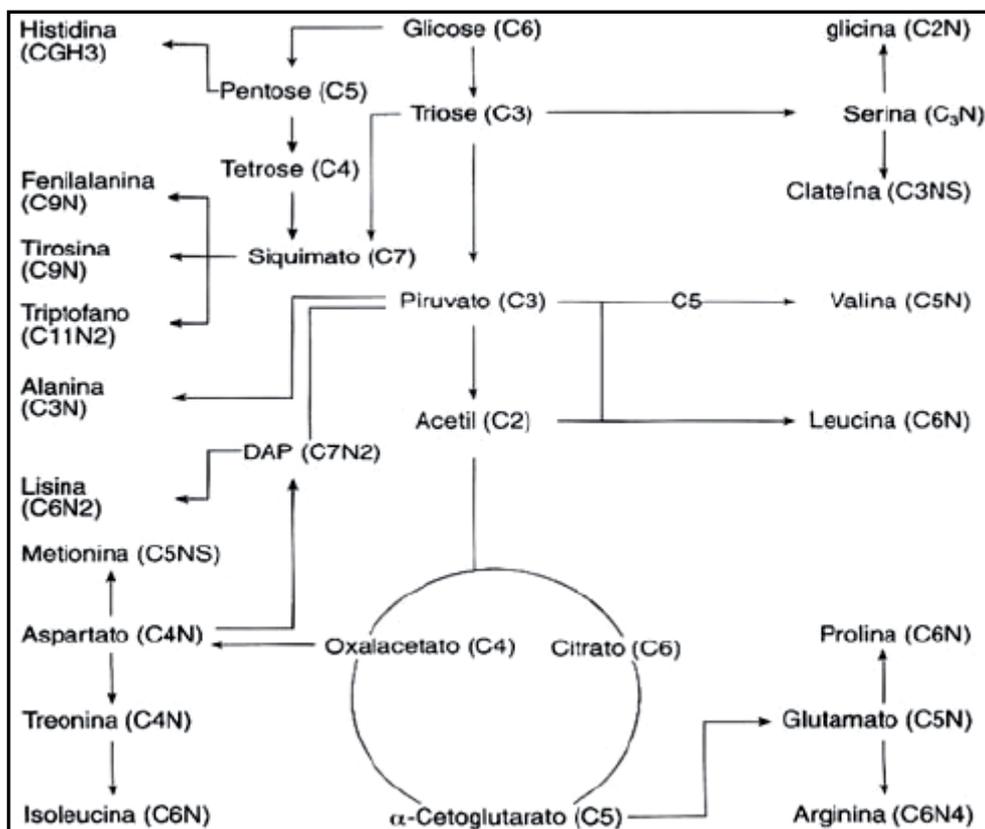


Figura 3 – Biossíntese de aminoácidos utilizando glicose como fonte principal de carbono (In: SATO, 2001, p. 162).

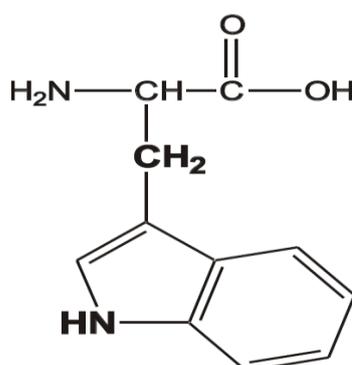
### 13 AMINOÁCIDO TRIPTOFANO

O triptofano (figura 4) é um aminoácido aromático essencial relativamente apolar, hidrofóbico, lábil na presença de luz, íon hidrogênio e oxigênio (MARZZOCO; TORRES, 1999; MARTINS, 2008).

Por fazer parte dos aminoácidos essenciais, a ingestão de triptofano é importante para os seres humanos, este aminoácido não é sintetizado pelo organismo ou se sintetizado é produzido em velocidade muito lenta não satisfazendo as necessidades do organismo (MARZZOCO; TORRES, 1999; COOMES, 2002).

É recomendada ingestão diária de triptofano de 100 mg/Kg de massa corporal (MARTINS, 2008).

O triptofano está presente em menor concentração nas proteínas que fazem parte da dieta, em relação a outros aminoácidos, sendo encontrados valores de triptofano nas proteínas de origem animal equivalente a 1% do teor total de proteínas e em proteínas de origem vegetal 1,4%, do teor total de proteínas (MARTINS, 2008).



**Figura 4 – Estrutura química do triptofano (In: PINHEIRO; PORTO; MENEZES, 2005, p.24).**

Na tabela 8 estão descritos os teores de triptofano em alguns alimentos de origem animal e vegetal.

Alimento	Teor de Trp em 100 g do alimento	Alimento	Teor de Trp em 100 g do alimento
<b>Vegetais</b>		<b>Cereais</b>	
Abóbora	9 mg	Arroz integral	0,98 mg
Agrião	30 mg	Milho	23 mg
Alface	9 mg	Trigo	43 mg
Alho	66 mg	Feijão	107 mg
Batata inglesa	27 mg	Ervilha	37 mg
Berinjela	8 mg	Soja	74 mg
Beterraba	12 mg	<b>Frutas</b>	
Brócolis	31 mg	Abacate	21 mg
Cebola	17 mg	Banana	12 mg
Cenoura	11 mg	Coco	81 mg
Chuchu	25 mg	Laranja	9 mg
Champion	44 mg	Maçã	1 mg
Couve flor	25 mg	Mamão	8 mg
Espinafre	40 mg	Manga	8 mg
Pimentão	0,22 mg	Melancia	7 mg
Repolho	11 mg	Morango	7 mg
Vagem	20 mg	Tamarindo	18 mg
<b>Carnes</b>		<b>Laticínios</b>	
Frango	340 mg	logurte	27 mg
Bovina	219 mg	Leite	48 mg
Ovos	194 mg	Manteiga	12 mg
		Queijo Prato	320 mg
		Provolone	345 mg
		Requeijão	67 mg
		Ricota	125 mg

**Tabela 8 – Teor de Triptofano em diversos alimentos de origem animal e vegetal (adaptado: PENEDO, 2008, p.4 - 5 apud MANUAL DE NUTRIENTES, COSTA, 2002).**

### 13.1 OXIDAÇÃO DO TRIPTOFANO NO ORGANISMO HUMANO

A oxidação do triptofano (figura 5) no organismo humano, começa pela oxidação do triptofano a N-formilquinurenina pela enzima triptofano pirrolase ou triptofano oxigenase, onde o anel pirrólico é degradado na reação e ocorre a incorporação de dois átomos de oxigênio ao substrato (COOMES, 2002).

A sequencia da reação se dá pela presença da enzima quinurenina formamidase, que hidrolisa formilquinurenina a formato e quinurenina (COOMES, 2002).

Na via principal, ocorre a formação de 3-hidroxiquinurenina (produto principal), ácido 3-hidroxi-antranílico e alanina a partir da enzima quinurenina hidroxilase que incorpora um átomo de oxigênio ao produto principal e oxida o NADPH utilizando outro oxigênio formando o 3-hidroxiquinurenina que leva a formação de 3-hidroxi-antranilato pela enzima quinureninase, que em seguida é oxidado a semialdeído 2-Amino-3-carboximucônico pela enzima 3-hidroxi-antranilato oxidase, logo após é descarboxilado a semialdeído 2-Aminomucônico, onde a reação prossegue até a formação de glutarato e posteriormente acetoacetil-CoA, ou poderá também ser formado ácido picolínico através de uma reação não enzimática que é excretado na urina (COOMES, 2002; MARZZOCO; TORRES, 1999).

O subproduto semialdeído 2-Amino-3-carboximucônico é precursor do ácido nicotínico (vitamina B3), onde a oxidação do triptofano supre parte da necessidade total da vitamina pelo organismo, a síntese da vitamina é possível devido à suplementação adequada de triptofano (MARZZOCO; TORRES, 1999).



A 5-hidroxitriptamina também é encontrada em uma variedade de regiões do cérebro, principalmente na região denominada núcleos de rafe que fica no tronco cerebral. Esta região possui corpos celulares de neurônios serotoninérgicos, que sintetizam, armazenam e liberam a 5-HT como neurotransmissor (MARTINS, 2008).

A síntese da serotonina ocorre dentro do sistema nervoso central, devida a característica hidrofílica, que ela apresenta (PENEDO, 2008).

A 5-HT desempenha diferentes funções, pois ela se liga a uma variedade de receptores na membrana celular. Apresenta como papéis fisiológicos à mobilidade gastrointestinal, vômitos, agregação plaquetária, hemostasia, mediação inflamatória, sensibilização de nociceptores e controle da microcirculação. Possui papéis no SNC como o controle do apetite, sono, humor, alucinações, comportamento estereotipado e percepção da dor. Envolvida em condições como depressão, ansiedade e enxaqueca (MARTINS, 2008).

A 5-HT atua como precursora da melatonina, neuro-hormônio, sintetizado principalmente à noite na ausência de luz, no momento em que fechamos os olhos, pela enzima acetiltransferase presente na glândula pineal e na retina (COOMES, 2002; MARTINS, 2008).

A principal função da melatonina é induzir o sono, mais ela também é um poderoso agente antioxidante, podendo retardar o processo de envelhecimento. Existem evidências de que a melatonina estimula a produção de hormônio do crescimento (PEREIRA, 2008).

Concentrações elevadas de outros aminoácidos diminuem a disponibilidade de triptofano no organismo, podendo interferir no sono, isto ocorre devida à disputa de outros aminoácidos com o triptofano pelo transporte dos mesmos através da barreira hemato-encefálica. A ingestão de carboidratos diminui a concentração de aminoácidos no plasma sanguíneo, pois os carboidratos estimulam a liberação de insulina, e a insulina remove os aminoácidos do plasma, fazendo com que eles sejam captados pelos músculos, diminuindo assim a competição dos aminoácidos pelo seu transporte e aumentando a concentração de triptofano que pode entrar no cérebro (COOMES, 2002).

A serotonina é obtida através da hidroxilação do triptofano pela enzima triptofano 5-mooxigenase ou triptofano hidroxilase obtendo como subproduto o 5-hidroxitriptofano (5-HT), que em seguida é descarboxilado pela enzima descarboxilase, conforme figura 6. Sua síntese ocorre nas células cromafins e nos neurônios (COOMES, 2002; MARTINS, 2008).

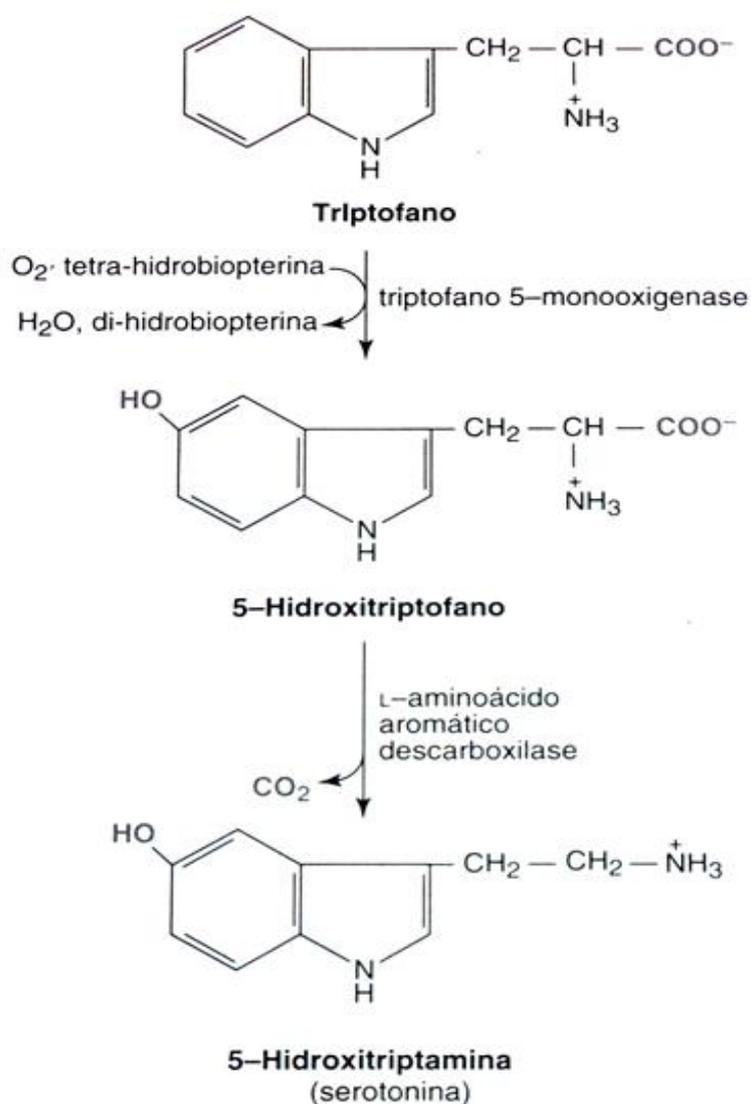
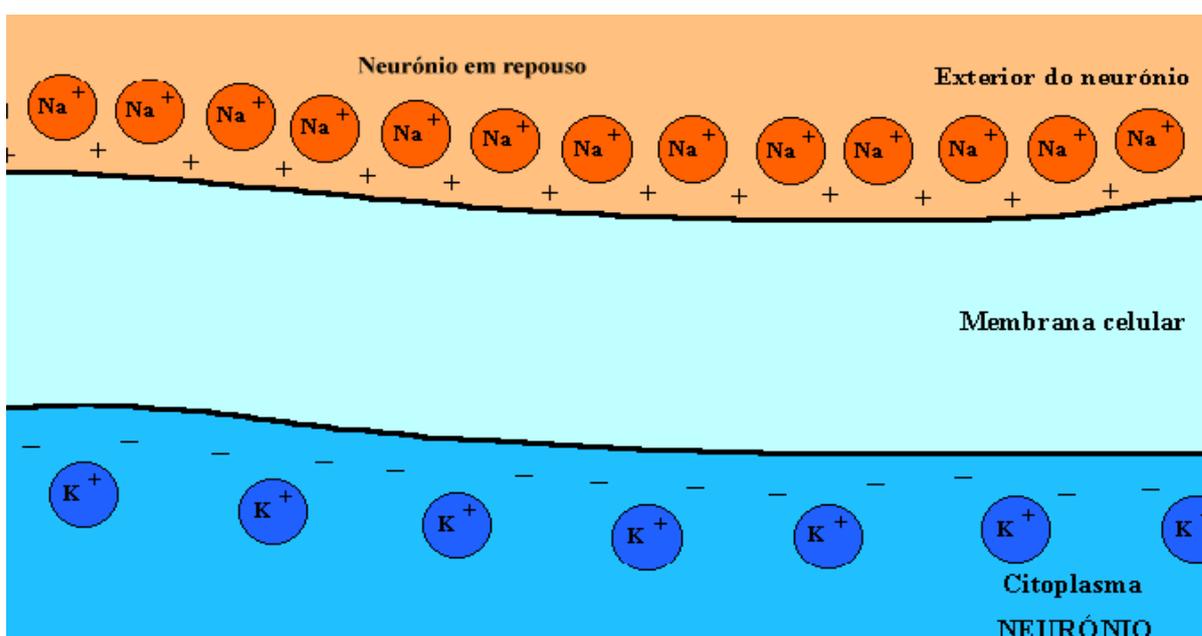


Figura 6 – Síntese da serotonina (In: COOMES, 2002, p.720).

Ocorrida sua síntese a serotonina é armazenada em vesículas por um mecanismo denominado bomba de prótons. Após estar armazenada em vesículas, a serotonina é liberada por despolarização (figura 7) no neurônio serotoninérgico, sendo que este mecanismo depende de cálcio (PENEDO, 2008).



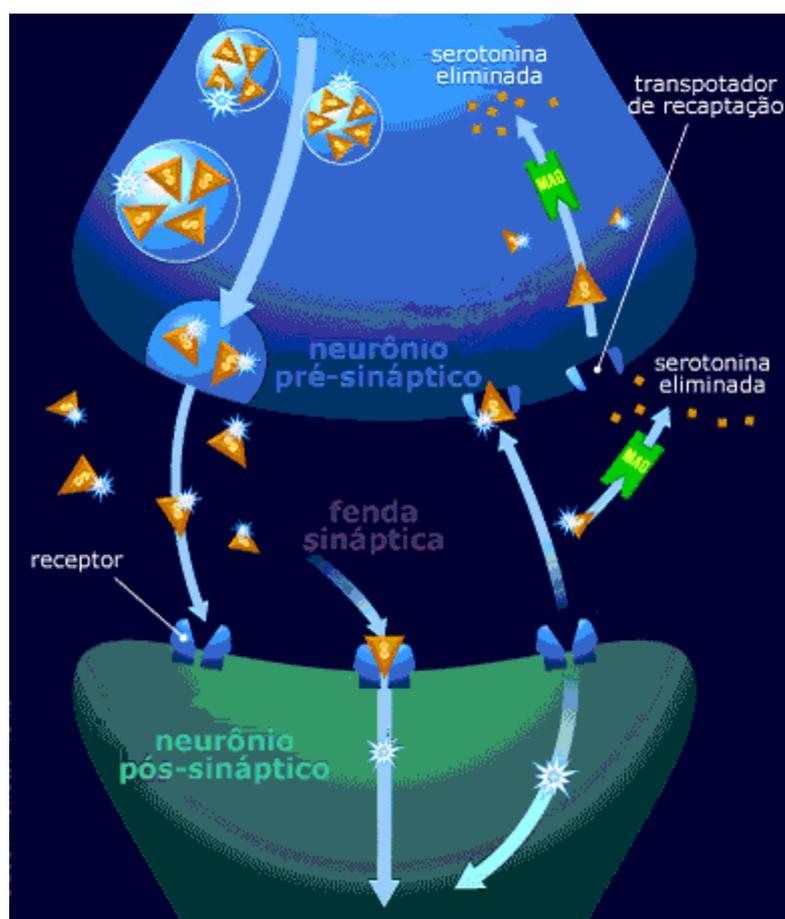
**Figura 7 – Impulso Nervoso / Despolarização.**

O controle da liberação de serotonina é feito por receptores que são localizados em sítios pré-sinápticos e em pós-sinápticos. O aumento da concentração de serotonina na fenda sináptica ativa os receptores pré-sinápticos e diminui a liberação do neurotransmissor (figura 8) (PENEDO, 2008).

Os receptores desempenham importantes funções como: regulação neuroendócrina e térmica, em comportamento como o sexual e alimentar, estabelecimento de memória, controle da depressão e ansiedade; além de possuírem afinidade pela serotonina (PENEDO, 2008).

Quando a serotonina está na fenda sináptica ela pode ser degradado pela enzima MAO (monoaminoxidase), sendo convertida em 5-hidroxiindoacetaldeído (5-HIAA), que é oxidado pela desidrogenase aldeído-dependente a ácido 5-hidroxi-

indoacético. O 5-HIAA também pode ser oxidado pela aldeído redutase dependente a álcool. O produto final resultante da degradação da serotonina dependerá da razão desidrogenase aldeído-dependente / aldeído redutase dependente no tecido (PENEDO, 2008).

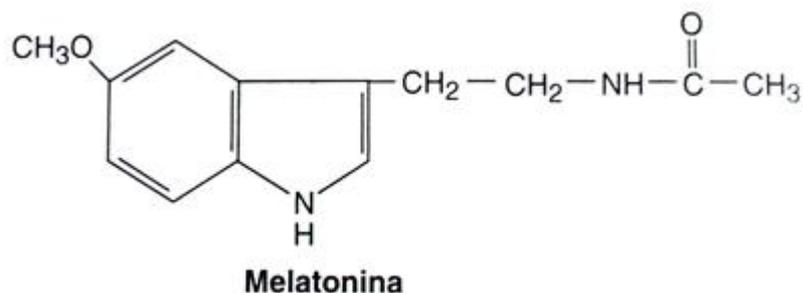


onde: enzima MAO (monoaminoxidase) e serotonina.

**Figura 8** – Transporte de serotonina na fenda sináptica (In: < <http://corposadio.blogspot.com/2009/05/voce-sabe-o-que-sao-inibidor-de.html>>. Acesso em: 10 de julho de 2010).

A melatonina ou N-acetil-5-metoxitriptamina (figura 9) é sintetizada pela enzima acetiltransferase (COOMES, 2002), que catalisa a reação de adição de um grupo acetil para a serotonina a partir do acetil-CoA, formando o N-acetilserotonina, a reação prossegue com a enzima metiltransferase que faz a conversão do N-

acetilserotonina para melatonina com a adição de um grupo metil ao grupo hidróxido (MANGANHIN, et al., 2008).



**Figura 9 – Estrutura da Melatonina (In: COOMES, 2002, p.720).**

### 13.2.1 Transtornos de humor

O transtorno de humor é caracterizado por desordens psiquiátricas em que ocorre a mudança de humor e sintomas vegetativos associados (mudanças no apetite, libio, sono, peso), sintomas estes que duram de semanas a meses (VISMARI; ALVES; NETO, 2008).

O transtorno de humor ou depressão atinge cerca de 24 milhões de pessoas na América. Das pessoas adultas é estimado que 17% sofram desta doença em algum período da vida, sendo que uma em cada quatro pessoas procura ajuda para tratar o transtorno. As mulheres são as mais atingidas pela doença, de cada homem, duas mulheres sofrem de depressão. Os homens depressivos morrem quatro vezes mais por suicídio que as mulheres, dos suicídios ocorridos é estimado que 40 a 60% dos casos estejam relacionados com o transtorno. Em 2002 foram vendidos 16 milhões de antidepressivos para 700 mil pacientes. A idade média que ocorre a primeira depressão é aos 26 anos (ARRUDA, 2006).

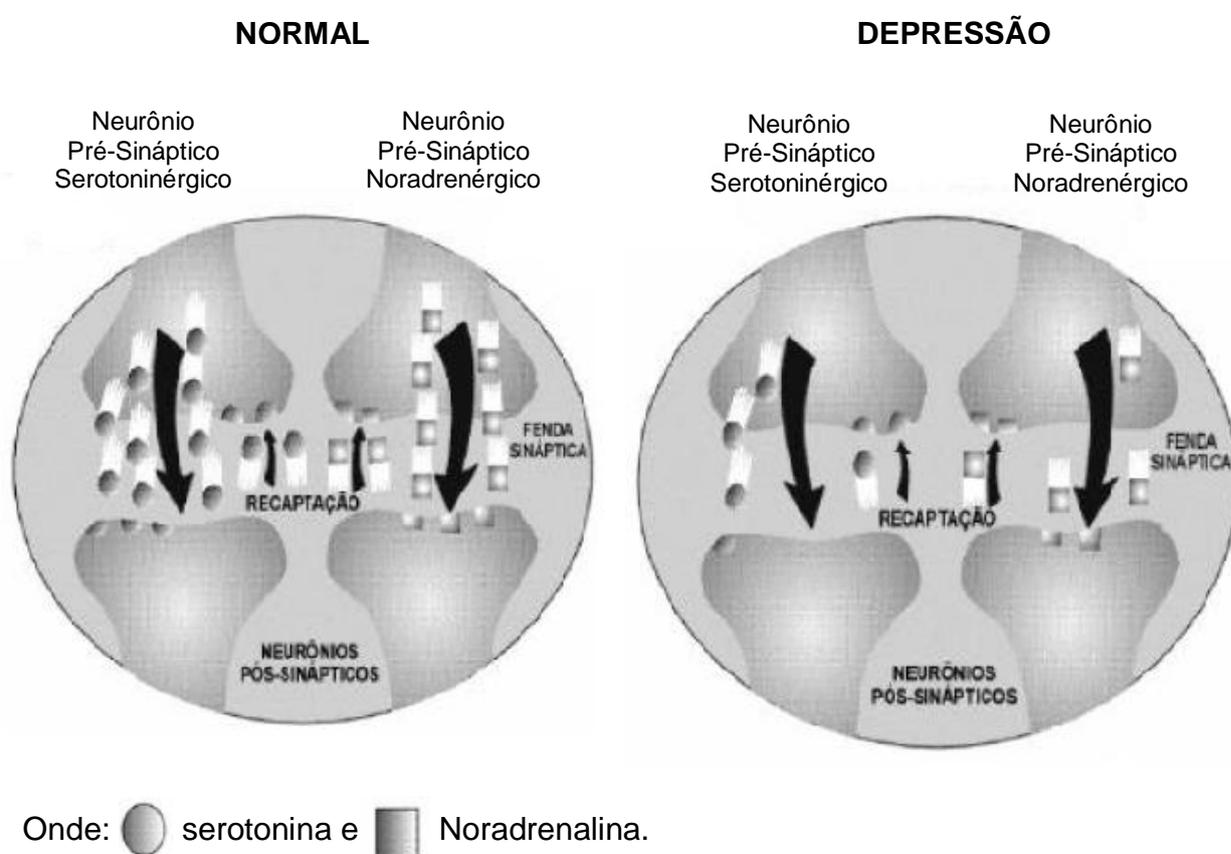
A depressão está relacionada com a redução de serotonina no cérebro e com alterações no sono ou insônia. A insônia é um dos sintomas da depressão, alterações no sono ocorrem em pacientes depressivos para elevar os níveis de

serotonina no cérebro, tendo em vista que a serotonina não é produzida no cérebro quando estamos dormindo (MARTINS, 2008).

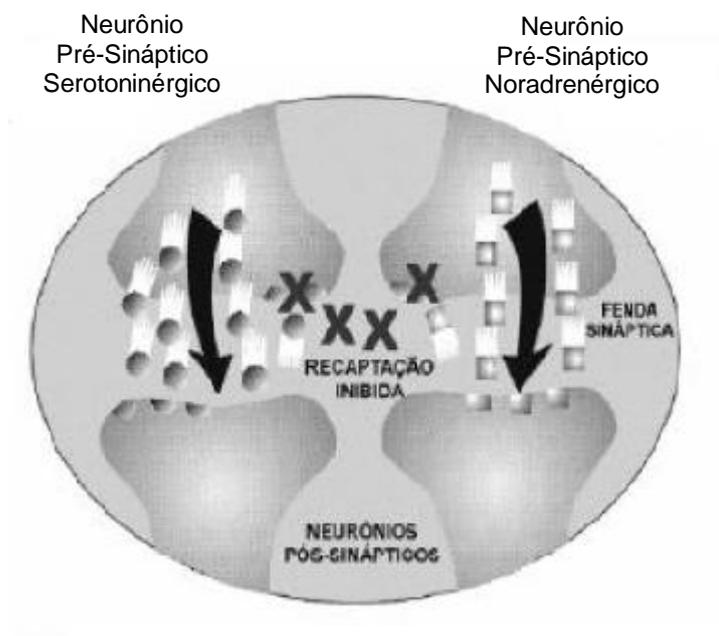
A mais de três décadas a depressão tem sido explicada pela menor disponibilidade de aminas biogênicas cerebrais, em particular a serotonina, noradrenalina e/ou dopamina. Esta teoria é reforçada pelo comportamento dos antidepressivos que possuem como finalidade aumentar a disponibilidade destes neurotransmissores na fenda sináptica (VISMARI; ALVES; NETO, 2008).

O tratamento para depressão é feito elevando os níveis de serotonina no cérebro através da inibição ou bloqueio da enzima monoaminoxidase (MAO), que é responsável por metabolizar a serotonina (MARTINS, 2008) e noradrenalina e pela inibição (seletiva ou não) da recaptação dos neurotransmissores, sendo este o mecanismo dos antidepressivos (VISMARI; ALVES; NETO, 2008).

A figura 10 representa a disponibilidade de neurotransmissores na fenda sináptica de paciente normal, depressivo e em tratamento da depressão.



Continua.

**TRATAMENTO**

Onde:  serotonina e  Noradrenalina.

**Figura 10 – Disponibilidade de Neurotransmissores na Fenda Sináptica (Adaptado: ARRUDA, 2006).**

## 14 MATERIAIS E MÉTODOS

### 14.1 MATERIAIS E REAGENTES

Ricota fresca, balança analítica (Tecnal AG200), água destilada e deionizada, solução de hidróxido de sódio 4,2 M (Synth), balão de fundo redondo, banho-maria (Tecnal TE - 056), erlenmeyer, funil, papel filtro, proveta, solução de ácido clorídrico 1 M e 0,1 M (Synth), espectrofotômetro (Femto), béquer, pH-metro (Tecnal), cadinho, sílica, estufa (Tecnal TE - 397/4), dessecador.

### 14.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

#### 14.2.1 Determinação de pH

O pH da ricota foi avaliado utilizando pH-metro previamente calibrado com soluções tampão pH 4,0 e 7,0 (MADALOZZO, 2010).

Pesou-se em um béquer aproximadamente 20 g da amostra de ricota triturada, adicionando em seguida 20 mL de água destilada e deionizada. Após a homogeneização da mistura (figura 11), foi realizada a leitura do pH.



**Figura 11 – Homogeneização da mistura Ricota e Água destilada e deionizada.**

### **14.2.2 Determinação de extrato seco total e umidade**

O teor de extrato seco total foi obtido gravimetricamente, utilizando-se estufa convencional, e o teor de umidade foi obtido por diferença (MADALOZZO, 2010).

Pesou-se em um cadinho aproximadamente 3 g da amostra de ricota triturada, e adicionou-se aproximadamente 6 g de sílica. Após homogeneização, a mistura foi colocada em estufa a temperatura média de 105°C por um período de 14 horas. Em seguida, o cadinho foi transferido a um dessecador para resfriamento. Pesou-se o cadinho e determinou-se o teor de extrato seco.

O teor de umidade foi obtido, tirando-se o total pesado, inicialmente, do total obtido no extrato seco.

### **14.2.3 Determinação do teor de triptofano solúvel**

O teor de triptofano solúvel foi determinado utilizando-se o método descrito por Vakaleris e Price (1959).

Pesou-se aproximadamente 2 g da amostra de ricota previamente triturada em um béquer e posteriormente transferida para um balão de fundo redondo, em seguida foi adicionado 100 mL de solução de hidróxido de sódio 4,2 M à amostra. A mistura foi levada ao banho-maria (figura 12) e mantida por 8 horas, onde permaneceu a temperatura média de 90°C, para completa digestão da proteína (figura 13), presente na amostra. Em seguida resfriou-se o balão de fundo redondo e em seguida a amostra foi filtrada em papel filtro com auxílio de um erlenmeyer e funil. Mediu-se o pH da amostra filtrada (extrato de queijo) e o volume foi completado em uma proveta de 100 mL (figura 14), o pH do extrato de queijo foi ajustado para 4,6 com auxílio de solução de ácido clorídrico 1 M e 0,1 M, onde 5 mL do extrato de queijo foram diluídos em 10 mL de solução de ácido clorídrico, posteriormente a amostra foi filtrada, e realizada a leitura em espectrofotômetro nos comprimentos de onda 270 e 290 nm.



**Figura 12 – Mistura de 2 g de ricota triturada com 100 mL de NaOH 4,2 M em banho-maria.**



**Figura 13 – Digestão da amostra.**



**Figura 14 – Amostra filtrada (extrato de queijo).**

## 15 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cálculo do teor de triptofano foi realizado utilizando a eq.(3) e a eq.(4), desenvolvida por Vakaleris e Price (1959) e adaptada por Silva (2006).

$$\text{Trp (mM/L)} = (0,307 \times A_{290} - 0,020 \times A_{270}) \times 2 \quad (3)$$

$$\text{Trp (mg/100 g de queijo)} = \text{mM/L} \times 510,5 \quad (4)$$

$A_{290}$  = absorvância da solução no comprimento de onda 290 nm.

$A_{270}$  = absorvância da solução no comprimento de onda 270 nm.

Vakaleris e Price (1959) através de estudos em que padrões de tirosina e triptofano foram misturados em diversas concentrações mostraram que o teor de triptofano e tirosina presentes em uma mistura podem ser avaliados espectrofotometricamente através das equações acima, com um erro de 2%. A equação é resultado da teoria de determinação simultânea de substâncias por espectrofotometria, segundo Skoog et al (2009).

A tabela 9 apresenta os resultados obtidos nas análises físico-químicas de pH, extrato seco total (%m/m), umidade (%m/m), e teor de triptofano solúvel (mg/100 g) da amostra de ricota utilizada.

Determinações	Valores da literatura	Valores analisados
pH <sup>1</sup>	4,9 - 6,1	4,7
Extrato seco total (%m/m) <sup>1</sup>	29,77	42,6
Umidade (%m/m) <sup>1</sup>	< 55	57,4
Teor de triptofano solúvel (mg/100 g) <sup>2</sup>	125	120,1

Fonte: <sup>1</sup> MADALOZZO, 2010; <sup>2</sup> PENEDO, 2008.

**Tabelas 9 – Resultados obtidos nas análises físico-químicas e o teor de triptofano solúvel obtido.**

Os resultados encontrados nas análises de pH e teor de umidade da ricota, foram satisfatórios, estando à faixa de pH 4,7, próximo ao estabelecido pela referência e teor de umidade 57,4% de acordo com o valor da literatura.

Foi obtido um teor de extrato seco total de 42,6%, tendo este valor uma significativa diferença em relação ao valor indicado pela literatura, que se explica pela ricota não apresentar uma norma de fabricação que garanta a igualdade entre as diferentes marcas de ricota disponíveis no mercado, sendo permitida a adição de até 20% de leite ao volume total de soro, portanto as características físico-químicas de diferentes fabricantes de ricota serão diferentes, por não apresentar dados suficientes na legislação que dizem respeito à identidade deste queijo.

De acordo com Silva (1998, p.105) que utilizou o método descrito por Vakaleris e Price (1959) para verificar o teor de tirosina e triptofano durante a maturação de queijos tipo Prato fabricados pelo método tradicional e pelo método modificado com a adição de enzima Neutrase<sup>®</sup>, “os métodos espectrofotométricos usados (determinação dos aminoácidos tirosina e triptofano e reação colorimétrica com TNBS e ninidrina-cádmio) mostraram-se adequados para o monitoramento da proteólise em queijos”.

Segundo Silva (2006, p.66), “a Presença do anel benzênico na estrutura desses aminoácidos e sua capacidade de determinação espectrofotométrica tornam sua quantificação um método simples e eficiente na determinação do índice de proteólise em queijos”. Silva (2006), utilizou o método descrito por Vakaleris e Price (1959), para determinar os aminoácidos tirosina e triptofano na evolução da maturação de queijo Prato com reduzido teor de gordura pelo uso de *Lactobacillus casei* como cultura adjunta.

Garcia (2007, p.98), também utilizou o método espectrofotométrico desenvolvido por Vakaleris e Price (1959) para determinar o teor de tirosina e triptofano durante o período de maturação de queijo Prato com teor reduzido de gordura pelo uso de enzimas proteolíticas. A autora utilizou os teores de triptofano, analisados pelo método em questão, para ressaltar que “maiores teores de triptofano foram obtidos nos processamentos em que se utilizou a enzima Neutrase<sup>®</sup> em queijo Prato e que estes teores também foram inversamente proporcionais à atividade enzimática”.

De acordo com estas dissertações que utilizaram o método descrito por Vakaleris e Price (1959) para determinar o teor de tirosina e triptofano em queijo, o método é satisfatório para a quantificação dos aminoácidos. O valor encontrado para queijo ricota foi de 120 mg/100 g e indica segundo este método a presença do aminoácido triptofano.

Considerando as possíveis diferenças no processo de fabricação, outros estudos podem ser realizados com objetivo de se verificar a concentração de triptofano em diferentes marcas de ricota disponíveis no mercado.

## 16 CONCLUSÃO

Os resultados das análises físico-químicas: pH 4,7, extrato seco total 42,6% e umidade 57,4% do queijo ricota estão de acordo com o descrito na literatura. O teor de triptofano obtido foi de 120 mg/100g está bem próximo ao da literatura, considerando-se o erro do método, que é em torno de 2%.

Uma avaliação criteriosa dos métodos disponíveis à determinação de triptofano em queijos deve ser realizada. Procedimentos de comparação associados à validação de métodos são estratégias que permitem a determinação da precisão, exatidão, limites de quantificação, porcentagem de recuperação e são importantes para a definição do método mais adequado à análise desse aminoácido.

## REFERÊNCIAS

ARRUDA, Kíria Serranegra de. **Depressão: Sintomas e possíveis tratamentos.** Disponível em: < <http://www.iq.unesp.br/pet/REFLUXO/refluxo-vol-17.pdf>>. Acesso em: 31 ago. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS PEQUENAS E MÉDIAS COOPERATIVAS E EMPRESAS DE LATICÍNIOS. **Pirâmide alimentar.** Disponível em: < <http://www.terraviva.com.br/G-100/clique/folderfinal.pdf>>. Acesso em: 31 ago. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE QUEIJOS. **Benefícios nutricionais dos queijos.** Disponível em: < [http://www.abiq.com.br/queijos/nutricao\\_07.htm](http://www.abiq.com.br/queijos/nutricao_07.htm)>. Acesso em: 31 ago. 2010.

AUGUSTINHO, Estela A. S. **A importância do leite.** 21p. Relatório de estágio supervisionado Associação paranaense de criadores de bovinos de raça Holandesa – Centro de Ciências e Biológicas e da Saúde Curso de Farmácia – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Paraná, 2009.

BALDASSO, Camila. **Concentração, purificação e fracionamento das proteínas do soro lácteo através da tecnologia de separação por membranas.** 2008. 179p. Dissertação (mestrado) – Departamento de Engenharia Química – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

BANDEIRA, Fernando da Silva; TAKEMOTO, Rebeca Eiko Gomes. **Características físico-químicas do leite informal comercializado em Araguaína-TO.** Disponível em < <http://www.terraviva.com.br/IICBQL/p014.pdf> >. Acesso em: 24 maio 2010.

BOBBIO, Florinda O.; BOBBIO, Paulo A. **Introdução à química de alimentos.** 3. ed. São Paulo: Varela Editora e Livraria Ltda, 2003.

BOBBIO, Paulo A.; BOBBIO, Florinda Orsati. **Química do processamento de alimentos.** 3. ed. São Paulo: Varela Editora e Livraria Ltda, 2001.

BOSCHI, Jaqueline Rodrigues. **Concentração e purificação das proteínas do soro de queijo por ultrafiltração.** 2006. 119p. Dissertação (mestrado) – Departamento de Engenharia Química – Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

CAVALCANTE, Fernanda de Moraes. **Produção de queijos gouda, gruyère, mussarela e prato.** 2004. 100p. Trabalho de conclusão de Curso – Departamento

de Matemática e Física Engenharia de Alimentos – Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, 2004.

CASÉ, Fabiana; DELIZA, Rosires; ROSENTHAL, Amauri; MANTOVANI, Dilza; FELBERG, Ilana. Produção de 'leite' de soja enriquecido com cálcio. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.1, jan/mar., 2005. p.86-1.

COOMES, Marguerite W. **Manual de bioquímica com correlações clínicas**. Tradução de Leny Toma; Maria Aoarecida da Silva Pinhal; Yara M. Michelacci. 5. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2003.

GARCIA, Grazielle Aparecida Chiuchi. **Efeito do uso de enzimas proteolíticas na maturação de queijo prato com teor reduzido de gordura**. 2007. 154p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", São José do Rio Preto, São Paulo, 2007.

GRIGULL, Meta. O que são objetivo, conteúdo e conceito? **Revista Nova Escola**, n.218, dezembro, 2008. p.22.

HAYDT, Regina Célia Cazaux. **Curso de didática geral**. 4. ed. São Paulo: Editora Ática, 1997.

KINALSKI, Alvina Canal; ZANON, Lenir Basso. O leite como tema organizador de aprendizagem em química no ensino fundamental. **Revista Química Nova na Escola**, n.6, novembro, 1997. p.15-9.

MADALOZZO, Elisângela Serenato. **Caracterização físico-químicas de ricotas via espectroscopia no infravermelho e métodos de calibração multivariada**. 2010. 85p. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2010.

MAGANHIN, Carla C.; CARBONEL, Adriana Aparecida Ferraz; HATTY, Juliana Halley; FUCHS, Luiz Fernando Portugal, OLIVEIRA JR, Itamar Souza de. Efeitos da melatonina no sistema genital feminino: Breve Revisão, **Revista Associação Médica Brasileira**, v. 54, n.3, p.267-71, 2008.

MARCHINI, JÚLIO Sérgio; MORIGUTI, Júlio C.; PADOVAN, Gilberto J.; NONINO, Carla B.; VIANNA, Silviane Maria Luna; OLIVEIRA, José Eduardo Dutra de. Métodos atuais de investigação do metabolismo protéico: Aspectos e Estudos Experimentais e Clínicos. In: Simpósio Nutrição Clínica, 31, 1998, Ribeirão Preto, Brasil. **Simpósio: Nutrição Clínica**, cap. II, jan/mar, 1998. p.22-0.

MARQUES, Rosa F. S. V.; LOPEZ, Fábio A.; BRAGA, Josefina A. P. O crescimento de crianças alimentadas com leite materno exclusivo nos primeiros 6 meses de vida. **Jornal de Pediatria**, 2004. v.80, n.2, mar/abr, 2004. p.99.

MARTINS, Ana Carolina Calçado Lopes. **Determinação de precursores da serotonina – triptofano e 5 – hidroxitriptofano – em café por CLA – par iônico.** 2008. 97p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Ciência de Alimentos – Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2008.

MARZZOCO, Anita; TORRES, Bayardo Baptista. **Bioquímica básica.** 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A, 1999.

MENDES, Sergio Luis. **Ser Saudável.** Disponível em: <<http://corposadio.blogspot.com/2009/05/voce-sabe-o-que-sao-inibidor-de.html>>. Acesso em: 10 jul. 2010.

MORGANO, Marcelo A.; SOUZA, Lidiane A.; NETO, Júlio M.; RONDÓ, Patrícia H. C. Composição mineral do leite materno de bancos de leite. **Rev. Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.25, n4, out/dez, 2005. p.819-24.

NELSON, David L.; COX, Michael M. **Lehninger princípios de bioquímica.** Tradução de Arnaldo Antonio Simões; Wilson Roberto Navega Lodi. 3. ed. São Paulo: Editora de Livros Médicos Ltda – SARVIER, 2002.

**PCN – Ensino Médio – Ciência da natureza, matemática e suas tecnologias – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Nacional. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2010.

PELEGRINE, Daniela Helena; GASPARETTO, Carlos Alberto. Estudo da solubilidade das proteínas presentes no soro de leite e na clara de ovo. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.5. n.1, 2003, p. 57-5.

PENEDO, Leticia Abel. **Impacto da restrição nutricional de triptofano na modulação do sistema serotoninérgico e na plasticidade de projeções retinotectais.** 2008. 91p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biologia – Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2008.

PEREIRA, Débora Helena. **Efeito citotóxico do sistema HRP/INDÓIS em célula McCoy in vitro.** 2008. 124p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Análises Clínicas – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, São Paulo, 2008.

PERRY, Kátia S.P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Revista Química Nova**, v.27, n.2, p. 293-00, 2004.

PINHEIRO, Denise Maria; PORTO, Karla Rejane de Andrade; MENEZES, Maria Emília da Silva. **A química dos alimentos: carboidratos, lipídeos, proteínas, vitaminas e minerais**. Edufal (Editora da Universidade Federal de Alagoas), 2005.

RIBEIRO, Ana Cristina; MARQUES, Simone Cristina; SODRÉ, Arthur de Freitas; ABREU, Luiz Ronaldo de; PICCOLI, Roberta Hilsdorf. Controle microbiológico da vida de prateleira de ricota cremosa. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, jan/fev, 2005. p.133-17.

SANTOS, Renata Dinnies. **Produto lácteo contendo fitoquímicos bioativos de extratos de especiarias**. 2007. 94p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós Graduação em Ciência de Alimentos - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

SANTOS, Vidiany Aparecida Queiroz Santos. **Perfil microbiano, físico-químico e análise das boas práticas de fabricação (BPF) de queijos minas frescal e ricota**. 2009. 87p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, São Paulo, 2009.

SATO, Sunao. **Biotecnologia Industrial**, 1. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2001.

SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG; SOCIÉTÉ SUISSE DE NUTRITION; SOCIETÀ SVIZZERA DI NUTRIZIONE. **Recomendações para adultos de como se alimentar e beber de forma sadia e saborosa**. Disponível em: < [http://www.sge-ssn.ch/fileadmin/pdf/100-ernaehrungsthemen/10-gesundes\\_essen\\_trinken/Piramide\\_Alimentar.pdf](http://www.sge-ssn.ch/fileadmin/pdf/100-ernaehrungsthemen/10-gesundes_essen_trinken/Piramide_Alimentar.pdf)>. Acesso em: 31 ago. 2010.

SILVA, Adriana Torres. **Maturação do queijo tipo prato: influência da adição de enzimas proteolíticas no processo**. 1998. 119p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

SILVA, Claudia Ribeiro Borges. **Efeito do uso de lactobacillus casei como cultura adjunta na qualidade tecnológica de queijo prato com reduzido teor de gordura**. 2006. 133p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, São Paulo, 2006.

SILVA, Débora D.V.; CARVALHO, Walter; CANILHA, Larissa; MANCHILHA, Ismael M. Aditivos alimentares produzidos por via fermentativa parte 2: aminoácidos e vitaminas. **Revista Analytica**, n.19, out/nov, 2005. p.62-73.

SILVA, Paulo Henrique Fonseca. Leite: aspectos de composição e propriedades. **Revista Química Nova na Escola**, n.6, novembro, 1997. p.3-5.

VAKALERIS, D.G.; PRICE, W.V. Rapid spectrophotometric method for measuring cheese ripening. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.42, n.2, 1959. p.264-76.