



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Engenharia de Alimentos
Pós Graduação em Ciência dos Alimentos



**ESTUDO DO ENRIQUECIMENTO DE MASSAS
ALIMENTÍCIAS COM SUBPRODUTOS
AGROINDUSTRIAIS VISANDO O MELHORAMENTO
FUNCIONAL E TECNOLÓGICO DE MASSAS FRESCAS**

Ana Carolina Bossi Mariusso

Engenheira de Alimentos

Prof. Dra. Gláucia Maria Pastore

Orientadora

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos
para a obtenção do título de Mestre em Ciência dos Alimentos

Campinas

2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

M339e Mariusso, Ana Carolina Bossi
Estudo do enriquecimento de massas alimentícias com subprodutos agroindustriais visando o melhoramento funcional e tecnológico de massas frescas / Ana Carolina Bossi Mariusso. -- Campinas, SP: [s.n.], 2008.

Orientador: Gláucia Maria Pastore
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos

1. Macarrão. 2. Soro de leite. 3. Extrato de levedura. 4. Farinha de soja. 5. Proteínas. 6. Aminoácidos. I. Pastore, Gláucia Maria. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

(cars/fea)

Título em inglês: Study of mass food enrichment with agroindustrial by-products aiming the functional and technological improvement of fresh mass food

Palavras-chave em inglês (Keywords): Pasta, Milk serum, Yeast extract, Soybeans flour, Proteins, Amino acids

Titulação: Mestre em Ciência de Alimentos

Banca examinadora: Gláucia Maria Pastore

Maria Aparecida Vasconcellos Osteti

Semíramis Martins Álvares Domene

Yoon Kil Chang

Programa de Pós Graduação: Programa em Ciência de Alimentos

Banca examinadora

Prof. Dra. Gláucia Maria Pastore
(Orientadora)

Prof. Dra. Maria Aparecida Vasconcellos Osteti
(Membro)

Prof. Dra. Semíramis Martins Álvares Domene
(Membro)

Prof. Dr. Yoon Kil Chang
(Membro)

Agradeço...

À Deus, que sem ele não conseguiria
atingir nenhum objetivo.

Dedico...

Aos meus avós e aos meus pais,
pela oportunidade na vida e
pela compreensão do dia a dia.

Ofereço...

Ao meu marido Leandro Bisolo,
pela compreensão em muitas das
minhas ausências e por me fazer
uma pessoa melhor a cada dia.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por me ajudar na elaboração deste trabalho, e também por me proporcionar muitos momentos bons durante o período de Mestrado.

A professora Dra. Gláucia Maria Pastore, minha orientadora durante estes anos pelo estímulo, discussões, conselhos e revisão do texto que muito contribuíram para o êxito do meu trabalho.

À Universidade Estadual de Campinas que disponibilizou seus funcionários, materiais e espaços para a realização dos testes.

A todos os professores que contribuíram para a elaboração do meu trabalho de Mestrado.

Em especial à amiga Dora pelo companheirismo, apoio, carinho e compreensão.

As amigas Rafaella e Adriane pela compartilhamento das risadas, dos choros nos momentos felizes e difíceis.

Aos meus pais e avós pelo apoio e incentivo para vencer mais esta etapa da minha vida.

Finalmente, agradeço a todos, familiares, amigos e colegas, pelo aconselhamento e discussões que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho final.

Muito Obrigada

Ana Carolina Bossi Mariusso

ÍNDICE

<i>I- Lista de Figuras</i>	<i>ix</i>
<i>II- Lista de Quadros</i>	<i>xi</i>
<i>III- Lista de Tabelas</i>	<i>xii</i>
<i>IV- Notação e Nomenclatura</i>	<i>xiii</i>
<i>V- Resumo</i>	<i>xiv</i>
<i>VI- Summary</i>	<i>xv</i>
1- Introdução	1
2- Revisão Bibliográfica	3
2.1 A Merenda Escolar	3
2.1.1 Macarrão na Merenda Escolar	5
2.2 Importância das proteínas como fonte de suplementação	6
2.3 Massas Alimentícias	7
2.3.1 Características e funções dos ingredientes	8
2.3.1.1 Farinha de Trigo	8
2.3.1.2 Água	10
2.3.1.3 Ovos	10
2.4 Processamento do macarrão	12
2.4.1 Preparação da matéria-prima	13
2.4.2 Hidratação e homogeneização	13
2.4.3 Amassamento e trefilação	15
2.4.4 Matriz	16

2.4.5 Seccionamento	16
2.4.6 Secagem	17
2.4.7 Empacotamento e armazenamento	19
2.5 Produto Pronto	20
2.5.1 Características de uma boa massa alimentícia	21
2.6 Valor nutritivo das massas alimentícias	22
2.7 Fontes de proteínas e vitaminas	23
2.7.1 Soro de Leite em pó	24
2.7.2 Extrato de Levedura	27
2.7.3 Farinha de soja desengordurada	29
2.8 Massas alimentícias com soja	32
3- Objetivos	32
4- Materiais e Métodos	33
4.1 Amostras	33
4.2 Matérias-primas e ingredientes	34
4.3 Equipamentos	35
4.4 Métodos	36
4.4.1 Preparação do Macarrão	36
4.4.1.1 Pesagem dos ingredientes	37

4.4.1.2 Mistura	42
4.4.1.3 Amassamento	43
4.4.1.4 Trefilação e seccionamento	44
4.4.1.5 Cozimento	45
4.4.1.6 Resfriamento	45
4.4.1.7 Empacotamento	45
4.4.1.8 Armazenamento	46
4.5 Características físico-químicas dos macarrões enriquecidos	46
4.5.1 Unidade do macarrão fresco	46
4.5.2 Teste de cozimento	46
4.5.3 Acidez Alcoólica	47
4.5.4 Análise de Proteínas	47
4.5.5 Análise de Aminoácidos	48
4.6 Análise Sensorial	50
5- Resultados e Discussões	50
5.1 Caracterização físico-químicas dos macarrões enriquecidos	50
5.1.1 Determinação do tempo de cozimento	52
5.1.2 Aumento de Peso	53
5.1.3 Aumento de volume	54
5.1.4 Perda de Sólidos Solúveis	55
5.1.5 Acidez Alcoólica	57
5.1.6 Proteínas	58
5.2 Aminoácidos	59

5.2.1 Aminoácidos Essenciais	64
5.2.2 Aminoácidos Não essenciais	67
5.2.3 Perda de aminoácidos	69
6. Caracterização sensorial dos macarrões enriquecidos	72
7. Conclusões	74
8. Bibliografica	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Misturador e Extrusor	36
Figura 2- Fluxograma do processamento do macarrão cozido	37
Figura 3- Mistura dos ingredientes	43
Figura 4- Rosca sem fim - Amassamento	43
Figura 5- Matriz - Trefilação	44
Figura 6- Seccionamento da massa	45
Figura 7 – Resultados médios de tempo de cozimento para as amostras analisadas	52

Figura 8- Resultados médios de aumento de peso em %, para as amostras analisadas	53
Figura 9- Resultados médios, do aumento de volume, em porcentagem, para as amostras analisadas	55
Figura 10- Resultados médios dos teores de perda de sólidos solúveis, em porcentagem, para as amostras analisadas	57
Figura 11- Resultados médios de acidez alcoólica, em °D, para as amostras analisadas	58
Figura 12- Resultados médios dos teores de proteínas, em porcentagem, para as amostras analisadas.	59
Figura 13- Resultados médios de aminoácidos essenciais obtidos para as amostras analisadas	66
Figura 14- Resultados médios dos teores de aminoácidos não essenciais, em g/100 g de amostra, para as amostras analisadas	68
Figura 15 – Resultados médios da porcentagem de perda de aminoácidos essenciais, em porcentagem, para as amostras analisadas	70
Figura 16- Resultados médios da porcentagem de perda de aminoácidos não essenciais , em porcentagem , para amostras analisadas	71
Figura 17- Aceitabilidade Geral dos produtos obtidos com soro de leite, extrato de levedura e farinha de soja desengordurada	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Resíduo seco da evaporação da água dado em miligramas	10
Quadro 2- Características da farinha de trigo especial- Moinho Pacífico	38
Quadro 3– Laudo de Análise da farinha de trigo utilizada	39
Quadro 4 – Ficha Técnica do soro de leite em pó	40
Quadro 5 - Informação Nutricional do soro de leite em pó	40
Quadro 6- Ficha Técnica do extrato de levedura em pó	41
Quadro 7 – Ficha Técnica da farinha de soja desengordurada	41
Quadro 8- Informação Nutricional da farinha de soja desengordurada.	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição média dos principais componentes do soro lácteo	25
Tabela 2- Planejamento dos experimentos contendo as variáveis e níveis que serão estudados.	33
Tabela 3- Ingredientes e proporções utilizadas na formulação de um macarrão controle e de macarrões enriquecidos com soro de leite em pó, extrato de levedura e farinha de soja desengordurada a 5, 7 e 9%	34
Tabela 4 – Caracterização físico- química dos macarrões enriquecidos	51
Tabela 5- Aminoácidos Essenciais do Macarrão Cru	60
Tabela 6- Aminoácidos Essenciais do Macarrão Cozido	61
Tabela 7 – Aminoácidos Não Essenciais do Macarrão Cru	62
Tabela 8- Aminoácidos Não Essenciais do Macarrão Cozido	63
Tabela 9- Resultados do Teste de Tukey para análise sensorial	73

NOTAÇÃO E NOMENCLATURA

PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
ABIMA	Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias
ATP	Adenosina tri-fosfato
FAO	Food and Agriculture Organization
OMS	Organização Mundial da Saúde
ABIQ	Associação Brasileira das Indústrias de Queijo
PER	Peso Específico Real
AT	Autolisado
B.S.	Base Seca
Ex	Extrato

RESUMO

Há na atualidade uma grande preocupação em atender às necessidades nutricionais da população brasileira como melhoria do “status” de saúde.

A Indústria de Alimentos Brasileira tem uma grande importância no contexto sócio-econômico do país e produz uma variedade de subprodutos tais como: soro de leite, extrato de levedura e farinha de soja, sem qualquer utilização mais nobre que não seja produção de rações ou queima para gerar energia.

Este trabalho teve como objetivo propor um alimento de baixo custo, de grande aceitação e com um valor nutritivo alto, usando subprodutos das indústrias de alimentos para um melhora nas condições de saúde da população, especialmente da população carente, principalmente das crianças que se alimentam na escola.

As massas alimentícias, sendo uma das formas mais antigas de alimentação, são também muito versáteis, tanto do ponto de vista nutricional quanto do ponto de vista gastronômico, podendo ser preparadas e servidas de formas diversas. É por este motivo que se propõe a utilização da massa para a produção de um alimento de alto valor protéico.

Foram analisadas as características físicas, físico-químicas e sensoriais do macarrão tradicional e nos macarrões enriquecidos com soro de leite em pó, extrato de levedura e farinha de soja desengordurada. Foi verificado, através dos resultados obtidos, que as misturas acrescidas com 9% de farinha de soja desengordurada apresentaram melhor comportamento, sendo, portanto um produto de boa qualidade nutricional, boa aceitabilidade geral (sabor, odor, textura, cor e consistência) e baixo custo.

Neste contexto, conclui-se que o enriquecimento do produto desenvolvido com farinha de soja desengordurada é viável tecnicamente oferecendo uma excelente alternativa para a fabricação do macarrão fresco. O acréscimo de proteínas apresentou vantagens quantitativas e qualitativas ao produto desenvolvido quando comparado ao produto tradicional, o qual tem alta concentração de carboidratos e baixo teor de proteínas.

Palavras chaves: Macarrão, soro de leite, extrato de levedura, farinha de soja, proteínas e aminoácidos.

SUMMARY

There is currently a major concern to meet the nutritional needs of the Brazilian population as improving the "status" of health.

The Brazilian Food Industry has a very important socio-economic context in the country and produces a variety of products such as serum of milk, extract, yeast and flour, soybeans, without any use more noble than production of feed or burning to generate energy.

This work aims to propose a low cost food with high acceptance and high nutritional value, for an improvement in the health conditions of poor population, mainly children who have meals at school.

For this reason it was chosen the pasta, as it is one of the oldest recipes in history, it is also very versatile, regarding nutritional and gastronomic aspect and, can be prepared and served in a many ways. For this reason it's proposed the use of pasta for the production of a high value food protein.

There has been analyzed the physical, physical-chemical and sensory of traditional pasta and also pasta fortified with whey milk powder, yeast extract, and defatted soybean. Flour. It has been verified through obtained results, that the mixes with 9% of defatted soy flour, had the proportion which presented the best effects, being therefore a product of good nutrition, good general acceptance (taste, appearance, color, smell, consistency) and low cost.

In this context, it was concluded that the enrichment of the product developed with, defatted soy flour is technically feasible offering an excellent alternative for the manufacture of fresh pasta. The addition of protein presented quantitative and qualitative advantages of the product developed compared to the traditional product, which has mainly carbohydrates, and low content of protein.

Keywords: Pasta, milk serum, yeast extract, soybeans flour, protein and amino acids.

1- Introdução

A pobreza e a miséria resultam da ação conjunta de fatores ecológicos, econômicos e sociais que inevitavelmente conduzem à subalimentação e à desnutrição, e esta é um problema que incide na população de baixa renda, principalmente em crianças de diversas idades (SGARBIERI, 1987).

Segundo ANGELIS (1999) e SGARBIERI (1987), a desnutrição por má nutrição protéico-energética é o maior flagelo nutricional do mundo e tem influência considerável na mortalidade de crianças. Nos centros urbanos, uma parcela significativa da população apresenta problemas sérios de desnutrição protéica, atingindo principalmente a infantil, que afeta o seu desenvolvimento físico e mental. Em vista disso muitos programas envolvendo a população infantil estão sendo desenvolvidos para suprir esta deficiência.

As condições sócio-econômicas são muito importantes na conduta alimentar da população. O baixo poder de compra da grande parte da população de baixa renda, tanto rural como urbana, leva a deficiência quantitativa e qualitativa em relação a certos nutrientes na alimentação (SGARBIERI, 1987).

Dentro deste contexto, a situação requer uma intervenção coerente a partir da melhoria no cardápio alimentar da população, sem interferir de maneira abrupta sobre a diversidade de alimentos que compõe, mas sim, sobre a qualidade nutricional dos mesmos. Pois, somente com uma alimentação balanceada, pode-se garantir o máximo de crescimento, desenvolvimento e manutenção do indivíduo, o que irá se refletir diretamente sobre a capacidade cognitiva e de trabalho, influenciando direta e positivamente o crescimento econômico do país (MONTEIRO, 2000; FILHO, 2003, KAC, 2003)

Vê-se portanto a importância de conciliar três fatores para determinar uma equação eficaz: valor nutritivo- custo- aceitabilidade.

A proposta desse trabalho foi a de utilizar um produto de baixo custo, como a massa alimentícia, afim de enriquecê-la nutricionalmente para suprir as principais carências nutritivas de maneira balanceada da população de baixa renda, especialmente as crianças escolares. As massas alimentícias, sendo uma das formas mais antigas de alimentação, são também muito versáteis, tanto do ponto de vista nutricional quanto do ponto de vista gastronômico, podendo ser preparadas e servidas de formas diversas. É por este motivo que

se propõe a utilização das massas para a produção de um alimento de alto valor protéico, enriquecido com vitaminas e sais minerais, de forma que venha a unir os três fatores: nutrição, custo e aceitação.

Neste trabalho, foram utilizados como fonte de proteína no aumento do valor protéico das massas alimentícias, o soro de leite, o extrato de levedura e a farinha de soja desengordurada. Esses substitutos podem levar a diferenças significativas na composição, qualidade, propriedades reológicas e organolépticas do produto.

O soro de leite bovino, um subproduto do leite, é de grande importância nutritiva: cada 100 ml de soro de leite bovino contém em média, 24 kcal, 4,5 g de glícideos, 0,8 g de proteínas, 0,3 g de lipídeos, com perfil de aminoácidos bem balanceados auxiliando no desenvolvimento orgânico normal da criança.

Apesar de seus valores nutricionais, o soro de leite constitui um sério problema de poluição ambiental, pois 50% dele é lançado diretamente em cursos d'água. Desse modo, as fábricas são obrigadas a eliminar os materiais sólidos dos efluentes ou encontrar alguma solução para utilização o que envolve custos relativamente altos.

As células de levedura oferecem também grande potencial como fonte de proteínas para o uso na alimentação animal e humana, e também como matéria-prima para obtenção de produtos de interesse na indústria farmacêutica e de alimentos, como enzimas (invertase, β -glicanase, proteases), vitaminas (B2, B6, B12), minerais essenciais e fibra dietética. Vários métodos são utilizados na obtenção desses produtos, que apresentam em comum a necessidade de um tratamento prévio para o rompimento da parede celular. Este rompimento pode ser efetuado através de tratamento enzimático, químico ou mecânico (LINDBLOM, 1977; HEDENSKOG et al., 1970).

A massa produzida a partir da farinha de trigo possui alto valor calórico, mas apresenta baixa qualidade protéica em virtude da deficiência em lisina e do baixo conteúdo de proteína de trigo. A adição de farinha de soja à massa resulta na melhoria da qualidade protéica, por meio da complementação mútua de aminoácidos e do aumento no teor de proteínas totais (GONZALES-AGRAMON & SERNA SALDIVAR, 1988; CABALLERO-CÓRDOBA et al., 1997).

Após a adição de soro de leite em pó, extrato de levedura, farinha desengordurada de soja em macarrões, foram estudados os efeitos desses ingredientes no valor nutritivo da proteína e a aceitação do produto final, pelos consumidores.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 A Merenda Escolar

No Brasil, a merenda escolar surgiu como uma iniciativa da comunidade, inicialmente era mantida pelos contribuintes da “Caixa Escolar”, hoje Associação de Pais e Mestres. A “sopa escolar” era preparada nas residências das famílias e levadas até as escolas antes da década 30. Naquela época, a merenda não se preocupava com a nutrição infantil, e sim, em minimizar a fome no período escolar. Na década de 40, foi criado o Programa de Merenda Escolar, pelo Governo Federal, já com a preocupação de atender às necessidades nutricionais das crianças. Atualmente, o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) estabelece que o cardápio das escolas deverá ser elaborado por nutricionistas, com acompanhamento do Conselho de Alimentação Escolar. Todos os alunos de creches e pré-escolas e da 1ª à 8ª série do ensino fundamental, têm o direito de receber uma refeição por dia nas escolas públicas de todo o país. O cardápio deve ser programado de modo a suprir, no mínimo 15% das necessidades nutricionais diárias dos alunos de creche, pré-escola e ensino fundamental (PALMA, 1998).

Além disso, as escolas públicas do Brasil devem se submeter à legislação federal, que exige que o cardápio atenda às necessidades energéticas dos estudantes. O problema, muitas vezes, está no cardápio, muito simples e repetitivo, pobre em micronutrientes, e no corpo de profissionais pouco qualificados para preparar a merenda. Mesmo assim, para muitas famílias de baixa renda, a merenda escolar é a única refeição definida e balanceada com que a criança pode contar durante o dia (PALMA, 1998).

Reconhece-se que, 55% das 12,2 milhões de mortes entre crianças menores de cinco anos em países em desenvolvimento, estão associadas à desnutrição. Além do sofrimento, a perda em termos de potencial humano traduz-se em custos sociais e econômicos que nenhum país pode sustentar. Deve-se ainda atentar para a questão de que a desnutrição pode iniciar na vida intrauterina, causada por uma má nutrição materna, o quê é frequente,

considerando que cerca de 800 milhões de pessoas ainda não podem suprir suas necessidades básicas de energia e proteína, mais de 2 bilhões de pessoas carecem de micronutrientes essenciais, e milhões sofrem de doenças causadas por falta de higiene dos alimentos e ingestão alimentar (MAHAN, 2002).

A preocupação com a Merenda Escolar surge com novos processos de industrialização, a mudança de hábitos alimentares, as novas tendências de comportamento das crianças, a preocupação com o meio ambiente e com a saúde e bem estar delas. Além da exigência por alimentos com atributos gastronômicos e nutricionais mais seguros (MARCONDES, 1976).

A alimentação que a criança recebe nas escolas é tradicionalmente chamada de merenda escolar. Esta é uma forma efetiva de construir junto aos alunos um hábito alimentar saudável e principalmente, uma postura crítica sobre as questões relacionadas à produção, conservação e distribuição de alimentos, enfim, a vigilância dirigida à segurança alimentar. Entretanto, o mais importante é a recuperação do prazer relacionado ao ato de alimentar-se (SUCUPIRA, 1998).

Muitos dos problemas de ordem alimentar e nutricional no Brasil estão, até o presente momento, sem dimensionamento adequado quanto à sua magnitude e aos grupos sociais mais atingidos. Entretanto, devido à sua importância social, já contam com o interesse institucional de setores públicos e privados, gerando políticas e programas orientados para a melhoria da alimentação e da nutrição da população (ANDRADE, 1999).

Hoje, os programas de alimentação escolar existem tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento. A operacionalização nos países em desenvolvimento de baixa renda é frequentemente mantida por subsídios governamentais e de autoridades locais (ANDRADE, 1999)

O objetivo destes programas de alimentação escolar na maior parte dos países em desenvolvimento, permanecem quase os mesmo que os de há um século e meio, ou seja, minimizar a fome e melhorar o estado nutricional dos escolares. (ANDRADE, 1999).

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), implantado em 1955, garante por meio da transferência de recursos financeiros, a alimentação escolar dos alunos da educação infantil (creches e pré-escola) e do ensino fundamental, inclusive das escolas indígenas, matriculados em escolas públicas e filantrópicas. Seu objetivos é atender às

necessidades nutricionais dos alunos durante sua permanência em sala de aula, contribuindo para o crescimento, o desenvolvimento, a aprendizagem e o rendimento escolar dos estudantes, bem como a formação de hábitos alimentares saudáveis (FNDE, 2008).

Neste contexto a alimentação equilibrada, composta de bom aporte de macronutrientes (proteínas, carboidratos e lipídios) e micronutrientes (vitaminas e sais minerais) é essencial na solução destes problemas que emergiram com a transição nutricional. Assim, é urgente o desenvolvimento de estudos que busquem a melhoria do cardápio alimentar da população, sem interferir de maneira abrupta sobre a diversidade de alimentos que o compõe, mas sim, sobre a qualidade nutricional dos mesmos. Levando em consideração a possibilidade de oferecer alimentos usuais, melhorados nutricionalmente, bem como, a situação socioeconômica do País, tem se buscado o uso de ingredientes alternativos com bom potencial nutritivo e de baixo custo, para melhorar alimentos já consolidados na dieta do indivíduo (MONTEIRO, 2000).

2.1.1 Macarrão na merenda escolar

O macarrão está sendo cada vez mais consumido nas merendas escolares por não apresentar nenhuma rejeição. Pesquisas realizadas pela ABIMA (Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias), mostram que a aceitabilidade do macarrão é quase 100%, ou seja, quase todas as crianças gostam de macarrão. Isso se deve a sua mastigabilidade, além do valor nutricional. A proteína do próprio trigo, quando associada a uma proteína animal, como carne ou peixe, proporciona uma alimentação nutricionalmente completa. Por isso que as nutricionistas sempre procuram incluir o macarrão na alimentação escolar (ABIMA, 2007).

Em termos de mercado, o Brasil está entre os cinco maiores produtores de macarrão do mundo, e é o 2º maior consumidor desta pasta, que já faz parte até da cesta básica dos brasileiros. De acordo com dados da ABIMA (2007), o consumo per capita de macarrão é, em média, de 5,7Kg no País, o qual vem crescendo de forma expressiva nos últimos anos. No entanto, em termos de valor nutricional, este alimento é deficitário, uma vez que se destaca pela sua riqueza em carboidratos e deixa a desejar em termos de quantidade e qualidade protéica.

2.2 Importância das proteínas como fonte de suplementação

As proteínas são chamadas também de prótidos ou protídios. O termo vem do grego e significa “de primeira importância”. Sendo assim, as proteínas foram os primeiros nutrientes a serem considerados essenciais para o organismo (BORSOI, 2001).

São macromoléculas presentes em todas as células dos organismos vivos, e formadas por combinações de vinte aminoácidos em diversas proporções, sendo unidos entre si por ligações peptídicas (SMITH, 1982).

As proteínas são úteis à formação dos tecidos novos do corpo, sendo chamadas de nutrientes de construção ou plásticos. São portanto, indispensáveis para o crescimento e manutenção da vida, cumprindo funções estruturais, reguladoras, de defesa e de transporte nos fluidos biológicos (LAJOLO & TIRAPEGUI, 1998; BORSOI, 2001).

De acordo com OLIVEIRA et al. (1982), as proteínas funcionam como biocatalisadores, controlando processos como crescimento, digestão, absorção, transporte e metabolismo e são importantes na manutenção da pressão osmótica do sangue e de outros fluidos, e na formação de anticorpos para a defesa imunológica, funcionando, ainda, como elementos estruturais como a pele, ossos, e músculos.

Alguns aminoácidos podem ser sintetizados no organismo a partir de precursores, e são classificados como aminoácidos dispensáveis: alanina, ácido aspártico, ácido glutâmico e a asparagina. No entanto, outros aminoácidos existentes não podem ser sintetizados no organismo em quantidades suficientes, estes são chamados de aminoácidos indispensáveis e devem ser fornecidos através da alimentação (ANGELIS, 1999).

Os aminoácidos essenciais são: treonina, triptofano, histidina, lisina, leucina, isoleucina, metionina, valina, fenilalanina e, condicionalmente, a arginina. A falta destes aminoácidos no organismo ocasiona alterações nos processos bioquímicos e fisiológicos e na síntese protéica, resultando em balanço nitrogenado negativo, em crianças provoca diminuição do crescimento, perda de peso e profundas alterações bioquímicas (LAJOLO & TIRAPEGUI, 1998; ANGELIS, 1999).

O conceito de necessidades de proteínas e aminoácidos tem sido objeto de muitas discussões, e vem sofrendo modificações ao longo do tempo. De acordo com ANGELIS (1999), a necessidade de uma proteína é a quantidade que deve ser ingerida em um

determinado período de tempo para contrabalançar os gastos orgânicos neste período. Neste contexto, LAJOLO & TIRAPGUI (1998), assinalam que, de um modo geral, as necessidades de proteínas representam quantidades específicas para a manutenção da saúde em indivíduos normais. E para se garantir essa necessidade, é fundamental que estejam satisfeitas, também, as necessidades energéticas do organismo.

2.3 Massas Alimentícias

Entende-se por massas alimentícias qualquer massa preparada com material proveniente do trigo (farinha ou semolina) que não seja fermentada, salgada ou arejada e que seja amassada a frio ou a quente com ou sem adição de outros ingredientes para colorir-la ou aromatizá-la (LEITÃO, 1990).

Embora a Itália sempre seja lembrada como o país das massas alimentícias (macarrão), hoje a sua produção e consumo ocorre na maioria dos países do planeta e vem aumentando continuamente. Algumas das razões do aumento de consumo, e conseqüentemente de produção, são a relativa simplicidade do processo de fabricação, a estabilidade durante o armazenamento, o custo relativamente baixo e a facilidade de preparo doméstico, além de ser um alimento saboroso podendo ser preparado de diversas formas (LEITÃO, 1990).

No Brasil, o consumo de massas alimentícias ganhou impulso graças a influência dos imigrantes europeus, principalmente italianos, sendo hoje consideradas um dos itens do hábito alimentar dos brasileiros. É consumida nas mais diversas regiões do território nacional e por todas as classes sociais (LEITÃO, 1990).

A produção de massas alimentícias em escala industrial teve início no começo do século XX com o desenvolvimento de misturadores, amassadores, extrusores hidráulicos e cabines de secagem. Na década de 30, foram desenvolvidos os extrusores contínuos e mais tarde os secadores contínuos (LEITÃO, 1990).

2.3.1 Características e funções dos ingredientes

As massas alimentícias são produzidas basicamente a partir do material farináceo provenientes do trigo e água. Outros ingredientes tais como: ovos, β - caroteno, extrato de espinafre, etc, são normalmente utilizados para melhorar as características reológicas da massa, melhorar a cor ou para elevar o valor nutritivo do produto final.

As características e funções dos ingredientes para massas alimentícias, de acordo com estudos já feitos por PORTES, 1951; HUMMEL, 1966; WALSH GILLES, 1974; LEITÃO, 1990; DONELY, 1991; MILATOVIC & MONDELI, 1991 podem ser assim descritas.

2.3.1.1 Farinha de Trigo

O principal material farináceo para a produção de massas alimentícias é a semolina, obtida da moagem do trigo “*Ambar durum*” . A semolina obtida da moagem desse cultivar deverá ser a mais uniforme possível e com isso permitirá a obtenção de um produto de boa qualidade. No Brasil, o cultivar do trigo “ *Ambar durum*” não é utilizado devido principalmente aos fatores climáticos e portanto, a moagem de trigo é efetuada de outros cultivares que não sejam a da cultivar “*Ambar durum*”. É comum encontrarmos três tipos de farinha: farinha de trigo integral, farinha de trigo especial e farinha de trigo comum (LEITÃO et al.; 1993).

Para a elaboração de massas no Brasil, a farinha especial de trigo é a mais usada devido as suas características. É muito importante conhecer as características e componentes do material farináceo. Dentre estes componentes está o glúten (LEITÃO et al.; 1993).

O glúten é uma substância nitrogenada contida na farinha de trigo. É de constituição bastante análoga aos albuminóides, porém com menos oxigênio e carbono e sem indícios de enxofre e fósforo. É separado dos componentes da massa por meio de lavagem com água salina, utilizada para a separação do amido de alguns outros elementos. O resíduo

remanescente é normalmente de cor pardo-cinzenta, sendo muscilaginoso, constituído de matéria de albuminóides.

Sabe-se que o glúten é formado principalmente de dois albuminóides: a gliadina, albuminóide solúvel em álcool, e a glutenina, albuminóide insolúvel em álcool, mas solúvel em soluções ácidas-básicas diluídas. A composição média do glúten em base seca é: gliadina (43%), glutenina (39%); outras proteínas (4,4%); lipídeos (2,8%); açúcares (2,1%); amido (6,4%); celulose e material mineral traços (KENT, 1984).

Portanto, o glúten é constituído basicamente pela gliadina e glutenina, e quando a farinha é misturada a água, há formação de uma rede protéica, que possui propriedades viscoelásticas, que confere condições desejáveis para a produção de massas alimentícias, propiciando uma forma estável ao produto final, que não deverá quebrar durante o processo de secagem. Deve-se ressaltar um ponto importante para a produção de massas alimentícias o teor e a qualidade do glúten (LEITÃO et al., 1993).

Um material farináceo com alto teor de glúten e boa qualidade, hidrata-se uniformemente e, durante a mistura, produz massas alimentícias mais fortes e elásticas. Essas massas apresentam um volume adequado após o cozimento, não deixam muito resíduo na água de cozimento e se mantêm firmes quando deixadas em água quente. Por outro lado, uma massa alimentícia com um conteúdo de glúten baixo e uma qualidade de glúten fraca vai dar origem a um produto final deficiente em algumas de suas características. Um material farináceo com um conteúdo muito elevado de glúten pode apresentar problemas, pois neste caso terá que haver um processamento com baixa absorção de água, o que normalmente provoca a descoloração do produto e a sua superfície se torna mais áspera. Portanto, para a produção de massas alimentícias de boa qualidade, o material farináceo deverá ter um bom conteúdo de glúten aliado à sua boa qualidade (CIACCO, 1982).

As características requeridas para uma farinha de trigo de boa qualidade são: umidade abaixo de 14%, teor de proteínas de 11 a 14%, glúten forte (elástico e pouco extensível), baixo teor de cinzas, baixa atividade de α -amilase, tem que ser livre de partículas de germe e farelo e com granulometria uniforme (ausência de finos).

2.3.1.2 Água

Para a indústria de massas alimentícias, a água é de interesse sob dois aspectos importantes: como matéria-prima para a fabricação de massa e para servir como “acessório” (ANTOGNELLI, 1980 ; PORTESI, 1957).

A água deve ser limpa, inodora, incolor e neutra. Os sais que pode conter são de natureza diversa como, sais de cálcio e magnésio, sob forma de carbonatos e bicarbonatos, cuja característica principal é alcalinidade. Quando estes sais estão em excesso, originam produtos de mau gosto e, ao mesmo tempo, de coloração escura. As águas ricas em substâncias orgânicas são danosas , pois tendem a escurecer o produto. Devem ser evitadas águas superficiais sujeitas à infiltração de resíduos de substâncias de origem animal e vegetal (ANTOGNELLI, 1980; CIACCO, 1982; CHANG, 1982; HUMMEL, 1966; PORTESI, 1957).

As funções da água são: dissolver os ingredientes solúveis, hidratar os componentes da farinha assegurando a formação do glúten, e controlar a consistência da massa.

A água usada para o processamento de massas alimentícias não deve deixar, ao se evaporar, um resíduo seco superior a 400-500 mg/litro e não deve ultrapassar os seguintes limites em miligramas, conforme quadro 1 a seguir:

Quadro 1: Resíduo seco da evaporação da água dado em miligramas

Carbonato de cálcio e magnésio	180-220 mg
Sulfato	70-90 mg
Silicato	25-30 mg
Nitrato e nitrito	5-10 mg
Cloreto	5-10 mg
Matéria orgânica	10-40 mg

A temperatura da água durante a mistura é outro fator importante na confecção de massas alimentícias. No processo descontínuo recomenda-se temperaturas de 40° a 60°C.

A semolina com granulação mais fina deve ser misturada à temperaturas mais baixas que aquelas com maior granulação. Neste tipo de equipamento, a água morna propicia não só uma massa mais macia e fácil de extrusar, como também realça a cor amarela (CIACCO & YOON, 1986).

Em extrusores contínuos, o calor gerado durante a mistura não é dissipado, e assim é possível usar água a temperatura ambiente durante a mistura. Neste caso, a água morna não é recomendada (CIACCO & YOON, 1986).

2.3.1.3 Ovos

Primeiramente, os ovos eram apenas empregados em escala caseira, onde a quantidade de ovos a ser adicionada era arbitrária e, posteriormente, com a evolução da tecnologia, passaram a ser empregados em escala industrial (ANTOGNELLI, 1980; PORTESI, 1957).

A adição de ovos interfere na qualidade da massa nos seguintes aspectos:

- aumenta o valor nutritivo por ser um ingrediente rico em proteínas;
- modifica o sabor das massas alimentícias, tornando-as de paladar mais agradável;
- colabora para uma coloração mais satisfatória do produto (ANTOGNELLI, 1980).

O ovo apresenta a seguinte constituição: casca, albúmen ou clara, gema ou amarelo do ovo.

A casca ou invólucro externo é calcárea, porosa, permeável ao gás, de cor branca, às vezes mais ou menos escura. Seu peso varia de 5 a 8 gramas e representa cerca de 10-11% do peso total. É constituída de carbonato de cálcio (94%); carbonato de magnésio (1,5%); fosfato de cálcio e magnésio (0,7%) e substâncias orgânicas (4,1%) (PORTESI, 1957).

A membrana também conhecida por membrana testácea é constituída de duas películas muito finas, uma aderente à parte interna da casca e a outra envolvendo o albúmen. Quando o ovo é fresco, as duas películas aderem entre si, por toda a superfície e, quando envelhece, perde por evaporação uma parte da água que constitui o albúmen e numa das extremidades as duas películas se destacam, formando uma cavidade conhecida como câmara de ar (ANTOGNELLI, 1980).

A clara ou albúmen é constituída por 3 extratos de densidades diferentes de solução aquosa de albumina, sem sabor, inodora. O seu peso varia de 30 a 40 gramas e representa cerca de 60% do peso do ovo. A constituição média da clara é: água (73-74%); substâncias nitrogenadas (13%); substâncias graxas (0,25%), substâncias orgânicas não nitrogenadas (0,87%); sais minerais (0,6%).

A gema é a parte mais interna do ovo e está contida em uma membrana conhecida como túnica vitelina. Apresenta uma coloração que varia de amarelo intenso ao amarelo pálido, de acordo com a alimentação da ave. Seu peso oscila entre 17,5 a 18,0 gramas e representa cerca de 30% do peso total do ovo. Sua constituição média é a seguinte: substância protéica (16-18%); substâncias graxas, em maior parte a lecitina (28 a 30%); água (51-54%) substância orgânica não nitrogenada (1%), sais minerais (1,2%) (PORTESI, 1957).

Com referência à adição de ovos, esses podem ser adicionados à massa como ovos frescos pasteurizados (são naturalmente considerados melhores), congelados, ou como ovos desidratados. A quantidade de ovos que deve ser adicionada à massa é variável de um país para outro, conforme a legislação vigente. No Brasil, a legislação estabelece uma adição de, no mínimo 3 ovos inteiros (clara e gema) por quilo de farinha ou em média 135 gramas de ovo (LEITÃO, 1990).

2.4 Processamento do macarrão

Basicamente, o processo de produção de massas alimentícias consiste na mistura, amassamento e extrusão de uma dispersão de água e farinha (CIACCO & YOON, 1982).

Até cerca de 1935, a maioria das massas alimentícias eram feitas por processos descontínuos. Nestes processos, a massa era misturada em lotes, amassadas em gramolas e extrusadas em prensas hidráulicas. Na década de 1930 surgiram os extrusores contínuos e mais tarde, os secadores contínuos foram desenvolvidos. Hoje em dia, a maioria das plantas existentes operam pelo processo contínuo (CIACCO & YOON, 1992).

Independente do processo ser contínuo ou descontínuo, a produção de massas alimentícias inclui as seguintes etapas: preparação da matéria-prima, hidratação e homogeneização, amassamento e trefilação, seccionamento, secagem, empacotamento e armazenamento (CIACCO & YOON, 1982).

As fases acima mencionadas determinam a produção de massas alimentícias no estado fresco, devendo-se acrescentar a operação de secagem para obtenção de massa alimentícia seca (PORTESI, 1957).

2.4.1 Preparação da matéria-prima

É uma norma generalizada proceder à limpeza das farinhas antes da elaboração do produto. Tal medida é sugerida por razões higiênicas, bem como por razões de ordem técnica. Não obstante os cuidados que se possa ter nos moinhos, antes do processamento da moagem do trigo, o material farináceo ainda pode conter fiapos ou fibras provenientes de sacos, ou outros materiais estranhos à farinha. É perfeitamente compreensível que a presença de tais materiais estranhos possa provocar defeitos de fabricação nas massas alimentícias, tanto de ordem técnica, como de ordem higiênica. Por isso, a operação de repasse do material farináceo deve ser uma norma obrigatória em todas as indústrias de massas alimentícias. Essa operação é efetuada normalmente por meio de um vibrador provido de tela metálica, que permite a passagem do material farináceo, enquanto as impurezas e outros materiais estranhos são retidos na superfície da peneira (LEITÃO, 1990).

2.4.2 Hidratação e homogeneização

Deve-se dizer que a etapa de hidratação e homogeneização, são operações muito delicadas, pois caso feitas sem precisão, podem comprometer o êxito do produto final. Nesta primeira fase da elaboração, podem ser distinguidas duas reações básicas que tem papel importante na tecnologia de massas alimentícias.

- Reação de hidratação das proteínas do glúten
- Reação de hidratação do amido

A primeira reação coloca o material farináceo em contato com a água, enquanto a segunda desempenha um papel de primeiro plano sobre o andamento do processo no pastificio e sobre a qualidade do produto final.

Deve-se considerar que a operação de hidratação e homogeneização pode ser reunida em uma única fase e que no material farináceo, uma vez hidratado, há necessidade que se faça a homogeneização com a finalidade de uma melhor incorporação da farinha com a água (CIACCO & YOON, 1982).

- ***Natureza do material farináceo***

Uma farinha de trigo tem um poder de absorção de água superior à absorção de água de uma semolina. Enquanto a semolina absorve uma quantidade média de 25 litros para cada 100 quilos, a farinha em condições idênticas, absorve de 28 a 32 litros de água. No material farináceo, o processamento, quando sob influência de calor e água, ocorre um intumescimento do amido. A semolina do trigo “*Âmbar durum*” tem um poder de intumescimento e retenção de água mais forte do que a farinha de trigo de outros cultivares, razões pela qual a indústria de massas alimentícias dá preferência para trabalhar com a semolina do “*Âmbar durum*” onde é cultivado (LEITÃO, 1990).

- ***Granulometria do material farináceo***

A granulometria do material farináceo tem efeito significativo sobre a absorção de água. Pode-se afirmar que o tamanho dos grânulos influi sobre a propriedade de absorção e retenção de água de um material farináceo. A farinha de trigo absorve mais água que a semolina de trigo “*Âmbar durum*”. Porém esta última, uma vez hidratada, retém a água com mais intensidade do que a farinha devido às dimensões dos seus grânulos (LEITÃO, 1990).

- ***Teor e qualidade do glúten***

Para o processamento de massa alimentícia de qualidade, deve-se ter um material farináceo que apresente um equilíbrio entre teor de glúten e sua qualidade, isto é, que apresente um bom teor e uma boa qualidade (FERREIRA, 2000).

A finalidade da hidratação é a de colocar em contato íntimo o material farináceo e água, enquanto a homogeneização tem por finalidade contribuir para uma melhor interação

do material farináceo com a água. Essas operações requerem precisão rigorosa e dependem dos seguintes fatores:

- Natureza e composição da matéria prima
- Quantidade da água empregada
- Estado hidrométrico do ambiente

Por matéria-prima farinácea entende-se a semolina do trigo “*Âmbar durum*” e farinha de trigo de outras cultivares de trigo (GARCIA, 1990).

Quanto ao estado hidrométrico do ambiente, sabe-se que este exerce influência no processamento das massas alimentícias, principalmente no tocante à quantidade de água a ser usada e, conseqüentemente, na operação de secagem (LEITÃO, 1990).

2.4.3 Amassamento e trefilação

Estas duas etapas, que podem ser reunidas em uma só, consistem em levar a massa formada através de uma rosca sem fim, normalmente de aço inoxidável, ao encontro da matriz, onde se dará a extrusão da massa no formato desejado pelo operador. Convém salientar que, normalmente, na parte do terço final da rosca sem fim é aplicado vácuo, o qual tem a finalidade de dar uma melhor uniformidade à massa, antes de ser extrudada através da matriz e ser submetida ao processo de secagem (LEITÃO, 1990).

No amassamento ocorre a formação de um sistema coloidal complexo, envolvendo lipídios, amidos, açúcares, minerais, proteínas, etc, que é responsável pelas características viscoelásticas necessárias para a produção de massas alimentícias (MATZ, 1970).

A moldagem é muito importante para a obtenção de um produto de boa qualidade. Nesta etapa, o aspecto exterior é desenvolvido e o produto adquire a forma que se conserva até o fim do processamento, sem que ocorra deformações ou rachaduras.

Geralmente as massas alimentícias são moldadas por prensagem através de uma rosca sem fim que conduz a massa pelo “ canhão” do extrusor (cilindro de aço) em cuja extremidade existe um molde (matriz ou trefila).

Circulando o cilindro existe uma camisa por onde circula a água fria com a finalidade de manter a temperatura da massa a ser extrusada próxima de 50° C.

As matrizes de bronze revestidas com teflon na superfície de extrusão propiciam um macarrão com superfície lisa e brilhante e são melhores que as matrizes de aço inoxidável, que além do alto preço, propiciam um macarrão com textura e cor inferiores devido a má condução do calor pelo aço (LEITÃO, 1990).

2.4.4 Matriz

Todos ou quase todos os produtos de massas alimentícias são extrudados e esta extrusão se faz por meio da passagem da massa por uma matriz (HUMMEL, 1966). Portanto, o produto pronto tem a sua aparência influenciada pela superfície interna da matriz. Até recentemente, a maioria das matrizes usadas para a confecção de massas alimentícias era feita de bronze. Uma boa matriz de bronze tem capacidade de extrusão uniforme, resultando em um produto razoavelmente bom e com coloração aceitável. Entretanto, as matrizes de bronze são relativamente moles e tendem a se desgastar com o uso prolongado, apesar de serem resistentes ao efeito corrosivo da massa e da água.

Novas matrizes têm sido introduzidas, utilizando-se de uma camada de Teflon na superfície de extrusão, a qual prolonga a vida útil da matriz trazendo também melhoria para a qualidade do produto acabado. A matriz de bronze com camada de Teflon apresenta um menor coeficiente de atrito no macarrão e este apresenta uma superfície lisa e mais brilhante. Alguns produtores de massas alimentícias utilizam, em seus equipamentos, matrizes de aço inoxidável que têm como vantagem permanecer mais tempo sem se desgastar, quando comparadas com outros tipos de matrizes. As desvantagens estão em relação ao alto preço do aço inoxidável, além de ser mal condutor. Com isso, o calor gerado durante a operação do processamento fica retido e, conseqüentemente, o produto extrudado se apresenta com uma textura e cor pobres (LEITÃO, 1990).

2.4.5 Seccionamento

O seccionamento compreende as operações de ventilação, corte e distribuição das massas alimentícias sobre dispositivos adequados para secagem.

A ventilação é feita imediatamente após saída da trefila. Provoca uma secagem superficial que impede a aderência da massa extrudada além de facilitar o corte do produto.

O corte das massas longas é feito através de um aparelho seccionador especial que as corta após a moldagem em peças pouco superior a 1 m de comprimento e que são aparadas antes da secagem.

Para o corte das massas curtas, divisores especiais são acoplados às trefilas. O corte é feito por lâminas que giram com velocidades variáveis, dependendo do tamanho da massa desejada, na superfície da trefila.

Em geral, as massas longas são penduradas e distribuídas uniformemente em barras horizontais e as massas curtas são colocadas em bandejas para serem transportadas para o secador (PIZINATTO, 1993).

2.4.6. Secagem

O teor de umidade da massa emergindo da trefila é de 29 a 31%. O objetivo da secagem de massas alimentícias é reduzir a umidade para cerca de 12,5%, tornando o produto mais estável durante o armazenamento (CIACCO & YOON, 1982).

Esta etapa da fabricação de massa alimentícias é considerada crucial tanto do ponto de vista de qualidade, como do econômico (CIACCO & YOON, 1982).

O desvio do regime no processo de secagem, das condições ótimas, pode prejudicar os resultados da operação. A secagem muito rápida pode provocar tensões no produto, causando fissuras, rupturas e outros defeitos físicos que comprometam a sua qualidade. Por outro lado a secagem lenta pode causar a aceleração dos processos microbiológicos e bioquímicos que podem não só elevar a acidez do produto como também, danificá-lo por completo.(CIACCO & YOON, 1982). Além disso, uma secagem lenta implica num menor rendimento do produto acabado.

Durante a secagem, a temperatura, umidade relativa e a velocidade do ar devem ser cuidadosamente controladas. O controle de tais parâmetros proporciona uma secagem rápida sem que a qualidade seja comprometida.

Considerando as transformações que ocorrem no produto, podemos dividir a secagem em três etapas distintas.(CIACCO & YOON, 1982).

(1) pré-secagem

(2) repouso

(3) secagem

- *Pré –secagem*

Durante a pré-secagem, a massa moldada é colocada em contato com o ar quente com umidade relativa em torno de 65% e com temperaturas que variam de 50° a 60° c, dependendo da forma da massa. Nestas condições, o teor da umidade cai de 30% para 18-19%. As características plásticas do produto (> 20% de umidade) Propiciam uma secagem rápida (2-3 horas) que minimiza o desenvolvimento de microorganismos e atividade enzimática indesejável. Além disso, a pré-secagem estabiliza a rede do glúten, torna a estrutura da massa rígida possibilitando o manuseio, inibe o escurecimento enzimático na superfície e reduz o tempo de secagem total (CIACCO & YOON, 1982).

- *Repouso*

No início da pré-secagem a umidade migra da camada interior da massa, através de canais capilares, na mesma velocidade que evapora da superfície. Após determinado período, a migração interna diminui e a umidade concentra-se no interior do produto. Inicialmente, este gradiente não é muito grande e as tensões desenvolvidas, devido a plasticidade do produto, são absorvidas.

Entretanto, a medida que a umidade vai diminuindo, as tensões vão aumentando e a camada externa da massa, endurecida, perde a plasticidade e pode se trincar. Assim, é necessário, a partir de uma determinada umidade (18- 19%), deixar a massa em repouso.

Na etapa de repouso, a circulação do ar é desligada e a umidade relativa é mantida em torno de 95-100%. Nestas condições não ocorre evaporação de água e o gradiente de umidade entre o interior e exterior é minimizado (CIACCO & YOON, 1982).

- *Secagem final*

No estágio de secagem final, a umidade diminui de 18-19% para 13-12,5%. Durante a secagem final, devido as características elásticas do produto, é necessário manter o gradiente de umidade entre o interior e exterior menor que 1%. Este estágio é o mais prolongado de toda operação de secagem.

As condições de secagem variam para os diferentes tipos de massas alimentícias. Geralmente, as massas longas são de mais difícil manuseio e requerem tempo de secagem maiores que os produtos curtos.

Durante a secagem final é necessário um controle periódico da umidade do produto que está sendo seco. Isto porque, a velocidade de secagem é reduzida drasticamente para umidade abaixo de 12-12,5%, tornando o processo, a partir deste ponto anti-econômico (CIACCO & YOON, 1982).

2.4.7 Empacotamento e armazenamento

As massas alimentícias são geralmente embaladas em pacotes ou caixas de celofane, polietileno, cartolina e etc. As embalagens para os pacotes e as caixas podem ser pré-fabricadas ou formadas na própria máquina empacotadora. Atualmente, as empacotadoras modernas são munidas de balança, soldadora automática e também, de sistema de controle eletrônico para verificar o peso (CIACCO & YOON, 1982).

As embalagens devem ser de fácil manuseio, atraentes e adaptadas ao produto embalado. Em geral, as massas alimentícias são embaladas em pacote de 250, 500, 1000 g. Em alguns países, a venda de certos produtos (massas curtas) à granel tem se expandido devido ao menor preço. Na Itália onde o espaguete é consumido em grandes quantidades, este é comercializado em caixas de papelão contendo de 5 a 10 kg do produto.(CIACCO & YOON, 1982).

A embalagem das massas alimentícias curtas não apresenta muitos problemas. Antes da embalagem, as massas curtas podem ser armazenadas por um período curto em depósito ou silos, arranjados de modo a facilitar a alimentação da máquina empacotadora. Os produtos armazenados em silos são transportados por meio de correias transportadoras

para a máquina empacotadora que é munida de balança, soldadora e verificador de peso (CIACCO & YOON, 1982).

As massas longas têm vida de prateleira idêntica às massas curtas, porém neste caso, prefere-se o armazenamento após a embalagem final. O armazenamento de massas longas a granel é problemático devido à possibilidade de quebras. Entretanto, uma vez embaladas, a possibilidade de quebra é minimizada. As massas longas, após a secagem, passam pela máquina cortadora, de tipo serrote, que as cortam em tamanhos adequados para serem embaladas. Após o corte, estas massas são enviadas para a máquina empacotadora por meio de transportador de correia (CIACCO & YOON, 1982).

As massas alimentícias podem ser conservadas por longo tempo quando armazenadas em condições propícias. Devido as suas características higroscópicas, os produtos com cerca de 12% de umidade devem ser mantidos em depósitos com umidade relativa ao redor de 65%. (CIACCO & YOON, 1982).

2.5 Produto Pronto

A massa alimentícia (macarrão) é um produto tradicionalmente consumido em alguns países da Europa, notadamente na Itália. Atualmente, a demanda pelo consumo também vem se expandindo em países de outros continentes, tais como Estados Unidos, Japão e Brasil (MILATOVIC, 1984).

Algumas das razões do crescimento do mercado e conseqüente aumento da produção industrial são o custo relativamente baixo do produto e a facilidade de preparo para o consumo. Portanto, do ponto de vista de qualidade, sabe-se que o produto final (massas alimentícias) depende das características de seus principais componentes (farinha de trigo, água, aditivos) e das condições de processamento e secagem. Daí, sob a designação de massas alimentícias, entende-se toda e qualquer massa preparada de farinha, ou semolina de trigo, que não é fermentada, nem salgada ou arejada e que seja amassada a frio ou a quente, com ou sem adição de outros ingredientes para colori-la ou aromatizá-la (BAR, 1972).

As massas alimentícias têm diversos formatos e podem ser do tipo comprido como espaguete e do tipo cortado como, por exemplo, tipo cotovelo. Ainda podem ser do tipo comum ou especial, conforme os ingredientes que as constituem (GARCIA, 1990).

2.5.1 Características de uma boa massa alimentícia

A massa alimentícia deve ser bem seca, sendo que o seu teor de umidade, para não prejudicar a conservação deve ser ao redor de 12 a 13%, pois tem a possibilidade de se manter íntegra em suas características químicas por um longo período de tempo. Além do fator umidade devem ser consideradas outras características, tais como (PORTESI, 1951; HUMMEL, 1966; WALSH, 1974; CIACCO, 1986):

- organolépticas: aspecto, cor, sabor, odor e textura
- químicas: cinzas, acidez

O formato deve-se apresentar uniforme, tanto em seu comprimento, como em seu diâmetro. As massas alimentícias não devem apresentar rugosidade ou pontuações. As alterações do formato podem ser por várias causas, a saber:

- emprego excessivo do calor, causando contrações desiguais
- imperfeições na matriz, por causa do uso excessivo
- imperfeições na regulação na maquinaria.

Além desses aspectos, as massas alimentícias devem ser translúcidas, dotadas de uma certa elasticidade e lisas.

- *Odor*: uma massa alimentícia confeccionada com material farináceo de trigo de boa qualidade e sadio, trabalhada e secada em condições normais, não deverá apresentar qualquer odor estranho

- *Sabor*: o produto deverá ser agradável quando a massa for provada crua. Tal prova deve lembrar um sabor levemente adocicado, que é típico de uma massa bem confeccionada

- *Cinzas*: essa característica está ligada à coloração que a massa alimentícia apresenta quando no estado cru. Sabe-se que, quanto maior o teor de cinzas de um material farináceo,

mais escura será a coloração da massa alimentícia pronta. Uma massa alimentícia de boa qualidade deverá apresentar um teor de cinzas entre 0,5 a 0,7% em base seca.

- *Acidez*: durante a operação e processamento de massas alimentícias não se verifica nenhuma variação substancial no conteúdo de proteínas e de cinzas. O mesmo não ocorre em relação à acidez. Deve-se lembrar que a diferença de acidez entre a matéria-prima e o produto pronto, mesmo que o processamento seja conduzido com perfeição, não deverá ser superior a 10% da acidez inicial. Uma variação além desse limite deve ser considerada como um sinal de alarme, o que vale a dizer que deve ter havido algum problema durante a operação de processamento.

Quando a acidez supera tal limite no produto terminado representa verdadeiramente um dano irreparável do ponto de vista organoléptico e higiênico e, conseqüentemente, do ponto de vista comercial.

A acidez na farinha de trigo tende a aumentar com o tempo de armazenamento em função das condições de umidade e temperatura. Quanto mais irregulares forem estas condições maior será a acidez titulável do produto final. Quanto maior a acidez, menor será a qualidade da farinha de trigo, e se utilizada como matéria-prima interfere diretamente no produto final.

A acidez titulável mede a degradação de compostos da farinha de trigo, como: amido, proteínas e triglicerídeos. Esta degradação é em função da atividade enzimática e reações químicas causadas por condições irregulares das condições citada acima, e em alguns casos presença de atividade microbiana (ABIMA, 2005).

2.6 Valor nutritivo das massas alimentícias

De acordo com relatos técnicos já publicados, 1 kg de massas alimentícias pode suprir as necessidades energéticas diárias de um homem, com 3200 a 3600 calorias. Isso não significa, do ponto de vista nutricional, que as massas alimentícias sejam um alimento completo ou bem balanceado. Sabe-se que as massas alimentícias tem como matéria-prima principal a farinha proveniente da moagem do grão de trigo. Este tem deficiência em certos aminoácidos essenciais, como a lisina e a treonina. Com isso, a qualidade de sua proteína é algo inferior. Por outro lado, o consumo de massas alimentícias, é sempre feito com a

adição de algum ingrediente, como molho de tomate, queijo, carne, etc. Pode haver uma tendência de uma melhor distribuição em torno de energia de carboidratos, lipídeos e proteínas. Por sua vez, a qualidade da proteína de uma massa alimentícia, quando agregada dos ingredientes acima mencionados, tem tendência de uma certa melhoria (CIACCO, 1982).

Por outro lado, as massas alimentícias se apresentam com certa deficiência em certas vitaminas como a niacina, a tiamina e a riboflavina. Isso se deve ao fato de que são produzidas a partir da farinha de trigo proveniente da moagem. Como essas vitaminas que se localizam na parte periférica do grão se perdem da farinha na fase de peneiragem. (WALSH & GILLES, 1974; CIACCO & YOON, 1986).

Porém a deficiência de vitaminas em massas alimentícias tende a deixar de existir pela sua adição durante o processamento do produto (massa alimentícia). As quantidades adicionadas durante o processamento, devem ser maiores que as exigências nutricionais, pois parte destas vitaminas tende a se perder na água de cozimento (CIACCO & YOON, 1986).

2.7 Fontes de proteínas e vitaminas

De acordo com SASSON (1993), as pesquisas realizadas sobre massas mostram uma preocupação em melhorar suas qualidades nutritivas, culinárias e organolépticas. A produção de massas a partir de matérias-primas mais diversificadas torna o produto mais nutritivo e com qualidades gustativas aceitáveis por um número cada vez maior de consumidores.

O enriquecimento e a fortificação das massas com substância ricas em proteínas vegetais, vitaminas e sais minerais, aumenta seu valor nutritivo. Com o avanço da química e dos processos industriais de fabricação de suplementos dietéticos, a indústria de alimentos dispõe de vitaminas, minerais e aminoácidos sintéticos para a maioria das necessidades de restauração e de fortificação nutricional. Conforme PAIXÃO (1998), a incorporação de nutrientes em alimentos básicos, deficientes é um caminho que tem tomado grande evidência em função dos aspectos favoráveis, como por exemplo, a facilidade no controle da produção de alimentos enriquecidos.

Para a fortificação da massa alimentícia com proteínas, utilizou-se da substituição parcial da farinha de trigo por soro de leite em pó, extrato de levedura e farinha de soja desengordurada (BAR, 1972).

Assim o macarrão enriquecido contribui para um aumento do consumo de proteínas da população em geral. Além disso comparando-se com o macarrão original (farinha de trigo, água e ovos), a relação custo-benefício de uma massa enriquecida é maior (FERREIRA, 2000).

2.7.1 Soro de Leite

O soro de leite é um subproduto da indústria de laticínios resultante, principalmente, da produção de queijo. É um líquido quase opaco e de cor tendendo ao verde, que contém proteínas de alto valor nutritivo, aproximadamente metade dos sólidos totais do leite, muitos com significativo valor nutricional, e apresenta boas propriedades funcionais (MAWSON, 1994; ZADOW, 1986).

O soro pode ser definido como a porção aquosa que se separa do coágulo durante a fabricação convencional do queijo ou manufatura da caseína. Consiste em aproximadamente 85 a 90% do volume do leite usado para a transformação em queijo e retém cerca de 55% dos nutrientes do leite (MIZUBUTI, 1994).

ZALL (1984) define o soro como o fluido obtido pela separação do coágulo do leite integral, creme ou leite desengordurado. O soro é um diluente líquido que contém lactose, proteínas, minerais e traços de gordura e contém aproximadamente 6% de sólidos totais, dos quais 70% ou mais é lactose e 0,7% é proteína.

Segundo ZALL (1984), a produção mundial anual de soro é de aproximadamente 130 milhões de toneladas por ano, com a produção de queijo aumentando anualmente a taxa de 3%.

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Queijo (ABIQ), o Brasil produz um total aproximado de 900 mil toneladas por ano de queijo (RUBEZ, 1998). Considerando-se que o soro representa 90% do volume de leite gasto para produzir 1 kg de queijo, pode-se deduzir que são gerados, em média, aproximadamente 7,2 milhões de toneladas anuais de soro.

A composição do soro depende não somente do tipo de produto elaborado (queijo, caseína), mas também do sistema de membranas utilizado, sua configuração, condições de operação e do total de sólidos do processado (ZADOW, 1984).

Na Tabela 1 é apresentada a composição média do soro de leite.

Tabela 1 – Composição média dos principais componentes do soro lácteo.

Componente	Teor (%)
Água	93,4
Lactose	4,60
Proteína	0,70
Cinzas	0,65
Cálcio	0,10
Fósforo	0,08
Gordura	0,05
Outros	0,42

Fonte: Modificado de MIZUBUTI, 1994

Por meio de vários processos, o soro pode ser seco e utilizado como alimento animal, ou aditivo alimentar, ou pode ser convertido em produtos químicos, combustíveis e outros produtos por fermentação. Um dos maiores obstáculos da utilização do soro é a grande quantidade de lactose presente, a qual contribui para sua baixa solubilidade, baixo poder adoçante e sua pobre digestibilidade quando utilizado como alimento. A lactose também é pouco fermentável quando comparada a outros açúcares (YANG & OKOS, 1989).

O soro pode ter basicamente três destinos principais. O primeiro é o seu processamento até produtos diversos, incluindo o soro de leite em pó, bebida láctea, ricota, concentrado protéico, formulações de alimentos infantis, iogurte, doce de leite, alimentos dietéticos, sopas, molhos, produtos de panificação, confeitarias, sorvetes e bebidas, molhos de carne e salsichas, entre outros. O segundo seria o seu uso na alimentação animal, podendo ser utilizado na forma líquida, condensada, seca, ou como produtos de soro seco.

Finalmente, o terceiro destino seria o seu tratamento para posterior despejo no esgoto (BRANDÃO, 1994; MATHUR & SHAHANI, 1979).

Na alimentação humana o soro pode ser utilizado na forma líquida, condensada ou em pó, sendo que a forma em pó é geralmente preferida por apresentar maior tempo de armazenamento, podendo ser modificado e/ou misturado com outros produtos servindo a propósitos específicos (MATHUR & SHAHANI, 1979).

O soro pode ser utilizado de diferentes formas: soro fresco ou pasteurizado; soro condensado, contendo de 35 a 60% de sólidos, soro condensado adocicado, contendo 38% de sólidos e 38% de açúcares; soro seco e, finalmente, pode-se utilizar os componentes individuais do soro, como a lactose e a proteína (GILLIES, 1974).

A quantidade de proteínas encontradas no soro corresponde a 0,7% da sua composição média e equivale à cerca de 20 a 25% do total de proteínas encontradas no leite (MIZUBUTI, 1994).

O soro é geralmente utilizado devido as suas proteínas como suplemento para ração animal e, mais recentemente, devido as suas propriedades funcionais e nutricionais em alimentos processados (MAWSON, 1994).

O maior desenvolvimento de tecnologias de separação sólido-líquido tem sido utilizado pelas indústrias de laticínios para a recuperação das proteínas. Entre estas técnicas podemos citar: filtração em gel, a adsorção em suporte insolúvel, a precipitação pelo calor, a precipitação por agentes complexantes e a ultrafiltração com membrana (MIZUBUTI, 1994; MATTHEWS, 1984).

As proteínas do soro, devido ao seu alto valor nutricional, estão sendo utilizadas em diversos produtos, como leite desproteínizado, queijos, ricotas, bebidas lácteas, conferindo aos mesmos boas propriedades funcionais, nutricionais e aromáticas (BRANDÃO, 1994; MATTHEWS, 1984).

Além de utilizar o soro diretamente na alimentação humana e animal, outra alternativa é utilizar o soro como substrato para a produção de proteínas unicelulares por *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* ou para a produção de biomassa de cogumelos comestíveis, como, por exemplo, *Pleurotus ostreatus* e *Lentinula edodes*, que podem ser utilizados como fonte de alimento ou ração animal (RABELLO, 1997; CRUZ, 1997; BARINOTTO, 1995).

A fermentação do soro, dependendo dos microrganismos utilizados, pode produzir diversos compostos diferentes, dependendo da disponibilidade de um processo seguro para converter a lactose na substância desejada e da sua viabilidade econômica. Dentre as substâncias possíveis de serem produzidas encontram-se a proteína “single-cell” (biomassa), o ácido láctico, o álcool etílico, a riboflavina (vitamina B2), metano, antibióticos, bebidas lácteas fermentadas, entre outras. (BRANDÃO, 1994).

2.7.2 Extrato de Levedura

Atualmente, na indústria de alimentos, existe uma tendência mundial em substituir as proteínas de origem animal pelas proteínas vegetais. O constante progresso no campo da biotecnologia tem conduzido ao desenvolvimento de processos e equipamentos, para obtenção de organismos unicelulares em escala industrial, permitindo a produção de um grande volume de biomassa em condições de espaço e tempo bastante reduzidos.

As leveduras compreendem poucos gêneros e poucas espécies comparativamente aos demais microrganismos (400 espécies e 39 gêneros). De acordo com DZIEZAK (1987), a levedura *Saccharomyces cerevisiae* é utilizada na indústria de alimentos e bebidas em diversas formas. Em forma ativa, a *Saccharomyces* é utilizada na indústria de panificação, na fermentação alcoólica e em outros processos fermentativos. Na forma inativa, essa levedura tem sido muito usada na alimentação animal, como fonte de proteína e outros nutrientes, e em alimentação humana, principalmente na forma de derivados, como complemento nutritivo, aromatizante e realçador de sabor.

Em muitos países, as leveduras são reconhecidamente consideradas produto de alto valor agregado, com matéria-prima para extração de proteínas, aminoácidos, vitaminas, ácidos ribonucleico (RNA) e diversas enzimas. Representam uma rica fonte de nutrientes como proteínas, minerais, vitaminas, particularmente as do complexo B, além de carboidratos, nucleotídeos e lipídios com importantes propriedades fisiológicas (HALÁSZ & LÁSZITITY, 1991; DZIEZAK, 1987; CARVER et al., 1990; WALKER, 1995; NUNES et al., 1990).

A biomassa de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) tem sido produzida no Brasil em três setores industriais importantes: o setor sucro-alcooleiro, com uma produção de

aproximadamente 240 mil ton/ano, como subproduto de produção de etanol (FURCO, 1996), o setor cervejeiro, contribuindo com cerca de 3500 ton/ano e o setor de panificação, com uma produção brasileira de 120 mil ton/ano (PEIXOTO, 1996). O Brasil é o maior produtor mundial de álcool de cana-de-açúcar, com uma produção de 12 milhões de metros cúbicos de álcool anidro e hidratado na safra de 1999/2000 (IEE, 2002), e que utiliza levedura na transformação do açúcar em álcool (FURCO, 1996).

A levedura *Saccharomyces cerevisiae*, quando utilizada como suplemento alimentar para animais, provou ser uma boa fonte de nutrientes produzindo uma melhora um ganho de peso, um aumento no tamanho dos ovos e uma maior resistência às doenças das aves (UMA & POLASA, 1990).

Em estudo realizado por CARIÁS & MILLÁN (1996), observou-se que o resíduo da indústria cervejeira poderia ser utilizado como fonte protéica complementar em dietas para frango, sendo que, com a substituição de 20% de proteína de soja por proteína do resíduo de cervejaria na dieta, não houve diferença significativa no crescimento e ingestão de alimento dos frangos quando comparados com frangos alimentados com dieta preparada com proteína de soja.

A levedura derivada de cervejaria é considerada fonte alimentar para consumo humano, segundo a American Pharmaceutical Association, após ter sido eliminado seu sabor amargo característico. A composição desta levedura, segundo essa mesma associação, não deve ser inferior a 45% de proteína (N.6,25), 120 ug/g de tiamina, 40 ug/g de riboflavina e 30 ug/g de niacina (MARQUES et. al., 1998).

Geralmente, as leveduras contêm 40-60% de proteínas que podem ser isoladas por vários métodos. O método principal é a obtenção do extrato de levedura e parede celular, os quais são usados como suplementos em alimentos e realçadores de sabor em sopas e molhos (KOLLAR et.al., 1992).

Os principais derivados de levedura são os autolisados (produzidos por autodigestão das células), sendo a parte solúvel do autolisado denominada extrato e a parte insolúvel constituída por uma fração rica em carboidratos, derivados das paredes celulares. Esta fração carboidrática é rica em mananas, β -glicanas e glicoproteínas com propriedades fisiológicas e funcionais bastante interessantes.

Extratos de levedura representam concentrados de componentes solúveis obtidos das células de levedura incluindo autólise, hidrólise e plasmólise (KNORR et al.; 1979). Autolisados incluem todo o conteúdo da lise das células, abrangendo os componentes solúveis, proteínas solubilizadas e a parede celular (DZIEZAK, 1987). Os componentes hidrolisados são preparados enzimaticamente ou pelo aquecimento controlado das leveduras em meio ácido, enquanto que, por plasmólise, ocorre extração dos materiais celulares devido ao aumento da concentração de sal (NaCl), sacarose ou solventes orgânicos como etanol, acetado de etila, clorofórmio e outros (KOLLAR et al., 1992).

O processo de autólise é induzido por agitação das células em temperatura entre 40-55°, produzindo efeito sobre as células que influencia a atividade de enzimas endógenas. Autólise geralmente requer de 12 a 36 horas para completar o processo de hidrólise. O autolisado deve ser agitado constantemente e, para ser seco em “spray dryer”, a biomassa autolisada precisa estar com 70-80% dos sólidos totais solúveis (DZIEZAK, 1987). A parede celular é obtida pela centrifugação do autolisado inativo (BABAYAN et.al., 1991).

2.7.3 Farinha de soja desengordurada

A soja ocupa lugar de destaque entre as leguminosas, devido ao seu alto conteúdo em proteínas e sua elevada qualidade nutricional. Contribui diretamente para a alimentação da população de países industrializados, como vem-se fazendo há séculos no Extremo Oriente (MOURA, 1981).

É notável o aumento do consumo de alimentos saudáveis formulados com soja. A soja, uma oleaginosa de alto teor protéico, apresenta propriedades funcionais e fisiológicas comprovadas pelo FDA e tem o Brasil como um dos maiores produtores mundiais (EFING et al., 2002). Pronta para atender às necessidades calórico-proteicas da dieta das famílias, a soja é, também, alternativa para diminuir os índices de desnutrição, principalmente entre as crianças. Ao mesmo tempo, a soja pode ser utilizada na prevenção de inúmeras doenças. O grão possui proteínas de alta qualidade e compostos que apresentam uma ação potencial na prevenção de inúmeras doenças e na recuperação da saúde. A crescente preocupação por uma alimentação saudável que, além de alimentar promova a saúde, coloca a soja na lista de preferência de um número cada vez maior de consumidores brasileiros.

A composição química aproximada da soja pode variar dependendo da variedade e das condições de crescimento, mas o conteúdo dos componentes fica em torno de 40% de proteínas, 20% de lipídeos, 35% de carboidratos e 5% de cinzas, em base seca (SNYDER E KWON, 1987).

Além das vantagens que o consumo de soja pelo homem apresenta sob o ponto de vista nutritivo, é mais econômico sob o ponto de vista energético, pois um bovino restitui sob forma de carne somente 8% das proteínas que ingere (SASSON, 1993).

A farinha de soja contém cerca de 40% de proteína e a partir do desengorduramento, foi possível vários produtos para consumo humano e animal, como concentrados, isolados e texturizados protéicos. A soja tem sido descrita por conter antinutrientes que limitam sua utilização. O mais importante e investigado dos antinutrientes são os inibidores de proteases. Estes apresentam especificidade de inibir as enzimas proteolíticas e, conseqüentemente, reduzir a digestão protéica de alimentos, proporcionando diminuição no ganho de peso e crescimento de animais. Desta forma, se faz necessário o uso de processamentos térmicos para inativá-los e assim aumentar o valor nutricional de soja e seus produtos (MIURA, et al.; 2000). Os melhoramentos do valor nutritivo da soja resultam da remoção mecânica da casca, seguida de fina moagem para liberação do material digestível das células. O aquecimento úmido também libera conteúdos celulares, desnatura as proteínas e destrói os inibidores (ARKCOLL, 1976).

As proteínas de soja diferem significativamente das de cereais em muitas de suas propriedades químicas e físicas. A soja não contém nem as proteínas solúveis em álcool, semelhantes a gliadinas no trigo, nem as proteínas semelhantes a glutelinas, proteínas que formam o glúten no trigo. Por esse motivo, as proteínas e farinha de soja não possuem as propriedades do trigo de formar massa visco-elástica (SGARBIERI, 1996).

O farelo resultante da extração do óleo, pelo seu alto teor de proteína, é um importante ingrediente na elaboração de ração animal. Para o consumo humano, o farelo de soja é moído e peneirado em peneira de 100 mesh, dando origem à farinha de soja desengordurada, com um teor de proteína ao redor de 47%, com baixas percentagens de gordura e fibras. Ela tem propriedades funcionais, que a tornam um ingrediente alimentar bem versátil e de baixo custo.

Certamente, a adição de farinha de soja desengordurada a produtos a base de cereais, como as farinhas de trigo e de milho, é um meio barato de melhorar o valor nutricional. Por outro lado, notáveis progressos têm sido conseguidos no desenvolvimento de produtos substitutos da carne e do leite de vaca. Assim, a farinha de soja desengordurada pode substituir parte da farinha de trigo e de milho, elevando o valor protéico dos produtos alimentícios elaborados (SGARBIERI, 1996).

Nos Estados Unidos, tem sido imensas as pesquisas objetivando o melhor aproveitamento dos derivados de soja na alimentação humana. No Brasil, o cultivo da soja ocorreu a partir da década de 1950, que passou por uma extraordinária expansão, tornando o nosso país o segundo produtor mundial, ultrapassado apenas pelos Estados Unidos. A principal utilização dos grãos de soja é para a obtenção do óleo comestível e do farelo de ração animal.

Ultimamente, vêm sendo pesquisado a utilização da soja e de seus derivados, com o objetivo de obter alimentos enriquecidos, com alto valor protéico e boas características organolépticas, para atender principalmente as necessidades da população mais carente, com acentuada desnutrição protéica. Os produtos alimentícios oferecidos devem também apresentar características que permitam boa aceitação a custos reduzidos (CHANG et.al., 2000)

Nos grandes centros urbanos, uma parcela significativa da população apresenta sérios problemas de desnutrição protéica, atingindo principalmente a infantil, que afeta o seu desenvolvimento físico e mental (CHANG et.al., 2000).

A soja é rica em proteínas, possui isoflavonas e outras substâncias capazes de atuar na prevenção de doenças crônicas. Epidemiologistas focalizaram sua atenção na soja e seus derivados porque as taxas de problemas cardiovasculares, sintomas decorrentes da menopausa, câncer de mama, próstata e osteoporose entre outros, eram muito menores em países orientais do que as taxas de países ocidentais, com baixo consumo de fitoestrógenos (isoflavonas) da soja. Sua atividade é semelhante aos hormônios femininos, dentre os quais a genisteína, a principal isoflavona da soja, é um importante fitoquímico estudado em humanos e animais (ratos), por suas possíveis propriedades benéficas incluindo efeitos endócrinos (alívio dos sintomas da menopausa), prevenção do câncer (mama e próstata) e efeitos cardiovasculares (CHANG et.al., 2000; RODRIGUES, 2003). Segundo

YAMAKOSHI e colaboradores (2000), isoflavonas de soja tem mostrado “in vitro” exercer efeitos que podem prevenir o desenvolvimento de aterosclerose e subseqüentes doenças cardiovasculares. As isoflavonas genisteína e daidzeína possuem atividade limpadora e propriedades antioxidantes e podem inibir a oxidação de lipoproteínas no plasma e a oxidação de LDL “in vitro”.

Usada como suplemento alimentar, a proteína de soja tem a propriedade de reforçar a defesa natural do organismo humano contra doenças. Estudos realizados junto a crianças portadoras do vírus HIV constataram que, após a ingestão da substância, elas tiveram melhora no equilíbrio das células que atuam no sistema imunológico e apresentaram menor incidência de infecções oportunistas. A farinha também é eficaz no controle e redução do colesterol, no combate aos tumores intestinais induzidos por carcinógenos específicos e na prevenção de lesões gástricas induzidas por diferentes agentes ulcerogênicos (SGARBIERI, 1996).

2.8 Massas alimentícias com soja

A soja ocupa lugar de destaque entre as leguminosas, devido ao seu alto conteúdo em proteínas e sua elevada qualidade nutricional. Deve-se mencionar a posição intermediária ocupada pela soja entre as leguminosas e as oleaginosas, contendo mais proteína (40%) do que as demais leguminosas e menos teor de gordura (18%) do que a maioria das sementes de oleaginosas (VITTI et al., 1980).

Para o caso de massas alimentícias, quando a soja é adicionada, recomenda-se a utilização de farinha de soja desengordurada. Essa recomendação se prende ao fato de que a farinha de soja desengordurada pode ser armazenada por mais tempo, devido ao seu baixo conteúdo em matéria graxa(1%), por não transmitir gosto estranho ao produto, aliado a seu melhor conteúdo e sua melhor qualidade protéica. Massas alimentícias de boa qualidade nutritiva e também no aspecto de cozimento foram obtidas com adição de farinha de soja desengordurada em mistura com a farinha de trigo na proporção entre 10 a 20% (VITTI et al., 1980; MIYA, 1975).

3. Objetivos.

- Obter massas alimentícias enriquecidas, com alto valor protéico e boas características organolépticas.
- Atender principalmente as necessidades das merendas escolares.
- Estudar os efeitos dos ingredientes que aumentam a qualidade nutricional do macarrão, por meio de análises físico-químicas e sensoriais.

4. Material e Métodos

4.1 Amostras

Foram realizadas dez formulações de macarrões: uma formulação foi a controle e as outras nove formulações foram acrescidas de 5, 7 e 9% de subprodutos como soro de leite, extrato de levedura e farinha de soja desengordurada, conforme se encontram ilustradas na Tabela 2.

Tabela 2: Planejamento dos experimentos contendo as variáveis e níveis que serão estudados.

Exp	Controle	Extrato levedura	Soro de leite	Farinha de soja desengordurada
1	Sem adição			
2		5%		
3		7%		
4		9%		
5			5%	
6			7%	
7			9%	
8				5%
9				7%
10				9%

As formulações para a preparação do macarrão controle e dos macarrões enriquecidos com os seguintes subprodutos: soro de leite em pó, extrato de levedura, farinha de soja desengordurada são mostradas na Tabela 3.

Tabela 3: Ingredientes e proporções utilizadas na formulação de um macarrão controle e de macarrões enriquecidos com soro de leite em pó, extrato de levedura e farinha de soja desengordurada a 5, 7 e 9%.

Ingredientes (g)	Macarrões			
	Controle	Enriquecido com 5%	Enriquecido com 7%	Enriquecido de 9%
Farinha de trigo	333 gramas	333 gramas	333 gramas	333 gramas
Ovo	52 gramas	52 gramas	52 gramas	52 gramas
Água	80 gramas	80 gramas	80 gramas	80 gramas
Soro de leite ou extrato de levedura ou farinha de soja	0	16,65 gramas	23,31 gramas	29,97 gramas

Todas as formulações foram feitas na Indústria de Massas Pasta Nobre. Uma parte das amostras foi destinada ao cozimento e a outra parte não. Nas massas frescas (sem cozimento) foram analisados: tempo de cozimento, aumento de peso, aumento de volume, perda de sólidos totais, acidez alcoólica, proteínas e aminoácidos.

Nos macarrões cozidos, as análises realizadas foram de proteínas e aminoácidos.

Neste capítulo se apresentam os materiais e métodos utilizados na obtenção dos produtos desenvolvidos, bem como as análises realizadas com o propósito de verificar o enriquecimento de proteínas e aminoácidos esperado com tais substâncias que o diferenciaram do produto tradicional oferecido em merendas escolares.

4.2 Matérias-primas e ingredientes

- Farinha de trigo especial Moinho Pacífico
- Ovos
- Soro de Leite em pó marca Molico
- Extrato de levedura em pó (Biospringer)
- Farinha de soja desengordurada
- Água

4.3 Equipamentos

Para a presente pesquisa foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Seladora
- Bandejas
- Provetas
- Béqueres
- Vidrarias comuns de laboratório
- Misturador e extrusor em um único módulo marca Pastaia com capacidade de 10 kg de farinha, fabricado por Italvisa, ilustrado na Figura 1.
- Balança Toledo utilizada pra pesagem de matérias-primas e do produto final, modelo com capacidade máxima de 20 kg.



Figura 1 – Misturador e Extrusor

4.4 Métodos

4.4.1 Preparação do macarrão

O processo de produção da massa alimentícia constou das seguintes etapas, conforme ilustrado na Figura 2 :

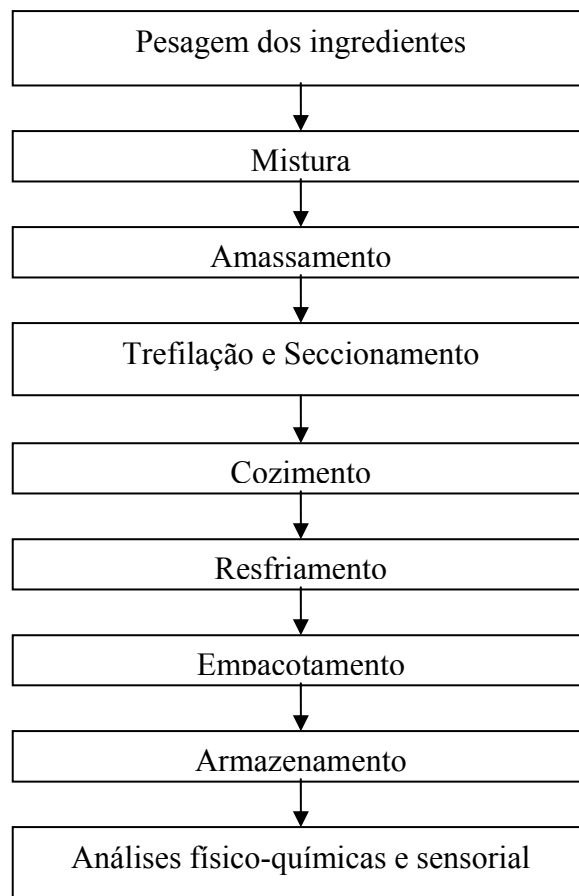


Figura 2: Fluxograma do processamento do macarrão cozido.

4.4.1.1 Pesagem dos ingredientes

Nesta etapa foram pesados os ingredientes, como farinha de trigo especial, soro de leite em pó, extrato em pó de levedura, farinha de soja desengordurada e ovos.

A farinha de trigo para a fabricação dos macarrões foi farinha de trigo especial MP, produzida pelo Moinho Pacífico, o qual sua especificação técnica encontra-se ilustrada no Quadro 2.

Quadro 2- Características da farinha de trigo Especial – Moinho Pacífico

Características físico-químicas	Mínimo	Máximo
Umidade % (Brabender/1Hora)	14,50	14,70
Cinzas % (Mufla:900°C/3 horas)	0,42	0,45
Glúten úmido % (Glutomatic)	23,00	26,00
Glúten seco, %	7,60	8,60
Alveografia de Chopin		
W	130	230
P/L	2,50	5,00
Faling Number (s)	300	430
Farinograma		
Absorção de água %	61,50	63,50
Desenvolvimento em minutos	2,0	3,5
Estabilidade em minutos	2,0	8,0
I.T.M.	40	60
Extensograma		
Resistência U.E.	350	450
Extensibilidade em mm	125	160
Nº proporcional (R/E)	3,0	4,0

Foram feitas análises no lote da farinha utilizada. Os resultados obtidos nas análises de umidade, matéria mineral, glúten seco, glúten úmido, falling number, grau de cor, alveografia de chopin, encontram-se na Quadro 3.

Quadro 3: Laudo de Análise da Farinha Utilizada

Análise Método	Resultados
<u>Umidade</u> Método AACC 4515-A 1995	14,30%
<u>Matéria Mineral</u> Método ICC Standard 104	0,43%
<u>Glúten Seco</u> Método ICC Standard 137	8,3%
<u>Glúten Úmido</u> Método ICC Standard 155	25,0%
<u>Falling Number</u> Método ICC Standart 107	381 seg
<u>Grau de Cor</u> Método AACC 14-22 Minolta	L 94,83 b 8,89
P	139 mm H ₂ O
L	28 mm
W	176 10E- 4J
P/L	4,95

O soro de leite em pó marca Elegê foi utilizado para a fabricação dos macarrões. A especificação técnica do soro de leite encontra-se ilustrada no Quadro 4 e sua informação nutricional está descrita no Quadro 5.

Quadro 4 – Ficha Técnica do Soro de Leite em Pó

Análises	Especificação
Umidade	3,0% máx.
Acidez	0,02-0,1%
pH	6,00-6,60
Cloretos	6,00% máx.
Solubilidade	1 ml máximo
Densidade	0,5-0,61 g/cm ²

Quadro 5 – Informação Nutricional do Soro de Leite em Pó

Quantidade por Porção (Porção de 100 g)	
Valor Calórico	350,0 Kcal
Carboidratos	72,0 g
Proteínas	11,0 g
Gorduras Totais	2,0 g
Gorduras Saturadas	1,5 g
Colesterol	25,0 mg
Fibra Alimentar	menor que 1,0 g
Cálcio	440,0 mg
Ferro	0,17 mg
Sódio	670,0 mg

O extrato de levedura obtido da autólise da levedura de cerveja *Saccharomyces cerevisiae*, utilizado para a fabricação dos macarrões foi da marca Pronal NS 70, obtido pela empresa Bio Springer, o qual apresenta a seguinte especificação técnica demonstrada no Quadro 6.

Quadro 6 – Ficha Técnica do extrato de levedura em pó

Composição	
(Em 100 gramas do produto)	
Matéria seca	94,0-98,0
Cloreto de sódio	<1,0
pH	4,5-5,8
Proteína	54,0 – 62,0

A farinha de soja desengordurada utilizada na formulação dos macarrões foi da marca GRINGS. A ficha técnica da farinha de soja encontra-se ilustrada no Quadro 7 e sua informação nutricional está descrita no Quadro 8.

Quadro 7– Ficha Técnica da Farinha de Soja Desengordurada

Análises	Valores
Umidade, %	6,00 máx.
Matéria Mineral, %	5,00 máx
Extrato Etéreo, %	21,00 mín.
Proteína Bruta, %	41,50 mín.
Atividade Ureásica, dif. PH	0,20 máx.
Granulometria, micra	28,00 máx.

Quadro 8– Informação Nutricional da Farinha de Soja Desengordurada

<i>Nutricionais</i>	em 100 g	em 15 g ^(a)	% V.D. em 15g
Valor Calórico, kcal	455,00	68,25	3
Proteínas	41,00	6,15	12
Carboidratos	26,00	3,9	1
Gorduras Totais	23,00	3,45	4
Gordura saturada, g	3,20	0,48	2
Gordura monoinsaturada, g	5,02	0,75	-
Gordura polinsaturada, g	12,78	1,92	-
Colesterol, mg	0	0	0
Fibra alimentar, g	9,77	1,47	5
Cálcio, mg	121,00	18,15	2
Ferro, mg	5,00	0,75	9
Sódio, mg	17,00	2,55	0
Isoflavonóides, mg ^(*)	100,00	15,00	-

(*) Alimento saúde, autorizado pelo FDA, com recomendação de consumo diário mínimo, *in natura*, de 60 g que correspondem a 25 g diárias de proteína na prevenção de doenças crônicas.

^(a) Esta medida refere-se a uma colher de sopa.

% V.D. Valores diários de referencia com base em uma dieta de 2500 calorias.

4.4.1.2 Mistura

Os ingredientes foram colocados no misturador da própria extrusora, sendo aos poucos acrescentado ovo lentamente enquanto a mistura ocorria. Esse procedimento está ilustrado na figura 3.

Salienta-se que para se obter uma massa homogênea o tempo de a velocidade misturadora/extrusora foram controlados.



Figura 3- Mistura dos ingredientes

4.4.1.3 Amassamento

Esta etapa refere-se ao amassamento das matérias primas realizado no canhão do extrusor, onde o produto é amassado pela ação de uma rosca sem fim, ilustrada na Figura 4.

Esta etapa foi feita continuamente para que houvesse um aumento da temperatura da massa pelo calor gerado com a ação mecânica do equipamento, o que resultaria em um “cozimento” da massa no canhão do extrusor.



Figura 4: Rosca sem fim - Amassamento

4.4.1.4 Trefilação e seccionamento

Após o amassamento, parte-se para a etapa de moldagem ou trefilação, onde a massa é prensada por uma trefila (Figura 5) e o corte foi feito manualmente conforme ilustrado na figura 6.

As massas são recepcionadas em uma bandeja para proporcionar uma ventilação e secagem superficial.



Figura 5: Matriz – Trefilação



Figura 6- Seccionamento manual da massa

4.4.1.5 Cozimento

O cozimento do macarrão foi feito em tachos de aço inox com água em ebulição, onde foi marcado o tempo de cozimento para cada uma das amostra.

4.4.1.6 Resfriamento

Após o cozimento o macarrão foi levado para resfriamento em água gelada.

4.4.1.7 Empacotamento

A massa fresca e cozida foi empacotada em plásticos de polietileno em quantidades de 100 gramas cada, sendo selados em seladora manual.

As embalagens empregadas foram de polietileno para evitar a penetração de umidade e proteger o produto de contaminações posteriores em armazenamento.

4.4.1.8 Armazenamento

Os macarrões foram armazenados em freezer a -18°C até serem encaminhadas para as análises e demais testes sensoriais, pois sendo frescos e cozidos se deteriorariam rapidamente à temperatura ambiente ou à temperatura de geladeira.

4.5 Características físico-químicas dos macarrões enriquecidos

A sequência dos ensaios analisados foi definida por sorteio prévio. Todas as análises foram realizadas em duplicata. As análises para casa ensaio foram:

4.5.1 Umidade do macarrão fresco

Foi determinada a umidade das massas frescas através de secagem em estufa por 1 hora a 130° C, segundo o método nº 44-15 da AACC (1995).

4.5.2 Teste de cozimento

As características de cozimento das pastas foram determinadas segundo método nº 16-50 da AACC (1995): 10 g de pasta foram introduzidas num béquer contendo 140 ml de água destilada em ebulição, até se atingir o tempo ótimo de cozimento. Os parâmetros analisados foram:

- Tempo ótimo de cozimento: definido como o tempo necessário para desaparecer a cor branca no eixo central da pasta (parte não hidratada), verificada quando se comprime, entre duas placas de acrílico, uma amostra da pasta retirada a cada 15 segundos;
- Aumento de peso do produto cozido: foi determinado pela pesagem de 10 g de amostra crua após seu cozimento (durante o tempo ótimo de cozimento determinado para cada amostra). O resultado do aumento de peso é a razão entre o peso da pasta cozida pelo peso da pasta crua, expresso em (%);

- Aumento de volume do produto cozido: o volume da pasta crua e da pasta cozida foi determinada pelo deslocamento de hexano em proveta de 100 ml. A razão entre os dois, em porcentagem, expressa o resultado do aumento de volume.

- Perda de sólidos na água de cozimento: determinada através da evaporação, em estufa a 105°C até massa constante, de uma alíquota de 25 mL da água utilizada no cozimento. A porcentagem dos sólidos perdidos foi calculada como:

$$\text{Sol. (\%)} = \frac{\text{Peso do resíduo evaporado (g)} \times \text{Volume da água de cozimento (mL)} \times 100}{\text{Peso da amostra (g)} \times \text{Volume da alíquota (mL)}}$$

4.5.3 Acidez Alcoólica

A acidez alcoólica das pastas foram determinadas segundo método oficial adotado pelo Laboratório do ITAL, onde 4 gramas da amostra foi colocada em um frasco erlenmeyer de 250 ml com 100 ml de álcool etílico a 50%, onde foi digerida durante 3 horas, à temperatura ambiente, sendo que a cada 30 minutos era necessário a agitação para homogeneizar.

Em seguida, foi necessário filtrar o material. O filtrado limpo e claro foi titulado com hidróxido de sódio a 0,1N com 5 gotas de fenolftaleína a 1%. O final da titulação é indicado no ponto em que o filtrado muda de cor. A acidez é calculada com a seguinte fórmula:

$$\text{Grau de acidez} = \frac{a \cdot 25}{10} \quad \text{onde } a = \text{ml de NaOH 0,1 N gasto na titulação}$$

25 = pelo fato de ter tomado 4 gramas de amostra

4.5.4 Análise de Proteínas

O teor de proteínas foi determinado pelo método nº 46-13 da AACC (1995), determinando-se o nitrogênio total pela técnica de Micro- Kjeldahl, usando-se um fator igual a 5,7 para a conversão de nitrogênio em proteína.

4.5.5 Análise de Aminoácidos

As determinações e quantificações de aminoácidos foram realizadas de acordo com o método proposto por WHITE & KRY, 1986; ELKIM & WASYNESULK, 1987; HAGEN & COLS, 1989. . Utilizando-se tubo de hidrólise, pesou-se 0,16 g de cada amostra previamente liofilizada, triturada e homogeneizada, adicionou-se 9 ml de HCl 6N com fenol. Homogeneizou-se a amostra em ultra-som por 6 minutos, seguida de fechamento a vácuo e hidrólise a 110°C por 24 horas. Posteriormente, foi introduzido no tubo de hidrólise o Padrão B1 (0,3 mg de ácido alfa-aminobutírico, AAAB, 99-100% Pierce em 1000 ml de HCL 0,1M) e homogeneizado em mixer vortex (Janke&Kunkel, VF2) por 30 segundos. O conteúdo foi transferido para balão volumétrico de 50 ml e completado o volume final com água ultrapura.

Em seguida, foi recolhido 3-4 mL desta solução em uma seringa de plástico acoplada a um filtro Millipore (Millex) de 0,45 µmm sendo que as primeiras cinco gotas filtradas foram desprezadas e o restante do filtrado foi transferido para um copo plástico de 5ml. Deste volume tomaram-se alíquotas de 50µL para serem transferidas para tubo de vidro (6x50 mm), a fim de proceder à derivatização. Os tubos foram então colocados no frasco de secagem na estação de vácuo (Bomba a vácuo DV-142N-250 CE/JB Motor Division St. Louis, Missouri), até 70 militorr. A seguir, foi adicionado 20µL de solução de ressecagem (acetato de sódio triidratado 0,2N, metanol 99-100%, trietilamina 99-100%).

Procedeu-se novamente à homogeneização em mixer vortex por 30 segundos e secagem em bomba de vácuo, com posterior adição de 20µL da solução derivatizante, sem feniltiosianato e com feniltiosianato (PITC 99-100% Pierce). Deixou-se a amostra em repouso por 20 minutos, seguidos de secagem a vácuo. No final desta fase, o tubo apresentou cristais brancos, não oleosos. As amostras derivadas e secas foram mantidas sob congelamento (temperatura inferior a 2°C) até o momento da análise.

Para análise em cromatográfica de alta eficiência (HPLC) precedeu-se a calibração prévia do aparelho com uma corrida inicial em branco com os eluentes programados a partir do eluente B (mediu-se 400 mL de água ultrapura e transferiu-se para um balão volumétrico de 1000 mL completando o volume final com acetonitrila a 99-100% grau HPLC, seguida da adição de 200µ de EDTA dissódico à 2g/L) e com os Padrões C1, C2 e

C3 feitos a partir de padrões A (Padrão Pierce H, com todos os componentes na concentração de 2,5 micromoles por mL, exceto a cistina que possui 1,25 micromoles por mL, em HCl 0,1M) e o padrão B2 (0,3 mg de ácido α -aminobutírico AAAB 99-100% Pierce em 1000 mL de HCl 0,1 M, utilizou-se 25 mL desta solução diluída novamente em HCL 0,1M). Após conclusão do aminograma introduziu-se a tabela de calibração (ANEXO 01) com posterior obtenção dos fatores de calibração a partir da injeção dos padrões C1, C2 e C3.

Após conclusão do aminograma introduziu-se a tabela de calibração com posterior obtenção dos fatores de calibração a partir da injeção dos padrões C1, C2 e C3. Em seguida, realizou-se a transferência de 500 μ L de solução diluente (0,3mg de hidrogeno fosfato de sódio a 99-100% em 1000 mL de água ultrapura, dissolvido, homegeneizado, titulado com ácido fosfórico a 10% até o pH 7,40 acrescentando de 5 mL de acetonitrila a 99,7-100% grau HPLC) nos tubos com três camadas de teflon e deixaram-se no banho de ultra-som (Branson, 5210) por 10 minutos com posterior homogeneização em mixer vortex por 30 segundos, sendo depois transferidas para o frasco de injeção (30 μ L0 com microseringa. A leitura foi realizada em analisador de aminoácidos Pickering com coluna Picotag Column HPLC Waters Technologies do Brasil. Os resultados foram expressos em porcentagens dos componentes com relação à amostra tal qual. Para isto foi preciso corrigir as diluições efetuadas.

4.6 Análise Sensorial

Para a avaliação sensorial, 50 provadores não treinados mostraram sua opinião em relação a aceitabilidade geral do produto, usando uma escala hedônica de 9 pontos, de acordo com instruções de MORAES (1983), como mostra a Figura 7.

A aceitabilidade geral é traduzida pelo conjunto, relativa à primeira impressão causada pelo produto como um todo (aparência, cor, consistência, sabor e aroma).

As avaliações sensoriais foram realizadas das 9 às 11 horas e das 15 às 17 horas. As amostras foram codificadas e diferenciadas com números de três dígitos, tomados ao acaso. Em cada sessão foram avaliadas duas amostras com formulações distintas, quando cada provador recebeu uma bandeja contendo as amostras, água e uma ficha de avaliação (ANEXO 02).

5. Resultados e Discussões

Um macarrão enriquecido, contendo soro de leite em pó, extrato de levedura e farinha de soja desengordurada foi desenvolvido, caracterizado e avaliado sensorialmente.

5.1 Caracterização físico-química dos macarrões enriquecidos

Os resultados obtidos nas análises de tempo de cozimento, aumento de peso, aumento de volume, perda de sólidos totais, acidez alcoólica e proteínas encontram-se na Tabela 5.

Tabela 4- Caracterização físico- química dos macarrões enriquecidos

Experimentos	Tempo de cozimento (minutos)	Aumento de Peso (%)	Aumento de Volume (%)	Perda de sólidos Solúveis	Acidez alcoólica	Proteínas (%)
Controle	3,1±0,007 ^{bcd}	76,66±2,309 ^d	102,3±1,126 ^f	5,26±0,548 ^d	4,06±0,152 ^b	9,84±0,084 ^c
5% de Soro de Leite	3,5±0,007 ^a	80,16±1,257 ^{cd}	106,86±1,628 ^{dc}	9,643±0,275 ^a	1,30±0,028 ^d	10,38±0,098 ^c
7% de Soro de Leite	3,5±0,014 ^a	81,53±1,725 ^c	110,23±0,873 ^{cd}	9,82±0,206 ^a	1,753±0,047 ^{cd}	11,545±0,077 ^d
9% de Soro de Leite	3,5±0,007 ^a	85,16±0,763 ^b	115,63±0,602 ^b	9,63±0,568 ^a	1,963±0,164 ^c	13,090±0,014 ^c
5% de Extrato de Levedura	3,1±0,002 ^{cd}	90,46±0,502 ^a	123,36±0,550 ^a	7,2±0,264 ^{bc}	4,793±0,101 ^a	14,84±0,036 ^b
7% de Extrato de Levedura	3,1±0,042 ^d	90,57±0,692 ^a	125,30±1,126 ^a	7,416±0,160 ^{bc}	5,19±0,085 ^a	15,075±0,261 ^b
9% de Extrato de Levedura	3,1±0,077 ^{cd}	93,9±0,360 ^a	125,33±0,070 ^a	7,6±0,179 ^b	5,31±0,033 ^a	15,33±0,523 ^b
5% de Farinha de Soja Desengordurada	3,2±0,023 ^{bc}	81,5±0,458 ^c	106,20±0,435 ^c	5,73±0,208 ^{cd}	3,55±0,086 ^b	16,045±1,58 ^a
7% de Farinha de Soja Desengordurada	3,2±0,007 ^{bcd}	82,83±1,443 ^{bc}	111,76±1,242 ^c	6,26±1,58 ^{bcd}	3,60±0,055 ^b	16,250±0,572 ^a
9% de Farinha de Soja Desengordurada	3,2±0,007 ^b	86,33±1,040 ^b	112,96±1,950 ^{bc}	6,4±0,866 ^{bcd}	3,913±0,628 ^b	16,912±0,049 ^a

* médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na mesma coluna não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

5.1.1 Determinação do tempo de cozimento

Os valores de tempo de cozimento obtidos na avaliação das dez amostras variaram de 3,1 minutos (controle e extrato de levedura) a 3,5 minutos (soro de leite). Observou-se pequenas variações entre as amostras, não sendo possível relacionar o tempo de cozimento com o aumento da porcentagem tanto para o soro de leite, como também para o extrato de levedura e a farinha de soja desengordurada. Por outro lado, pode-se notar que o tempo de cozimento aumentou para a formulação de soro de leite.

O teste de Tukey para as amostras analisadas mostra que não há diferença significativa entre os tempos de cozimento dos produtos contendo diferentes concentrações de extrato (5, 7 e 9%) e 5, 7 e 9% de farinha de soja e do macarrão controle. Podemos notar também que não houve diferença significativa, em relação ao tempo de cozimento nas diferentes concentrações de soro de leite (5, 7 e 9%).

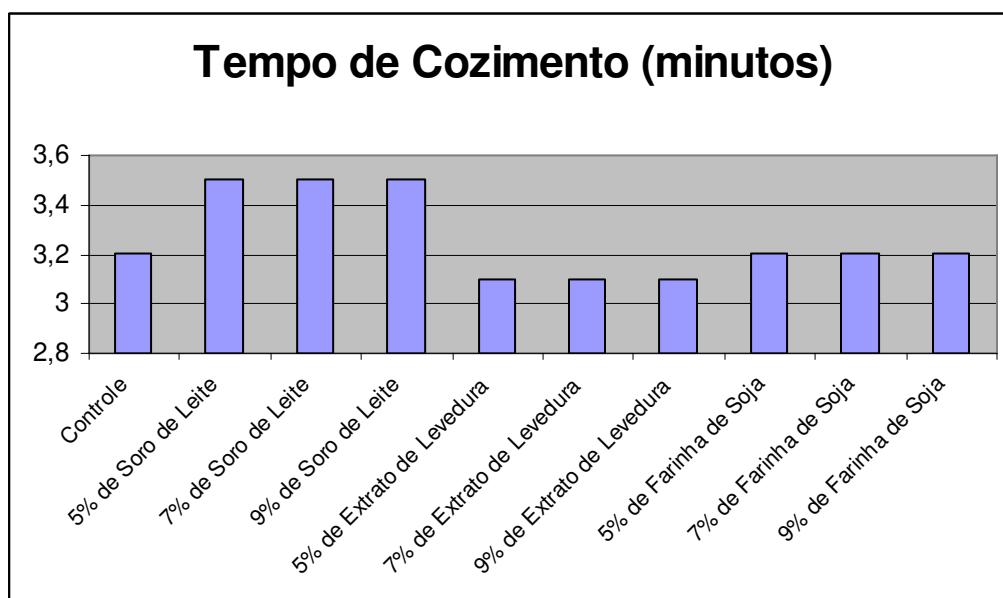


Figura 7: Resultados médios de tempo de cozimento para as amostras analisadas.

Salienta-se que para a determinação do tempo de cozimento considerou-se o ponto “al dente”.

5.1.2 Aumento de Peso

Os valores encontrados para aumento de peso nas amostras variaram entre 76,66% (controle) e 93,9 % (9% de extrato de levedura). Em todos os produtos ocorreu um aumento de peso com o aumento da concentração dos ingredientes, porém o ingrediente que proporcionou um maior rendimento com o aumento de peso foi o extrato de levedura.

O teste de Tukey mostra que não houve diferença significativa entre as amostras com diferentes concentrações de extrato. Além disso, podemos verificar que não houve diferença significativa em relação ao aumento de peso nas amostras de 9% soro de leite e 7 e 9% de farinha de soja desengordurada. O aumento de peso do controle é diferente estatisticamente de todas as outras amostras, com exceção da amostra contendo 5% de soro de leite.

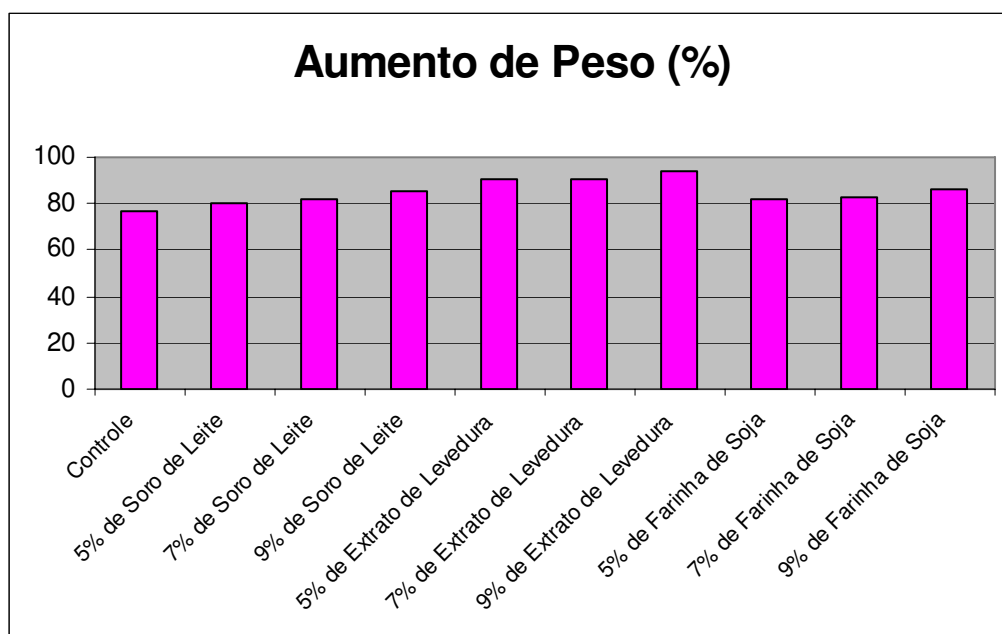


Figura 8: Resultados médios de aumento de peso em porcentagem, para as amostras analisadas.

5.1.3 Aumento de volume

Os valores de aumento de volume encontrados oscilaram entre 102,3 % (Controle) a 125,33% (9% de extrato de levedura), sendo este resultado esperado sendo que o aumento de volume é proporcional ao aumento de peso, porém inferior à citada por HUMMEL (1996) como adequada (200 a 300%).

O extrato de levedura foi o ingrediente em que ocorreu maior absorção de água, aumentando consequentemente o peso e o volume, dando maior rendimento ao processo do macarrão cozido.

O macarrão controle apresenta menor aumento de volume em relação aos macarrões preparados com os ingredientes escolhidos, consequentemente menor rendimento.

Pelo teste de Tukey, observa-se que o macarrão controle possui o menor aumento de volume, apresentando diferença significativa em relação aos demais produtos. Isto é observado porque com a adição de outros ingredientes houve uma maior absorção de água, o que proporcionou maior volume ao macarrão.

O aumento de volume do macarrão depende do conteúdo e qualidade de proteínas, as quais no processo de mistura da massa, hidratam e absorvem água, participando do aumento de volume da mesma (ORMENESE et.al., 2001).

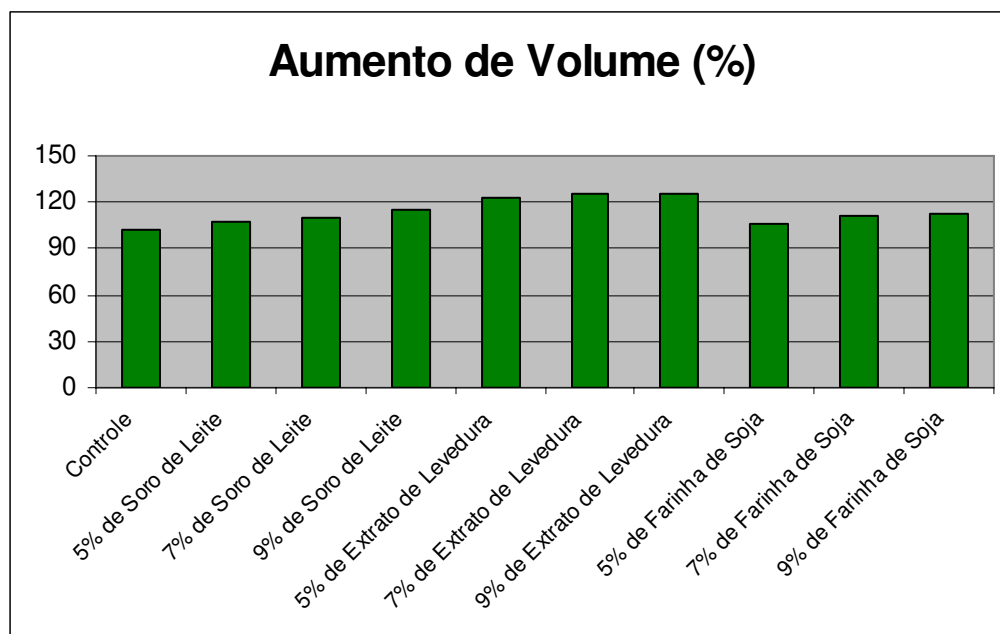


Figura 9– Resultados médios, do aumento de volume, em porcentagem, para as amostras analisadas.

5.1.4 Perda de Sólidos Solúveis

Os valores de perda de sólidos solúveis variaram entre 5,26% para o macarrão controle a 9,82% para o macarrão elaborado com 7% de soro de leite em pó. O produto que apresentou menor perda de sólidos solúveis foi o macarrão controle.

Segundo os critérios de HUMMEL (1996), perdas de sólidos solúveis de até 6% são características de massas de trigo de qualidade muito boa, até 8% de massa de média qualidade e valores iguais ou superiores a 10% são características de massas de baixa qualidade.

ORMENESE & CHANG (2003) analisando macarrão de arroz e de trigo observaram nas características de cozimento uma perda de sólidos solúveis de 6,00% na massa de trigo e 5,86% de arroz.

Já CASAGRANDI et. al (1999) analisando macarrão misto de farinha de trigo e farinha de feijão grandu observaram 9,25% de perda de sólidos solúveis na massa com 100% de trigo e 15,60% na massa com 15% de farinha de feijão grandu, valor superior ao observado para as massas elaboradas com soro de leite, extrato de levedura e farinha de soja desengordurada.

GARIB (2002), analisando uma massa alimentícia elaborada com 75% de farinha de trigo, 15% de farinha de milho pré-gelatinizada e 10% de farinha de soja, obteve como resultados dos parâmetros de qualidade perda de sólidos solúveis de 9,33% e aumento de volume de 100%, sendo esse valor inferior ao observado na massa elaborada com farinha de soja desengordurada.

Uma alternativa bastante estudada de redução da perda de sólidos solúveis na água de cozimento de massas alimentícias é o uso de emulsificantes. Os emulsificantes atuam melhorando a tolerância das massas ao cozimento, e sua ação se dá tanto pelo fortalecimento de interações das cadeias de proteínas que formam o glúten, produzindo uma matriz protéica mais forte quanto na formação de complexos com amilose, fração linear do amido, reduzindo o escape desta para a água de cozimento durante o fenômeno da gelatinização, durante o cozimento (CICHELO et. al., 2000).

ORMENESE (1998) comparando o efeito da adição de emulsificantes monoglicerídeos destilados (MGD) e estearoil-2- lactil lactato de sódio (ELLS) nas características de cozimento de massas alimentícias de arroz obtidas pelo processo convencional, verificou que tanto o MGD quanto o ELLS reduziram consideravelmente a perda de sólidos solúveis (7,8 e 8,5% respectivamente) contra 17,1% para a massas sem aditivo.

Tais estudos indicam que emulsificantes poderiam ser utilizados na elaboração de massas elaboradas com soro de leite para reduzir sua perda de sólidos solúveis e isso, aliado ao conteúdo nutricional do soro, a tornaria um interessante produto comercial.

O teste de Tukey mostra que não houve diferença significativa entre a perda de sólidos solúveis durante o cozimento com o aumento da concentração dos ingredientes, ou seja, não houve diferença da perda de sólidos em qualquer concentração utilizada de soro de leite, extrato de levedura e farinha de soja desengordurada, durante o cozimento.

Destaca-se também que não há diferença significativa entre o controle e os produtos elaborados com farinha de soja desengordurada (5, 7 e 9%). Os outros produtos elaborados com soro de leite e extrato de levedura se diferiram, pois apresentaram maior perda de sólidos durante o cozimento.

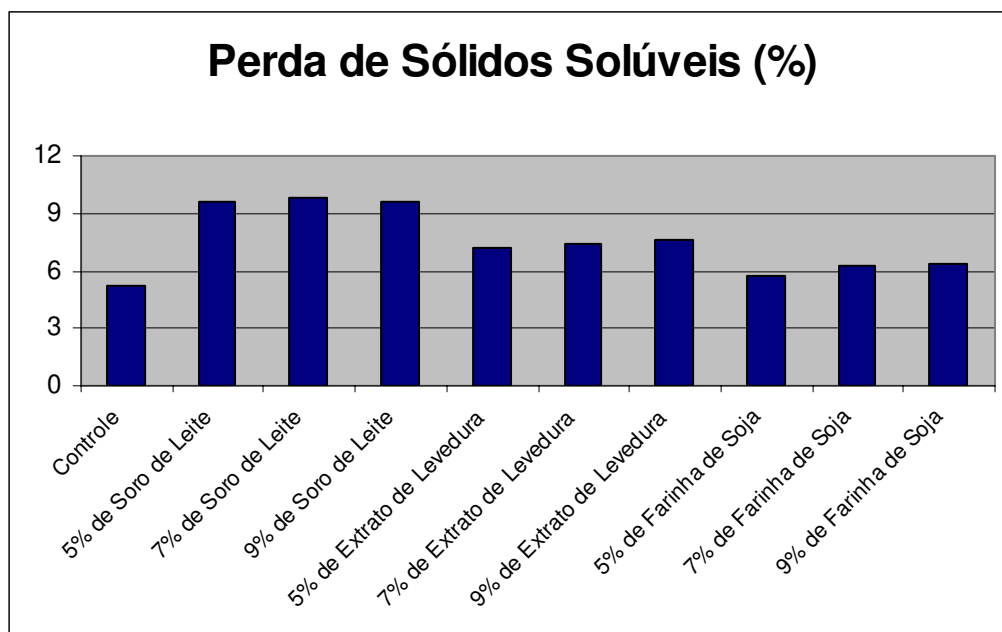


Figura 10-Resultados médios dos teores de perda de sólidos solúveis, em porcentagem, para as amostras analisadas.

5.1.5 Acidez Alcoólica

Os valores encontrados para acidez alcoólica nas amostras variaram entre 1,30°D (5% de soro de leite) a 5,31°D (9% de extrato de levedura). Em geral, os produtos obtidos apresentaram acidez considerada boa (abaixo de 5%) com exceção do macarrão enriquecido com extrato de levedura o qual apresentou acidez superior a 5%.

De acordo com o determinado pela ANVISA (2000), massas alimentícias secas e úmidas devem apresentar um teor máximo de 5mL NaOH N/100g de acidez, e uma variação além desse limite deve ser considerada como um sinal de alarme sob o ponto de vista sanitário (FERREIRA, 2002). Com isso, pôde-se observar que apenas as massa alimentícias elaboradas com extrato de levedura apresentaram valores superiores ao permitido pela legislação.

O teste de Tukey para acidez alcoólica mostra que não houve diferença significativa entre a acidez do macarrão controle e em qualquer concentração testada de farinha de soja desengordurada, 5%, 7% e 9%, ou seja, essas três concentrações diferentes de farinha de soja não influenciaram a acidez do macarrão.

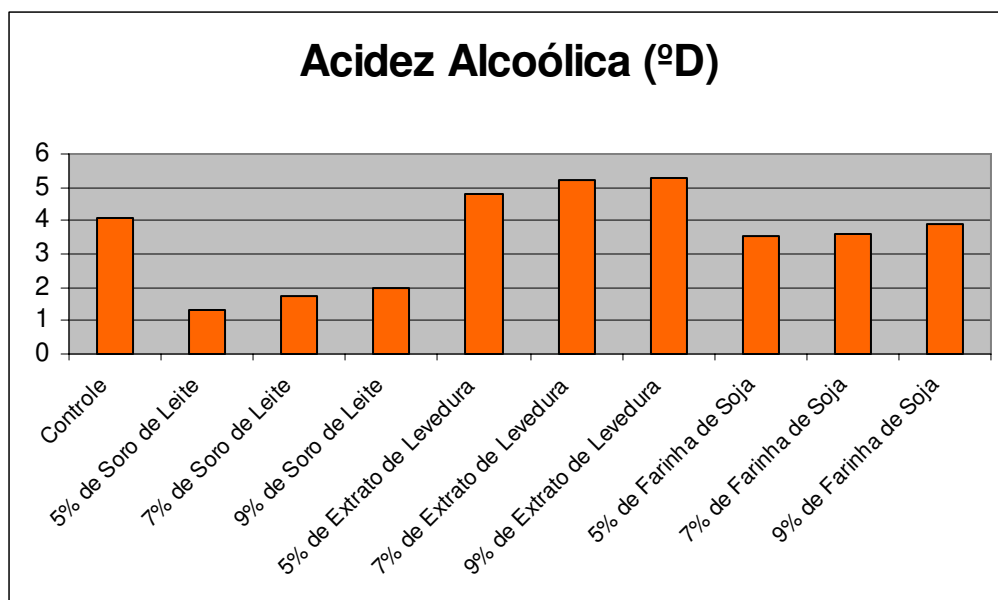


Figura 11- Resultados médios de acidez alcoólica, em °D, para as amostras analisadas.

5.1.6 Proteínas

Os teores de proteína variaram de 9,84% (controle) a 16,912 (9% de farinha de soja desengordurada). Observou-se que nas diferentes concentrações de farinha de soja desengordurada, soro de leite e extrato de levedura, o aumento desses ingredientes proporcionou um aumento no teor de proteína no produto final.

O teor de proteínas das massas alimentícias foi comparado com o que determina a ANVISA (2000), sendo este de 8 a 15%, estando todas, exceto as massas elaboradas com farinha de soja desengordurada (em torno de 16%).

O teste de Tukey mostra que estatisticamente não houve diferença significativa entre os valores de proteína quando utilizado 9% e extrato de levedura ou de da farinha de soja desengordurada. Quando adiciona-se 5% de soro de leite ao macarrão controle, o teor de proteína não difere estatisticamente.

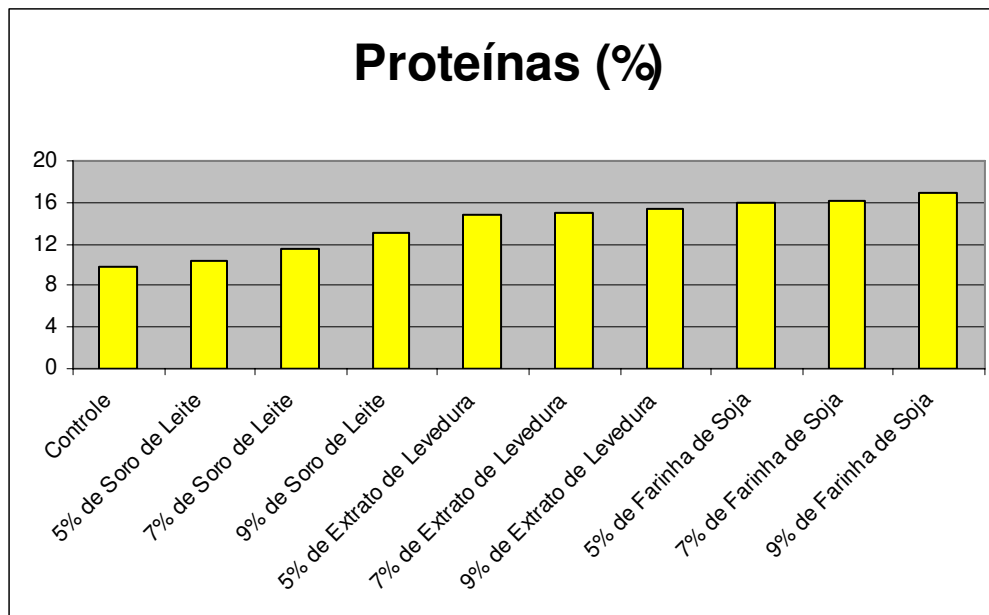


Figura 12- Resultados médios dos teores de proteínas, em porcentagem, para as amostra analisadas.

5.2 Aminoácidos

Os resultados obtidos para análises de aminoácidos essenciais e não essenciais no macarrão cru e no macarrão cozido, encontram-se nas Tabelas 6, 7, 8 e 9.

Tabela 5- Aminoácidos Essenciais do Macarrão Cru

Aminoácidos Essenciais (g/100 gramas de amostra) (B.S.)									
Descrição das amostras	HIS	ARG	THR	VAL	MET	ILE	LEU	PHE	LYS
Controle	0,25±0,001 ^f	0,445±0,063 ^f	0,38±0,035 ^c	0,485±0,007 ^c	0,11±0,014 ^b	0,43±0,014 ^c	0,845±0,007 ^d	0,605±0,007 ^c	0,31±0,014 ^c
5% de Soro de Leite	0,265±0,021 ^{cf}	0,49±0,001 ^{cf}	0,40±0,001 ^{bc}	0,51±0,001 ^c	0,225±0,007 ^{ab}	0,465±0,007 ^{dc}	0,90±0,02 ^{cd}	0,60±0,021 ^c	0,35±0,049 ^{dc}
7% de Soro de Leite	0,275±0,007 ^{cf}	0,54±0,014 ^c	0,42±0,021 ^{bc}	0,51±0,014 ^c	0,245±0,007 ^a	0,48±0,07 ^{cd}	0,935±0,028 ^{cd}	0,62±0,014 ^c	0,385±0,007 ^{cd}
9% de Soro de Leite	0,30±0,007 ^{dc}	0,61±0,014 ^d	0,43±0,028 ^{bc}	0,605±0,007 ^d	0,27±0,112 ^a	0,53±0,007 ^c	1,03±0,001 ^{ab}	0,64±0,049 ^c	0,42±0,014 ^c
5% de Extrato de Levedura	0,33±0,001 ^{cd}	0,63±0,014 ^d	0,41±0,021 ^{bc}	0,67±0,014 ^c	0,23±0,033 ^a	0,60±0,014 ^b	1,07±0,35 ^{bc}	0,71±0,014 ^b	0,52±0,014 ^b
7% de Extrato de Levedura	0,35±0,014 ^{bc}	0,64±0,001 ^d	0,44±0,063 ^{bc}	0,73±0,028 ^{ab}	0,28±0,014 ^a	0,66±0,014 ^a	1,19±0,014 ^{ab}	0,76±0,001 ^{ab}	0,58±0,007 ^{ab}
9% de Extrato de Levedura	0,36±0,014 ^{bc}	0,66±0,014 ^d	0,46±0,070 ^{bc}	0,75±0,014 ^{ab}	0,27±0,028 ^a	0,67±0,001 ^a	1,18±0,07 ^{ab}	0,77±0,14 ^{ab}	0,61±0,029 ^a
5% de Farinha de soja	0,36±0,014 ^{bc}	0,77±0,014 ^c	0,49±0,028 ^{abc}	0,71±0,001 ^{bc}	0,24±0,001 ^a	0,60±0,014 ^b	1,225±0,021 ^{ab}	0,76±0,21 ^{ab}	0,53±0,007 ^b
7% de Farinha de soja	0,37±0,033 ^{ab}	0,95±0,028 ^b	0,50±0,028 ^{ab}	0,74±0,028 ^{ab}	0,25±0,014 ^a	0,62±0,03 ^{ab}	1,26±0,021 ^a	0,77±0,001 ^a	0,535±0,035 ^b
9% de Farinha de soja	0,415±0,001 ^a	1,08±0,001 ^a	0,59±0,056 ^a	0,77±0,028 ^a	0,26±0,049 ^a	0,645±0,021 ^{ab}	1,265±0,035 ^a	0,80±0,028 ^a	0,565±0,035 ^{ab}

* médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na mesma coluna não diferem entre si (p> 0,05) pelo teste de Tukey.

Tabela 6 – Aminoácidos Essenciais do Macarrão Cozido

Aminoácidos Essenciais (g/100 gramas de amostra) (B.S)

Descrição das amostras	HIS	ARG	THR	VAL	MET	ILE	LEU	PHE	LYS
Controle	0,24±0,001 ^e	0,445±0,063 ^g	0,38±0,07 ^c	0,48±0,001 ^f	0,11±0,014 ^c	0,43±0,001 ^d	0,84±0,014 ^f	0,605±0,007 ^d	0,31±0,014 ^e
5% de Soro de Leite	0,26±0,007 ^{de}	0,45±0,014 ^g	0,4±0,14 ^{bc}	0,50±0,007 ^f	0,220±0,028 ^b	0,46±0,014 ^d	0,905±0,002 ^e	0,60±0,028 ^d	0,33±0,001 ^e
7% de Soro de Leite	0,25±0,007 ^{de}	0,51±0,028 ^{fg}	0,40±0,21 ^{bc}	0,495±0,007 ^f	0,23±0,07 ^{ab}	0,46±0,014 ^d	0,89±0,0021 ^{ef}	0,585±0,007 ^d	0,36±0,007 ^{de}
9% de Soro de Leite	0,28±0,007 ^d	0,55±0,014 ^{fg}	0,42±0,2 ^{bc}	0,59±0,01 ^e	0,25±0,001 ^{ab}	0,515±0,007 ^c	0,985±0,007 ^d	0,635±0,028 ^d	0,41±0,001 ^d
5% de Extrato de Levedura	0,33±0,001 ^c	0,63±0,042 ^{de}	0,41±0,1 ^{bc}	0,64±0,001 ^d	0,23±0,007 ^{ab}	0,57±0,001 ^b	1,05±0,014 ^c	0,71±0,014 ^c	0,50±0,014 ^c
7% de Extrato de Levedura	0,35±0,021 ^{bc}	0,635±0,007 ^d	0,4±0,02 ^{bc}	0,71±0,014 ^c	0,275±0,007 ^a	0,62±0,028 ^a	1,185±0,049 ^b	0,73±0,035 ^{bc}	0,55±0,049 ^{abc}
9% de Extrato de Levedura	0,35±0,014 ^{bc}	0,66±0,042 ^d	0,45±0,2 ^{bc}	0,725±0,007 ^{bc}	0,27±0,001 ^{ab}	0,64±0,001 ^a	1,175±0,007 ^b	0,77±0,001 ^{abc}	0,59±0,001 ^a
5% de Farinha de soja	0,36±0,001 ^{bc}	0,76±0,001 ^c	0,49±0,3 ^{abc}	0,705±0,007 ^c	0,24±0,001 ^{ab}	0,60±0,001 ^{ab}	1,225±0,007 ^{ab}	0,76±0,007 ^{abc}	0,53±0,014 ^{bc}
7% de Farinha de soja	0,375±0,014 ^b	0,955±0,007 ^b	0,50±0,3 ^{ab}	0,735±0,007 ^b	0,245±0,007 ^{ab}	0,625±0,007 ^a	1,255±0,021 ^a	0,775±0,007 ^{ab}	0,53±0,001 ^{bc}
9% de Farinha de soja	0,415±0,021 ^a	1,055±0,007 ^a	0,59±0,42 ^a	0,76±0,033 ^a	0,26±0,042 ^{ab}	0,64±0,028 ^a	1,255±0,0035 ^a	0,80±0,042 ^a	0,56±0,042 ^{ab}

* médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na mesma coluna não diferem entre si (p> 0,05) pelo teste de Tukey.

Tabela 7 – Aminoácidos Não Essenciais do Macarrão Cru

Aminoácidos Não Essenciais (g/100 gramas de amostra) (B.S)								
Descrição das amostras	ASP	GLU	SER	GLI	ALA	PRO	TIR	CIS
Controle	0,64±0,001 ^g	4,01±0,077 ^d	0,70±0,001 ^d	0,44±0,001 ^d	0,425±0,007 ^d	1,35±0,014 ^e	0,47±0,00 ^b	0,15±0,001 ^{bc}
5% de Soro de Leite	0,64±0,035 ^g	4,01±0,001 ^d	0,705±0,014 ^d	0,44±0,007 ^d	0,44±0,001 ^d	1,34±0,007 ^e	0,48±0,007 ^b	0,14±0,001 ^c
7% de Soro de Leite	0,65±0,007 ^g	4,03±0,084 ^d	0,715±0,014 ^d	0,45±0,014 ^d	0,45±0,001 ^d	1,38±0,035 ^{de}	0,51±0,014 ^{ab}	0,14±0,007 ^{bc}
9% de Soro de Leite	0,72±0,007 ^f	4,11±0,014 ^{cd}	0,74±0,001 ^{cd}	0,46±0,001 ^d	0,48±0,001 ^d	1,38±0,007 ^d e	0,51±0,007 ^{ab}	0,17±0,007 ^b
5% de Extrato de Levedura	0,87±0,021 ^e	4,35±0,070 ^{cb}	0,83±0,001 ^{bc}	0,57±0,007 ^c	0,645±0,007 ^c	1,46±0,007 ^{bc}	0,45±0,028 ^b	0,15±0,028 ^{bc}
7% de Extrato de Levedura	1,03±0,007 ^{cd}	4,51±0,063 ^b	0,89±0,091 ^{ab}	0,63±0,014 ^{ab}	0,73±0,014 ^{ab}	1,52±0,035 ^{ab}	0,50±0,014 ^b	0,15±0,007 ^{bc}
9% de Extrato de Levedura	1,00±0,042 ^d	4,51±0,077 ^b	0,89±0,035 ^{ab}	0,64±0,007 ^a	0,775±0,028 ^a	1,53±0,028 ^{ab}	0,55±0,148 ^{ab}	0,16±0,00 ^{bc}
5% de Farinha de soja	1,07±0,007 ^{bc}	4,58±0,120 ^b	0,88±0,007 ^{ab}	0,58±0,007 ^c	0,63±0,001 ^c	1,42±0,035 ^{cd}	0,51±0,014 ^{ab}	0,15±0,007 ^{bc}
7% de Farinha de soja	1,09±0,007 ^b	4,61±0,261 ^b	0,88±0,049 ^{ab}	0,6±0,028 ^{bc}	0,665±0,028 ^{bc}	1,43±0,028 ^{cd}	0,48±0,028 ^b	1,16±0,007 ^a
9% de Farinha de soja	1,23±0,012 ^a	4,97±0,091 ^a	0,965±0,035 ^a	0,66±0,014 ^a	0,645±0,063 ^c	1,56±0,007 ^a	0,64±0,007 ^a	0,16±0,014 ^{bc}

* médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na mesma coluna não diferem entre si (p> 0,05) pelo teste de Tukey.

Tabela 8 – Aminoácidos Não Essências do Macarrão Cozido

Aminoácidos Não Essenciais (g/100 gramas de amostra) (B.S)								
Descrição das amostras	ASP	GLU	SER	GLI	ALA	PRO	TIR	CIS
Controle	0,60±0,007 ^f	4,02±0,084 ^{de}	0,70±0,001 ^d	0,44±0,001 ^b	0,425±0,063 ^c	1,35±0,00 ^{de}	0,47±0,001 ^{cd}	0,15±0,014 ^a
5% de Soro de Leite	0,64±0,023 ^{ef}	4,02±0,091 ^{de}	0,70±0,00 ^d	0,44±0,007 ^b	0,43±0,007 ^c	1,34±0,001 ^e	0,48±0,001 ^{cd}	0,14±0,028 ^a
7% de Soro de Leite	0,63±0,007 ^{ef}	3,92±0,070 ^e	0,69±0,001 ^d	0,44±0,001 ^b	0,44±0,001 ^c	1,37±0,021 ^{de}	0,50±0,001 ^{bcd}	0,145±0,033 ^a
9% de Soro de Leite	0,72±0,007 ^{de}	4,11±0,014 ^{cde}	0,73±0,014 ^{cd}	0,45±0,007 ^b	0,475±0,007 ^c	1,34±0,007 ^e	0,480,014 ^{cd}	0,15±0,001 ^a
5% de Extrato de Levedura	0,77±0,007 ^d	4,30±0,021 ^{cde}	0,815±0,014 ^{bc}	0,56±0,001 ^a	0,575±0,007 ^b	1,46±0,0011 ^{bc}	0,45±0,033 ^d	0,15±0,014 ^a
7% de Extrato de Levedura	0,92±0,091 ^c	4,37±0,45 ^{bcd}	0,84±0,08 ^b	0,63±0,033 ^a	0,665±0,028 ^a	1,52±0,035 ^{ab}	0,49±0,07 ^{bcd}	0,14±0,007 ^a
9% de Extrato de Levedura	0,90±0,001 ^c	4,50±0,014 ^{bc}	0,83±0,14 ^b	0,62±0,001 ^a	0,62±0,007 ^{ab}	1,53±0,001 ^{ab}	0,54±0,028 ^b	0,14±0,001 ^a
5% de Farinha de soja	1,06±0,001 ^b	4,51±0,070 ^{bc}	0,865±0,007 ^b	0,57±0,001 ^a	0,61±0,001 ^{ab}	1,42±0,01 ^{cde}	0,50±0,07 ^{bc}	0,155±0,007 ^a
7% de Farinha de soja	1,09±0,028 ^b	4,61±0,019 ^{ab}	0,885±0,007 ^{ab}	0,59±0,00 ^a	0,645±0,007 ^a	1,43±0,001 ^{cd}	0,47±0,07 ^{cd}	0,15±0,001 ^a
9% de Farinha de soja	1,23±0,021 ^a	4,96±0,012 ^a	0,95±0,014 ^a	0,65±0,014 ^a	0,63±0,007 ^{ab}	1,56±0,035 ^a	0,63±0,028 ^a	0,16±0,001 ^a

* médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na mesma coluna não diferem entre si (p> 0,05) pelo teste de Tukey.

5.2.1 Aminoácidos Essenciais

A figura 14 mostra a concentração de aminoácidos essenciais do macarrão padrão e dos macarrões enriquecidos com soro de leite, extrato de levedura e farinha de soja desengordurada.

A farinha de trigo é naturalmente pobre em lisina e metionina, verifica-se, portanto que houve um aumento muito significativo desses aminoácidos nos macarrões elaborados tanto com soro de leite, como também com extrato de levedura e farinha de soja desengordurada.

O aminoácido que se encontra em maior concentração tanto no macarrão tradicional, quanto nos macarrões enriquecidos é o aminoácido leucina. O macarrão onde houve maior concentração de leucina foi o macarrão elaborado com farinha de soja desengordura, pois a soja é uma excelente fonte de leucina, esta por sua vez atua contra a perda muscular durante a velhice.

Além da farinha de soja proporcionar maior concentração de leucina no macarrão, proporcionou também maior quantidade de todos os outros aminoácidos essenciais como: histidina, arginina, treonina, valina, metionina, isoleucina, fenilalanina e lisina.

Segundo LINDER os aminoácidos, além da função de sintetizar proteína e participar da produção de energia através da gliconeogênese, desempenham funções específicas intransferíveis e essenciais ao organismo, a nível de composição e organização bioquímica. Assim a histidina, é essencial para a síntese de histamina, que causa vasodilatação no sistema circulatório, a qual teve aumento de 66% na formulação com 9% de farinha de soja em relação a padrão. A fenilalanina, precursor da tirosina e catecolaminas, melanina e tiroxina tiveram aumento de 33,33%. A metionina, com aumento de 136% parece como precursor da cisteína, essencial como precursor da taurina, usada conjugação de ácidos biliares e outras funções. Já a leucina, que participa da secreção de insulina, teve aumento de 49% na formulação do macarrão 9% de farinha de soja em relação ao padrão.

A arginina, que teve aumento de 142% no macarrão (9% de farinha de soja), é classificada por vários autores como condicionalmente indispensável em indivíduos malnutridos. CUPRARI e MILLER et al comentam que a suplementação dietética com arginina reduz a excreção de nitrogênio o que leva ao aumento na síntese protéica, cicatrização mais rápida, melhora da função imunológica, além de promover um adequado crescimento.

Já a lisina, que atua na formação de anticorpos, produção de hormônios, enzimas e na recuperação de tecidos, mas de baixo teor no macarrão padrão, aumentou 82% na formulação

elaborada com 9% de farinha de soja. Sendo assim, a melhoria do perfil de aminoácidos no macarrão elaborado com farinha de soja desengordurada, o torna alimento aliado no tratamento e prevenção da desnutrição, pois este enriquecimento, além de suprir a necessidade protéica de crianças e adultos, permite um bom desempenho metabólico, garantindo construção de proteínas indispensáveis ao crescimento e manutenção do organismo.

As proteínas vegetais são as que apresentam maior variabilidade na composição de aminoácidos essenciais. Sendo que, todas as proteínas de origem vegetal as da soja são as que apresentam melhor composição de aminoácidos, assemelhando-se bastante às dos produtos animais (SGARBIERI, 1987).

Pelo teste de Tukey podemos observar que houve diferença significativa entre os aminoácidos encontrados no macarrão controle e nos aminoácidos encontrados nos produtos elaborados com extrato de levedura e proteína de soja desengordura, com exceção da treonina.

Podemos observar também que não houve diferença significativa do aminoácido metionina nos macarrões elaborados com extrato de levedura (5,7 e 9%) e com farinha de soja (5, 7 e 9%).

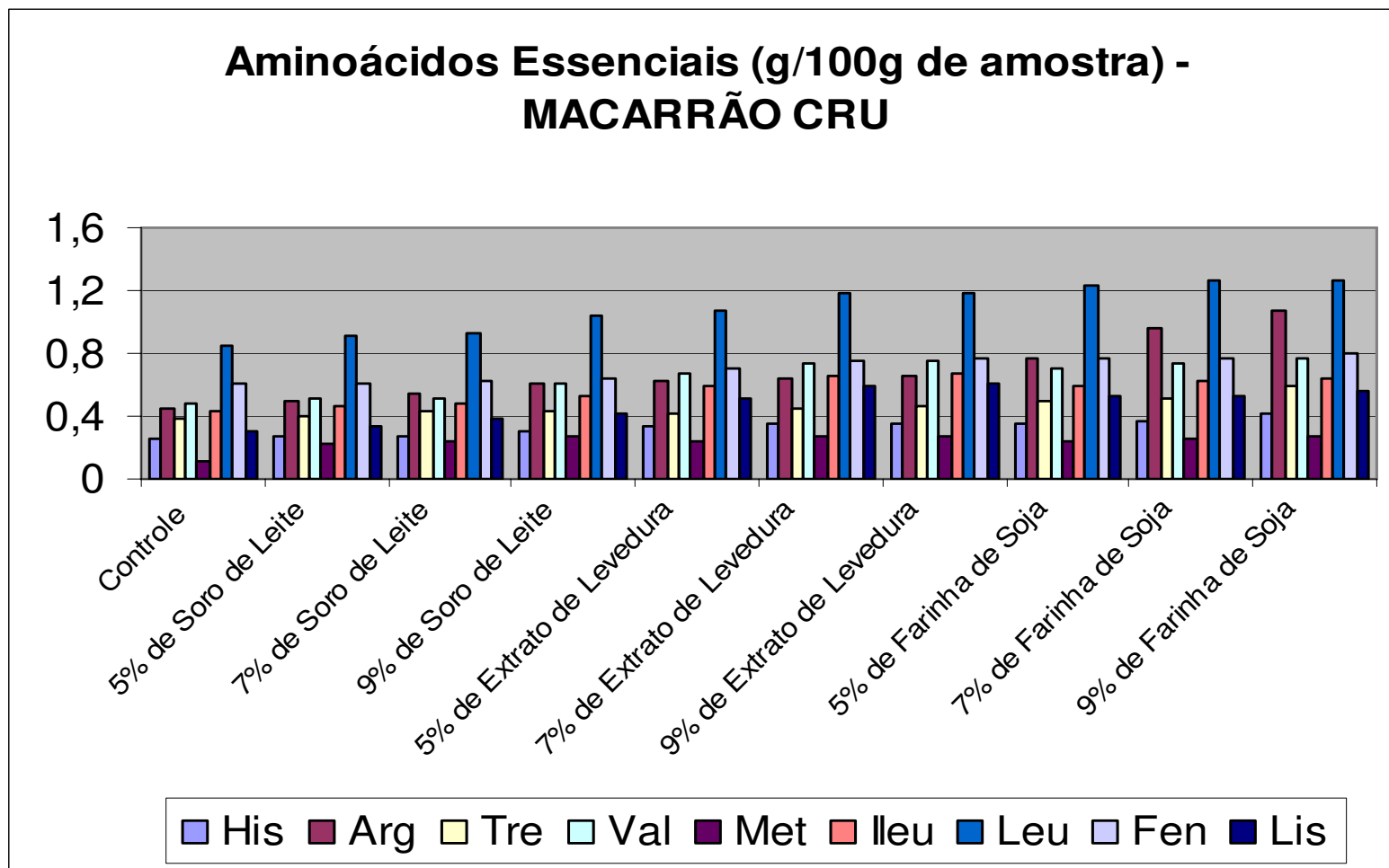


Figura 13 – Resultados médios de aminoácidos essenciais obtidos para as amostras analisadas

5.2.2 Aminoácidos Não Essenciais

Os valores encontrados para aminoácidos não essenciais se encontram na Figura 15.

Observou-se que o aminoácido não essencial que encontra-se em menor quantidade em todas as amostras foi o aminoácido cistina. E o aminoácido mais encontrado em todas as amostras foi a glutamina.

Observou-se que nas diferentes concentrações de soro de leite, extrato de levedura e farinha de soja desengordurada, o teor dos aminoácidos foi praticamente constante, mostrando que o aumento da proporção desses ingredientes pouco interviu para o aumento da concentração de aminoácidos essenciais.

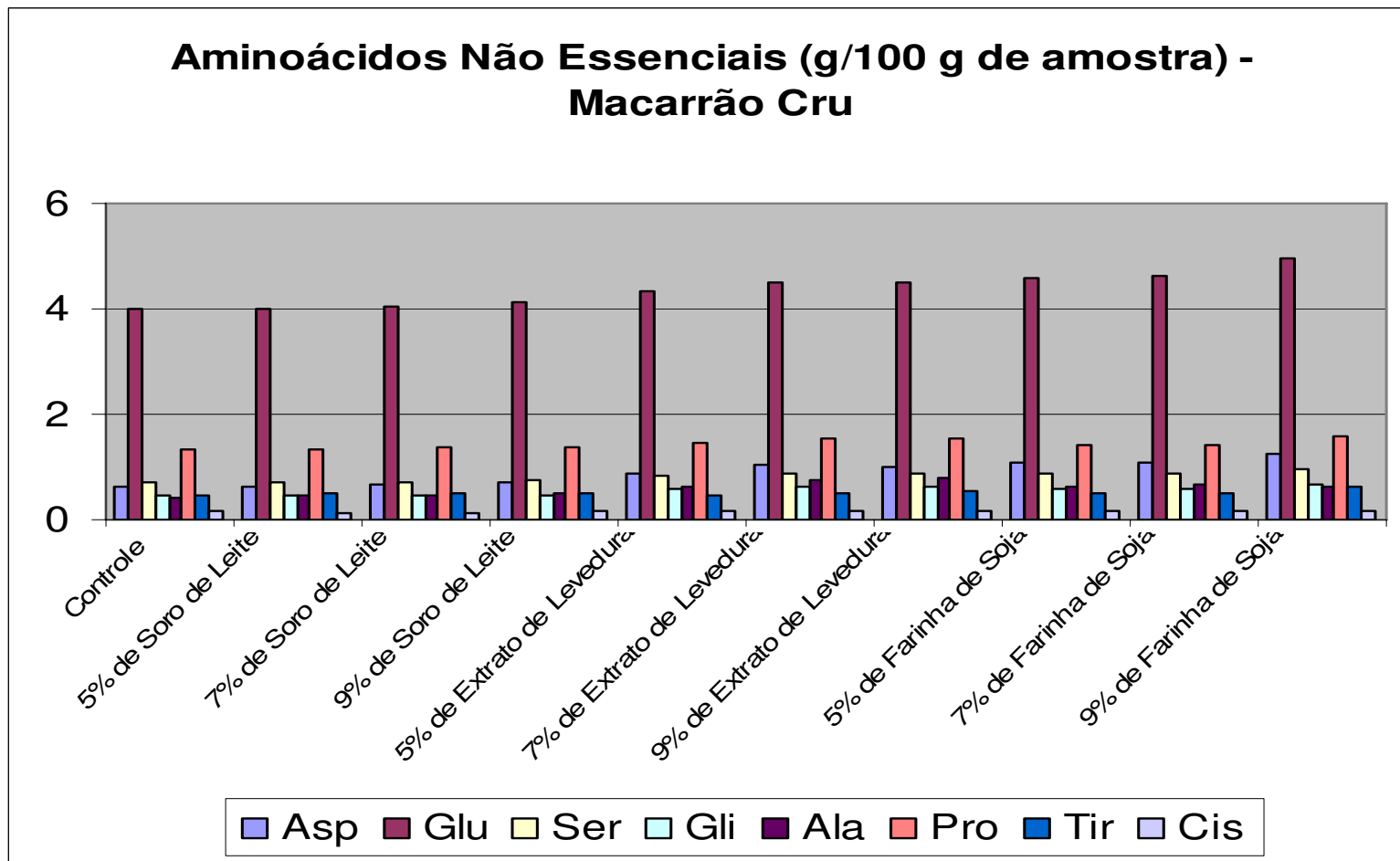


Figura 14 – Resultados médios dos teores de aminoácidos não essenciais, em g/100 g de amostra, para as amostras analisadas.

5.2.3 Perda de Aminoácidos

Observando-se a Figura 16, a porcentagem de aminoácidos essenciais, e a Figura 17 a porcentagem de aminoácidos não essenciais, verificamos que houve uma maior perda dos aminoácidos essenciais durante o cozimento, com as amostras elaboradas com soro de leite em pó, e uma menor perda dos aminoácidos essenciais na formulação com farinha de soja desengordura e na formulação controle, onde não foi adicionado nenhum substituto.

Observando-se a Figura 17, nota-se que houve uma maior perda de aminoácidos não essenciais na formulação elaborada com extrato de levedura, e pouca perda na formulação elaborada com farinha de soja desengordurada e soro de leite em pó 5 e 7%.

Percebemos que na formulação controle, onde nenhum substituto foi adicionado, não houve quase nenhuma perda de aminoácidos, a não ser para o aminoácido asparagina.

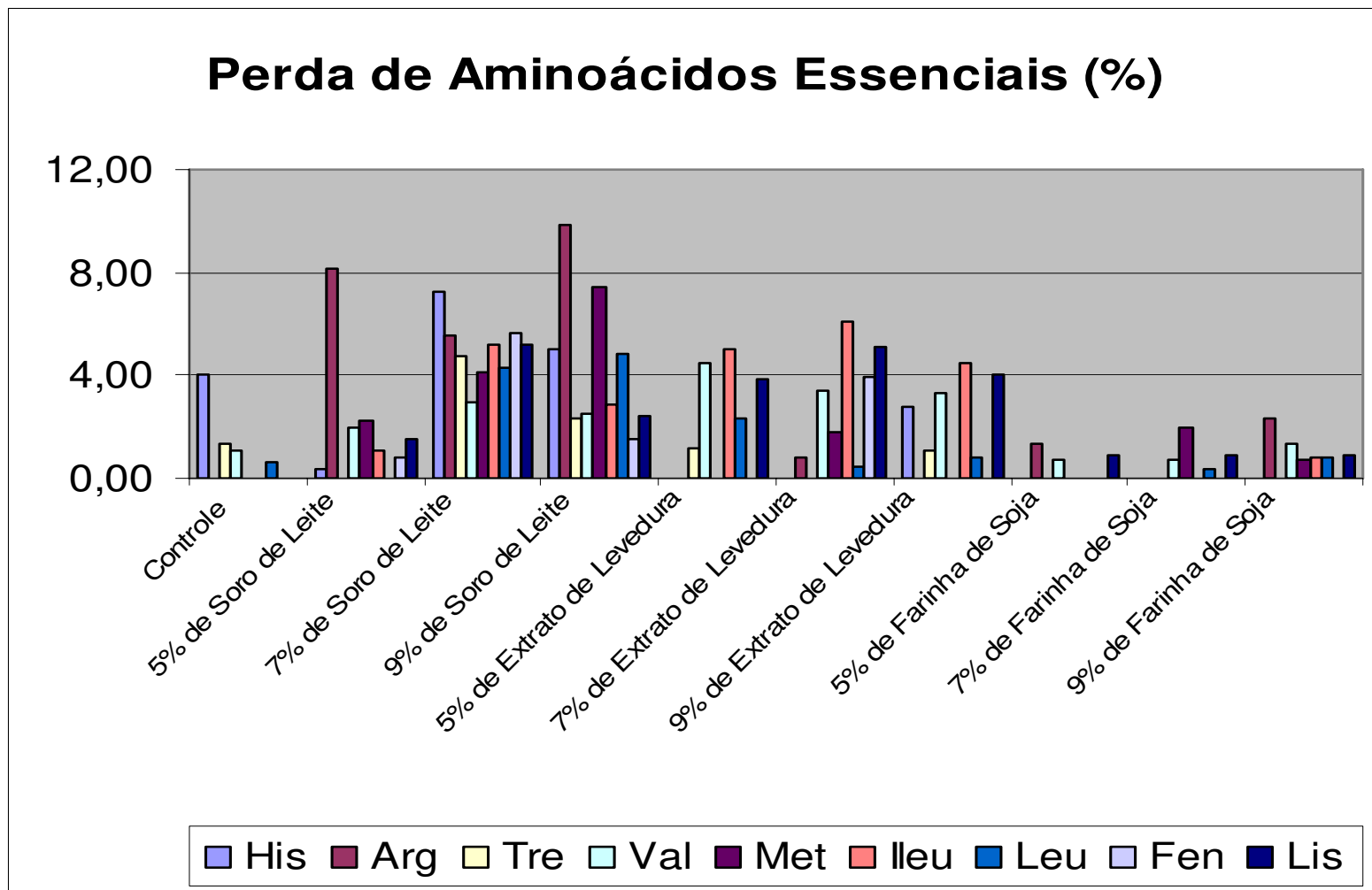


Figura 15- Resultados médios da porcentagem de perda de aminoácidos essenciais, em porcentagem, para as amostras analisadas.

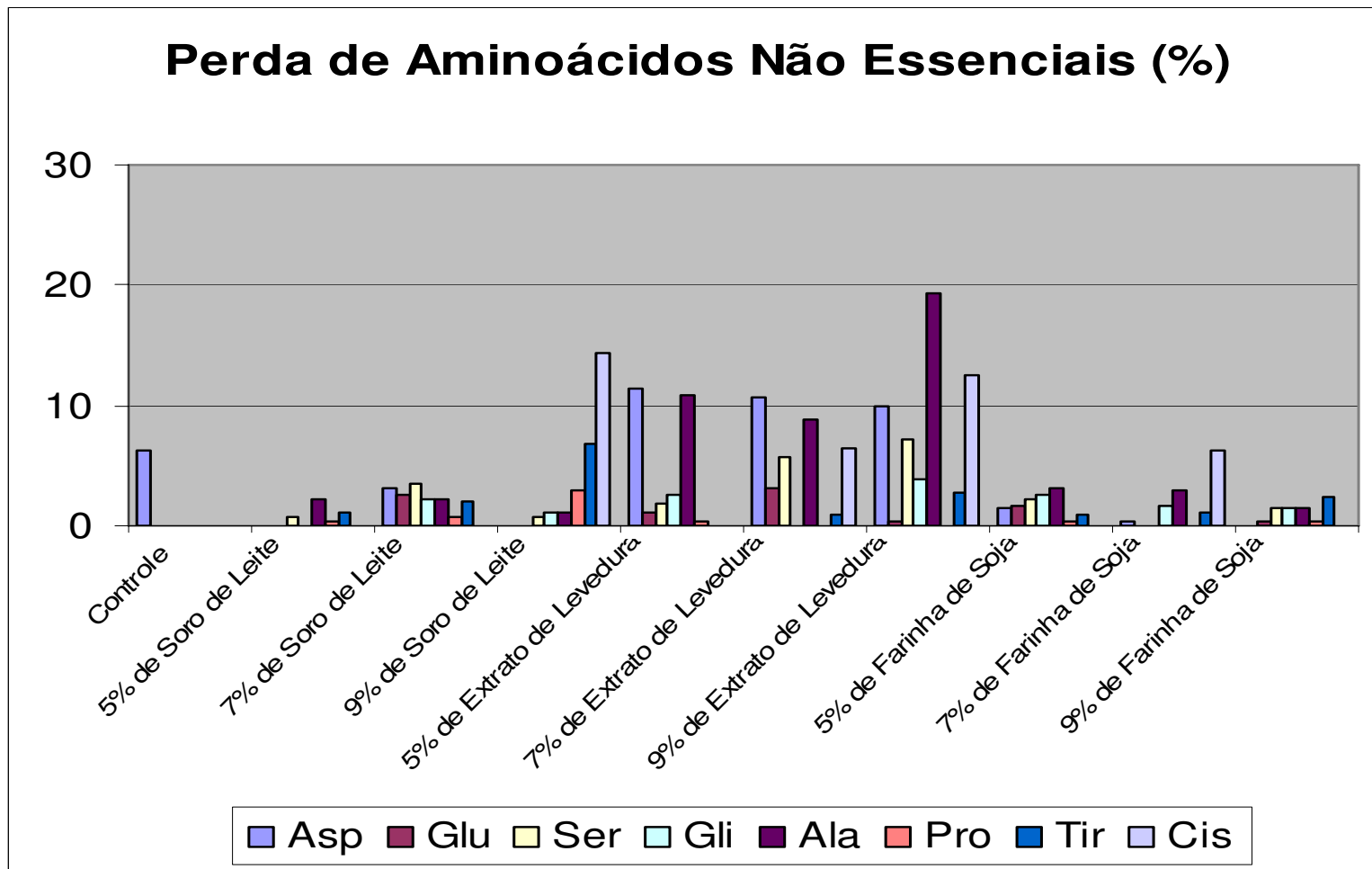


Figura 16- Resultados médios da porcentagem de perda de aminoácidos não essenciais, em porcentagem, para as amostras analisadas.

6. Caracterização sensorial dos macarrões enriquecidos

Os produtos de maiores aceitabilidade foram os elaborados com 9% de soro de leite e o com 5% de farinha de soja. Já o produto de menor aceitabilidade foi o produto elaborado com 9% de extrato de levedura, demonstrando que esse ingrediente, nestas concentrações não são adequados para o enriquecimento de macarrões, sendo necessário outro ingrediente para mascarar o gosto amargo do extrato de levedura, como por exemplo, o espinafre desidratado, ou outro aditivo que ajude a melhorar a cor e o sabor do produto.

O macarrão formulado com 9% de extrato de levedura apresentou características sensoriais negativas, uma coloração escura, um aroma acentuado e um gosto residual. Já o macarrão com soro de leite apresentou uma textura lisa, de coloração uniforme, sem pontuações e um aroma agradável.

Na Figura 18, verifica-se que a aceitação do macarrão com soro de leite aumentou com o aumento da quantidade desse ingrediente adicionado.

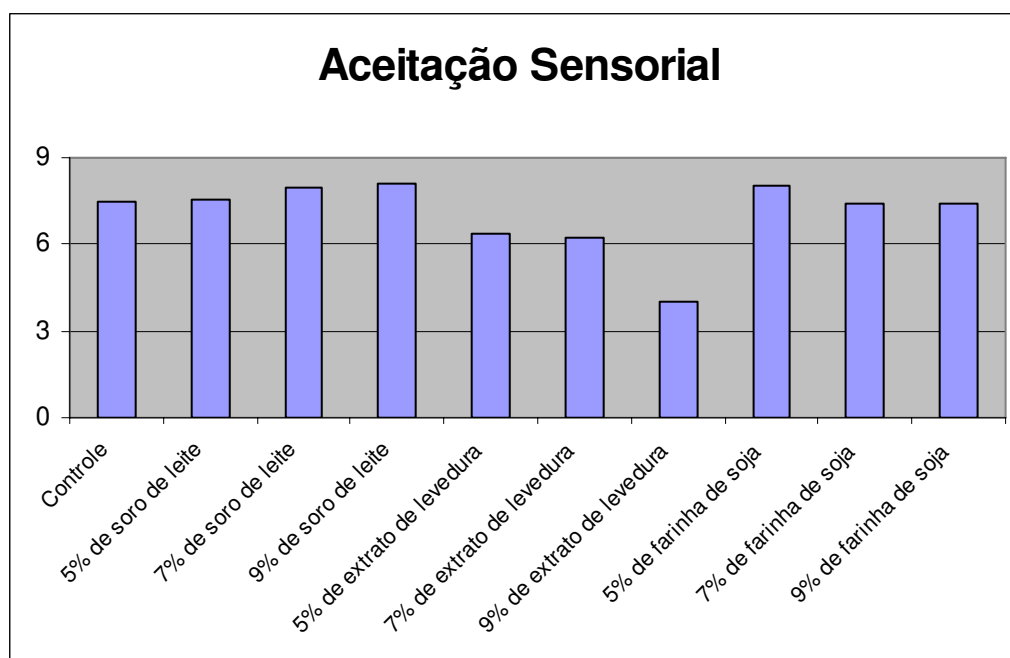


Figura 17- Aceitabilidade Geral dos produtos obtidos com soro de leite, extrato de levedura e farinha de soja desengordurada.

Já os macarrões enriquecidos com o extrato de levedura e a farinha de soja desengordurada tiveram uma aceitação reduzida com o aumento desses ingredientes na formulação dos macarrões.

Na tabela 10 encontram-se os resultados da análise sensorial da avaliação da aceitabilidade geral dos produtos obtidos.

Os produtos de maiores aceitabilidade foram os elaborados com 9% soro de leite e 5% de farinha de soja, no entanto só apresentando diferença significativa com os elaborados com extrato de levedura, como podemos observar na tabela 10 (Teste de Tukey).

Tabela 9– Resultados do Teste de Tukey para análise sensorial

Tratamentos		Médias para aceitação global*
1	Controle	7,48 ^a
2	5% soro de leite	7,56 ^a
3	7% soro de leite	7,98 ^a
4	9 % soro de leite	8,08 ^a
5	5% extrato levedura	6,38 ^b
6	7% extrato levedura	6,24 ^b
7	9% extrato levedura	4,02 ^c
8	5% farinha de soja	8,06 ^a
9	7% farinha de soja	7,44 ^a
10	9% farinha de soja	7,4 ^a

* médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Uma vez que os produtos elaborados com farinha de soja apresentaram preferências semelhantes aos elaborados com soro de leite (de acordo com o teste de Tukey, não apresentaram diferença significativa), notamos que é mais vantajoso o uso da farinha de soja desengordurada como ingrediente para o enriquecimento do macarrão, pois além de ser um produto mais barato, aumentou mais o valor nutritivo do produto final (maior teor de aminoácidos e proteínas), além disso teve uma aceitação tão boa quanto o macarrão tradicional.

7. Conclusões:

- É possível utilizar ingredientes como soro de leite em pó, extrato de levedura e farinha de soja desengordurada para enriquecer macarrões e obter produtos com características físico-químicas e sensoriais semelhantes aos macarrões tradicionais.
- A elaboração de massas com produtos de alto valor protéico (soro de leite, extrato de levedura e farinha de soja) permitiu a obtenção de uma massa com elevado teor de proteína, superando a massa de trigo tradicional.
- É vantajoso o uso de farinha de soja desengordurada, como ingrediente do macarrão, pois além de proporcionar a obtenção de produtos com maior aceitabilidade sensorial, aumenta o teor de aminoácidos indispensáveis, como por exemplo a leucina, a lisina e a metionina que são muito escassos no macarrão convencional, obtendo assim um produto de alto valor nutritivo.
- Do ponto de vista tecnológico o macarrão enriquecido com farinha de soja desengordurada possui um tempo de cozimento semelhante ao macarrão tradicional e um aumento de peso e volume, o que é um resultado viável para obter melhor rendimento.

8- Bibliografia

- ABIMA- Associação Brasileira da Indústrias de Massa Alimentícias. Disponível em <<http://www.abima.com.br>. Acessado em 04 de dezembro 2007.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 93 de 21 de outubro de 2000. Disponível em www.anvisa.gov.br.
- ANDRADE, M.K. **Experiências sobre alimentação escolar em países do terceiro mundo**. In: Seminário de Alimentação escolar. 3º, 1999. Campinas. ITAL, 1999.
- ANGELIS, R.C de **Fome oculta: impacto para a população do Brasil**. São Paulo: Atheneu, 1999.
- ANGELIS, R.C. de **Métodos biológicos de avaliação do valor nutricional de proteínas**. *Alimentação*. São Paulo, n. 50, p. 51-54, outubro, 1980.
- ANTIGNELLI, C. **The manufacture and application of pasta as food and as food ingredient: a review**. J. Food Technology. (15), 125-145, 1980.
- ARKCOLL, D.B. Inibidores nutricionais da soja. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, n. 48, 1976.
- BABAYAN, T. L.; BEZRUJOU, M.G.; LATOU, E. K.; BELIKOU, V.M.; BELAUTSEVA, E.M.; TITOVA, E. Induced autolysis of *Saccharomyces cerevisiae*: morphological effects, rheological, effects, and dynamics of accumulation of extracellular hydrolysis products. **Current Microbiology**. New York, 1991.
- BAR, W.H. **Estudo das características de elasticidade das massas obtidas a partir de farinhas mistas**. Boletim Informativo Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos: Campinas, 1972.
- BARINOTTO, M.E.P., **Produção de Proteína Unicelular a Partir de Soro de Queijo por *Lactobacillus bugarius* e *Streptococcus thermophilus***. Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.
- BONTEMPO, Marcio. Suplementos nutricionais e produtos naturais. 2º ed. São Paulo: Best Seller, 1997.
- BORSOI, M.A. **Nutrição e dietética: noções básicas**. São Paulo: SENAC-SP, 2001.

- BRANDÃO, S.C.C., **Soro: um desafio para as fábricas de queijos**. Leite e derivados, n. 15, p. 13-19, 1994.
- BUCKLE, T.S **Enriched pasta products made from composite flours**. Revista del Instituto de Investigaciones Tecnológicas de Bogotá, Bogotá, v.17, n. 98, 1985.
- CABALLERO-CORDOBA, G. M. PACHECO, M.T.B.; SGARBIERI, V.C. **Composição química de biomassa de levedura integral (*Saccharomyces cerevisiae*) e determinação do valor nutritivo da proteína, em células integras ou rompidas mecanicamente**. Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Campinas, v. 17, n. , p. 102-106, 1997.
- CAMARGO, C.R.O.; FRANCISCHI, M.L.P; CAMPAGNOLLI, D.M.F. **A composição da proteína e a qualidade de panificação da farinha de trigo**. Boletim SBCTA. Campinas, n. 31 (1), p. 25-32, jan/jun, 1997.
- CARIAS, D., CIOCCIA, A.M., MILLA, P. **Grado de concordancia entre la digestibilidad de proteínas animales y vegetales medidas *in vivo* e *in vitro* y su efecto sobre el cómputo químico**. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Guatemala, v.45, p.111-116, 1996.
- CARVALHO, P.R.N; SILVA, M.G.; PARRA, E.B. **Efeito da cocção sobre os teores de tiamina, riboflavina, pirdoxina, niacina e ferro em macarrão enriquecido tipo espaguete**. Coletânea ITAL. Campinas, n.27, p. 57-60, jan/dez, 1997.
- CARVER, J.D.; WAKLER, W.A. The role of nucleotides in human nutrition. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, Los Altos , v.6, n.2, p.58-72, 1995.
- CASAGRANDI, D.A. Análise tecnológica, nutricional e sensorial do macarrão elaborado com farinha de trigo adicionada de farinha de feijão-grandu. **Revista de Nutrição**, Campinas; v. 12, n. 2, p. 137-143, maio-ago.1999.
- CHANG, H.C.; CHURCHWELL, M.I.; DELCLOS, K.B.; NEWBOLD, N.N; DOERGE,D.R. Mass spectrometric determination of genistein tissue distribution in diet-exposed sprague-dawley rats. **Journal of Nutrition**, v.130, 2000.
- CIACCO, C. F.; CHANG, Y.K. **Tecnologia de massas alimentícias**. Serie Tecnologia Agroindustrial. Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Governo do Estado de São Paulo, 187 p., 1982.
- CIACCO, C.F.; CHANG, Y.K. **Como fazer massas**. Editora da Unicamp. 1986.

- CICHELO, M.S.F.; PAVANELLI, A. P.; PALMA, E. J.; ANDRADE, M.A. **Alternativas de emulsificantes para a qualidade de massas alimentícias**. Oxiten S/A Indústria e Comércio, 2000.
- COITINHO, D.C.; Condições Nutricionais a população Brasileira. Brasília:INAN, 1991.
- CRUZ, R.C.B.; **Utilização de soro de leite para a produção de micelo de *Pleurotus ostreatus***. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- CUPPARI, L. Guias de medicina Ambulatorial e Hospitalar- **Nutrição clínica do adulto**. São Paulo: Ed Manole, 406 p.,Bibliografia: p.337-338. ISBN 85-204-1406-0, 2002.
- DONNELLY, B. J. **Pasta: raw material and processing**. In: LORENZ, K.J. & KULP, K. Handbook of cereal science and technology. New York, Marcel Dekker, 1991. p. 763-822.
- DZIEZAK, J.D. Yeasts and yeast derivatives: Definitions, characteristics, and processing. **Food Technology**, Chicago, v.41, n. 2, p. 104-121 e 122-125, 1987.
- EFING, L.C.; AKUTAGAWA, P.S.; DUTCOSKY,S.D.; CAMPOS, A.M. Desenvolvimento de barra de cereais com alto teor protéico e sem adição de açúcar à base de proteína de soja. In: BRAZILIAN MEETING ON CHEMISTRY OF FOOD AND BEVERAGES 4, 2002, Campinas. **Resumos**. Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos, 2002. CD ROOM.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia de farinhas mistas**.: uso de farinhas mistas na produção de massa alimentícia.- centro nacional de Pesquisa e Tecnologia Agroindustrial de Alimentos, Brasília, 1994.
- FERREIRA, S.M.R **Controle da qualidade em sistemas de alimentação coletiva I**. São Paulo: Varela, 2002, cap. 6, p- 49-150.
- FERREIRA, S.M.R.; TASCA, B.M, TAKAHARA, H.C. **Avaliação da qualidade de macarrão de arroz**. Higiene Alimentar. Curitiba, 2000.
- FILHO, M. B.; RISSIN, A A Transição Nutricional no Brasil: Tendências Regionais e Temporais **Cad. Saúde Pública**, Rio de janeiro, v.19,n.sup 1, p. S181-S191, 2003.
- FURCO, A.M. Produção de biomassa de levedura em destilarias de álcool. **Anais do Workshop sobre produção de biomassa de levedura: utilização em alimentação humana e animal**, 1996, p. 52-58, Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, SP.

- GARCIA, A.E.B. **Inovações tecnológicas na indústria de massas alimentícias e biscoitos**. Campinas: ITAL, n. 27. p. 99, 1990.
- GARIB, C. C. **Alimentação balanceada: uma proposta alternativa d merenda escolar**. Florianópolis, 2002. p. 93. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.
- GILLIES, M.T. **Whey Processing and Utilization**. Food Technology Review, v. 19, p. 211, 1974.
- GONZALES-AGRAMON, M.; SERNA-SALDIVAR, S.O. **Effect of defatted soybean and soybean isolate fortification on the nutritional, physical, chemical and sensory properties of wheat flour tortillas**. Journal of Food Science, v. 53, p. 793-797, 1988.
- HALÁSZ, A.; LÁSZTITY, R. Use of yeast biomass in food production. Budapest, Hungary: CRC press, Boca Raton, 1991, 312p.
- HANGEN S., FROST B., AUGUSTIM J., **Precolumn Phenylisothiocyanate Derivatization And Liquid-Chromatography Of Amino-Acids In Food**. Journal Of The Association Of Official Analytical Chemists 72 (6): 912-916 Nov-Dec 1989.
- HENDENSKOG, G. MOGREN, H. ENEBO, L. **A method for obtaining protein concentrates from microorganisms**. Biotechnol Bioeng., 1970.
- HENDLER, S. **Enciclopédia de vitaminas e mineirais**. Rio de Janeiro: Campus LTDA, 1997.
- HUMMEL, C. **Macaroni Products: manufacture, processing anda packing**. 2. ed. London: Food Trade Press, 1966, 287 p.
- HUMMEL, C.H. **Macaroni Products: manufacturing Processive and Packing**. Food Trade Press, 1966.
- IEE- INSTITUTO DE ELETROTÉCNICA E ENERGIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Cana de açúcar no Brasil, 2004.
- KAC,G; VELASQUEZ-MELÉNDEZ,G. A Transição Nutricional e a epidemiologia da Obesidade na América Latina.; **Cad. Saúde pública**. Rio de janeiro, V.19 (Sup 1):s4-s5:2003.
- KENT, N. L. **Technology of cereal**. 3º ed. Bergarion Press,221 p., 1984.
- KNORR, D.; SHETTY, K. J.; HOOD, L.F.; KINSELLA, J.E. Na enzymatic method for yeast autolysis. **Journal of Food Science**, Chicago, v.44, n.5, p. 1362-1365, 1979.

- KOLLAR, R.; STURKIK, E.; SAJBIDOR, J. Complete fractionation of *Saccharomyces cerevisiae* biomass. Food Biotechnology, New York, v. 6, n.3, p.225-237, 1992.
- LAJOLO, F.M.; TIRAPEGUI, J. **Proteínas e aminoácidos**. In: OLIVEIRA, J.E.D. de Ciências Nutricionais, cap. 3, p. 41-65. São Paulo: Sarvier, 1998.
- LAMOUNIER, J.A.; LEÃO, E. Nutrição na infância. In: OLIVEIRA, J.E.D. de **Ciências Nutricionais**, São Paulo, Sarvier, 1998.
- LEITÃO R.F.F.; VITTI, P.; FERREIRA, V.L.P.; MIYA, E.E. **Macarrão à base de farinhas ricas em proteínas**. Coletânea do Ital, Campinas, 6:351-360,1975.
- LEITÃO, R.F.F, VITTI, P.; FERREIRA, V.L.P.; MIYA, E.E **Tecnologia de macarrão**, Campinas: Coletânea ITAL, 1990.
- LINDBLOM, C. E. – Politics and Markets – New York: Basic Books, 1977.
- MAHAN ,L.K.; STUMP, S. **Krause: Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. São Paulo: Ed Roca, 957 p.; ISBN 85-7241-378-2, 2002.
- MARCONDES, E. **Desnutrição**. São Paulo: Savier, 1976.
- MARQUES, R. Os desafios da sociedade da informação. Em Conselho Nacional de Educação (ed.), **A Sociedade da Informação na Escola**. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação, 1998.
- MARTINS, B. T. **Qualidade na alimentação escolar**. In: Seminário de Alimentação Escolar, 3º.; 1999. Campinas: ITAL, 1999.
- MATHUR, B.N.; SHAHANI, K.M. Use of Total Whey Constituents of Human Food. Journal of Dairy Science, v. 62, p. 99-105, 1979.
- MATTHEWS, M.E., **Whey Protein Recovery Process and Products**. Journal of Dairy Science, v. 67, p. 2680-2692, 1984.
- MATZ, S. **Cereal Technology**. The AVI Publishing Company,. 1970.
- MAWSON, A.J., **Bioconversions for whey utilization and waste abatement**. Bioresource Technology, v. 47, p.195-203, 1994.
- MILATOVIC, L. MONDELI, G. **Che casa e la pasta?** La tecnologia della pasta alimentari. Pinerolo, Itália, chiriotti, 1991. p. 1-22.
- MILATOVIC, L. **L' uso della vitamina C in pastificazioni**. Técnica Molitoria, 35(5),1984.

- MILLER, E. R.; ULLREY, D. E.; LEWIS, A. J. **Swine Nutrition**. Boston: Butterworth-Hainemann, 673 p. ISBN 0-409-90095-8 1991, 1991.
- MIURA, E.M. Y.; BINOTTI, M.A.R.; CAMARGO, D.S. Avaliação biológica de linhagem de soja com baixas atividades de inibidores de tripsina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29 p. 1754-1758, 2000.
- MIZUBUTTI, I.Y., **Soro de Leite: Composição, Processamento e Utilização na Alimentação**. Semana Ciências Agrárias. v. 15, p.80-94, 1994.
- MONTEIRO, C. A; BENICIO, M.H.D'A.; ORTIZ, L.P., Tendência secular do peso ao nascer na cidade de São Paulo(1976-1998) // **Rev. Saúde Pública** / 34 / 6 supl, São Paulo-Brasil; 2000.
- MONTEIRO, C.A. **A dimensão da pobreza, da fome e da desnutrição no Brasil**. Estudos avançados. V. 9, n. 24, 1995.
- MOURA, E.C.V. de; ZUCAS, S.M. **Ensaio Nutricional da proteína da soja suplementada com farinha de castanha do Pará**. *Alimentação*. São Paulo, 1981.
- NÓBREGA, F. J. de Distúrbios da nutrição. Rio de Janeiro: Revinter, 1998.
- OLIVEIRA, J.E.D; MARCHINI, J.S.; **Ciências Nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 1998.
- OLIVEIRA, J.E; SANTOS, A. C.; WILSON, E. D. **Nutrição básica**. São Paulo: Sarvier, 1982.
- ORMENESE, R.C..S.C. CHANG, Y.K, Macarrão de arroz: características de cozimento e textura e comparação com o macarrão convencional e aceitação pelo consumidor. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, p. 91-97, 2003.
- ORMENESE, R.C..S.C. **Influência da adição de emulsificantes nas características do cozimento do macarrão de arroz obtido pelo processo convencional de produção de massas alimentícias**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – SBCTA, Poços de Caldas, 1998.
- ORMENESE, R.C..S.C., FARIA, E.V., GOMES, C.R., YOTSUYANAGI, K. Massas alimentícias não convencionais à base de arroz – perfil sensorial e aceitação pelo consumidor. **Brazilian Journal of Food Technology**, 4. 67-74, 2001.
- PAIXÃO, J.A, **Enriquecimento e fortificação de alimentos**. Boletim SBCTA, Campinas, n. 32(1), p. 48-55, 1998.

- PALMA, D.; NÓBREGA, F.J. de **Alimentação da Criança**. Distúrbios da Alimentação. São Paulo: Revinter, 1998.
- PEIXOTO, N. Processamento de produtos de biomassa de levedura para alimentação humana : potencial, mercado interno e externo. **Anais do Workshop sobre produção de biomassa de levedura: utilização em alimentação humana e animal**, 1996, p. 90-98, Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, SP.
- PETEADO, Y. M. B. **A Condição Urbana: Estudo de dois casos de inserção do índio na vida cidadina**. Dissertação de mestrado em Antropologia.
- PIZINATTO, A. MAGNO, C.P.R., CAMPAGNOLLI, D.M.F, VITTI, p. LEITÃO, R.F.F, **Avaliação tecnológica de produtos Derivados de farinha de trigo (pão, macarrão, biscoito)**- Instituto de tecnologia de Alimentos- CTFP/ITAL- Campinas, novembro de 1993.
- PORTESI, G. **L' industria della pasta alimentari**. Roma, Molini D' Itália, 1951, p. 279-341.
- PORTESI, G. **L' industria della pasta alimentary**. Editrici Molini D' Itália, 403 p., 1957.
- PRODLOVE, R.K. **Os alimentos em debate**. São Paulo: Varela, 1996.
- RABELLO, G. **Utilização do Resíduo do Soro de Leite na produção de biomassa de cogumelo comestível *Lentinula edodes***. Departamento de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- RUBENZ, J. **O setor lácteo no Brasil**. Seminário Internacional do Setor Lácteo. Buenos Aires: Sociedade rural, Argentina, 1998.
- SASSON, A. **Alimentando o mundo de amanhã**. Rio de Janeiro/Paris; Imago/UNESCO, 1993.
- SGARBIERI, V. C.; **Alimentação e Nutrição: fator de saúde e desenvolvimento**. Campinas: Editora da Unicamp, 1987.
- SGARBIERI, V. C.; **Proteínas em Alimentos Protéicos: Propriedades-degradações – modificações**. São Paulo: Varela, 1996
- SMITH, A.C. **Proteínas-aspecto crítico de uma política de alimentação e nutrição**, julho , 1982.
- SNYDER, H.E.; KWON, T.W. **Soybean Utilization**. New York: An AVI book, 1987.
- SUCUPIRA, A.C. **Segurança alimentar em espaços coletivos**. Caderno de Saúde Pública de 23 de setembro de 1998.

- SUETUGO, M.H. **Vitamina B,- tiamina, niacina e riboflavina.** In: Nóbrega, F.J. *Distúrbios da Nutrição.* Rio de Janeiro: Revinter, 1998. cap. 45, 46 e 47, p. 313-319.
- VIACAVA, F.; FIGUEIREDO, C.M.; OLIVEIRA, E.A. **A desnutrição no Brasil:** uma análise nacional da Despesa Familiar para Nordeste, Estado de São Paulo e Estado do Rio de Janeiro. FINEP: Vozes, 1983.
- VITTI, P. LEITÃO, R.F.F, PIZINATTO, A.; PENTEADO, R.L.B. **Preparo de uma farinha de milho integral de desengordurada e seu uso em produtos de panificação.** Boletim do Ital, Campinas,17 (4), 451-467, 1980.
- WALSH, D.E. & GILLES, K.A. Macaroni products. In: INGLETT, G. **Wheat: Production and Utilization**, 333-354. The AVI Publishing Company, Inc., 1974.
- WHITE J.A., HART R.J., FRY J.C. **An Evaluation Of The Waters Pico-Tag System For The Amino-Acid-Analysis Of Food Materials.** Journal Of Automatic Chemistry 8 (4): 170-177 Oct-Dec 1986
- YAMAKOSHI, J.; PISKULA M.K.; IZUMI, T.; TOBE, K.;SATO, M.;KATAOKA,S.; OBATA,A.; KIKUCHI, M. Isoflavone aglicone-rich extract without soy protein attenuates atherosclerosis development in cholesterol-fed rabbits. **Journal of Nutrition**, v. 130, 2000.
- YANG, S. & OKOS, M.R. **Effects of Temperature on Lactose Hydrolysis of Immobilized Beta- Galactosidade in Plug- Flow Reactor.** Biotechnology and Bioengineering, v.33 p. 873-885, 1989.
- ZALL, R.R., Trends in Whey Fractionation and Utilization, a Global Perspective. Journal of Dairy Science, v. 67 , p. 2621-2629, 1984.
- ZANDOW, J.G., **Lactose: properties and uses.** Journal of Dairy Science, v. 67, p. 2654-2679, 1984.
- ZANDOW, J.G., **Utilization of Milk Components: Whey.** Advances in Milk Processing, v. 1; 1986.
- LINDER, M. C. **Nutritional Biochemistry and Metabolism With Clinical Applications.** Department of chemistry and Biochemistry, California State University, Fullerton , Califórnia. 603 p;ISBN o-8385-7084-4, 1991.
- YPIRANGA, L. **Desnutrição:** Contribuição para a análise de sua determinação. Rio de Janeiro, 1982. Dissertação (Mestrado)- Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.

-ZOIA, W.F.; WANG, S.H; SGARBIERI, V.C **Características sensoriais nutricionais de angus fortificados com diferentes níveis de farinha de soja desengordurada.** Alimentos e Nutrição. São Paulo, 1997.

ANEXO 01

Condições operacionais para calibração do analisador de aminoácidos.

Componente	Nºdo	PM	Padrão 31	Padrão 32	Concentração (g/100mL)		X 1000
Aa	Pico		(g)	(g)	Padrão C3	Padrão C2	PadrãoC1
ASP	01	133,1	1,0000	5,0000	6,6550	3,3275	1,6638
GLU	02	147,1	1,0000	5,0000	7,3550	3,6775	1,8388
SER	03	105,1	1,0000	5,0000	5,2550	2,6275	1,3138
GLY	04	75,1	1,0000	5,0000	3,7550	1,8775	0,9388
HIS	05	155,2	1,0000	5,0000	7,7600	3,8800	1,9400
ARG	06	174,2	1,0000	5,0000	8,7100	4,3550	2,1775
THR	07	119,1	1,0000	5,0000	5,9550	2,9775	1,4888
ALA	08	89,1	1,0000	5,0000	4,4550	2,2275	1,1138
PRO	09	115,1	1,0000	5,0000	5,7550	2,8775	1,4388
AAAB	10	103,1	0,6500		6,4350	6,4350	6,4350
TYR	11	181,2	1,0000	5,0000	9,0600	4,5300	2,2650
VAL	12	117,2	1,0000	5,0000	5,8600	2,9300	1,4650
MET	13	149,2	1,0000	5,0000	7,4600	3,7300	1,8650
CIS 1	14	240,2	1,0000	5,0000	12,0100	6,0050	3,0025
CIS 2	15	240,2	1,0000	5,0000	12,0100	6,0050	3,0025
CIS 3	16	240,2	1,0000	5,0000	12,0100	6,0050	3,0025
ILE	17	131,2	1,0000	5,0000	6,5600	3,2800	1,6400
LEU	18	131,2	1,0000	5,0000	6,5600	3,2800	1,6400
PHE	19	165,2	1,0000	5,0000	8,2600	4,1300	2,065
LYS	20	146,2	1,0000	5,0000	7,3100	3,6550	1,8275
			Total	AAAB	142,7550	71,3775	35,6888

ANEXO 02

Nome: _____ Data: ____/____/____

Instruções:

Experimente as amostras e expresse sua opinião, usando a escala abaixo para descrever sua idéia a respeito da aceitabilidade geral do macarrão. Após experimentar cada amostra, tome um pouco de água e experimente a próxima.

- Aceitabilidade geral- traduzida pelo “conjunto”, relativa à primeira impressão causada pelo produto como um todo (aparência, cor, consistência, sabor e aroma)

Escala:

9- Gostei muitíssimo	6-Gostei ligeiramente	3- Desgostei moderadamente
8- Gostei muito	5-Indiferente	2- Desgostei muito
7- Gostei moderadamente	4-Desgostei ligeiramente	1-Desgostei muitíssimo

Código da Amostra	Aceitabilidade geral