SÔNIA MARIA CARDIA GOMES LIMA

DESENVOLVIMENTO DE UMA BEBIDA LÁCTEA À BASE DE SORO DE QUEIJO, FORTIFICADA COM FERRO

unesp

1910001201

SÔNIA MARIA CARDIA GOMES LIMA

DESENVOLVIMENTO DE UMA BEBIDA LÁCTEA À BASE DE SORO DE QUEIJO, FORTIFICADA COM FERRO

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de São José do Rio Preto, para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Lúcia Barretto Penna

Inst. de Biociências, Letras e Ciências Exatas - UNESP
BIBLIOTECA
S. J. Rio Preto
t.1.201/03

São José do Rio Preto

2003

Lima, Sônia Maria Cardia Gomes.
Desenvolvimento de uma bebida láctea à base de soro queijo, fortificada com ferro / Sônia Maria Cardia Gomes Lima – São José do Rio Preto : [s.n.], 2003
154 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Ana Lúcia Barretto Penna
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Tecnologia de alimentos. 2. Soro do leite. 3. Anemia ferropriva - fortificação. 4. Bebidas lácteas. I. Penna, Ana Lúcia Barretto. II. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. III. Título.

CDU – 663.911.3

SÔNIA MARIA CARDIA GOMES LIMA

DESENVOLVIMENTO DE UMA BEBIDA LÁCTEA À BASE DE SORO DE QUEIJO, FORTIFICADA COM FERRO

COMISSÃO JULGADORA

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

Presidente e Orientador: Profa. Dra. Ana Lúcia Barretto Penna

2º Examinador: Profa. Dra. Carmen Cecília Tadini

3º Examinador: Profa. Dra. Célia Maria Landi Franco

São José do Rio Preto

2003

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Leite e Derivados, Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas de São José do Rio Preto (IBILCE), Universidade Estadual Paulista (UNESP).

"Quando amamos e acreditamos do fundo de nossa alma em algo, nos sentimos mais fortes que o mundo, e somos tomados de uma serenidade que vem da certeza de que nada poderá vencer nossa fé".
Esta força estranha faz com que sempre tomemos a decisão certa, na hora exata e, quando atingimos nosso objetivo, ficamos surpresos com a nossa própria capacidade"

Paulo Coelho

Aos meus filhos, Maria Helena, Pedro e Paulo
Ao meu esposo Geraldo

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista – Campus de São José do Rio Preto, e a todos os professores do curso de pós-graduação, que me proporcionaram conhecimentos e crescimento profissional.

À professora Dra. Ana Lúcia Barretto Penna, pela valiosa orientação, pelo incentivo profissional e pelo estímulo, imprescindíveis à realização deste trabalho.

Aos professores doutores, membros da Banca Examinadora, Carmen Cecília Tadini, Elizeu Rossi, Mirna Lúcia Gigante e Célia Maria Landi Franco, pelas valiosas sugestões.

À Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), em nome dos queridos professores Cristina e Jacob, e do técnico Weliston, pela parceria, amizade e carinho, indispensáveis na realização deste trabalho.

Ao Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), em nome das professoras Marta, Nádia e Helaine, pelo apoio técnico e colaboração.

À Cooperativa de Laticínios de Promissão e à querida Terezinha, pelo carinho e oportunidade.

Ao auxiliar acadêmico do Departamento de Engenharia e Tecnologia dos Alimentos, Ginaldo, pela preocupação e solicitude com que sempre me atendeu.

À Márcia, Marta (Ribeirão Preto), Karime, Tatiana, Carol, Fernanda, Mara, Patrícia Del Ré, Raquel, pelo apoio e amizade.

À minha secretária Marta, indispensável para realização deste trabalho.

Aos meus pais, Valter e Helena, pelo que sou.

Ao meu esposo Geraldo, meu agradecimento especial, pelo carinho, incentivo e por me fazer acreditar que as "estrelas brilham na escuridão".

Aos meus filhos, Maria Helena, Pedro e Paulo, pela compreensão em minhas ausências.

À Deus pela infinita bondade em conceder-me mais uma oportunidade de crescimento.

SUMÁRIO

	LISTA DE QUADROS	v
	LISTA DE FIGURAS	vi
	LISTA DE TABELAS	viii
	LISTA DE NOTAÇÃO E NOMENCLATURAS	xii
	RESUMO	xiii
	ABSTRACT	xv
1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVOS	4
3.	REVISÃO DA LITERATURA	5
3.1	Soro	5
3.1.1	Propriedades nutricionais do soro	11
3.1.2	Propriedades funcionais das proteínas do soro	17
3.2	Bebida Láctea	20
3.2.1	Sistema de estabilização da bebida	25
3.2.1.1	Carragena	26
3.2.1.2	Citrato e fosfato de sódio	29
3.3	Fortificação de Alimentos	30
3.3.1	Ferro	35
3.3.1.2	Fontes de ferro utilizadas na fortificação de alimentos	41
3.3.2	Vitaminas	51
3.3.2.1	Vitamina A	52
3.3.2.2	Vitamina D	54
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	56

4.1	Materiais e matérias-primas	56
4.1.1	Matérias-primas	56
4.1.2	Aditivos	56
4.2	Equipamentos	57
4.3	Métodos	58
4.3.1	Obtenção do soro	58
4.3.2	Análises físico-químicas do soro	59
4.3.2.1	Valor de pH	59
4.3.2.2	Teor de acidez	60
4.3.2.3	Teor de sólidos totais	60
4.3.2.4	Teor de gordura	60
4.3.2.5	Teor de proteínas	60
4.3.3	Produção de bebida láctea à base de soro de queijo fortificada com ferro	61
4.3.3.1	Processamento A	63
4.3.3.1.1	Tecnologia de fabricação	63
4.3.3.2	Processamento B	65
4.3.3.2.1	Definição do estabilizante	65
4.3.3.2.2	Tecnologia de fabricação	65
4.3.4	Análises físico químicas da bebida láctea fortificada (Processamento A e B)	67
4.3.4.1	Valor de pH	67
4.3.4.2	Teor de sólidos totais	67

4.3.4.3	Teor de gordura	67
4.3.4.4	Teor de proteínas	67
4.3.4.5	Teor de cinzas	68
4.3.4.6	Teor de carboidratos	68
4.3.4.7	Teor de ferro, cálcio e magnésio	68
4.3.4.8	Teor de fósforo	68
4.3.4.9	Teor de sódio	69
4.3.4.10	Teor de vitamina A	69
4.3.4.11	Teor de vitamina D	69
4.3.5	Cálculo do valor calórico	70
4.3.6	Análise sensorial	70
4.4	Produção da melhor formulação em escala industrial	71
4.4.1	Análises físico-químicas	73
4.4.2	Análises microbiológicas	74
4.4.3	Teste de aceitabilidade	74
4.4.4	Custo de produção	75
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
5.1	Caracterização do soro – Processamento A e B	77
5.2	Caracterização físico-química das bebidas lácteas fortificadas	86
5.3	Análise sensorial	120
5.4	Bebida láctea industrial	126
5.4.1	Caracterização da matéria –prima – soro	126
5.4.2	Caracterização físico-química da bebida láctea industrial	127

5.4.3	Avaliação microbiológica	131
5.4.4	Análise sensorial	131
5.4.5	Custos de produção da bebida láctea otimizada	135
6.	CONCLUSÕES	137
7	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	140
8	ANEXOS	141
9	REFERÊNCIAS	142

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Produção de soro láctico	6
Quadro 2	Composição do soro láctico	8
Quadro 3	Produtos de soro, definições e aplicações	10
Quadro 4	Composição das proteínas de soro láctico	12
Quadro 5	Teor de vitaminas hidrossolúveis de soro doce em pó	15
Quadro 6	Teor de minerais em soro doce	16
Quadro 7	Biodisponibilidade e teor em ferro (mg/100g) em alguns alimentos crus	42
Quadro 8	Estudos Intervencionistas com fortificação de alimentos	45
Quadro 9	Fontes de ferro para fortificação de alimentos	46
Quadro 10	Comparação entre Sulfato Ferroso e Ferro Amino Quelato	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estrutura química do aminoácido quelato	48
Figura 2	Fluxograma da obtenção do soro de queijo	59
Figura 3	Fluxograma da obtenção da bebida láctea fortificada (Processamento A)	64
Figura 4	Fluxograma da obtenção da bebida láctea fortificada. (Processamento B)	66
Figura 5	Ficha de Avaliação Sensorial das bebidas à base de soro fortificadas com ferro	71
Figura 6	Fluxograma do processo industrial de obtenção da bebida otimizada	73
Figura 7	Ficha de Avaliação Sensorial utilizada para a bebida láctea fortificada referente ao experimento de otimização	76
Figura 8	Valores médios de pH obtidos na avaliação dos soros nos processamentos A e B	80
Figura 9	Teores médios de acidez (%) obtidos na avaliação dos soros nos processamentos A e B	81
Figura 10	Teores médios de gordura (%) obtidos na avaliação dos soros nos processamentos A e B	83
Figura 11	Teores médios de sólidos totais (%) obtidos na avaliação dos soros nos processamentos A e B	84

Figura 12	Teores médios de proteínas (%) obtidos na avaliação dos soros no processamento B	86
Figura 13	Valores médios de pH das bebidas fortificadas	90
Figura 14	Valores médios de gordura (%) das bebidas fortificadas	92
Figura 15	Teores médios de proteínas (%) das bebidas fortificadas	94
Figura 16	Teores médios de cinzas (%) das bebidas fortificadas	96
Figura 17	Teores médios de sólidos totais (%) das bebidas fortificadas	99
Figura 18	Teores médios de ferro (mg/100mL) das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A e B)	107
Figura 19	Teores médios de cálcio (mg/100mL) das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A e B)	110
Figura 20	Teores médios de magnésio (mg/100mL) das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A e B)	110
Figura 21	Teores médios de sódio (mg/100mL) das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A e B)	111
Figura 22	Teores médios de fósforo (mg/100mL) das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A e B)	111
Figura 23	Resultados da análise sensorial dos processamentos A e B, realizada por pré-escolares	122
Figura 24	Aceitabilidade sensorial (%) da bebida fortificada otimizada para alunos do ensino Infantil (I) e alunos do ensino Fundamental (2)	133

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Planejamento dos experimentos contendo as variáveis e níveis que foram estudados	62
Tabela 2	Valores médios* das análises físico-químicas dos soros (Processamento A) utilizados na elaboração das bebidas lácteas fortificadas	77
Tabela 3	Valores médios* das análises físico-químicas dos soros (Processamento B) utilizados na elaboração das bebidas lácteas fortificadas	78
Tabela 4	Valores médios* das análises físico-químicas das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A)	87
Tabela 5	Valores médios* das análises físico-químicas das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B)	88
Tabela 6	Análise de variância dos valores de pH das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A)	91
Tabela 7	Análise de variância dos valores de pH das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B)	91
Tabela 8	Análise de variância dos teores de gordura das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A)	93
Tabela 9	Análise de variância dos teores de gordura das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B)	93
Tabela 10	Análise de variância dos teores de proteínas das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A)	95

Tabela 11 Análise de variância dos teores de proteínas das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B) 95

Tabela 12 Análise de variância dos teores de cinzas das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A) 97

Tabela 13 Análise de variância dos teores de cinzas das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B) 97

Tabela 14 Análise de variância dos teores de sólidos totais das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A) 100

Tabela 15 Análise de variância dos teores de sólidos totais das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B) 100

Tabela 16 Resultados das análises de minerais e vitaminas das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A) 101

Tabela 17 Resultados das análises de minerais e vitaminas das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B) 102

Tabela 18 Análise de variância dos teores de ferro das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A) 107

Tabela 19 Análise de variância dos teores de ferro das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B) 107

Tabela 20 Análise de variância dos teores de cálcio das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A) 112

Tabela 21 Análise de variância dos teores de cálcio das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B) 112

Tabela 22 Análise de variância dos teores de magnésio das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A) 112

Tabela 23 Análise de variância dos teores de magnésio das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B) 113

Tabela 24 Análise de variância dos teores de sódio das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A) 113

Tabela 25 Análise de variância dos teores de sódio das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B) 113

Tabela 26 Análise de variância dos teores de fósforo das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A) 114

Tabela 27 Análise de variância dos teores de fósforo das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B) 114

Tabela 28 Análise de variância dos teores de vitamina A das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B) 116

Tabela 29 Análise de variância dos teores vitamina D das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B) 116

Tabela 30 Composição centesimal e percentual de adequação dos nutrientes para 100mL das bebidas lácteas fortificadas para pré-escolares, segundo NRC (1989) 118

Tabela 31 Valores médios de aceitação das diferentes formulações da bebida láctea à base de soro fortificada com ferro 121

Tabela 32 Análise de variância da aceitabilidade das bebidas lácteas fortificadas com ferro (Processamento A) 123

Tabela 33 Análise de variância da aceitabilidade das bebidas lácteas fortificadas com ferro (Processamento B) 123



Tabela 34	Caracterização físico-química do soro	127
Tabela 35	Valores médios* das análises físico-químicas da bebida láctea fortificada industrial	128
Tabela 36	Teores de minerais e vitaminas da bebida industrial	129
Tabela 37	Aceitabilidade sensorial da bebida industrial por 55 provadores não treinados	133
Tabela 38	Aceitabilidade sensorial da bebida industrial por 55 provadores não treinados, quanto a freqüência que tomariam o produto	134
Tabela 39	Intenção de compra da bebida industrial por 55 provadores não treinados	134
Tabela 40	Custos em reais para elaboração de 1000 litros de bebida láctea fortificada	136

LISTA DE NOTAÇÃO E NOMENCLATURA

OMS	Organização Mundial de Saúde	01
OPAS	Organização Panamericana de Saúde	01
ABPL	Associação Brasileira dos Produtores de Leite	06
USDEC	United States Dairy Export Council	07
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio	07
CPS	Concentrado Protéico de Soro	28
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária	32
IDR	Ingestão Diária Recomendada	32
LTP	Laboratório de Tecnologia de Partículas	51
NRC	National Research Council	54
CMC	Carboxi Metil Celulose	63
HPLC	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência	67
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado	75
ANOVA	Análise de Variância	75
GL	Graus de Liberdade	91
QM	Quadrado Médio	91
SQ	Soma dos Quadrados	91
NS	Não Significativo	97
ER	Equivalente de Retinol	114



RESUMO

A anemia ferropriva constitui o maior problema nutricional da atualidade, estimando-se que 40% da população mundial apresenta carência de ferro ou nível baixo de hemoglobina. Estudos sobre anemia em grupos reconhecidamente de maior risco (crianças e gestantes brasileiras) mostram sempre prevalência elevada. A fortificação de alimentos com ferro tem sido uma maneira de prevenir a anemia ferropriva. Para os laticínios, a conversão de soro de queijo em bebidas é uma atrativa opção para utilização do soro para consumo humano.

Este trabalho teve como objetivo a elaboração e avaliação físico-química e sensorial de bebidas de soro fortificadas com ferro para uso em programas de prevenção da anemia ferropriva.

Doze diferentes formulações foram elaboradas a partir de soro filtrado e tratado a 80°C, adicionados de açúcar (13 ou 16%), corante, aromatizante sabor morango, citrato de sódio, fosfato de sódio, carragena e fontes de ferro (sulfato ferroso, ferro amino quelato ou ferro amino quelato acrescido de vitaminas A e D), e ajustado o pH para valores de 3,5 ou 5,5, conforme o experimento. Foi determinada a composição centesimal dos produtos. A avaliação sensorial foi feita por 50 crianças em idade pré-escolar.

A bebida otimizada apresentou valores de pH 3,90, 0,30% de gordura, 0,99% de proteína, 0,65% de cinzas e 16,29% de sólidos totais. Os teores minerais em mg/100 mL foram 2,34 de ferro, 33,48 de cálcio, 5,75 de magnésio, 57,68 de sódio, 39,07 de potássio, 85,12ER de vitamina A e 3,45mcg de vitamina D. Os valores de

pH 3,5 ou 5,5, as concentrações de açúcar (13 ou 16%) e as diferentes fontes de ferro utilizadas na fortificação não apresentaram influência na aceitabilidade.

Os resultados mostraram a viabilidade da elaboração da bebida de soro de queijo fortificada com ferro, com ótimas características físico-químicas e sensoriais. O produto pode ser adotado em programas de prevenção da anemia ferropriva e também contribuir com o aproveitamento do soro dos pequenos e médios laticínios.

ABSTRACT

Iron-deficiency anemia constitutes today's major nutritional problem. It is estimated that 40% of the world population presents iron deficiency or low hemoglobin levels. Studies conducted on higher risk groups (Brazilian children and pregnant women) have always shown high prevalence. Iron fortification of foods has been a way of preventing iron-deficiency anemia. For the dairy industry, the transformation of cheese whey into beverages is one attractive option to use whey for human consumption.

This study aimed to elaborate and conduct physicochemical and sensorial evaluation of iron fortified whey beverages to be used in programs of prevention of iron-deficiency anemia.

Twelve different formulations were elaborated from filtered whey treated at 80°C, added with sugar (13 or 16%), color additive, strawberry flavoring, sodium citrate, disodium phosphate, carragen and iron sources (ferrous sulfate or iron amino acid chelate or iron amino acid chelate added with vitamins A and D). The pH was adjusted to 3.5 or 5.5, depending on the experiment. The product centesimal composition (pH value, total solids, fat, protein, ash, iron, calcium, magnesium, sodium, potassium and vitamins A and D) was determined. The sensorial evaluation was done by 50 preschool children.

Industrial beverage showed 3.90 pH value, 0.30 % fat, 0.99% protein, 0.65%ash and 16.29% total solids. The mineral content (mg/100mL) were 2.34 iron, 33.48 calcium, 5.75 magnesium, 57.68 sodium, 39.07 potassium, 85.12 RE vitamin A and 3.45 mcg vitamin D.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

The 3.5 or 5.5 pH value, the sugar content 13 or 16% and the different iron sources used in beverage fortification did not influence its global acceptability.

The results have shown the viability of elaboration of a cheese whey beverage fortified with iron with excellent physicochemical and sensorial characteristics. The product may be adopted in programs of prevention of iron-deficiency anemia and may also contribute to the utilization of whey from small and medium-sized dairy industries.

1. INTRODUÇÃO

A erradicação da anemia ferropriva ou carencial apresenta-se como um grande desafio ao governo brasileiro e aos profissionais voltados para os problemas de saúde pública.

Programas e projetos têm sido implantados e desenvolvidos em todo o país, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, onde têm se observado maior incidência das carências nutricionais. Os dados mostram a magnitude do problema, 50% de crianças menores de dois anos e 35% de gestantes no Brasil apresentam tal carência (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001).

Estudos da Organização Mundial de Saúde (OMS) demonstram uma prevalência mundial da anemia ferropriva em crianças e lactentes em torno de 36%. Estimativas da Organização Panamericana de Saúde (OPAS), com base em dados regionais, apontam o Peru como o país de maior índice de anemia na América Latina e Caribe (57%), seguido pelo Brasil (MORA & MORA, 1997).

O principal sintoma da deficiência é o comprometimento do transporte de oxigênio para os tecidos, levando a danos cerebrais irreversíveis em crianças, reduzindo a capacidade de trabalho e o desempenho físico nos indivíduos anêmicos (CARDOSO & PENTEADO, 1994).



A deficiência de ferro pode ser causada pela ingestão insuficiente de alimentos ricos em ferro, principalmente, pelo baixo poder aquisitivo das famílias. Em crianças com idade inferior a 3 anos, esta deficiência se deve em grande parte, ao aporte inadequado deste mineral, baixa biodisponibilidade do ferro e aumento da necessidade de ingestão devido às necessidades do crescimento acelerado no primeiro ano de vida (CUNNINGHAM *et al.,* 2001).

A necessidade de intervenção para o controle da incidência da anemia carencial deve ser determinada pela magnitude do problema e pelos seus efeitos na qualidade de vida, morbidade e mortalidade. Em virtude da grande dificuldade da população brasileira ter acesso a uma alimentação que garanta o atendimento a suas necessidades nutricionais, a fortificação de alimentos, principalmente com ferro, se coloca como uma alternativa de intervenção para prevenir a anemia ferropriva (SAMPEI *et al.*, 2000).

Segundo Torres & Souza-Queiroz (2000), a fortificação de alimentos trata-se de uma medida capaz de atingir vários extratos populacionais sem exigir a cooperação do beneficiário, além de ser uma alternativa barata e efetiva a curto, médio e longo prazo.

Segundo Fisberg *et al.* (2003), no Brasil alguns trabalhos nesse sentido foram desenvolvidos utilizando-se alimentos popularmente consumidos, com o objetivo de desenvolver alternativas de baixo custo e boa aceitação. Dutra-de-Oliveira, Ferreira & Vasconcelos (1994)

unesp

fortificaram com sulfato ferroso, a água destinada a crianças freqüentadoras de uma creche pública. Fisberg *et al.*(1995) utilizaram o leite destinado à merenda escolar de duas escolas de São Paulo como veículo de fortificação alimentar.

A literatura mostra estudos que comprovam a viabilidade de utilização do soro de queijo na formulação de produtos com a finalidade de suplementação nutricional da população, bem como, a aceitabilidade de bebidas à base de soro direcionadas ao público infantil (MARCOANTONIO & RICHARDS, 1998). Para os laticínios, a conversão de soro líquido em bebidas, fermentadas ou não, é uma das mais atrativas opções para a utilização deste subproduto para o consumo humano, devido à simplicidade do processo, utilização de equipamentos comuns para o beneficiamento do leite, além das excelentes propriedades funcionais das proteínas do soro (LIMA, MADUREIRA & PENNA, 2002).

unesp

2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivos:

- Formular e avaliar as características físico-químicas e sensoriais de bebidas lácteas de soro de queijo, fortificadas com ferro;
- Produzir a melhor formulação em escala industrial, para uso em programas de intervenção nutricional, com finalidade preventiva da anemia ferropriva.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

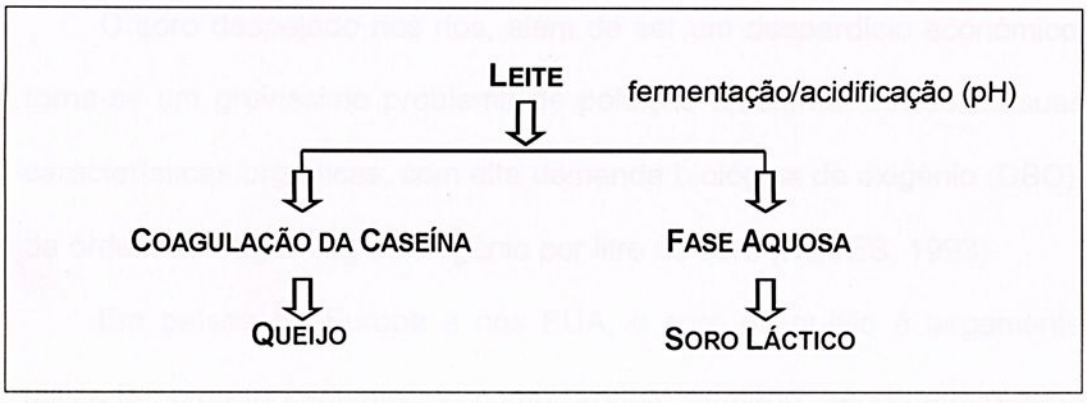
3.1 Soro

O soro láctico é um líquido amarelo esverdeado, ligeiramente ácido, e representa 80 a 84% do volume de leite utilizado na preparação de queijo. Quando recém obtido pode apresentar restos de coalhada denominada "finos de caseína" que se mantém em suspensão. Usualmente a presença destes "finos de caseína" contribuem com uma diminuição no rendimento do queijo. O soro é rico em nutrientes, como proteínas de alto valor biológico, lactose, gordura e sais minerais. Contém ainda quantidades consideráveis de outros componentes como o ácido láctico, ácido cítrico, compostos nitrogenados não protéicos e vitaminas do grupo B. A lactose e proteínas solúveis são os componentes mais importantes do ponto de vista nutricional, tecnológico e ambiental (VEISSEYRE,1980).

O soro é um resíduo da produção de queijo, obtido através da fermentação do leite por ação bacteriana, acidificação direta ou por ação de enzimas coagulantes, como se observa no Quadro 1. Segundo Marchini (1998), a acidez titulável do líquido é similar a do leite, oscilando em valores em torno de 12º Dornic. Os valores de pH também indicam semelhança com o pH do leite, em média 6,6.

unesp

Quadro 1 - Produção de soro láctico.



No Brasil, segundo a estimativa da ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE LEITE - ABPL (2001), o consumo de queijos foi recorde nestes últimos cinco anos, em torno de 314,7 mil toneladas, e continua em ascensão. Aliado a este aumento está também a necessidade de criar alternativas para utilização do soro, principalmente pelos pequenos e médios laticínios. O tratamento de efluentes é dispendioso e, sendo o soro rico em diversos nutrientes, pode ser empregado diretamente ou ter seus componentes utilizados em várias formulações de alimentos como, por exemplo, bebidas lácteas, leites fermentados, mistura em sucos, bebidas nutricionais fortificadas, entre outros produtos (RICHARDS, 2002).

A indústria nacional de laticínios produz aproximadamente 4.050.000 toneladas de soro de queijo por ano, sendo que em torno de 50% do soro produzido não é aproveitado. O descarte nos rios é uma prática comum,

onde o soro é visto como resíduo e não como matéria–prima (SANTOS & FERREIRA, 2001).

O soro despejado nos rios, além de ser um desperdício econômico, torna-se um gravíssimo problema de poluição ambiental devido às suas características orgânicas, com alta demanda biológica de oxigênio (DBO), da ordem de 30g a 40g de oxigênio por litro de soro (NEVES, 1993).

Em países da Europa e nos EUA, o soro do queijo é largamente utilizado como ingrediente, ou como produto primário, sendo empregado na fabricação de bebidas lácteas, molhos para salada, panificação, sopas, sorvetes, aplicações nutricionais (fórmulas infantis), produtos de carne (presunto, embutidos), entre outros produtos (USDEC, 1997).

A natureza do soro depende do tipo de queijo que lhe dá origem. Basicamente há dois tipos de soro láctico: doce e ácido, cujas composições estão apresentadas no Quadro 2 (CAL-VIDAL,1979).

- Soro doce: obtido a partir da fabricação do queijo através do uso de enzimas (exemplo: queijo cheddar, queijo suíço, frescal, mussarela e tipos similares). Apresenta percentual de lactose mais elevada e menor teor de cálcio em relação ao soro ácido.

- Soro ácido: obtido através da acidificação do leite pela ação das culturas lácticas ou adição de ácido láctico, como por exemplo, os queijos cottage e ricota. Apresenta além da acidez mais elevada, teor de lactose mais baixo e teor de cálcio mais alto em relação ao soro doce. Isto ocorre porque quantidade significativa de lactose é convertida em ácido

láctico antes que o soro seja separado da massa. À medida que aumenta a acidez, uma quantidade crescente dos sais de cálcio no leite se dissocia, o que provoca a solubilização do cálcio. Ocorre também uma menor retenção do cálcio pela caseína. O soro ácido é muito apropriado para realçar o sabor e apelo sensorial de molhos cremosos para saladas.

Quadro 2 - Composição do soro láctico.

Componente	Soro doce líquido %	Soro ácido líquido %
Proteína	0,8	0,8
Lactose	4,7	4,3
Cinzas	0,5	0,6
Gordura	0,6	0,3
Ácido láctico	0,2	0,5
Água	93,5	93,5

Fonte: CAL-VIDAL, 1979

A maior parte dos produtos de soro fabricados nos Estados Unidos é derivado de soro doce. Os produtos de soro, bem como o soro fluido, não só permitem aos fabricantes reduzir o custo total dos ingredientes como também apresentam propriedades funcionais excepcionais, além de constituírem uma fonte concentrada de nutrientes, sobretudo proteínas de alto valor biológico (HUGUNIN, 1999).

Com o surgimento de novas tecnologias, o soro e as frações do soro se tornaram ingredientes alimentares muito versáteis e valorizados. É possível produzir vários produtos com vários teores de minerais, proteínas

e lactose, com propriedades funcionais específicas, como apresentado no Quadro 3. Os fabricantes empregam técnicas diferentes como: ultrafiltração, cristalização, precipitação, osmose reversa e outros métodos de separação física, para criar novos produtos (USDEC,1997).

Por outro lado, o custo para produção de soro em pó e suas frações é muito dispendioso. Giroto & Pawlowsky (2002) compararam os investimentos necessários em equipamentos para a produção de soro em pó, soro em pó desmineralizado e proteína e lactose em pó com a capacidade instalada das indústrias do Estado do Paraná e constataram a necessidade de investimento na ordem de 12,7; 13,9 e 14,4 milhões de reais para cada um dos produtos, respectivamente para o volume de 200 mil L/dia. O resultado da pesquisa sobre a capacidade instalada de recebimento de leite indicou que do total de 153 indústrias, apenas cinco empresas teriam condições de individualmente, utilizar-se destas tecnologias, e as demais teriam que buscar mecanismos de união para sua utilização. Os autores concluíram que há necessidade de grandes investimentos em equipamentos para a produção do soro de leite em pó e suas frações, o que pode inviabilizar, na grande maioria das indústrias de laticínios a secagem do soro para obtenção do soro em pó.

De acordo com Penna (1997), uma alternativa viável para este problema é a elaboração de bebidas com soro líquido, uma vez que sua fabricação não requer equipamentos especiais, podendo ser produzida pela maioria dos laticínios de pequeno e médio porte.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Quadro 3 - Produtos de soro, definições e aplicações.

Produto	Definição	Aplicação
Soro doce em pó	Obtido pela secagem do soro fresco, pasteurizado. Contém todos os constituintes do soro fresco.	Produtos lácteos, panificação, salgadinhos, confeitos, "snacks" entre outros alimentos industrializados.
Soro ácido em pó	Obtido pela secagem do soro fresco, pasteurizado.	Molhos cremosos para saladas, produtos lácteos, panificação, salgadinhos, etc.
Soro de teor de lactose reduzido	É obtido por meio da remoção seletiva de lactose do soro. O teor de lactose do produto seco não pode ultrapassar a 60%.	Uso em produtos lácteos, panificação, embutidos, salgadinhos entre outros alimentos.
Soro em pó desmineralizado	É obtido por meio da remoção de parte dos minerais do soro pasteurizado.	Uso em produtos lácteos, fórmulas infantis, panificação e produtos de confeitaria.
Concentrado de proteína de soro 34% proteína (WPC - 34) 50% proteína (WPC - 50) 60% proteína (WPC - 60) 75% proteína (WPC - 75)	É obtido pela remoção de quantidade suficiente de constituintes não-protéicos do soro pasteurizado de modo que o produto acabado em pó contenha quantidades variadas de proteína.	Usado como substituto parcial do leite em pó desnatado, em panificação, produtos de confeitaria, produtos nutricionais e outros alimentos industrializados.
Isolado de proteína de soro (WPI)	É obtido pela remoção de quantidade suficiente de constituintes não protéicos do soro pasteurizado de modo que o produto acabado em pó contém teor de proteína não inferior a 90%.	Usado em bebidas fortificadas com proteínas e bebidas esportivas, produtos lácteos, panificação, confeitos, "snacks", salgadinhos e outros alimentos processados.
Lactose	É removida do soro durante o processo de concentração.	Muito valorizada no preparo de sobremesas (bombons, sorvetes), devido a sua baixa intensidade de doçura. Usada em produtos lácteos, de panificação, e de confeitaria.

unesp

3.1.1 Propriedades nutricionais do soro

As proteínas do leite são divididas em duas amplas categorias: caseínas e proteínas do soro. As caseínas constituem cerca de 80% das proteínas, as quais são precipitadas ou coaguladas e separadas do soro sob a forma de massa de queijo.

Em geral, as proteínas do soro apresentam uma estrutura globular compacta com uma composição e seqüência de aminoácidos diferentes da caseína, em conseqüência são mais sensíveis às temperaturas superiores a 60ºC, passando de sua conformação globular nativa a uma conformação que permite facilmente a interação proteína/proteína e íon/proteína. As proteínas do soro desnaturadas, como a β-lactoglobulina e outras, formam complexos com a caseína, mediante pontes dissulfeto com os componentes da K-caseína e também mediante enlances de cálcio. Isto é muito importante para que ocorra a estabilização das proteínas do soro, evitando-se a agregação e precipitação em leites que passam por tratamento térmicos posteriores (VARNAM & SUTHERLAND, 1995).

Nos processos tecnológicos de produção de queijos, as proteínas do soro permanecem solúveis quando as caseínas são coaguladas por enzimas e/ou ácidos. As proteínas do soro incluem lactoalbuminas, lactoglobulinas, imunoglobulinas, albuminas, proteose-peptona, lactoferrina, lactoperoxidases e outras. São proteínas com excelente valor

unesp

biológico, destacando-se aminoácidos importantes como: triptofano, ácido aspártico, alanina, treonina e lisina, todos indispensáveis a uma dieta saudável e apresentam boa digestibilidade (VEISSEYRE,1980). A composição das proteínas do soro está apresentada no Quadro 4.

Quadro 4 - Composição das proteínas de soro láctico.

Fração protéica	%
β - Lactoglobulina	50
α-lactalbumina	12
Albumina	5
Imonuglobulinas	10
Lactoferrina	23

Fonte: CAL-VIDAL, 1979.

As principais frações protéicas do soro são a α e β-lactoglobulina, sintetizadas nas glândulas mamárias e as imunoglobulinas, que procedem do sangue. As β -lactoglobulinas representam 60% da fração albumina, se apresentam como um dímero à temperatura ambiente e a pH 5-7. Acima de 40ºC este dímero tende a dissociar-se em monômeros que constituem a forma primária que aparece durante a desnaturação por calor. As β-lactoglobulinas possuem um valor nutricional muito elevado, são resistentes às proteólises gástricas (pH ácido) e protegem a vitamina A contra a oxidação, permitindo seu transporte até o intestino onde é assimilada. As α-lactoglobulinas são proteínas fixadoras do cálcio e esta propriedade depende do pH. Tem também grande importância nutricional

por ser altamente digerível, exercendo papel essencial na biossíntese da lactose (MARCHINI, 1998).

Segundo Bounous & Batist (1991), as proteínas do soro são recomendadas em dietas para atletas que desejam aumentar o ganho de massa muscular, sendo empregadas em formulações já existentes no mercado.

Estudos recentes sugerem que as proteínas do soro possuem propriedades anticarcinogênicas. Uma possível causa relacionada a estas propriedades é a composição em aminoácidos sulfurados (cisteína e metionina). Aminoácidos sulfurados são necessários para a síntese de glutationa, um tripeptídeo (L-gg-glutamil-L-cisteína-glicina) contendo um grupo sulfidrílico. Sua maior concentração ocorre no fígado, que regula o fluxo ao plasma sanguíneo e à bile. O fígado é o órgão principal envolvido na desintoxicação e eliminação de genobióticos, enquanto a mucosa gastrointestinal (onde a bile age durante o processo digestivo) é exposta a substâncias exógenas com potencial mutagênico e carcinogênico. Desta forma os aminoácidos sulfurados agem como agentes de prevenção, interferindo no desenvolvimento de tumores de cólon (PARODI, 1998).

Um estudo australiano verificou esta relação das proteínas do soro como fator anticarcinogênico. Os resultados mostraram de forma convincente que as dietas ricas em proteínas do soro tem um efeito muito significativo de diminuição da incidência de tumores cancerígenos de cólon induzidos quimicamente em ratas em comparação com outras



dietas experimentais que contêm proteínas de caseína, de carne ou de soja. Este efeito poderia estar relacionado com a ação da glutationa, pois sua concentração é significativamente maior nas dietas com proteínas do soro (McINTOSH *et al.*, 1995).

A lactoferrina é uma proteína que se liga ao ferro e está presente no soro de leite bovino, desempenhando um importante efeito bacteriostático sobre aqueles microrganismos que requerem ferro para seu metabolismo, devido à capacidade desta proteína de absorver este mineral. A fixação do ferro pela transferrina depende do pH e da presença de íons carbônicos (VEISSEYRE, 1980).

Segundo Walzem (1999), a lactoferrina é uma proteína capaz de ligar e transportar o ferro e promover sua absorção sem provocar constipação em crianças pequenas, como ocorre com os suplementos inorgânicos de ferro. Possui ainda outras características, incluindo efeitos antioxidantes, fortalecimento do sistema imunológico e efeitos anticâncer. Após a lactoferrina liberar o ferro deixando disponível para ser absorvido pelo organismo, a proteína pode então passar a ligar o ferro livre presente no trato digestivo, inibindo o desenvolvimento de microflora indesejável como as enterobactérias patogênicas. A atividade bacteriostática da lactoferrina está sendo estudada, visando o uso potencial da substância como conservante.

A lactoferrina está sendo comercializada isolada do soro e tem sido identificada como um promissor ingrediente nutracêutico. Constatou-se

unesp

também, sua valiosa ação estimulante no crescimento de células intestinais e na proliferação das bifidobactérias (USDEC, 2002).

Em relação à composição de vitaminas do soro, as vitaminas hidrossolúveis do leite (tiamina, riboflavina, ácido pantotênico, vitamina B_6 e B_{12}) permanecem no soro, enquanto, as vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) são separadas juntamente com a gordura do leite retida na massa do queijo. O teor de vitaminas hidrossolúveis do soro doce em pó pode ser observado no Quadro 5.

Quadro 5 - Teor de vitaminas hidrossolúveis de soro doce em pó.

Vitaminas	Teor de vitaminas em 100g de soro doce em pó
Tiamina	0,5 mg
Riboflavina	2,2 mg
Niacina	1,3 mg
Ácido Pantotênico	5,6 mg
Vitamina B_6	2,4 µg
Ácido fólico	12,0 µg
Vitamina B_{12}	2,4 µg

Fonte: USDEC, 1997.

Quanto à presença de minerais do soro, encontram-se concentrações de cálcio, magnésio, zinco, fósforo e outros minerais, conforme apresentado no Quadro 6. O complexo de minerais do soro (cálcio, fósforo, magnésio e zinco) apresenta enorme potencial para que o soro seja utilizado como ingrediente para fortificar produtos lácteos e outros alimentos e exercer um impacto positivo sobre a saúde

cardiovascular. A restrição de sódio tem sido indicada há muitos anos como forma de reduzir o risco de alta pressão arterial. No entanto, os resultados de mais de 30 estudos epidemiológicos que avaliaram a relação entre cálcio e pressão arterial concluíram que a ingestão inadequada de cálcio constitui um fator de risco para hipertensão maior que a ingestão excessiva de sódio (USDEC, 1997).

Quadro 6 - Teor de minerais em soro doce.

Mineral	Teor de mineral em 100g de soro (mg)
Cálcio	68,0
Sódio	45,0
Potássio	129,0
Magnésio	1,00
Ferro	0,10
Fósforo	43,00

Fonte: Marchini, 1998.

A lactose é o principal constituinte sólido do leite. Sua concentração no soro de leite varia de 4,7 a 5%. É uma importante fonte de energia na dieta e pode facilitar a absorção do cálcio, magnésio e zinco. A lactose é utilizada como ingrediente alimentício devido às suas propriedades estabilizantes junto às proteínas e seu baixo poder edulcorante. Pode ser utilizada como substituto parcial da sacarose em sobremesas geladas e como coberturas para melhorar a textura sem que tornem excessivamente doces (VARNAM & SUTHERLAND, 1995).

unesp

A lactose é um dissacarídeo degradado pela enzima β-galactosidase em moléculas de glicose e de galactose (monossacarídeos). A hidrólise lenta da lactose pelo organismo durante a digestão constitui uma fonte de energia de efeito prolongado e estimula o crescimento de lactobacilos produtores de ácido láctico no trato intestinal. Estudos nutricionais recentes sugerem que os lactobacilos ajudam a combater problemas e disfunções intestinais e que a lactose poderia ser usada em terapias e dietas especiais para bebês doentes (USDEC,1997).

3.1.2 Propriedades funcionais das proteínas do soro

As proteínas do soro possuem propriedades funcionais importantes, o que permite várias aplicações nos alimentos, pois podem ter efeitos sobre o sabor, aparência e textura dos alimentos que as incorporam.

Solubilidade: Segundo Huffman (1996), a proteína do soro é altamente solúvel em meio ácido, sendo esta propriedade muito importante para o preparo de bebidas "prontas para beber", porque a solubilidade evita a sedimentação protéica, melhorando tanto a aparência quanto à textura.

A solubilidade depende de vários fatores, tais como: tipo de proteína, pH da solução, tempo e temperatura durante sua preparação ou processamento, uma vez que uma possível desnaturação pode provocar uma perda de solubilidade e a presença de possíveis agentes de

precipitação ou de estabilização. Uma típica curva de solubilidade-pH da caseína mostra que no seu ponto isoelétrico, pH 4,0-5,0, a forma ácida da caseína é completamente insolúvel, enquanto que em valores de pH>5,5, ela é convertida ao sal catiônico e é completamente solúvel. As proteínas do soro de baixa força iônica são solúveis numa larga faixa de pH, característica requerida para aplicações alimentícias. Entretanto, sendo proteínas globulares, são susceptíveis à desnaturação em temperaturas maiores que 70ºC. A solubilidade em pH 4,6 é largamente usada como índice de extensão de desnaturação causada pelo processamento e estocagem de produtos ricos em proteínas do soro. O nível de desnaturação e subseqüente insolubilidade em pH 4,6 dependem do tempo/temperatura de aquecimento, pH do soro e concentração de cálcio iônico (MULVIHILL, 1991).

Em refrigerantes de fruta e do tipo cola ou ainda em misturas de sucos de fruta, um pH ácido realça o sabor. Enquanto as proteínas do soro são solúveis em soluções ácidas, a proteína de soja e caseína tendem a precipitar neste meio. O efeito do aquecimento sobre a solubilidade das proteínas é uma preocupação dos especialistas em formulações de alimentos. Desnaturação e perda de solubilidade podem ocorrer quando soluções protéicas com pH de 3,5-5,5 são aquecidas a temperaturas de 60 ºC ou mais. A perda de solubilidade é aumentada pelos íons de cálcio presentes na solução. Em sistemas de elevada acidez com pH inferior a 3,5, como é o caso de refrigerantes, bebidas de

frutas e molhos para salada, as proteínas do soro desnaturadas permanecem solúveis ao serem aquecidas a 90 ºC ou mais por 5 minutos (USDEC, 1997).

Viscosidade: Viscosidade e retenção de água são propriedades funcionais relacionadas. Quando as proteínas do soro são aquecidas, ocorrem as ligações químicas responsáveis por alterar sua estrutura globular. À medida que a molécula da proteína se desnatura criam-se pontos adicionais para a ligação de moléculas de água, aumentando a viscosidade da solução (USDEC, 1997).

Geleificação: Sob condições específicas, as proteínas de soro formam géis não reversíveis. As características do gel dependem da concentração de proteína, do pH da solução, da concentração de íons de cálcio e de sódio. Os géis de proteína de soro mantêm a umidade de produtos de panificação e embutidos, conferem a opacidade em bebidas e em produtos lácteos, e melhoram a textura e as qualidades gustativas em produtos com teor de gordura reduzido (USDEC, 1997).

Emulsificação: A partir dos estudos de Cal-Vidal (1979), observa-se como é importante a retenção de gordura por uma proteína. A gordura combinada à proteína permite uma maior retenção de substâncias voláteis com propriedades sensoriais (sabor, aroma, etc.), e também possibilita a estabilização de emulsões, pelo aumento da viscosidade.

unesp

3.2 Bebida láctea

O termo bebida láctea tem sentido amplo e pode englobar uma série de produtos fabricados com leite e soro. A legislação brasileira, através do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas do Ministério da Agricultura, conforme Instrução Normativa nº 36, de 31 de outubro de 2000, define bebida láctea como o produto obtido a partir de leite ou leite reconstituído e/ou derivados de leite reconstituídos ou não, fermentados ou não, com ou sem adição de outros ingredientes, onde a base láctea represente pelo menos 51% (cinqüenta e um por cento) massa/massa (m/m) do total de ingredientes do produto (BRASIL,2000).

A demanda dos consumidores por produtos saudáveis ou simplesmente seguros impulsionou a expansão de produtos como iogurtes líquidos, bebidas à base de soja, bebidas isotônicas/energéticas, atingindo a quarta maior taxa de crescimento entre 2000 e 2001 (AC NIELSEN, 2002).

O consumo e a produção de leite fermentado no Brasil vem crescendo (380 mil toneladas em 1995 ou 4 kg/hab/ano), mas ainda não se compara aos países desenvolvidos, como Finlândia 36 kg/hab/ano ou Suécia 26 kg/hab/ano. Na maioria desses países, o consumo de leites fermentados é sinônimo de consumo de iogurte, embora uma parcela significativa (26%) seja representada pelas bebidas lácteas (SEIBEL & CANSIAN, 2000).



No mercado brasileiro, o tipo mais comum de bebida láctea é aquela à base de iogurte e soro de queijo em sua formulação (FERREIRA, 1997; FERREIRA, 2002).

Na revisão efetuada por Holsinger, Posati & DeVilbiss (1974) sobre o uso do soro, os autores relatam que o mesmo já era utilizado com propósitos medicinais na Grécia antiga. Sob o ponto de vista técnico, bebidas à base de soro podem ser divididas em: bebidas de soro integral (basicamente mistura de soro com sucos de fruta), bebidas não alcoólicas de soro desproteinado (fermentadas ou não), bebidas alcoólicas com soro (cerveja, vinhos) e bebidas protéicas.

Estudos têm mostrado a viabilidade da utilização do soro em concentrações que podem variar de 30% a 70% da quantidade líquida total, para a produção de bebidas lácteas, diminuindo assim o desperdício e a poluição, e principalmente, aumentando o valor nutricional deste produto (SEIBEL & CANSIAN, 2000).

A incorporação de produtos de soro em fórmulas de iogurte oferece uma série de benefícios, não só econômicos, mas o valor agregado ao produto final em função das melhores características de sabor, textura e outros parâmetros nutricionais (HUGUNIN, 1999).

As bebidas lácteas fermentadas industrializadas são produtos formulados contendo iogurte, soro de leite, polpa ou suco de frutas, outras matérias primas e aditivos permitidos. O produto final deve apresentar os microrganismos de forma viável e abundante. As bebidas lácteas

unesp

fermentadas com baixo grau de acidez foram uma grande descoberta, pois se adaptam melhor ao paladar brasileiro.

Na literatura encontramos diversos estudos sobre a fabricação de bebidas fermentadas ou não, adicionadas de soro. Schwab (1994), usou o soro doce, o fermentado e o acidificado para a fabricação de bebidas. A bebida foi produzida pela fermentação do soro pasteurizado usando uma cultura de iogurte, adição de açúcar, pectina e aromatizantes. As avaliações sensoriais das bebidas de soro mostraram que a do tipo fermentado foi preferida em relação às demais.

Lawson (1994) confirma a importância do uso de soro em bebidas ácidas, molhos para saladas e produtos fermentados, uma vez que as proteínas do soro mantem-se solúveis em alimentos de baixo valor de pH.

Uma bebida à base de soro de queijo foi formulada usando soro, açúcar, suco concentrado de laranja, ácido cítrico e outros ingredientes para se alcançar um pH de 3,8 e com um total de sólidos de 16,5%. O tempo de estocagem foi em torno de 14 dias. A avaliação sensorial foi feita por 956 consumidores de todas as idades. A bebida teve ótima aceitabilidade entre 76% dos participantes (HOLSINGER, POSATI & DeVILBISS, 1974).

Gagrani, Rathi & Ingle (1987) desenvolveram uma bebida à base de soro com sabor de fruta. A bebida foi desproteinizada e desengordurada, e preparada com vários sabores: suco de laranja, abacaxi, goiaba e suco de manga, com 10, 15, 20 e 25% de soro. A bebida foi avaliada por

unesp

provadores treinados, sendo que, a melhor nota foi registrada para a bebida sabor manga, seguida por abacaxi, laranja e goiaba. Os itens avaliados com valores máximos na bebida foram: cor, sedimentação, turbidez e viscosidade.

Também KRISHNAIAH *et al.* (1989) desenvolveram uma bebida de soro desproteinada com sabor de frutas, onde foi avaliada a qualidade da bebida esterilizada (I), estocada sob refrigeração sem aditivo (II), sob refrigeração com aditivo (III) por 45 dias. Observou-se que o pH e a viscosidade de todas as amostras não diferiu significativamente dentro de 15 dias de estocagem. A contagem padrão em placa foi na ordem (II) maior que (III) maior que (I) após 45 dias. Todas as bebidas tinham qualidade sensoriais aceitáveis até 35 dias dentro das condições de estocagem.

Marcoantônio & Richards (1998) desenvolveram uma bebida fermentada, destinada ao consumo do público infantil, altamente nutritiva, saborosa e de baixo custo, a partir do aproveitamento do soro de queijo. A avaliação da qualidade da bebida foi obtida através de análises físico-químicas e sensoriais. Esse produto encontrou melhor aceitação pelas crianças no sabor morango e pelos adultos no sabor pêssego. A utilização de 83% de soro líquido na formulação, aliada a sua aceitabilidade pelos consumidores, mostra que o novo produto serve como uma alternativa para as indústrias queijeiras.

unesp

Almeida *et al.* (1999) elaboraram uma bebida láctea fermentada fortificada com ferro e vitaminas A e D nos sabores morango e chocolate. A análise sensorial foi aplicada em um supermercado de Londrina – PR, sendo os provadores clientes do supermercado. Os resultados mostraram a aceitação melhor para a concentração de 18% de polpa de morango para a bebida sabor morango, e 8% de açúcar para a bebida sabor chocolate. Estas bebidas foram selecionadas para veículo de ferro e vitaminas A e D, no Projeto de Intervenção Nutricional para combate da anemia carencial na periferia de Londrina – PR.

Silva *et al.* (2001) elaboraram uma bebida láctea fermentada à base de soro de queijo, fortificada com ferro aminoácido quelato, e avaliaram as características físico-químicas, microbiológicas, nutricionais e sensoriais. O produto apresentou-se estável, com elevado valor nutritivo, com teor de ferro de 4,1mg/80mL. Obteve boa aceitação entre pré-escolares com média de 78% do valor máximo da escala hedônica facial de três pontos, representado pela categoria "gostei extremamente". O produto apresentou-se como um adequado veículo para suplementações com ferro.

Santos & Ferreira (2001) desenvolveram uma bebida láctea fermentada, sabor cravo e canela, com o objetivo de criar alternativas para o aproveitamento do soro pelos laticínios de pequeno e médio porte. O produto final apresentou 2% de gordura, acidez titulável de 0,70% e pH 4,25. A acidez do produto bem como o aroma de cravo e canela tiveram

elevada aceitação pelos provadores, sendo o produto adequado para ser colocado junto ao mercado consumidor pelos pequenos e médios laticínios.

Por outro lado, não existem dados na literatura sobre a viabilidade de elaboração de bebidas não fermentadas a partir de soro líquido e fortificado.

3.2.1 Sistema de estabilização da bebida

Os hidrocolóides são polímeros de cadeia longa, de alto peso molecular, extraídos de plantas marinhas (carragenas, alginatos), sementes (goma locusta, goma guar e pectina), exsudados de plantas (goma arábica e goma tragacanta) e de colágeno animal (gelatina, quitana e quitosana). Alguns são produzidos por síntese microbiana (goma xantana, dextrana, curdlana, gelana) e outros por modificação de polissacarídeos naturais (carboxi-metilcelulose). Estes polímeros se dissolvem ou dispersam-se em água para dar um espessamento ou efeito de aumento de viscosidade. As gomas também são usadas para efeitos secundários incluindo estabilização da emulsão, suspensão de partículas, controle da cristalização, inibição da sinerise, encapsulação e formação de filmes (PENNA, 2002).

3.2.1.1 Carragena

As carragenas constituem um grupo de polissacarídeos sulfatados obtidos de algas vermelhas da família *Rhodophyceae.* Esta goma apresenta três frações principais: a Kappa-carragena, a iota-carragena e a Lambida-carragena. Todas são formadas de resíduos de galactose, sulfatadas em diferentes graus, ligadas alternadamente por ligações α (1 – 3) e β (1 – 4) (SABIONI & PARK, 1993).

Carragenas comerciais são misturas destas três frações e requerem habilidade na seleção da melhor combinação para uma aplicação específica. A ï e Κ carragena atuam como agentes geleificantes; a λ-carragena não é geleificante mas atua como um espessante. A ï -carragena geleifica mais fortemente com íons de cálcio para formar um gel claro, elástico, livre de sinerese que se recompõe depois de cisalhado (PENNA, 2002; SABIONI & PARK, 1993).

As principais características das carragenas, segundo LARA (1993), são:

- a capacidade de formar complexos previsíveis com proteínas para gelificação ou dispersão, suspensão ou floculação, estabilização ou precipitação.
- a capacidade de formar uma variedade quase infinita de géis – cristalinos ou túrbidos; rígidos ou elásticos, duros ou macios; estáveis ao calor ou termicamente reversíveis; secos ou úmidos.



- a capacidade de formar géis que não requeiram refrigeração; não se derretam à temperatura ambiente; sejam capazes de manter estabilidade através de ciclos repetidos de congelamento-degelo.

No estado solúvel, a carragena é geralmente estável em pH neutro ou acima. Por esta razão, a maior parte do processamento de carragena é efetuada em banda alcalina e o pH final dos produtos está normalmente entre 7 e 11. Na banda ácida, poderá ocorrer hidrólise dos elos glicosídicos, resultando primeiramente numa perda de viscosidade e a seguir de potencial de gelificação. A taxa de hidrólise de qualquer produto particular de carragena está em função da acidez, temperatura e tempo. No estado de gel, as carragenas kappa e iota são razoavelmente estáveis em condições de acidez branda (SABIONI & PARK, 1993).

A solubilização das gomas depende da dispersão adequada em um meio aquoso e apropriado meio químico e físico, ou seja, a presença de íons, pH e temperatura (SANOFI, s.d.).

As propriedades de espessamento e geleificação estão relacionadas com a estrutura química da molécula (de goma) e também com a temperatura do meio, interações com outros ingredientes e íons presentes (SANOFI, s.d.).

As proteínas com caráter anfótero, em particular, precipitam com carragena quando o pH da solução está abaixo do ponto isoelétrico. Valores de pH acima do ponto isoelétrico beneficiam a ocorrência de interações da carragena com a proteína. Esta reatividade com a caseína

do leite em particular é a base de um grande número de aplicações da carragena em alimentos (PENNA, 2002).

Atualmente, cerca de 70% de todos os produtos de carragena são utilizados pela indústria alimentícia. Estes produtos se classificam em categorias básicas: aqueles usados em sistemas aquosos (geléias à base de água, geléias de baixo teor calórico, rações de animais, temperos, etc) e aqueles usados em sistemas de proteína láctica e aplicações em cosméticos e produtos farmacêuticos (LARA, 1993).

A bebida láctea achocolatada é a mais popular das bebidas com sabores. A estabilidade deste produto é de fundamental importância para a manutenção dos diversos componentes em suspensão. Como o cacau é naturalmente insolúvel em leite, sem a adição de um estabilizante, a maior parte do cacau sedimenta na embalagem. A estabilização pode ser obtida através da homogeinização da mistura contendo os ingredientes ou através do uso de hidrocolóides. A ação dessas substâncias inclui basicamente a retenção de água e o aumento de viscosidade (LIMA, MADUREIRA & PENNA, 2002).

Albuquerque, Nikaedo & Penna (2000) usaram carragena para estabilizar uma bebida achocolatada contendo concentrado protéico de soro (CPS). Os melhores resultados foram obtidos usando-se 5,5 % de leite em pó, 7,0 % de CPS, 0,07% de carragena, 7,5 % de açúcar e 2,8 % de chocolate em pó dissolvidos em água a 40 ºC.

unesp

3.2.1.2 Citrato e fosfato de sódio

O citrato de sódio é um componente natural do leite, fazendo parte da sua composição em quantidade média de 2 mg por litro. A distribuição do cálcio, citrato, magnésio e fosfato entre as fases solúveis e coloidais e suas interações com as proteínas do leite, tem conseqüências importantes na estabilidade do leite e dos produtos lácteos. A maior parte do citrato se encontra formando complexos com o cálcio ($CaCit^-$) (VARNAM & SUTHERLAND, 1995).

As formas solúveis e coloidais dos sais minerais do leite estão em equilíbrio, porém um equilíbrio frágil. Numerosos tratamentos tecnológicos podem alterá-lo. A estabilidade do leite se encontra geralmente diminuída, em especial a estabilidade da caseína nativa. Uma diminuição do conteúdo dos íons cálcio pela adição de quelantes (citrato e fosfato), aumenta a estabilidade da caseína nativa quando se submete o leite a um aquecimento prolongado (VEISSEYRE, 1980).

A adição de uma pequena quantidade de citrato de sódio ao leite longa vida pode ocorrer. O Regulamento de Identidade e Qualidade de leite UHT prevê a utilização do citrato na concentração máxima de 0,5%. Esta concentração é menor que a variabilidade natural dos citratos em leites, em diferentes épocas do ano. A adição do citrato de sódio ao leite UHT tem como função estabilizar as proteínas do leite. Outros produtos também podem utilizar a adição do citrato como estabilizante, por

exemplo, o creme de leite, o leite condensado, o leite em pó. Em bebidas, estes sais agem como estabilizantes resultando numa boa dispersão dos sólidos, sem, contudo obter corpo no produto (BRASIL, 2003).

3.3 Fortificação de Alimentos

Uma alimentação adequada em qualidade e quantidade, que permita a ingestão de todos os nutrientes que o organismo necessita, é um dos principais fatores para a promoção e manutenção da saúde e redução dos riscos de doenças nutricionais.

O ser humano cada vez mais tem alterado o seu padrão alimentar, culminando com o aparecimento das deficiências nutricionais (DE ANGELIS, 2001).

A alteração do hábito alimentar, quer pela necessidade de se ter alimentos que permitam estocagem por longo tempo, quer pelo pouco tempo disponível para o preparo doméstico e/ou para a realização da refeição, ou mesmo pela dificuldade de acesso a vários tipos de alimentos devido às condições socioeconômicas, são atitudes que acarretam as deficiências nutricionais. Também modificações nos alimentos que passaram a ser manipulados pelo homem tornando-se mais atraentes aos olhos, mais saborosos ao paladar, porém menos nutritivos para o organismo, devido às perdas de alguns nutrientes importantes, ocorridas

durante o processamento industrial ou doméstico do alimento (DE ANGELIS, 2001).

Entre as mais importantes deficiências nutricionais no mundo, podemos citar, deficiência de cálcio (60% da população), ferro (54% da população, chegando a 80% em crianças até 4 anos), zinco (40% da população) e magnésio (75% da população) e vitamina A (ALBION, 2001).

A ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (1984) preconiza que a estratégia de intervenção no caso das deficiências nutricionais deve contemplar a suplementação de nutrientes, a fortificação de alimentos e ações de educação sanitária e nutricional, medidas de saneamento básico, medidas de controle e tratamento das parasitoses intestinais.

No caso da educação nutricional, embora seja a estratégia ideal, os resultados são em longo prazo, devido à necessidade de incorporação de novos hábitos e práticas alimentares, assim como, mudanças de comportamento. A suplementação medicamentosa é vantajosa por apresentar resultados em curto prazo, contudo, depende da colaboração do público alvo na adesão do tratamento, e ainda tem como fator limitante, os efeitos colaterais que levam o indivíduo a desistir do tratamento antes do prazo previsto. A suplementação deve ser acompanhada sempre pela educação nutricional para mudar os hábitos alimentares do indivíduo para que ele não apresente posteriormente a deficiência novamente (SAMPEI *et al.,* 2000).

unesp

A fortificação alimentar tem sido vista como a melhor estratégia no combate às deficiências nutricionais, uma vez que o alimento escolhido pode atingir o público alvo e não depende da colaboração da população a ser tratada. Os efeitos são muito melhores para a população quando a fortificação de alimentos é acompanhada por estratégias de educação nutricional, fazendo com que os indivíduos entendam a importância de mudarem hábitos alimentares errados visando à promoção da própria saúde (SAMPEI *et al.,* 2000).

Conforme a legislação vigente para alimentos enriquecidos ou fortificados é permitido o enriquecimento ou fortificação desde que 100 mL ou 100 g do produto, pronto para o consumo, forneça no mínimo 15% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de referência, no caso de líquidos, e 30% da IDR de referência no caso de sólidos (AGÊNCIA...,2001). Conforme a Portaria nº. 33 de 13 de janeiro de 1998, da ANVISA, do Ministério da Saúde, a IDR é a quantidade de vitaminas, minerais e proteínas que deve ser consumida diariamente para atender as necessidades nutricionais da maior parte dos indivíduos e grupos de pessoas sadias (AGÊNCIA...., 2001).

A adição de nutrientes nos alimentos, seja repondo ou suplementando o conteúdo original, tem se apresentado como uma solução eficiente. As tecnologias para a adição de nutrientes em alimentos são, de um modo geral, de fácil obtenção e os custos envolvidos são compatíveis com o mercado. A substância utilizada para a

fortificação deve apresentar uma série de características, como não alterar a cor, sabor ou aroma do produto final, e ser quimicamente estável (CARVALHO & RUSIG, 1994).

O enriquecimento para ser bem sucedido deve ser feito quando (DRACZ & BRANDÃO, 1994):

- o veículo usado (alimento) é consumido em quantidades significativas na dieta da população,
- o nível do nutriente encontra-se abaixo do desejado na dieta de um número significativo de pessoas,
- o nutriente é estável nas condições de armazenagem,
- compatibilidade entre o custo do fortificante com o custo final do produto,
- não haver alteração na rotina de produção de alimentos seja por aumento do número de equipamentos ou por aumento de procedimentos na produção,
- o nutriente é adicionado em uma forma biologicamente disponível.

É muito importante identificar uma fonte de ferro biodisponível não-reativo, que não produza efeitos indesejáveis quando adicionadas ao alimento, e veículos (alimentos) adequados à fortificação. Esse alimento veiculador adequado é aquele viável do ponto de vista tecnológico e econômico, sem sofrer alterações de sabor, textura e aparência, que seja consumido freqüentemente pela população-alvo e disponível através de um sistema efetivo de distribuição.

unesp

Neste contexto, o leite apresenta-se como um alimento veículo muito difundido para fortificação com ferro. No entanto, estudos têm demonstrado que a caseína, proteína presente na composição do leite, apresenta efeito inibidor na absorção do ferro, através dos fosfopeptídeos ou pelo grupo serina-fosfato, diminuindo sua biodisponibilidade no organismo (DE ANGELIS & CTENAS,1993).

No Brasil a única medida de fortificação que foi instituída nos moldes propostos pela OMS, foi à adição de iodo no sal de cozinha (DE ANGELIS, 2001).

Recentemente, o governo federal fez um pacto com as indústrias moageiras de trigo e milho para a fortificação voluntária das farinhas, uma vez que o processo de moagem do trigo retira quase 70 % do ferro natural existente no cereal. O custo para essa fortificação é ínfimo, cerca de R$ 0,05 para 100 quilos de farinha (AGÊNCIA..., 2001).

Em agosto de 2001, a Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária preconizou que cada 100 gramas de farinha trigo deverá conter, no mínimo, 4,3 gramas do mineral, o equivalente a 30% da Ingestão Diária Recomendada. Com essa medida a população terá acesso ao ferro por meio do consumo de alimentos básicos, evitando a incidência de anemia ferropriva (AGÊNCIA..., 2001).

Atualmente, existe tecnologia disponível para adicionar nutrientes essenciais aos alimentos e, apesar da gama variada de alimentos enriquecidos hoje disponíveis no mercado, estes não solucionam o

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

problema da subnutrição causada pela deficiência de micronutrientes, porque na maioria, são produtos com preços diferenciados, impossibilitando o acesso da população de menor poder aquisitivo, mais afetada pelas carências nutricionais (SEMPRE EM FORMA, 2001).

Coelho (2002), em seus estudos, aborda aspectos questionáveis da fortificação indiscriminada de alimentos: a imposição da Saúde Pública para o fortalecimento obrigatório de alimentos expressivamente consumidos pela população com nutrientes hoje considerados potencialmente tóxicos (zinco, ferro, selênio, manganês, entre outros), expondo indivíduos não carentes de um nutriente à ingestão de quantidades acima das consideradas seguras por longos períodos de tempo. Contudo, o autor salienta também, aspectos positivos da fortificação em nível de Saúde Pública, ou seja, o fortalecimento de alimentos expressivamente consumidos pela população para combater carências endêmicas: iodação do sal e o enriquecimento balanceado de Alimentos Fortificados para Programas Institucionais para aplicação específica.

3.3.1 Ferro

Atualmente, uma das deficiências de nutrição mais importantes é a do ferro, causando vários transtornos metabólicos como, por exemplo, a

anemia ferropriva. Estima-se que esta doença atinge cerca de 30% da população mundial (SALUTIA, 2001).

No Brasil, de acordo com o BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE (2001), há quase 5 milhões de crianças de até dois anos com anemia. Isto se explica, porque as mesmas estão em fase de crescimento acelerado e não recebem uma alimentação adequada. Em geral, crianças de 0 a 2 anos, são alimentadas basicamente com leite de vaca, fator que inibe a absorção do ferro no organismo, devido a presença da lactose e caseína. Durante o processo de absorção dos nutrientes, pode haver uma competição entre o cálcio e o ferro da dieta. Outro ponto é a ausência, ou a baixa ingestão de carne na dieta, uma das mais importantes fontes do mineral.

A absorção de ferro pelo organismo depende não só das reservas corporais, mas da forma e da quantidade de ferro dos alimentos, além da combinação desses em cada refeição. A quantidade de ferro absorvida deve ser equivalente à quantidade perdida, que em indivíduo adulto normal é cerca de 1 mg/dia. Em situações de deficiência, o organismo absorve quantidades maiores de ferro, que chegam a 4 mg/dia (SZARFARC, LERNER & STEFANINI, 1995).

A regulação da absorção e a reciclagem eficiente das reservas corporais de ferro proporcionam o balanço desse mineral no organismo. Quando a perda é maior que sua absorção tem início o processo de deficiência de ferro. A deficiência sistêmica ocorre no organismo humano

unesp

de forma gradual e progressiva, resultando em anemia, que implica depleção grave dos estoques do mineral (SZARFARC, LERNER & STEFANINI, 1995). De acordo com Dallman (1989), a deficiência de ferro é classificada em três estágios: a) depleção de ferro, com diminuição da ferritina sérica, sendo que a concentração plasmática, a saturação da transferrina e a concentração de hemoglobina apresentam níveis normais; b) deficiência de ferro, quando diminui a saturação de transferrina, a concentração de ferro plasmático é baixa e a concentração de hemoglobina apresenta-se em níveis normais; c) anemia ferropriva, caracterizada por anemia hipocrômica e microcítica, quando há diminuição da produção de hemoglobina e aumento da protoporfirina eritrocitária livre.

A queda da hemoglobina, antes mesmo da ocorrência da anemia, provoca diminuição das ferroenzimas, o que afeta todas as células, comprometendo a respiração mitocondrial e o metabolismo energético. No sistema muscular, diminui a produção de energia, que se traduz pela tendência a inatividade física e pela hipotonia muscular. No sistema nervoso central, há diminuição da produção de catecolaminas, traduzindo-se nos sintomas de irritabilidade, fadiga, atenção diminuída, apatia e falta de interesse – todas essas alterações determinam retardo psicopedagógico (POLLITT , GREENFIELD & LIEBEL,1986, LOZOFF, JIMENEZ & WOLF, 1991, SHEARD, 1994).

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Na pele e nas mucosas, a queda de homoglobina reflete-se por estomatite angular, glossite, esofagite e unhas fracas. No sistema digestivo, aparece a anorexia e a diminuição da acidez gástrica, que podem levar a síndrome da má absorção (LOZOFF, JIMENEZ & WOLF 1991).

Para se fazer o diagnóstico de anemia, utiliza-se como ponto de corte, valores de hemoglobina menores que 11,0 g/dL.

Na espécie humana, o ferro é encontrado na hemoglobina e na ferritina/hemossiderina, que, juntamente com a mioglobina, perfazem mais de 96% do ferro orgânico. É um nutriente essencial para todo organismo vivo, sendo aproveitado em numerosas reações de óxido-redução, pois tem a capacidade de captar elétrons de forma reversível. O ferro participa de processos vitais: no transporte de oxigênio do pulmão aos tecidos, na reserva muscular de oxigênio, nos sistemas que intervêm no metabolismo energético, nas sínteses de proteínas dos ácidos nucléicos e nas mitoses celulares (MAHAN & ARLIN, 1995).

O ferro no organismo é distribuído da seguinte forma: (LA SERENISSIMA, s.d.).

- 70% faz parte da hemoglobina;
- 25% constitui os depósitos (ferritina e hemosiderina);
- 4% integra a mioglobina muscular;
- 1% participa da estrutura de várias enzimas.

A absorção do ferro em nível duodenal é dependente da natureza do complexo do ferro presente no lúmen intestinal, da presença de fatores facilitadores ou inibidores na dieta, além da condição fisiológica do indivíduo. Existem pelo menos duas vias de absorção do ferro (QUEIROZ & TORRES, 1995):

- Ferro hemínico: A absorção do ferro heme, constituinte da hemoglobina e da mioglobina, presente exclusivamente nas carnes, ocorre de forma mais eficiente, pois o mineral permanece protegido dentro do complexo porfirínico e não interage com fatores inibidores de sua absorção. Dependendo dos estoques orgânicos, 15 a 35% do ferro heme dietético são absorvidos.
- Ferro não hemínico: Maior forma do nutriente nas dietas. Presente principalmente em alimentos de origem vegetal encontra-se sob a forma de complexo férrico, que durante a digestão é parcialmente reduzido para a forma ferrosa, mais facilmente absorvida. Esta transformação é muito facilitada pela presença de ácido clorídrico e de outras secreções como bile e bicarbonato secretado pelo pâncreas, que reduzem o ferro, tornando-o melhor absorvível. Após a digestão, a maior parte do ferro forma um depósito comum intraluminal, sendo, portanto, sua absorção determinada pelas concentrações relativas dos diversos fatores facilitadores ou inibidores, presentes no alimento.

unesp

De modo geral, os agentes facilitadores e inibidores da absorção de ferro, presentes em uma dieta, podem ser assim relacionados (QUEIROZ & TORRES, 1995):

- Facilitadores: Ácido ascórbico; carnes em geral – bovinas, aves, peixes e miúdos e aminoácidos – histina, lisina, cisteína. Alguns ácidos, contidos principalmente em frutas, como ácido cítrico, são conhecidos por melhorarem a absorção do ferro. Outros ácidos orgânicos (como o succínico) e açúcares (como a frutose) também apresentam esta capacidade.
- Inibidores: Entre os fatores inibidores da absorção do ferro são citados os fitatos (hexafosfato de inositol), substância que as plantas utilizam para armazenar o fósforo em seus grãos, presentes nos cereais – aveia, farelos de trigo e de arroz e isolados protéicos de soja. O fitato atravessa o intestino sem ser digerido, podendo se fixar ao ferro, zinco, cobre e cálcio, impedindo que estes nutrientes sejam aproveitados pelo organismo. Este fenômeno de "seqüestro" é mais agravante na farinha de soja, que contém em média dez vezes mais fitato que a farinha trigo; nos compostos fenólicos: flavanóides, ácidos fenólicos, polifenóis, e taninos, encontrados nos chás (preto e malte), café e certos refrigerantes e; os sais de fósforo e de cálcio, encontrados em fontes protéicas lácteas.

unesp

Segundo De Angelis & Ctenas (1993), os alimentos podem ser classificados como de baixa, média ou alta biodisponibilidade de ferro, como apresentado no Quadro 7.

O consumo de ferro aumenta com as fases de crescimento, sendo maior em determinadas etapas da vida, como durante a vida intra-uterina, o primeiro ano de vida, e durante a pré-adolêscencia. A ingestão diária recomendada de ferro está em torno de 6 mg até os 6 meses; 10 mg até os 10 anos e após essa idade 12 mg para meninos e 15 mg para meninas. As crianças que não são amamentadas pela mãe, devem receber ferro a partir dos 3 meses de idade por meio de sopas com caldo de carne, leguminosas e hortaliças verde-escuras. Deve-se associar esta ingestão a sucos de frutas ricos em vitamina C (VITOLO & CTENAS, 1999).

3.3.1.2 Fontes de ferro utilizadas na fortificação de alimentos

Quando se utiliza composto de ferro com fins de suplementação ou fortificação é necessário considerar a biodisponibilidade do composto utilizado. Existem inúmeros fatores – incluindo o estado de oxidação do mineral, o complexo ligante-metal, o tipo de composto mineral, a presença de fatores antinutricionais (fitatos, oxalatos, taninos, etc.), a interação entre nutrientes e a interação entre drogas e minerais, que podem reduzir



a quantidade de minerais que somos capazes de absorver. Essas barreiras podem efetivamente impedir a absorção dos minerais, tornando-os compostos não biodisponíveis (GUERRA, 2000).

Quadro 7 - Biodisponibilidade e teor em ferro (mg/100g) em alguns alimentos crus.

	BIODISPONIBILIDADE		
ALIMENTOS	**BAIXA**	**MÉDIA**	**ELEVADA**
Fontes protéicas	Ovo (3,1) Soja (8,8) Farinha de soja (9,1)		Carnes em geral Vaca (2,1 – 2,7) Frango (1,6 – 1,9) Peixes (0,5 – 1,3)
Vegetais	Feijão (3,3 – 10,2) Lentilha (8,6) Espinafre (3,0)	Couve (2,2) Couve-flor (0,7) Batata (1,0) Cenoura (0,6)	Beterraba (2,5) Brócolis (15,0) Abóbora (0,7)
Cereais	Aveia (0,6) Milho (0,5) Arroz integral (2,0)	Farinha de trigo (3,3) Farinha de milho (0,9)	
Frutas	Abacate (0,7) Banana (0,6 – 2,5) Maçã (0,3) Morango (0,9) Pêra (0,3) Uva (0,3 – 0,7)	Manga (0,7) Abacaxi (0,5)	Laranja (0,2) Limão suco (0,6)

Fonte: De ANGELIS & CTENAS, 1993.

A tecnologia da fortificação de alimentos com mineral objetiva adicionar uma forma biodisponível, que não cause problemas sensoriais e não catalise reações indesejáveis. Devido à prevalência da anemia

ferropriva, a biodisponibilidade dos compostos de ferro tem sido amplamente estudada visando à fortificação dos alimentos.

Na literatura, confirmamos vários estudos, na busca por alternativas que venham contribuir na prevenção da anemia ferropriva. Em São Paulo foi desenvolvido um pão francês enriquecido com ferro para combater a anemia entre as crianças em idade pré-escolar. A quantidade de ferro adicionada ao pão francês de 50 g fornece 30% das recomendações diárias do nutriente, sendo considerada suficiente para prevenir a doença (PAULINO, 2002).

Fisberg *et al.*(1995) avaliaram a eficácia da adição de ferro sob a forma de aminoquelato em uma fórmula de queijo *petit suisse*, em crianças de dois a seis anos, durante um período de seis meses. Foram estudadas 81 crianças, de baixo nível sócio-econômico, em instituições municipais de São Paulo. Analisaram o estado nutricional e antropométrico e dosagens bioquímicas, estudando-se níveis de ferritina, hemoglobina, zinco e cobre plasmáticos, no princípio e após três meses de intervenção, com 90g diários de queijo tipo *petit suisse* enriquecido com ferro amino ácido quelato na dose de 2 mg. Verificou-se uma elevação significativa nos valores de ferritina, de 15,69 mg/ml para 24,68 mg/ml. Os valores de hemoglobina não apresentaram modificações porque a população já apresentava níveis adequados de hemoglobina. Os autores concluíram que a utilização do queijo *petit suisse* enriquecido pode ser uma excelente possibilidade de prevenção da anemia carencial.



Os produtos lácteos são apreciáveis fontes de proteínas, cálcio, vitaminas e outros nutrientes, porém são pobres em vitamina C e ferro. Por ser amplamente consumido, o leite tem se destacado como excelente veículo para suplementação de ferro e outros nutrientes à população. A experiência realizada pela Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo, que aprovou em 1995 uma norma técnica obrigando a que todo leite fluído fornecido às populações carentes seja fortificado com ferro quelato, reduziu em 70% o índice de anemia em crianças (NAME, 1996).

Arraval & Ferreira (2002) realizaram um estudo de fortificação de alimentos, em uma creche municipal de São Paulo, com 57 crianças entre sete meses e cinco anos de idade. Verificou-se uma diminuição de até 65% da anemia depois da introdução do ferro nos alimentos de consumo diário. A intervenção na creche foi feita com a inserção do ferro quelato à água de cozimento do arroz e do macarrão (alimentos comuns do cardápio diário da creche) por um período de 52 dias úteis. Foi aplicada a quantidade de ferro estabelecida pela legislação brasileira. As crianças não perceberam diferença na refeição suplementada, porque não houve alteração no sabor, na cor e no odor.

Nos últimos dez anos, a fortificação de alimentos com ferro no Brasil, e em outros países, tem sido utilizada como estratégia de Saúde Pública para evitar a anemia, como mostra o Quadro 8.

unesp

Quadro 8 - Estudos intervencionistas com fortificação de alimentos.

Local	Alimento	População alvo	Fonte de Ferro	Resultado
EUA	Leite vaca	Crianças	12mg sulfato ferroso	Aumento da hemoglobina sérica
Chile	Leite em pó	Lactentes (15 meses de idade)	15 mg de sulfato ferroso/100g pó	Redução da prevalência de anemia de 30% para 9%.
	Biscoito	Crianças (pré-escolares)	Hemoglobina bovina	Aumento da ferritina sérica
Calcutá	Sal	Crianças de 1 a 5 anos	Sulfato ferroso	Redução da prevalência de 96% para 39%
Guatemala	"queijo petit suisse"	81 crianças pré-escolares	Ferro aminoquelato 2mg/90g queijo/3 meses	Redução da deficiência de ferro e aumento dos níveis de hemoglobina
	Leite	49 crianças 5 a 24 meses em creches	9 mg de sulfato ferroso e 39 mg de vit. C/100 g de pó/6 meses	Redução da prevalência de anemia de 38,8% para 7,5%
	Açúcar	93 crianças de 9 a 46 meses em creches	10 a 100 mg de ferro aminoácido quelato/ Kg de açúcar/ 6 meses	Aumento dos níveis de hemoglobina
Brasil	Leite em pó integral	107 crianças < 2 anos em creches e 228 unidades básicas de saúde	9 mg de ferro e 65 mg de vit. C/100 g de pó/6 meses	Aumento dos níveis de hemoglobina
	Leite	49 crianças 5 a 24 meses em creches	9 mg de sulfato ferroso e 39 mg de vit. C/100 g de pó/6 meses	Redução da prevalência de anemia de 38,8% para 7,5%
	Alimento lácteo	125 crianças de 2 a 6 meses em creche	14 mg de sulfato ferroso e 100 mg de vit. C/litro/6 meses	Aumento significante dos níveis de hemoglobina e hematócrito
	Leite fluido	269 crianças de 6 a 42 meses (programa de suplementação alimentar)	3 mg de ferro aminoácido quelato/1 litro de leite/12 meses	Redução da prevalência de anemia de 62,3% para 26,4%
	Açúcar	93 crianças de 9 a 46 meses em creches	10 a 100 mg de ferro aminoácido quelato/Kg de açúcar/6 meses	Aumento dos níveis de hemoglobina

Fonte: SAMPEI *et al.*, 2000

Vários fatores técnicos devem ser levados em consideração na escolha de um mineral, como mostra o Quadro 9 (CARVALHO & RUSIG, 1994).

Quadro 9 - Fontes de Ferro para fortificação de alimentos.

Produto	Valor Biológico Relativo ao Sulfato Ferroso (100)	% Ferro	Custo por grama de Ferro Biodisponível	Solubilidade	Gosto	Cor
Sulfato ferroso	100	32	Baixo	Levemente solúvel	Ruim	-
Ferro reduzido	36-76	96-98	Baixo moderado	Insolúvel	Não	+
Ortofosfato férrico	6-46	28	Alto	Baixa	Leve	-
Pirofosfato de sódio e ferro	13	14	Alto	Insolúvel	Leve	-
Fumarato ferroso	95	32	Moderado	Levemente insolúvel	Leve	+
Gluconato de ferro	17	12	Alto	Solúvel	Leve	+
Pirofosfato de ferro	45	24	Moderado	Baixa	Leve	+
Citrato de ferro e amônio	100	16	Alto	Solúvel	Leve	+
Citrato férrico	73	17	Alto	Solúvel	Leve	+

Cor: + pronunciada , - Leve
Fonte: Carvalho & Rusig, 1994

Dentre os sais de ferro, o mais utilizado é o sulfato ferroso. Outros sais como fumarato, gluconato e lactato, podem ser empregados na fortificação, mas são mais despendiosos (SAMPEI *et al.*, 2000).

Segundo Name (1996), todos os sais de ferro, devido às suas características pró-oxidantes, são inadequados para a fortificação de leite fluído. O ferro complexado com certas proteínas é inativo como catalisador para a oxidação de lipídios. Portanto, em produtos com uma pequena quantidade de proteínas e maior concentração de gordura, a presença do ferro provoca uma deterioração oxidativa. Ao adicionar sulfato ferroso ao leite, constatou-se que a menor transferência de ferro era para a fração de caseína, comparando-se aos outros componentes. Isto faz com que uma grande porcentagem do ferro fique concentrada na gordura do leite não homogeneizado, resultando em uma peroxidação

lipídica e no surgimento de um sabor desagradável. A homogeneização produz a adsorção da caseína à membrana do glóbulo da gordura e aumenta a afinidade da estrutura química do leite.

Por outro lado, em outros estudos, Pineda *et al.* (1994) observou a baixa biodisponibilidade do sulfato ferroso, em torno de 5%, sendo estimulado sua absorção quando se agrega vitamina C. O ácido ascórbico é um potente estimulador, mesmo na presença de agentes inibidores, prevenindo a precipitação dos compostos férricos, tornando-os mais solúveis no pH alcalino do intestino. Entretanto, o uso de vitamina C tem sido limitado devido ao seu alto custo e sua instabilidade a luz e tratamento térmico.

O surgimento de compostos quelatos com ferro trouxe benefícios, pois a ligação do ferro ao aminoácido impede reações químicas indesejáveis nos alimentos e promove aumento na biodisponibilidade do ferro (NAME & GUERRA, 1986).

Por definição, Quelatos (do grego chel = garra) são formados quando duas ou mais porções separadas e únicas de uma molécula ligante (aminoácido ou outra) formam uma ligação coordenada covalente e outra iônica com o mesmo átomo de metal. O ligante isola o cátion (tornam-se neutros) de reações com outros compostos, o que torna estável nos alimentos e resiste à hidrólise gástrica e a clivagem enzimática intestinal. Nesta forma única, o metal é absorvido intacto do intestino por transporte ativo como parte de uma molécula semelhante a

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

um dipeptídio. Não se sujeita às inúmeras reações químicas que interferem na absorção dos íons metálicos inorgânicos. A estrutura do aminoácido quelato pode ser vista na Figura 1 (ASHMEAD, RAPP & NAME, 1994).

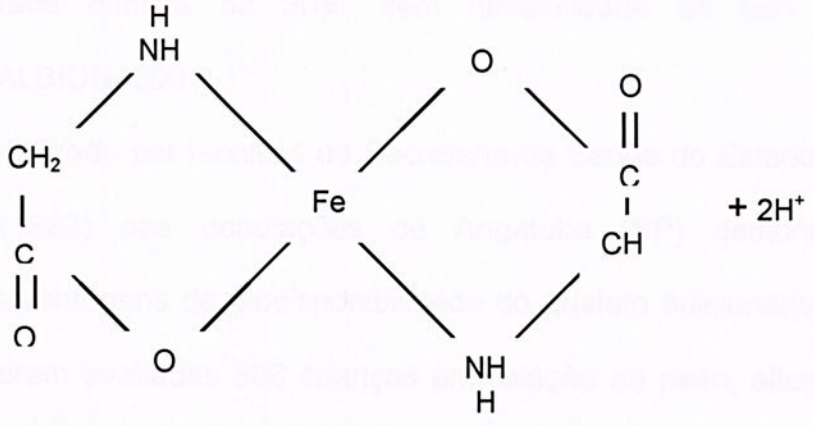


Figura 1 – Estrutura química do aminoácido quelato.

Os minerais quelatos são comuns na natureza. Por exemplo, o ferro na molécula de hemoglobina, o magnésio na clorofila ou o cobalto na molécula de vitamina B_{12} (ALBION, 2001).

As vantagens dos aminoácidos quelatos nos suplementos alimentares são, portanto, duas: a primeira vantagem é devida à sua estabilidade; a forma do metal aminoácido quelato permanece inerte no alimento que está enriquecendo. Não reage com as vitaminas adicionadas nem com as naturais contidas nos alimentos e, portanto não as destrói. A segunda vantagem é a maior biodisponibilidade do quelato em comparação com os metais livres ou sais metálicos (ASHMEAD, RAPP & NAME, 1994).

A sua estrutura permite que o ferro tenha alta biodisponibilidade, redução em efeitos colaterais relativos aos sais de ferro, não interação com outros componentes da dieta e alta aplicabilidade na tecnologia de fortificação de alimentos. Este composto apresenta uma biodisponibilidade mínima de 30%, sem necessidade de fator de estimulação (ALBION, 2001).

Estudo realizado por técnicos da Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo (1993) nas populações de Angatuba (SP) demonstra claramente as vantagens da biodisponibilidade do quelato adicionado ao leite fluído. Foram avaliadas 800 crianças em relação ao peso, altura e níveis de hemoglobina, através de punção digital e de leitura colorimétrica em Hemocue. Do número total, 269 crianças foram selecionadas para uma avaliação periódica dos níveis de hemoglobina a zero, três, seis e doze meses. Cada criança recebeu um litro de leite "in natura" por dia fortificado com 15 mg de composto ferro aminoácido quelato, com 20% de Ferro elementar (fornece 3mg de ferro elementar por litro). Os resultados foram significativos, no grupo de 269 crianças anêmicas, houve uma redução de 58% na anemia no período de um ano (TORRES *et al.*, 1996).

Em trabalho realizado pela Universidade Federal de Viçosa, testou-se a eficácia do enriquecimento do leite com ferro, onde se estudou a influência das duas formas mais comuns de enriquecimento: sulfato ferroso (usado como padrão) e ferro aminoácido quelato. Foi avaliada a biodisponibilidade relativa do ferro quelato por meio da regeneração dos

unesp

níveis de hemoglobina em ratos anêmicos e, a influência da manutenção da qualidade do leite. Os resultados obtidos apontaram que o valor biológico do ferro quelato adicionado ao leite C não diferiu estatisticamente ($p>0,01$) do sulfato ferroso, restabelecendo em 14 dias os níveis de hemoglobina em ratos anêmicos, após ingestão diária nos níveis de 12 e 24 mg/L de leite. Verificou-se que é possível enriquecer o leite fluído pasteurizado com até 24 mg de ferro/L na forma de ferro quelato sem afetar sua qualidade sensorial. O uso de sulfato ferroso nas dosagens superiores a 12 mg de ferro/litro promoveu alterações perceptíveis no sabor do leite pasteurizado, avaliados por um painel de julgadores treinados (SOGLIA & BRANDÃO, 1997).

A quantidade recomendada de ferro quelato é de 3 mg de ferro por litro de leite, o que contribui com 1 mg de ferro absorvível. Estudos comparativos entre o sulfato ferroso e o amino quelato realizados pela ALBION (2001) mostram maior absorção do ferro na forma amino quelato, como se observa no Quadro 10.

Quadro 10 - Comparação entre Sulfato Ferroso e Ferro Amino *Quelato.*

Dose	Estimulante	Absorção	Fé absorvido
Sulfato ferroso 18 mg	Vitamina C	5%	Em torno de 1 mg
Amino quelato 3 mg	Nenhum	30%	Em torno de 1 mg

Fonte: ALBION, 2001

O ferro amino quelato é seis vezes melhor absorvido que o ferro inorgânico adicionado ao leite. Por esta razão, a quantidade necessária de ferro quelato a ser administrada é seis vezes menor que o sulfato ferroso em uma dieta normal com 5% de biodisponibilidade de ferro.

Pesquisas recentes do Laboratório de Tecnologia de Partículas do Instituto de Pesquisa Tecnológicas de São Paulo (IPT), com microcápsulas de sulfato de ferro viabilizaram o uso desse composto na fortificação de alimentos. O composto adicionado ao leite em pó reconstituído aumentou em mais de quatro vezes a absorção do ferro orgânico em relação ao leite enriquecido com sulfato de ferro não microencapsulado. Também o composto evitou problemas no processo como: alta reatividade dos compostos minerais com outros ingredientes, variação da cor e alteração do gosto do alimento (BIONOTÍCIAS, 2001).

3.3.2 Vitaminas

As vitaminas são micronutrientes orgânicos necessários em quantidades da ordem de miligramas ou microgramas por dia. Funcionam como componentes essenciais de coenzimas específicas que participam no metabolismo e em outras atividades especializadas (LEHNINGER, 1993).

3.3.2.1 Vitamina A

A vitamina A é o termo genérico usado para descrever todos os retinóides que têm atividade biológica de transretinol. É um álcool amarelo-claro cristalino, denominado retinol em referência à sua função específica na retina do olho. A vitamina, em sua forma natural, ocorre na forma de éster retinil de cadeia longa. As formas metabolicamente ativas incluem os correspondentes aldeído e ácido, respectivamente, retinal e ácido retinóico (MAHAN & ARLIN, 1995).

A vitamina A e seu precursor o β-caroteno são bastante instáveis. Formas sintéticas estabilizadas da vitamina são disponíveis comercialmente. São muito sensíveis à ação de luz, oxigênio, calor e acidez. Em geral, todas as condições que favorecem a oxidação de gorduras levam, fatalmente, à destruição de vitamina A (ANTUNES, 1994).

A vitamina A é um nutriente essencial para estimular o crescimento e o desenvolvimento, para a reprodução normal e para preservar as funções diferenciadas dos tecidos epiteliais secretores de muco, na resistência às infecções e na função visual (VELASQUEZ-MELANDEZ & RONCADA, 1994).

É um componente dos pigmentos visuais, sendo essencial à integridade da fotorrecepção nos cones e bastonetes da retina. Esta vitamina é necessária para o crescimento e o desenvolvimento do

unesp

esqueleto e de partes moles por seus efeitos sobre a síntese protéica e a diferenciação das células ósseas. É necessária para o desenvolvimento normal dos ossos e das células epiteliais formadoras do esmalte no desenvolvimento dos dentes. Tem, também, um papel na manutenção das estruturas epiteliais normais. É necessária na diferenciação das células basais em células mucosas epiteliais (MAHAN & ARLIN, 1995).

Cerca de 90% da vitamina A do organismo está armazenada no fígado, principalmente na forma de ésteres de retinila. Outros órgãos e tecidos contêm cerca de 9% do total orgânico, enquanto que o plasma contém, aproximadamente, 1% da reserva total, sendo 90% na forma de retinol e 8% como ésteres de retinila, havendo diminutas quantidades de ácido retinóico e outros metabólitos (MAHAN & ARLIN, 1995).

Em humanos, a deficiência grave de vitamina A pode ocasionar a xeroftalmia e ocorre, principalmente, nas crianças em idade pré-escolar. O sintoma inicial é a diminuição da visão noturna (cegueira noturna), passando, após, à queratinização da camada epitelial da conjuntiva e córnea. A acentuação da deficiência pode levar ao aparecimento de manifestações clínicas oculares mais graves, como opacificação e ulceração corneal (ceratomalácia), resultando em cegueira irreversível (SOMMER, 1983).

A deficiência de vitamina A é considerada um dos maiores problemas de saúde pública em nível mundial, ao lado da desnutrição protéico-energética e da deficiência de ferro. Afeta, principalmente,

unesp

crianças menores de cinco anos, gestantes e nutrizes, sendo maior ainda o risco entre crianças de seis meses a dois anos de idade. No Brasil a prevalência ocorre principalmente no semi-árido nordestino, no nordeste de Minas Gerais e em bolsões de pobreza de São Paulo (SPOLIDORO, 1994).

Experiências em países em desenvolvimento com vitamina A tem realçado os benefícios desta estratégia. O glutamato monossódico (Ásia) e o açúcar (América Central) se sobressaem como produtos que foram testados e têm sido amplamente distribuídos dentro dos respectivos países e avaliados em seu impacto na Saúde Pública (DE ANGELIS, 2001).

Recomenda-se a ingestão diária de 400 ER para crianças de um a três anos, e 500 ER de quatro a seis anos (NRC, 1989).

3.3.2.2 Vitamina D

A vitamina D é essencial ao homem, à medida que mantém as concentrações séricas de cálcio e fósforo em níveis que permitam os processos celulares, a função neuromuscular e a mineralização óssea normal, prevenindo o raquitismo (HOLICK, 1994; FRAZER, 1984).

A vitamina D, ingerida ou produzida na pele, é absorvida no intestino junto aos lipídios com ajuda da bile. Ambas se unem a uma proteína específica para serem transportadas aos locais de armazenamento no

fígado, na pele, no cérebro, nos ossos e, provavelmente, em outros tecidos (MAHAN & ARLIN, 1995).

A deficiência de vitamina D caracteriza-se por uma mineralização insuficiente dos ossos. Em crianças, um déficit importante origina o raquitismo, doença associada à má formação óssea, por causa da deposição deficiente de fosfato de cálcio. Em adultos, a deficiência promove uma submineralização da matriz óssea, com conseqüente hipocalcemia seguida de hiperparatireoidismo secundário que, em algumas ocasiões, provoca perda óssea excessiva e, em casos extremos, fraturas, sendo clinicamente caracterizado como osteomalácia. A falta de vitamina D em adultos pode, também, contribuir para o desenvolvimento da osteoporose (NRC, 1989; LEHNINGER, 1993; MAHAN & ARLIN, 1995).

Recomenda-se ingestão de 10 μg/dia de vitamina D para crianças de três a seis anos de idade (NRC, 1989). Presume-se que o adulto normal obtenha vitamina D suficiente por meio da exposição à luz solar e da ingestão eventual de pequenas quantidades nos alimentos (MAHAN & ARLIN, 1995).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais e matérias primas

4.1.1 Matérias primas

- açúcar refinado Guarani
- leite pasteurizado tipo B - Laticínio Puro Leite, Potirendaba -SP
- soro líquido obtido do processo de fabricação de queijo Minas Frescal elaborado em laboratório

4.1.2 Aditivos

- ácido láctico – Ecibra – P.A. 85%
- aromatizante (sabor morango) – Duas Rodas Industrial
- corante artificial para fins alimentícios – Bordeaux S – Duas Rodas Industrial
- corante carmim de cochonilha
- carragena - Satiagel OF 10 – Degussa Flavors e Fruits Sistems do Brasil Ltda
- coalho líquido – Estrela, fabricado pela CHR. HANSEN
- cloreto de cálcio – Synth – P.A.
- citrato de sódio – Synth – P.A.
- fosfato de sódio – Synth – P.A.

- pectina - Danisco
- xantana - Degussa Flavors e Fruits Sistems do Brasil Ltda
- goma-guar - Degussa Flavors e Fruits Sistems do Brasil Ltda
- carboxi metil celulose – CMC – Latinoquímica S/A
- ferro amino-quelato - Albion
- ferro amino quelato com vitaminas A e D – Basf S/A
- sulfato ferroso – Roche

4.2 Equipamentos

- balança analítica AG 200 – GEHAKA – 0,1mg
- balança semi-analítica BG 2000 – GEHAKA – 0,1g
- banho termostatizado – EVLAB
- centrífuga de Gerber – PLURINOX
- cromatógrafo líquido de alta eficiência – LAB ALLIANCE
- destilador de nitrogênio MA 036 e bloco digestor - MARCONI Equipamentos
- espectrofotômetro de absorção atômica - Perkin Elmer modelo A Analyst 700
- espectrofotômetro – Direct Reading Spectrophotometer – HACH Equipamentos
- Fotômetro de chama - Micronal – B 462
- estufa a vácuo MA 030 – MARCONI Equipamentos



- estufa para cultura – QUIMIS Aparelhos Científicos Ltda.
- estufa para esterilização e secagem – ODONTOBRÁS
- forno mufla – QUIMIS
- refrigerador doméstico - Consul
- pHmetro – ANALION
- seladora - BRASHOLANDA Equipamentos Industriais S/A
- vidrarias comuns de laboratório

4.3 Métodos

4.3.1 Obtenção do soro

O soro foi obtido do processo de fabricação do queijo Minas Frescal, sendo que para cada experimento utilizaram-se seis litros de leite pasteurizado tipo B, fornecidos pelo "Laticínio Puro Leite", Potirendaba - SP. Foram aquecidos numa temperatura de 32 ºC a 35 ºC e adicionados de 1,4 mL ácido lático dissolvido em água para haver leve aumento da acidez. Para a coagulação do leite adicionou-se coalho e cloreto de cálcio dissolvido em água destilada. Após a coagulação procedeu-se o corte e tratamento da massa, agitando-a com movimentos lentos inicialmente, e mais rápido à medida que os grãos de massa se tornaram mais firmes. Ao atingir o ponto, interrompeu-se a agitação e procedeu-se o escoamento do soro. A massa foi transferida para formas próprias e o soro foi filtrado

em peneira ABNT – 140 com 0,105 mm de abertura para retirada dos resíduos de queijo. Em média o rendimento foi de 4 litros de soro para cada 6 litros de leite. A Figura 2 mostra o fluxograma de obtenção do soro de queijo.

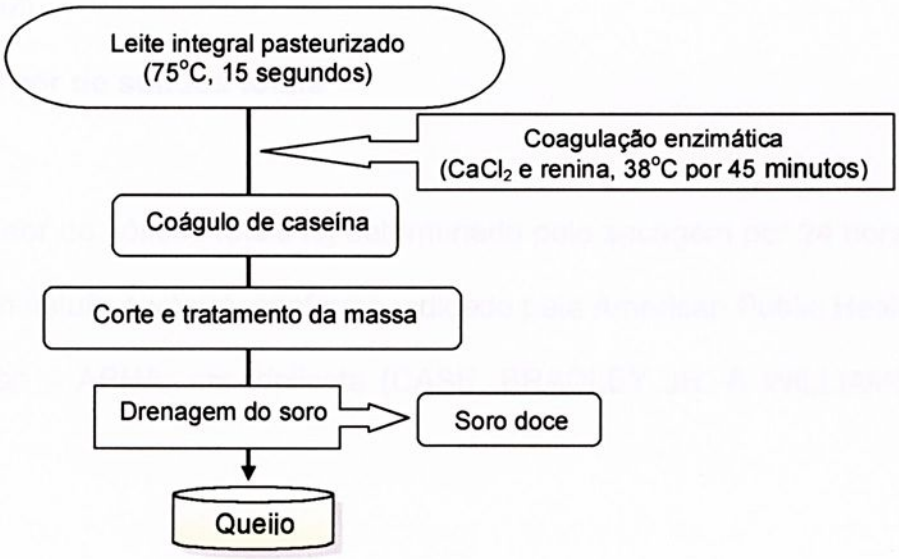


Figura 2 - Fluxograma da obtenção do soro de queijo.

4.3.2 Análises físico-químicas do soro

4.3.2.1 - Valor de pH

As medidas dos valores de pH foram realizadas em potenciômetro digital, em triplicata (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

4.3.2.2 - Teor de acidez

A determinação do teor de acidez foi realizada pela titulação ácido-alcalimétrica usando-se fenolftaleína como indicador, em triplicata (SILVA *et al.*, 1997).

4.3.2.3 - Teor de sólidos totais

O teor de sólidos totais foi determinado pela secagem por 24 horas a 70ºC em estufa a vácuo, conforme indicado pela American Public Health Association – APHA, em triplicata (CASE, BRADLEY JR. & WILLIAMS, 1985).

4.3.2.4 - Teor de gordura

A determinação do teor de gordura foi feita pelo método de Gerber, em triplicata (SILVA *et al.*, 1997).

4.3.2.5 - Teor de proteínas

O teor de proteínas foi determinado, em triplicata, pelo método Micro Kjeldahl (OFFICIAL, 1995).

unesp

4.3.3 Produção de bebida láctea à base de soro de queijo fortificada com ferro

Foram estudadas as características físico-químicas e sensoriais da bebida láctea à base de soro de queijo, fortificada com ferro através de três variáveis (pH, teor de açúcar e tipo de fonte de ferro), totalizando doze experimentos em cada tipo de processamento (A e B). A matriz de ensaios com o planejamento experimental está apresentada na Tabela 1.

As bebidas foram produzidas no Laboratório de Leite e Derivados do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual Paulista, Campus de São José do Rio Preto, SP. Para cada formulação foram preparados aproximadamente 4 litros de bebida com sabor morango, distribuída a crianças em fase pré-escolar, em porções de 70 mL.

A análise de variância (ANOVA) dos resultados experimentais para as análises físico-químicas e sensoriais, foram realizadas a partir de um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com números iguais de repetições, utilizando o teste de Tukey, considerando-se nível de significância de 1% através do programa computacional STAT, desenvolvido por Banzatto & Kronka (1995).

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Tabela 1 - Planejamento dos experimentos contendo as variáveis e níveis que foram estudados.

Exp.	Açúcar %	pH	* Sulfato ferroso mg/L	*Ferro amino quelato mg/L	*Ferro amino quelato + vit. A e D mg/L
1	13	3,5	180	---	---
2	13	3,5	---	200	---
3	13	3,5	---	---	200
4	13	5,5	180	---	---
5	13	5,5	---	200	---
6	13	5,5	---	---	200
7	16	3,5	180	---	---
8	16	3,5	---	200	---
9	16	3,5	---	---	200
10	16	5,5	180	---	---
11	16	5,5	---	200	---
12	16	5,5	---	---	200

* Para o processamento A, os teores das fontes de ferro foram: 35 mg/L sulfato ferroso, 35 mg/L ferro amino quelato, 35 mg/L ferro amino quelato e vitaminas A e D.

4.3.3.1 Processamento A

4.3.3.1.1 Tecnologia de fabricação

O soro foi filtrado e resfriado, e acrescido de 13% ou 16% de açúcar, conforme o experimento (Tabela 1), sob agitação constante e vigorosa.

A mistura foi aquecida a 80 - 85ºC por 1 minuto para a pasteurização do produto. Em seguida, foi adicionado 0,07% de aromatizante sabor morango, 0,05% de corante bordeaux S, e 35mg/L de sulfato ferroso ou ferro amino quelato ou ferro amino quelato com vitaminas A e D, conforme o experimento.

O pH da bebida foi ajustado em 3,5 ou 5,5, conforme o experimento, usando uma solução de ácido láctico, sob agitação constante.

Posteriormente, o produto foi resfriado em banho de água e gelo, distribuído em copos termossoldáveis transparentes com capacidade para 70 mL e transferido para um refrigerador à temperatura de 5ºC, aproximadamente.

Após 48 horas de refrigeração foram realizadas as análises físico-químicas e sensoriais.

O fluxograma de obtenção da bebida láctea fortificada está apresentado na Figura 3.

unesp

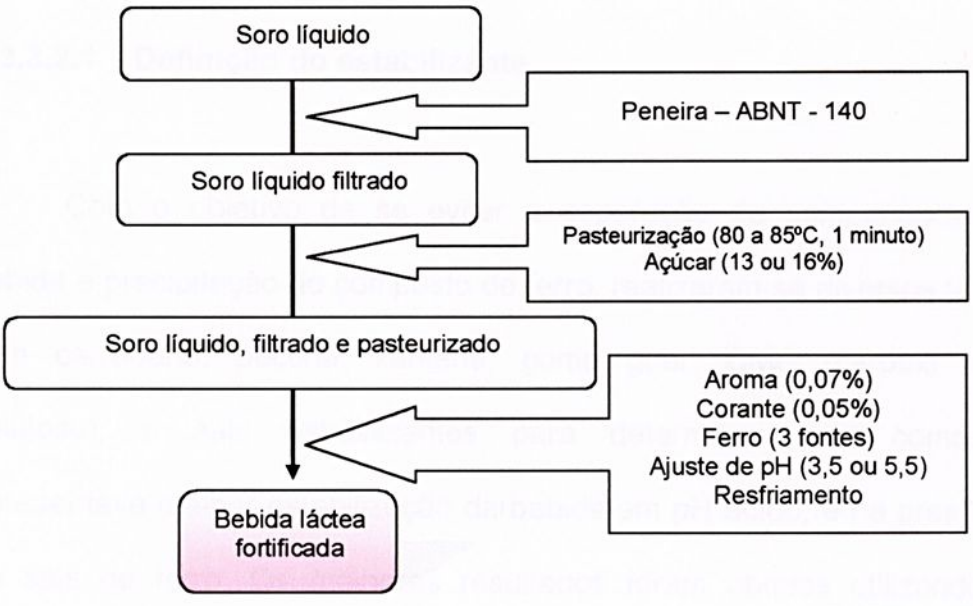


Figura 3 – Fluxograma da obtenção da bebida láctea fortificada.

Foi realizado, no início da pesquisa, o primeiro bloco contendo os 12 experimentos (processamento A). A partir destes, foram modificados as concentrações de ferro para atender os requisitos de fortificação, atendendo a 30% da IDR (Ingestão Diária Recomendada), e a adição de carragena, citrato e fosfato de sódio para aumentar a estabilidade do produto (processamento B).

4.3.3.2 Processamento B

4.3.3.2.1 Definição do estabilizante

Com o objetivo de se evitar a separação de componentes da bebida e precipitação do composto de ferro, realizaram-se diversos testes com carragena, pectina, xantana, goma guar, CMC (carboxi metil celulose), e sais estabilizantes para determinar qual composto apresentava melhor estabilização da bebida em pH ácido, e na presença de sais de ferro. Os melhores resultados foram obtidos utilizando-se estabilizante vegetal carragena na concentração 0,05%, citrato de sódio 0,09% e fosfato de sódio 0,07%, adicionados ao produto durante a preparação, como descrito no item 4.3.3.2.2.

4.3.3.2.2 Tecnologia de fabricação

Ao soro filtrado e resfriado foi adicionado 0,07% de aromatizante de morango, 0,05% de corante bordeaux S, 0,05% de carragena, 0,07% de fosfato de sódio, 0,09% de citrato de sódio, 13% ou 16% de açúcar e 180 mg/L de sulfato ferroso ou 200 mg/L ferro amino quelato ou ferro amino quelato com vitaminas A e D, conforme o experimento (Tabela 1), sob agitação constante e vigorosa. As quantidades das fontes de ferro



foram ajustadas considerando-se o teor de ferro no composto e as necessidades da IDR.

As demais etapas foram realizadas de forma idêntica ao processamento A (item 4.3.3.1.1).

O fluxograma de obtenção da bebida láctea fortificada está apresentado na Figura 4.

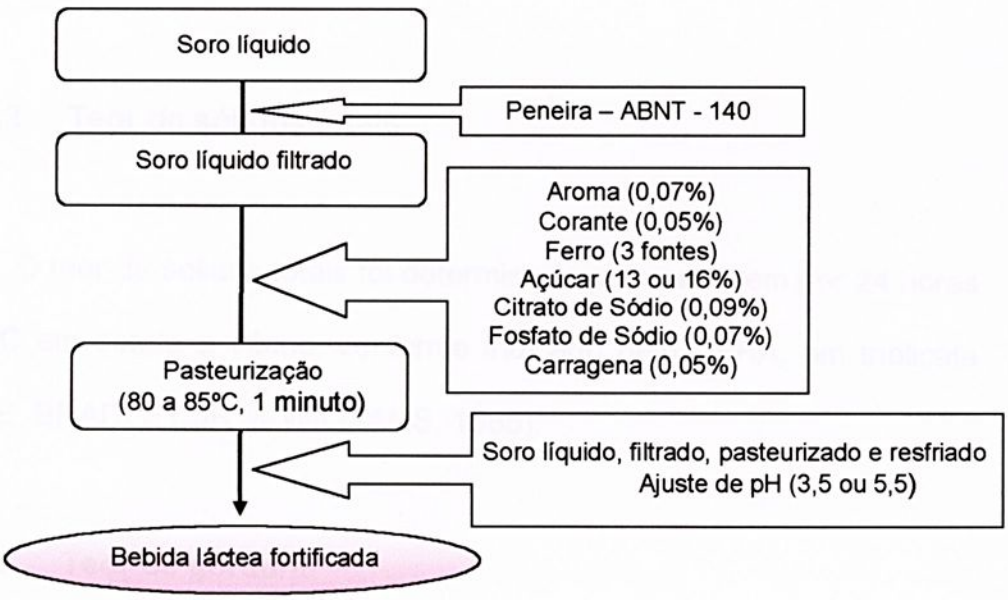


Figura 4 – Fluxograma da obtenção da bebida láctea fortificada.

4.3.4 Análises físico-químicas da bebida láctea fortificada (Processamentos A e B)

4.3.4.1 Valor de pH

As medidas dos valores de pH foram feitas em potenciômetro digital, em triplicata (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

4.3.4.2 Teor de sólidos totais

O teor de sólidos totais foi determinado pela secagem por 24 horas a 70ºC em estufa a vácuo, conforme indicado pela APHA, em triplicata (CASE, BRADLEY JR. & WILLIAMS, 1985).

4.3.4.3 Teor de gordura

A determinação do teor de gordura foi feita pelo método de Gerber, em triplicata (SILVA *et al.*, 1997).

4.3.4.4 Teor de proteínas

O teor de proteínas foi determinado, em triplicata, pelo método Micro Kjeldahl (OFFICIAL, 1995).



4.3.4.5 Teor de cinzas

A determinação de cinzas foi feita, em triplicata, por incineração em mufla a 550ºC (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

4.3.4.6 Teor de carboidratos

O teor de carboidratos foi calculado pela diferença entre os sólidos totais e somatório dos teores de gordura, proteínas e cinzas.

4.3.4.7 Teor de ferro, cálcio e magnésio

As determinações dos teores de ferro, cálcio e magnésio foram estudadas por espectrofotometria de absorção atômica, marca Perkin Elmer Analisty 700 com queimados ar-acetileno e respectivas lâmpadas de cátodo oco (OFFICIAL, 1995).

4.3.4.8 Teor de fósforo

O teor de fósforo foi determinado pelo método colorimétrico desenvolvido com vanadato molibdato de amônio (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).



4.3.4.9 Teor de sódio

O teor de sódio foi determinado pelo método espectrofotômetro de emissão atômica (AOAC, 1995).

4.3.4.10 Teor de vitamina A

A determinação do teor de vitamina A foi realizada somente naqueles experimentos enriquecidos, uma vez que o limite de detecção do método analítico é de 100UI/100g do produto. Os teores de vitamina A foram determinados pelo método de cromatografia líquida de alta eficiência – HPLC (MANZ & PHILIPP, 1998).

4.3.4.11 Teor de vitamina D

A determinação do teor de vitamina D foi realizada somente naqueles experimentos enriquecidos, uma vez que o limite de detecção do método analítico é 200UI/100g do produto. Os teores de vitamina D foram determinados pelo método de cromatografia líquida de alta eficiência – HPLC (CUNNIFF, 1998).

unesp

4.3.5 Cálculo do valor calórico

Através dos resultados das análises de carboidratos, proteínas e gordura, estimou-se o valor nutritivo da bebida, considerando-se proteínas, gorduras e carboidratos como aportando 4, 9 e 4 Kcal/g, respectivamente. Os resultados foram expressos em Kcal/100g de amostras.

4.3.6 Análise sensorial

O teste de aceitação foi aplicado a um painel de 50 crianças em idade pré -escolar, no qual foi utilizada uma escala hedônica facial de três pontos. Cada provador registrou a figura que melhor descreveu o quanto gostou ou desgostou da amostra. Para avaliação final dos resultados, a cada figura foi associado um valor, sendo 1 (não gostei), 2 (indiferente) e 3 (gostei).

Os testes de avaliação sensorial foram realizados no período da tarde entre 14:30 e 15:30 horas em uma Escola Infantil Municipal da cidade de Bady Bassitt - SP. As amostras foram codificadas, usando-se número de 3 dígitos, tomados ao acaso, de acordo com as instruções de Moraes (1983).



Em cada sessão foram avaliadas 2 diferentes formulações, onde os provadores receberam as amostras e uma ficha de avaliação, conforme modelo apresentado na Figura 5.

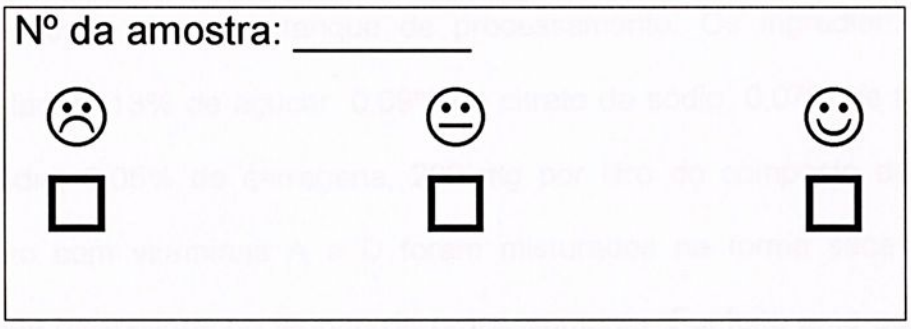


Figura 5 - Ficha de Avaliação Sensorial das bebidas à base de soro fortificadas com ferro.

4.4 Produção da melhor formulação em escala industrial

Realizou-se a preparação da bebida em escala industrial, com base no tratamento estatístico dos resultados da composição centesimal, valor calórico, características nutricionais e avaliação sensorial.

A formulação foi elaborada em uma Cooperativa de Laticínios da região, com um volume de 1000 litros de soro, provenientes da fabricação dos queijos parmesão e mussarela.

Foi feita a substituição do corante artificial pelo corante natural carmim de cochonilha pela maior estabilidade de cor no pH da bebida.

A fabricação da bebida foi desenvolvida utilizando-se um tanque de equilíbrio, trocador de calor de placas, tanque de processamento, centrífuga padronizadora, bombas e demais acessórios do processo.

O soro de queijo foi resfriado a 5ºC em trocador de calor de placas e transferido para um tanque de processamento. Os ingredientes da formulação: 13% de açúcar, 0,09% de citrato de sódio, 0,07% de fosfato de sódio, 0,05% de carragena, 200 mg por litro do composto de ferro quelato com vitaminas A e D foram misturados na forma seca e em seguida dissolvidos no tanque de processamento. Foi feita uma agitação vigorosa por recirculação do produto no tanque para garantir a homogeneidade do produto e dissolução dos ingredientes.

Incorporou-se ao tanque 0,07% de aroma de morango e 0,05% de corante carmim de cochonilha. A bebida foi pasteurizada a 73 ºC por 15 segundos em pasteurizador de placas com capacidade para 7500 L/hora e resfriada a 5ºC. O produto foi bombeado para um tanque de armazenamento, e mantido em temperatura de 5ºC. Foi ajustado o valor de pH para 3,9, sob agitação constante utilizando-se ácido lático. As bebidas foram envasadas em embalagem de filme de polietileno de 250 mL, em embaladora automática para líquidos com capacidade para 1800 L/hora e armazenadas à temperatura de 5ºC durante 30 dias. Após 48 horas de refrigeração foram realizadas as análises físico-químicas e sensoriais. O fluxograma do processo industrial da melhor formulação encontra-se na Figura 6.

unesp

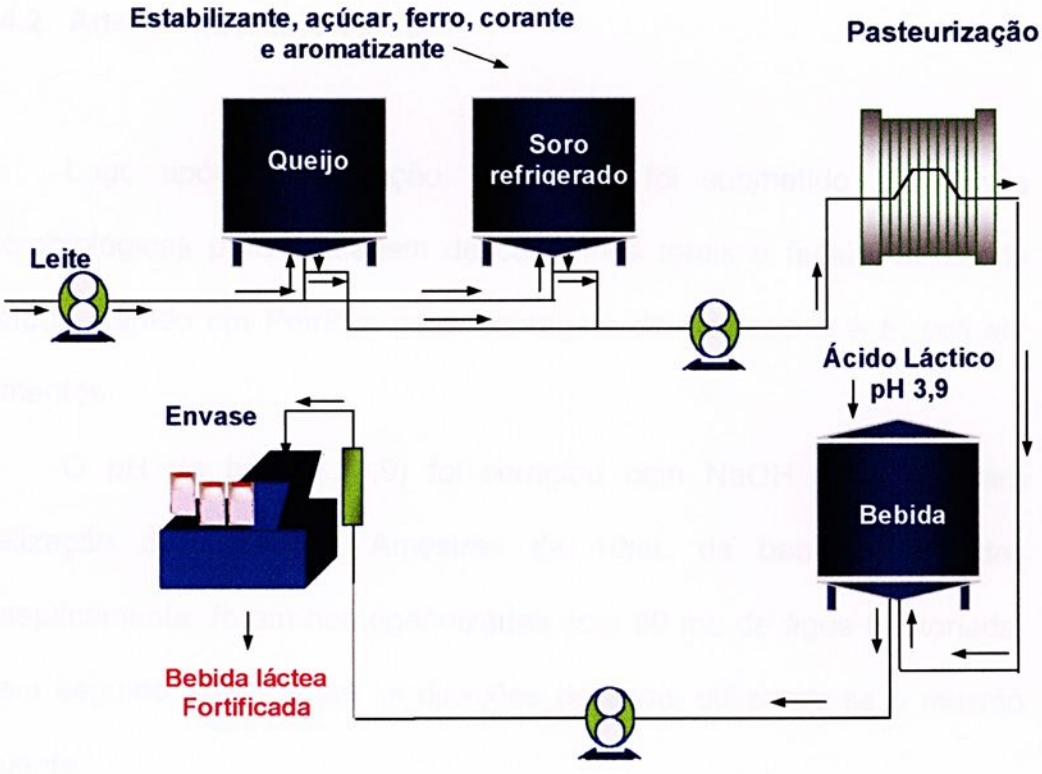


Figura 6 - Fluxograma do processo industrial da melhor formulação.

4.4.1 Análises físico-químicas

Determinou-se pH, teor de gordura, proteínas, sólidos totais, carboidratos, cinzas, ferro, cálcio, magnésio, fósforo, sódio e vitaminas A e D, em triplicata, seguindo a mesma metodologia dos processamentos A e B, citada anteriormente.

4.4.2 Análise microbiológica

Logo após a fabricação, o produto foi submetido a análises microbiológicas para contagem de coliformes totais e fecais, utilizando Método Rápido em Petrifilm para Contagem de Coliformes e *E. coli* em alimentos.

O pH da bebida (3,9) foi corrigido com NaOH para 6,5 para realização das análises. Amostras de 10mL da bebida, coletadas assepticamente, foram homogeneizadas com 90 mL de água peptonada, e em seguida foram feitas as diluições decimais utilizando-se o mesmo diluente.

Alíquotas de 1 mL de cada diluição foram distribuídas em Petrifilm™ *E.coli*/coliform count plate (3M Microbiology, St. Paul, USA), incubados a 35-37 ºC por 24 horas para contagem de coliformes e *Escherichia coli.*

4.4.3 Teste de aceitabilidade

O produto contendo 13% de açúcar, valor de pH ajustado para 3,9, sabor morango, fortificado com ferro amino quelato e vitaminas A e D foi oferecido a 146 crianças de 4 a 6 anos de idade, inscritas no Ensino Infantil Público e a 540 pré-adolescentes de 7 a 14 anos, pertencentes ao Ensino Fundamental da Rede Pública de dois municípios.



Para os estudantes a avaliação sensorial foi realizada, utilizando-se a escala hedônica facial de 3 pontos (Figura 5), conforme descrito por Moraes (1983). Em ambos os testes, o produto foi oferecido aos provadores em porções de 250 mL, à temperatura de 7ºC, no período da manhã, entre 9:00 e 10:00 horas.

O teste de aceitabilidade também foi aplicado a 50 provadores adultos, com idade entre 17 a 56 anos, de ambos os sexos, utilizando-se escala hedônica de 9 pontos acrescidas de informações de consumo. O modelo da ficha está ilustrado na Figura 7.

4.4.4 Custo de produção

O custo de produção da bebida láctea fortificada foi calculado mediante custo das matérias-primas, consumo de energia, água e vapor, mão-de-obra e encargos sociais e custo fixo, através do programa computacional "Quanto", desenvolvido pelo Centro de Excelência em Laticínios – CEL, em parceria com a Universidade Federal de Viçosa – UFV e Universidade Federal de Lavras.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

ANÁLISE SENSORIAL DE BEBIDA À BASE DE SORO

Idade: _____ anos Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino
Data __/____/_____

Instruções: Experimente a amostra e expresse sua opinião, marcando com um X o item que melhor descreve sua idéia a respeito da amostra.

- ☐ Gostei muitíssimo
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei moderadamente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Indiferente
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei moderadamente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei muitíssimo

Se este produto fosse oferecido a você:

- ☐ Tomaria em toda oportunidade
- ☐ Tomaria muito freqüentemente
- ☐ Tomaria freqüentemente
- ☐ Gostei e tomaria talvez de vez em quando
- ☐ Tomaria de estivesse acessível, mas não procuraria
- ☐ Não gostei, mas tomaria ocasionalmente
- ☐ Raramente tomaria
- ☐ Tomaria somente se não pudesse escolher outro alimento
- ☐ Tomaria se fosse forçado
- ☐ Nunca experimentaria

Se este produto estivesse à venda, você:

- ☐ Certamente compraria
- ☐ Provavelmente compraria
- ☐ Talvez compraria
- ☐ Provavelmente não compraria
- ☐ Certamente não compraria

Figura 7 - Ficha de Avaliação Sensorial utilizada para a bebida láctea fortificada referente ao processamento industrial.



5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização do soro – Processamentos A e B

As Tabelas 2 e 3 (Processamento A e B, respectivamente) mostram os resultados médios das análises físico-químicas dos soros provenientes da elaboração de Queijos Minas Frescal, para serem utilizados na elaboração das bebidas lácteas fortificadas.

Tabela 2 – Valores médios* das análises de pH, acidez, teores de gordura e de sólidos totais dos soros (Processamento A) utilizados na elaboração das bebidas lácteas fortificadas.

Experimento	pH	Acidez °D	Gordura %	Sólidos Totais %
01	6,48 ± 0,00	12,85 ± 0,11	0,70 ± 0,00	6,77 ± 0,04
02	6,43 ± 0,00	12,98 ± 0,00	0,43 ± 0,58	6,61 ± 0,16
03	6,35 ± 0,00	12,98 ± 0,00	0,70 ± 0,00	7,08 ± 0,08
04	6,48 ± 0,00	12,85 ± 0,11	0,70 ± 0,00	6,77 ± 0,04
05	6,52 ± 0,01	11,32 ± 0,57	0,70 ± 0,00	6,96 ± 0,01
06	6,40 ± 0,00	12,26 ± 0,05	0,70 ± 0,00	6,90 ± 0,04
07	6,34 ± 0,00	12,19 ± 0,12	0,70 ± 0,00	6,55 ± 0,06
08	6,30 ± 0,01	12,00 ± 0,00	0,60 ± 0,00	6,50 ± 0,08
09	6,40 ± 0,00	12,26 ± 0,05	0,70 ± 0,00	6,90 ± 0,04
10	6,34 ± 0,00	12,19 ± 0,11	0,70 ± 0,00	6,55 ± 0,06
11	6,43 ± 0,00	12,98 ± 0,00	0,43 ± 0,58	6,61 ± 0,16
12	6,35 ± 0,00	12,98 ± 0,00	0,70 ± 0,00	7,08 ± 0,08

* média de 3 determinações



Tabela 3 - Valores médios* das análises de pH, acidez, teores de gordura, de proteínas e de sólidos totais dos soros (Processamento B) utilizados na elaboração das bebidas lácteas fortificadas.

Exp.	pH	Acidez ºD	Gordura %	Proteínas %	Sólidos Totais %
1	6,41 ± 0,00	13,90 ± 0,00	0,50 ± 0,00	1,06 ± 0,03	7,17 ± 0,02
2	6,33 ± 0,00	12,94 ± 0,04	0,70 ± 0,00	1,00 ± 0,03	7,08 ± 0,19
3	6,34 ± 0,00	13,70 ± 0,00	0,50 ± 0,00	0,96 ± 0,03	7,23 ± 0,22
4	6,53 ± 0,00	12,29 ± 0,12	0,50 ± 0,00	0,89 ± 0,00	6,55 ± 0,12
5	6,41± 0,00	13,90 ± 0,00	0,50 ± 0,00	1,06 ± 0,03	7,17 ± 0,02
6	6,34 ± 0,00	13,70 ± 0,00	0,50 ± 0,00	0,96 ± 0,00	7,23 ± 0,22
7	6,53 ± 0,00	12,29 ± 0,12	0,50 ± 0,00	0,89 ± 0,00	6,55 ± 0,12
8	6,53 ± 0,00	12,90 ± 0,00	0,60 ± 0,00	1,06 ± 0,03	6,90 ± 0,04
9	6,44± 0,00	11,28 ± 0,11	0,50 ± 0,00	0,97 ± 0,02	6,95 ± 0,04
10	6,53 ± 0,00	12,90 ± 0,00	0,60 ± 0,00	1,06 ± 0,03	6,90 ± 0,04
11	6,53 ± 0,00	12,29 ± 0,12	0,50 ± 0,00	0,89 ± 0,00	6,55 ± 0,12
12	6,44 ± 0,00	11,28 ± 0,11	0,77 ± 0,05	1,11 ± 0,03	7,08 ± 0,23

* média de 3 determinações

Os valores de pH do soro variaram de 6,30 ± 0,01 a 6,52 ± 0,01 para o processamento A e de 6,33 ± 0,00 a 6,53 ± 0,00 para o processamento B.

A acidez titulável variou de 11,32 ± 0,57 a 12,98 ± 0,00 ºD para o processamento A e de 11,28 ± 0,11 a 13,90 ± 0,00 ºD para o processamento B.

unesp

Os valores encontrados para o teor de gordura variaram de 0,43 ± 0,58 a 0,70 ± 0,00% para o processamento A e 0,50 ± 0,00 a 0,77 ± 0,05% para o processamento B.

O teor de sólidos totais variou de 6,50 ± 0,08 a 7,08 ± 0,08% para o processamento A e 6,55 ± 0,12 a 7,23 ± 0,22% para o processamento B.

O resultado para proteína do soro variou de 0,89 ± 0,00% a 1,11 ± 0,03%, analisado apenas no processamento B (Tabela 3).

Estes valores estão diretamente relacionados com a composição do leite, qualidade do leite e com o processo de fabricação dos queijos, sendo considerados normais para soro doce, segundo Cal-Vidal (1979) e semelhantes ao da composição média do soro de queijo que contém aproximadamente 6,7% de sólidos totais, 0,6% de gordura, 0,7% de proteína, 4,9% de lactose e 0,5% de sais minerais (Marcoantonio & Richards, 1998; Posano & Castro-Gomes, 1995). O soro também pode ser considerado doce quando apresenta valor de pH entre 5,8 a 6,6 e teor de acidez de 0,1 a 0,20% (ZADOW, 1994), o que poderia explicar as pequenas variações observadas experimentalmente.

Os valores de pH obtidos experimentalmente são muito semelhantes aos obtidos por Almeida *et al.* (1999), que encontrou valores entre 6,35 e 6,50, por Penna (1997) e Sivieri (2002), que obtiveram valores entre 6,43 a 6,77.

A representação gráfica da variação do pH do soro obtidos nos processamentos A e B está apresentada na Figura 8.



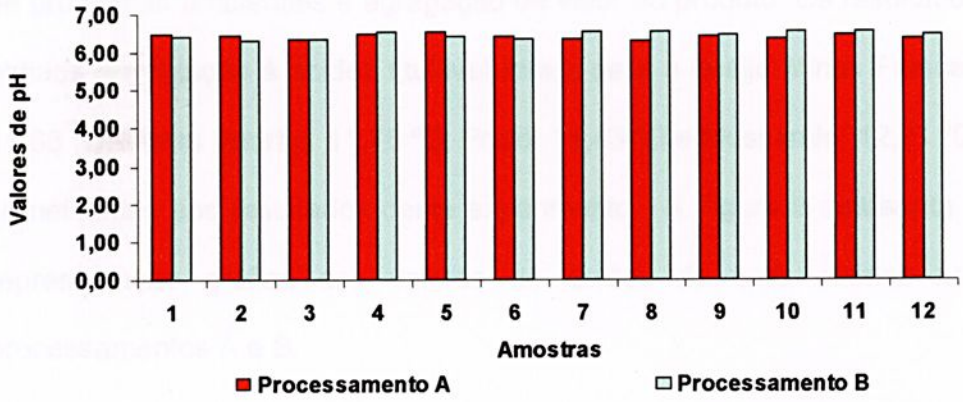


Figura 8 – Valores médios de pH obtidos na avaliação dos soros nos processamentos A e B.

Quanto à acidez, a legislação brasileira não estabelece um padrão de acidez para o soro, entretanto a sua determinação é um parâmetro para o controle da qualidade durante a fabricação dos queijos, considerada como prova de rotina nos laticínios, pois permite avaliar a acidificação durante o tratamento da massa.

Santos & Ferreira (2001) utilizaram soro de queijo com valor de acidez em torno de 12 ºDornic para a produção de uma bebida láctea fermentada sabor cravo e canela com 2% de gordura, pH 4,24 e com resultados de aceitação que corresponderam a 89% do valor da escala hedônica facial de nove pontos.

Siqueira *et al.* (2002) determinaram o perfil físico-químico do soro proveniente dos principais tipos de queijo produzidos em Minas Gerais, para implementar ações de incorporação tecnológicas, visando a redução

de problemas ambientais e agregação de valor ao produto. Os resultados obtidos em relação à acidez titulável foram para o queijo Minas Frescal: 11,68 ºD; Minas Padrão: 11,76 ºD; Prato: 11,43 ºD e Mussarela: 12,21 ºD, semelhantes aos resultados deste experimento. A Figura 9 apresenta a representação gráfica dos valores de acidez do soro obtidos nos processamentos A e B.

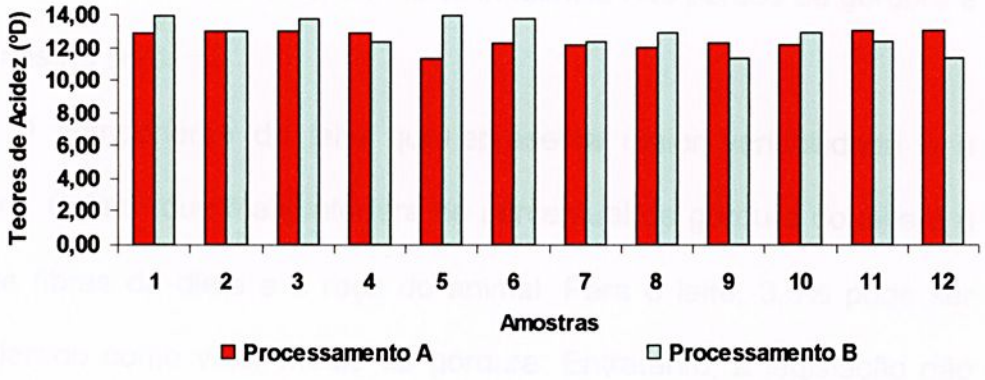


Figura 9 – Teores médios de acidez (%) obtidos na avaliação dos soros nos processamentos A e B.

Siqueira *et al.* (2002) encontraram em seus trabalhos resultados médios para teor de gordura no soro de queijo em torno de 0,75% para queijo Minas Frescal e 0,86% para queijo Mussarela, entretanto, os teores médios de gordura encontrados neste estudo foram menores 0,64% ± 0,09 (Processamento A) e 0,55% ± 0,01 (Processamento B).

As variações dos teores de gorduras entre os processamentos podem estar relacionadas às dificuldades iniciais encontradas no

processo de elaboração do queijo (Processamento A). De acordo com CHR. HANSEN (1998), é impossível cortar-se uma coalhada sem que haja, no soro, perdas parciais de componentes do leite. Entretanto, estas perdas podem ser minimizadas através da coagulação bem controlada do leite e de um corte cuidadoso da coalhada. A rapidez do corte e o tamanho dos grãos, bem como a intensidade de agitação feita imediatamente após o corte, têm forte influência nas perdas de gordura e proteínas no soro.

O componente do leite que apresenta maior variabilidade é a gordura. O fator que mais interfere no percentual de gordura do leite é o teor de fibras da dieta e a raça do animal. Para o leite, 3,5% pode ser considerado como valor médio de gordura. Entretanto, a legislação não estabelece padrões para o teor de gordura no soro, como para os demais produtos lácteos.

A representação gráfica dos resultados do teor de gordura do soro obtidos nos processamentos A e B, está apresentada na Figura 10.



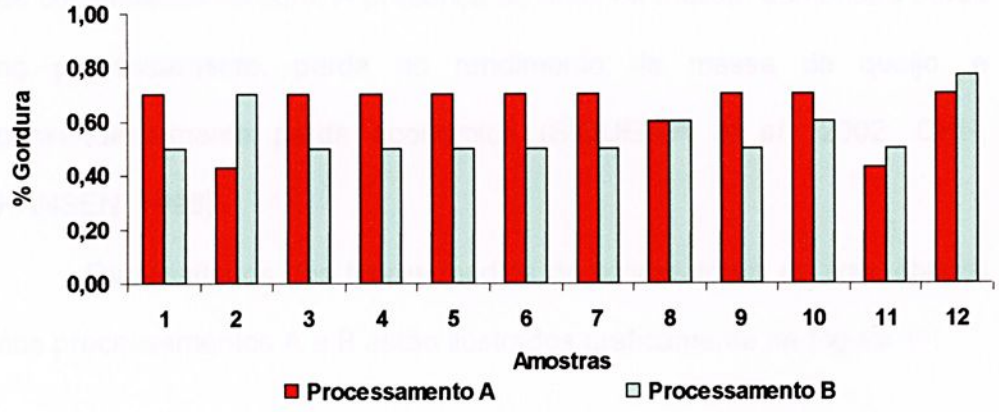


Figura 10 – Teores médios de gordura (%) obtidos na avaliação dos soros nos processamentos A e B.

Os resultados médios obtidos para sólidos totais neste estudo, 6,77% ± 0,07 (Processamento A) e 6,94% ± 0,12 (Processamento B) são semelhantes aos observados por Siqueira *et al.* (2002), para soro de queijos Minas Frescal, Minas Padrão, Prato e Mussarela, com teores de 6,68%, 5,76%, 6,46% e 6,36%, respectivamente.

A variação do teor de sólidos do soro está relacionada com a composição inicial do leite, que por conseqüência, sofre influência de diversos fatores como: raça do animal, alimentação, período de chuva ou seca e de lactação. A composição de sólidos totais do soro, portanto, pode variar segundo a composição do leite e tipo de queijo processado. A qualidade dos ingredientes utilizados na elaboração do queijo, principalmente o coalho, a composição do leite (presença de caseína e cálcio), o corte da coalhada, são alguns fatores que influenciam a perda

de constituintes no soro. A presença de finos na massa, demonstra perda no processamento, perda no rendimento da massa de queijo, e conseqüentemente perda econômica (SIQUEIRA *et al.,* 2002, CHR, HANSEN, 1998).

Os resultados dos teores médios de sólidos totais do soro obtidos nos processamentos A e B estão ilustrados graficamente na Figura 11.

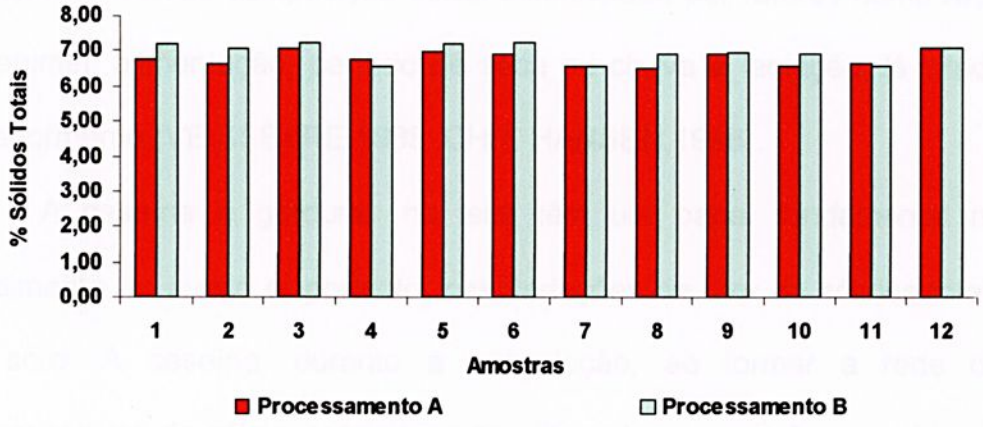


Figura 11 – Teores médios de sólidos totais (%) obtidos na avaliação dos soros nos processamentos A e B.

O resultado médio do teor de proteína do soro 0,99% ± 0,01 (Processamento B) foi maior que os valores obtidos por Marcoantonio & Richards (1998) e Almeida *et al.* (1999) de aproximadamente 0,7%, e menor que os valores médios obtidos por Siqueira *et al.* (2002) em torno de 1,36%.

A variação no teor de proteínas pode estar relacionada à dificuldade de padronização no processamento dos queijos elaborados em laboratório, como também variações na composição do leite.

Os compostos que mais variam no leite são as gorduras e as proteínas, por influenciarem pouco a pressão osmótica, papel desempenhado pelos minerais e lactose. Esta variação no leite é decorrente da sua composição inicial influenciada por fatores como raça do animal, alimentação, período de seca ou chuva e lactação, já citada anteriormente (VEISSEYRE,1988; CHR. HANSEN,1998).

A caseína e gorduras no leite têm um papel fundamental no rendimento do queijo e, portanto, nas variações do teor de sólidos totais do soro. A caseína, durante a coagulação, ao formar a rede de paracaseinato de cálcio, "aprisiona" em diferentes proporções, os demais elementos do leite, como gordura, lactose, sais minerais (CHR. HANSEN, 1998).

A Figura 12 mostra a representação gráfica dos resultados dos teores médios de proteínas do soro obtidos no processamento B.



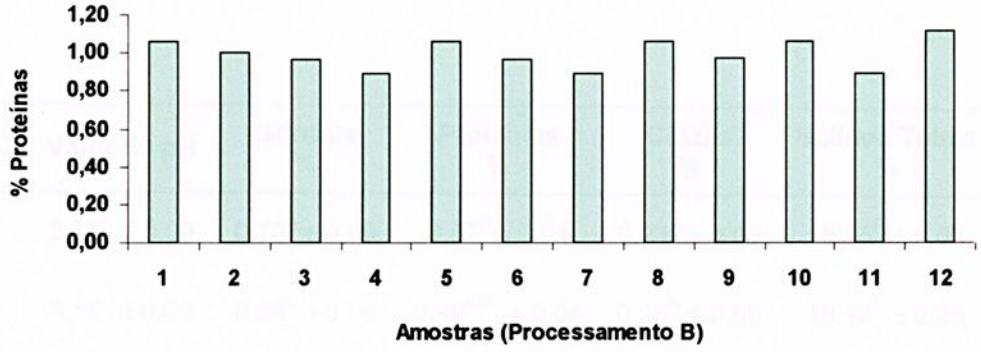


Figura 12 – Teores médios de proteínas (%) obtidos na avaliação dos soros no processamento B.

5.2 Caracterização físico-química das bebidas lácteas fortificadas

Os resultados dos valores médios obtidos das análises físico-químicas de pH, gordura, sólidos totais, proteínas e cinzas das bebidas fortificadas nos processamentos A e B, estão apresentados na Tabela 4 e 5, respectivamente.

Tabela 4 – Valores médios* das análises físico-químicas das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A).

Exp.	Valor de pH	Gordura %	Proteínas %	Cinzas %	Sólidos Totais %
01	$3,45^{F} \pm 0,00$	$0,70^{A} \pm 0,00$	$0,87^{C} \pm 0,04$	$0,23^{A} \pm 0,00$	$18,85^{F} \pm 0,03$
02	$3,50^{E} \pm 0,00$	$0,36^{B} \pm 0,06$	$0,99^{ABC} \pm 0,04$	$0,25^{A} \pm 0,00$	$18,12^{F} \pm 0,25$
03	$3,52^{D} \pm 0,00$	$0,63^{A} \pm 0,06$	$1,04^{AB} \pm 0,04$	$0,25^{A} \pm 0,00$	$19,27^{D} \pm 0,09$
04	$5,50^{B} \pm 0,00$	$0,70^{A} \pm 0,06$	$0,98^{ABC} \pm 0,04$	$0,23^{A} \pm 0,00$	$18,27^{F} \pm 0,05$
05	$5,54^{A} \pm 0,00$	$0,65^{A} \pm 0,00$	$0,89^{C} \pm 0,06$	$0,26^{A} \pm 0,04$	$18,35^{F} \pm 0,33$
06	$5,50^{B} \pm 0,00$	$0,70^{A} \pm 0,00$	$1,08^{A} \pm 0,00$	$0,26^{A} \pm 0,04$	$18,39^{F} \pm 0,04$
07	$3,50^{E} \pm 0,00$	$0,70^{A} \pm 0,00$	$0,89^{C} \pm 0,00$	$0,23^{A} \pm 0,00$	$21,27^{A} \pm 0,14$
08	$3,50^{E} \pm 0,00$	$0,60^{A} \pm 0,00$	$0,95^{BC} \pm 0,00$	$0,25^{A} \pm 0,00$	$21,07^{AB} \pm 0,02$
09	$3,50^{E} \pm 0,00$	$0,70^{A} \pm 0,00$	$0,96^{BC} \pm 0,01$	$0,26^{A} \pm 0,03$	$18,39^{F} \pm 0,04$
10	$5,50^{B} \pm 0,00$	$0,70^{A} \pm 0,00$	$0,89^{C} \pm 0,00$	$0,23^{A} \pm 0,00$	$21,03^{AB} \pm 0,06$
11	$5,54^{A} \pm 0,01$	$0,40^{B} \pm 0,07$	$0,91^{C} \pm 0,10$	$0,26^{A} \pm 0,01$	$19,83^{C} \pm 0,09$
12	$5,44^{C} \pm 0,01$	$0,60^{A} \pm 0,00$	$0,96^{BC} \pm 0,00$	$0,25^{A} \pm 0,00$	$20,89^{B} \pm 0,16$

* média de 3 determinações

As médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

unesp

Tabela 5– Valores médios* das análises físico-químicas das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B).

Exp.	Valor de pH	Gordura %	Proteínas %	Cinzas %	Sólidos Totais %
1	$3,50^{B} \pm 0,00$	$0,40^{B} \pm 0,00$	$0,89^{AB} \pm 0,00$	$0,58^{A} \pm 0,00$	$18,76^{E} \pm 0,09$
2	$3,50^{B} \pm 0,00$	$0,40^{B} \pm 0,00$	$0,87^{BC} \pm 0,03$	$0,58^{A} \pm 0,00$	$19,19^{D} \pm 0,05$
3	$3,50^{B} \pm 0,00$	$0,40^{B} \pm 0,00$	$0,83^{C} \pm 0,00$	$0,58^{A} \pm 0,00$	$18,86^{E} \pm 0,03$
4	$5,50^{A} \pm 0,00$	$0,40^{B} \pm 0,00$	$0,85^{BC} \pm 0,03$	$0,61^{A} \pm 0,00$	$18,52^{F} \pm 0,07$
5	$5,50^{A} \pm 0,00$	$0,40^{B} \pm 0,00$	$0,89^{AB} \pm 0,00$	$0,58^{A} \pm 0,00$	$18,79^{E} \pm 0,07$
6	$5,50^{A} \pm 0,00$	$0,40^{B} \pm 0,00$	$0,85^{BC} \pm 0,03$	$0,58^{A} \pm 0,00$	$18,80^{E} \pm 0,09$
7	$3,50^{B} \pm 0,00$	$0,40^{B} \pm 0,00$	$0,83^{C} \pm 0,00$	$0,59^{A} \pm 0,00$	$21,45^{B} \pm 0,13$
8	$3,50^{B} \pm 0,00$	$0,40^{B} \pm 0,00$	$0,89^{AB} \pm 0,00$	$0,55^{A} \pm 0,00$	$21,71^{A} \pm 0,02$
9	$3,50^{B} \pm 0,00$	$0,40^{B} \pm 0,00$	$0,89^{AB} \pm 0,00$	$0,55^{A} \pm 0,00$	$21,10^{C} \pm 0,08$
10	$5,50^{A} \pm 0,00$	$0,40^{B} \pm 0,00$	$0,89^{AB} \pm 0,00$	$0,55^{A} \pm 0,00$	$21,28^{BC} \pm 0,02$
11	$5,50^{A} \pm 0,00$	$0,40^{B} \pm 0,00$	$0,83^{C} \pm 0,00$	$0,57^{A} \pm 0,00$	$21,26^{BC} \pm 0,02$
12	$5,50^{A} \pm 0,00$	$0,57^{A} \pm 0,00$	$0,93^{A} \pm 0,00$	$0,60^{A} \pm 0,00$	$21,40^{B} \pm 0,02$

* média de 3 determinações

As médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Os valores de pH das bebidas dos experimentos oscilaram de 3,45 a 5,54 no Processamento A e foram 3,50 e 5,50 no Processamento B, de acordo com o previsto inicialmente no planejamento dos ensaios. A Figura 13 ilustra graficamente os valores médios de pH dos processamentos A e B. A análise de variância dos resultados experimentais dos processamentos A e B estão apresentados nas Tabelas 6 e 7.

No processamento A, houve diferença significativa entre os valores de pH nas bebidas elaboradas no mesmo bloco, ou seja, experimentos de 1 a 3 , de 4 a 6 e de 10 a 12, como mostra na ANOVA (Tabela 6).

O processamento B, não apresentou diferença significativa entre as bebidas do mesmo grupo (pH 3,5 ou 5,5). Entretanto, existe diferença significativa entre os dois grupos.

Segundo Chapman & Sharpe (1990) os baixos valores de pH controlam o crescimento de microrganismos patógenos e outros contaminantes, preservando assim o produto. Os microrganismos contaminantes podem causar alterações físico-químicas e sensoriais, além de problemas econômicos e de saúde pública, limitando a durabilidade dos produtos lácteos (ZADOW, 1989).

Peréz *et al.* (1998) desenvolveram e otimizaram uma bebida isotônica de permeado de ultrafiltração do soro doce para esportistas. Procurou-se para melhor controle bacteriano, ajustar o pH em torno de 3,0 a 3,4. Com isso a possibilidade de crescimento de algum microorganismo em pH 3,0 ficou restrita a leveduras e bolores. Neste estudo valores

unesp

semelhantes para pH foram ajustados para atender os mesmos objetivos (Tabelas 4 e 5).

Laonipon & Cadwell (1974) também fixaram o valor de pH próximo a 3,5 para a produção de uma bebida preparada com soro, concentrado de laranja e ácido cítrico, e obtiveram ótima aceitabilidade sensorial.

O USDEC sugere o ajuste do valor de pH entre 2,8 e 3,0 para as formulações de bebidas a base de soro e relata que estas condições propiciam a obtenção de bebida refrescante, adequada para esportistas (USDEC,1997).

Nos valores de pH 3,5 e 5,5, utilizados neste estudo, não houve precipitação do composto de ferro, provavelmente pela ligação do ferro com as proteínas do soro. Resultados semelhantes foram obtidos por Hekmat (1996) que relatou a associação do ferro com a caseína e as proteínas do soro em pHs 6,7; 6,2; 5,8; 4,5 e 4,0, independente da diminuição do pH.

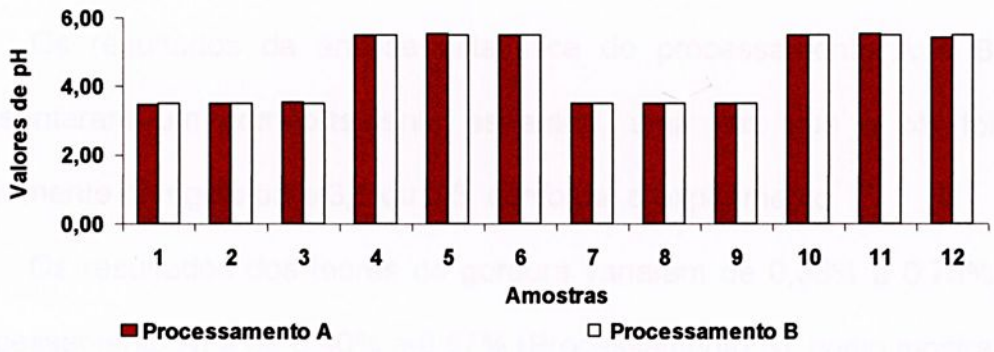


Figura 13 – Valores médios de pH das bebidas fortificadas.

Tabela 6 – Análise de variância dos valores de pH das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	36,4105	3,3100	198602,7121**
Resíduo	24	0,0004	0,0000	
Total	35	36,4109		
Média Geral do Ensaio			4,50	
Desvio Padrão			0,0041	
Coeficiente de Variação			0,09	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

Tabela 7 – Análise de variância dos valores de pH das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	36,0000	3,272727	5,83E+09**
Resíduo	24	1,35E-08	5,61E-10	
Total	35	36,0000		
Média Geral do Ensaio			4,50	
Desvio Padrão			$1x10^{-5}$	
Coeficiente de Variação			$2,4x10^{-4}$	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

Os resultados da análise estatística do processamento A e B apresentaram um comportamento esperado, uma vez que o pH foi previamente corrigido para 3,5 ou 5,5, conforme o experimento.

Os resultados dos teores de gordura variaram de 0,36% a 0,70% (Processamento A) e de 0,40% a 0,57% (Processamento B), como mostra a Figura 14. De acordo com Penna (2000), o teor de gordura influencia o sabor, a consistência e o valor energético da bebida. Como podemos observar na Tabela 4 (Processamento A), apenas os experimentos 2 e 11 apresentaram teores menores diferindo significativamente (P < 0,01) dos

demais. No processamento B (Tabela 5) apenas o experimento 12 diferiu significativamente dos demais, apresentando o maior teor de gordura.

Estes valores estão diretamente relacionados às técnicas de fabricação do queijo e à composição inicial do soro, como pode ser observado nas Tabelas 2 e 3. Variações durante a coagulação podem acarretar perda de constituintes no soro e conseqüente perda de rendimento do queijo. Também o corte da coalhada pode influenciar na perda de constituintes no soro (CHR. HANSEN, 1998).

As Tabelas 8 e 9 mostram a análise de variância para os teores de gordura das bebidas lácteas fortificadas, dos processamentos A e B, respectivamente.

Os baixos teores de gordura da bebida (Tabelas 4 e 5) e conseqüentemente de colesterol comparados com o teor médio de 3,5% no leite de vaca, confirmam os benefícios do consumo de produtos à base de soro para a saúde humana (USDEC,1997).

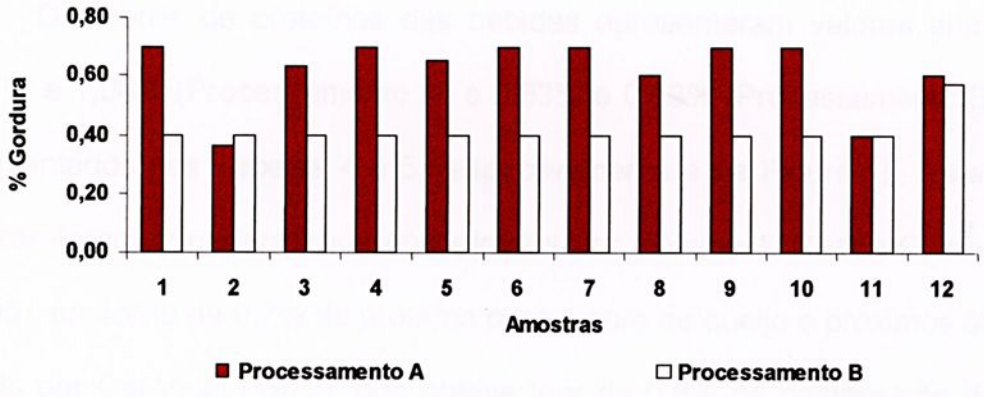


Figura 14 – Valores médios de gordura (%) das bebidas fortificadas.

Tabela 8 – Análise de variância dos teores de gordura das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	0,4631	0,0421	16,84 **
Resíduo	24	0,0600	0,0025	
Total	35	0,5231		
Média Geral do Ensaio			0,6139	
Desvio Padrão			0,0500	
Coeficiente de Variação			8,14	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

Tabela 9 – Análise de variância dos teores de gordura das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	0,0764	0,0069	25,00 **
Resíduo	24	0,067	0,0003	
Total	35	0,0831		
Média Geral do Ensaio			0,4139	
Desvio Padrão			0,0167	
Coeficiente de Variação			4,03	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

Os teores de proteínas das bebidas apresentaram valores entre 0,87% e 1,08% (Processamento A) e 0,83% e 0,93% (Processamento B) apresentados nas Tabelas 4 e 5, respectivamente e na Figura 15. Estes valores foram superiores aos encontrados por Posano & Castro-Gomez (1995), em torno de 0,7% de proteína para o soro de queijo e próximos ao citado por Cal-Vidal (1979), que obteve teor de 0,8% na composição do soro. Nos experimentos 3 e 6 (Processamento A) foram encontrados os maiores valores para proteínas, com diferença estatisticamente significativa com os experimentos 1, 5, 7, 10 e 11. No processamento B, o

teor de proteínas dos experimentos 3, 7 e 11, diferiram estatisticamente do teor de proteínas dos produtos dos experimentos 1, 5, 8, 9, 10 e 12. As variações ocorridas nos processamentos A e B podem estar relacionadas com a composição inicial do soro e as técnicas de elaboração do queijo.

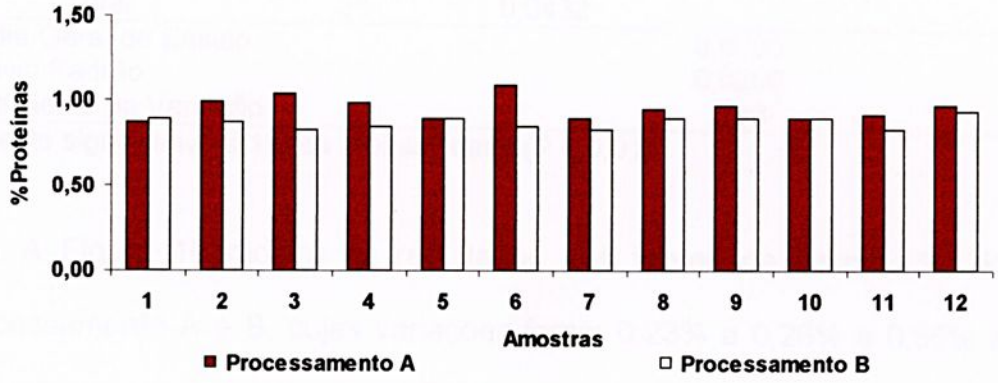


Figura 15 – Teores médios de proteínas (%) das bebidas fortificadas.

As Tabelas 10 e 11 mostram a análise de variância para os teores de proteínas das bebidas lácteas fortificadas, processamento A e B, respectivamente.

Tabela 10 – Análise de variância dos teores de proteínas das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	0,1335	0,0123	7,96 **
Resíduo	24	0,0371	0,0015	
Total	35	0,1726		
Média Geral do Ensaio			0,9506	
Desvio Padrão			0,0393	
Coeficiente de Variação			4,14	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

Tabela 11 – Análise de variância dos teores de proteínas das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	0,0336	0,0031	7,64 **
Resíduo	24	0,0096	0,0004	
Total	35	0,0432		
Média Geral do Ensaio			0,8700	
Desvio Padrão			0,0200	
Coeficiente de Variação			2,30	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

A Figura 16 mostra os resultados dos teores de cinzas (%) do processamento A e B, cujas variações foram 0,23% a 0,26% e 0,55% a 0,61%, respectivamente. Os valores em média do processamento B estão de acordo com os resultados obtidos por Almeida *et al.* (1999) e Marcoantônio & Richards (1998), que foi de 0,5% de cinzas para a composição do soro.

No processamento A observam-se teores de cinzas inferiores aos citados no processamento B (Figura 16). Esta diferença está relacionada à variação na composição do soro e principalmente às modificações nos teores dos compostos de ferro adicionados na bebida. No processamento A foi utilizado 35mg/L para os três tipos de compostos empregados, enquanto no processamento B, foram utilizados 180mg/L e 200mg/L do composto sulfato ferroso e ferro amino quelato ou ferro amino quelato com vitaminas A e D, respectivamente. Essas alterações foram necessárias para se atingir 30% das recomendações diárias de ferro para pré-escolares.

unesp

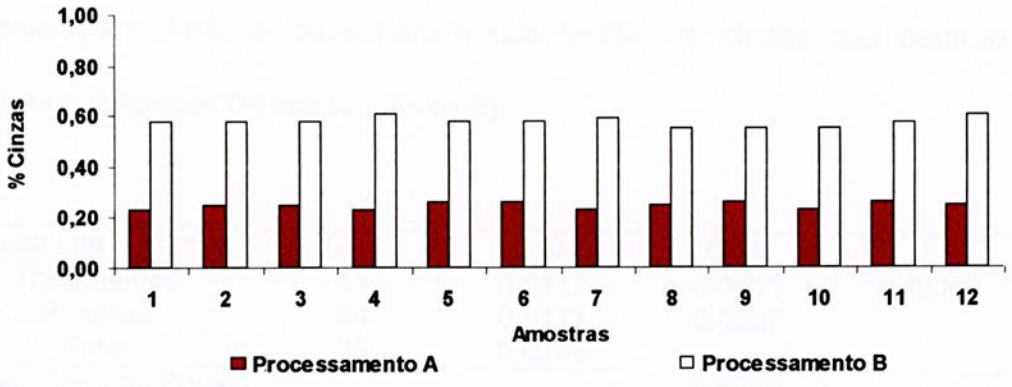


Figura 16 – Teores médios de cinzas (%) das bebidas fortificadas.

As Tabelas 12 e 13 mostram a análise de variância para os teores de cinzas das bebidas lácteas fortificadas, para os processamentos A e B, respectivamente.

Tabela 12 – Análise de variância dos teores de cinzas das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	0,0042	0,0004	0,95 NS
Resíduo	24	0,0097	0,0004	
Total	35	0,0139		
Média Geral do Ensaio			0,2461	
Desvio Padrão			0,0201	
Coeficiente de Variação			8,15	

NS – Teste não significativo

Tabela 13 – Análise de variância dos teores de cinzas das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	0,0117	0,0011	1,49 NS
Resíduo	24	0,0171	0,0007	
Total	35	0,0288		
Média Geral do Ensaio			0,5786	
Desvio Padrão			0,0267	
Coeficiente de Variação			4,62	

NS – Teste não significativo

A análise estatística dos processamentos A e B mostraram que não ocorreram diferenças significativas (teste NS) entre as amostras de cada processamento. Para o processamento B os maiores valores de cinzas foram influenciados pela adição de maiores quantidades dos compostos de ferro em relação ao processamento A, citados anteriormente.

Os teores de sólidos totais apresentaram valores entre 18,12% e 21,27% (Processamento A) e 18,52% e 21,71% (Processamento B) apresentados na Tabela 4 e 5, respectivamente. As variações dos teores de sólidos totais são decorrentes principalmente da composição do soro e, especificamente neste estudo, das concentrações de açúcar delineadas: 13% para os experimentos de 1 a 6 e 16% de açúcar para os experimentos de 7 a 12, para os dois processamentos. Ocorreram semelhanças entre os resultados, mas os experimentos 9 e 11 (Processamento A) diferiram dos demais do mesmo bloco com concentração de açúcar de 16% e apresentaram valores inferiores aos do

processamento B. O mesmo ocorreu neste processamento com o experimento 3 do bloco contendo 13% açúcar, diferindo dos demais do mesmo bloco. No processamento B, o experimento 2 diferiu dos demais elaborados com 13% de açúcar e o experimento 8 foi estatisticamente diferente dos demais elaborados com 16% de açúcar. A visualização dos resultados dos teores de sólidos totais, para os processamentos A e B, estão apresentados na Figura 17.

As Tabelas 14 e 15 mostram a análise de variância para os teores de sólidos totais das bebidas lácteas fortificadas, processamento A e B, respectivamente.

As variações citadas no processamento A podem estar relacionadas à composição do soro, e às dificuldades iniciais para padronização da elaboração do queijo. No processamento B obteve-se maior uniformidade no processo, conforme pode ser observado na Tabela 5.

O aumento do teor de sólidos não gordurosos do leite pode produzir os seguintes efeitos: aumento do valor nutricional e energético e melhoria nas propriedades sensoriais, tais como sabor e consistência (PENNA, 2000).

Holsinger, Posati & DeVilbiss (1974) sugerem uma formulação de bebida com soro desproteinizado e suco de cenoura, contendo 15% de açúcar, 20% de sólidos totais e acidez em torno de 12,5ºD. Estes valores são muito próximos dos encontrados neste estudo.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

O USDEC (1997) sugere a formulação de bebida esportiva carbonatada à base de isolado de proteína de soro, contendo 18% de sólidos totais, aroma cítrico, corante, estabilizante e pH ajustado a 3,0. As bebidas de soro oferecem proteínas de alto valor biológico e sabor agradável. Os valores sugeridos para sólidos são semelhante aos encontrados neste trabalho.

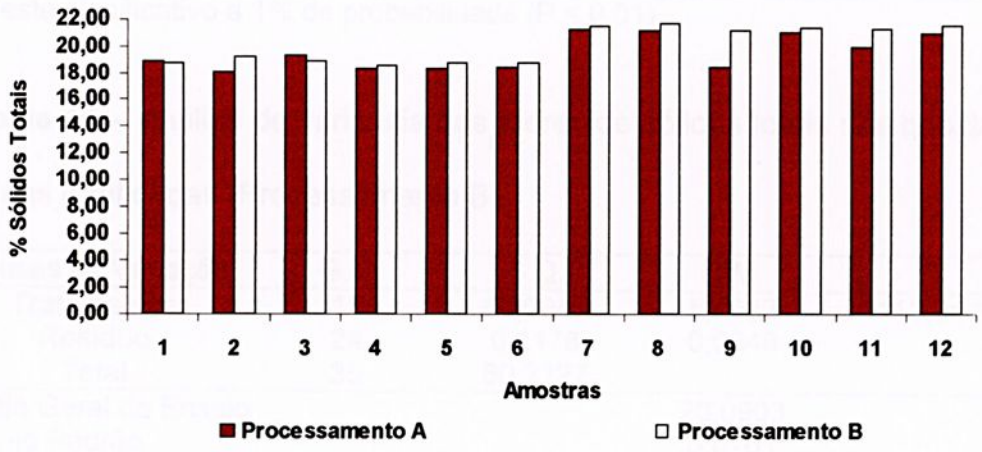


Figura 17 – Teores médios de sólidos totais (%) das bebidas fortificadas.

Tabela 14 – Análise de variância dos teores de sólidos totais das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	53,0514	4,8229	409,20 **
Resíduo	24	0,2829	0,0118	
Total	35	53,3343		
Média Geral do Ensaio			19,4783	
Desvio Padrão			0,1086	
Coeficiente de Variação			0,56	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

Tabela 15 – Análise de variância dos teores de sólidos totais das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	60,0949	5,4632	1113,04 **
Resíduo	24	0,1178	0,0049	
Total	35	60,2127		
Média Geral do Ensaio			20,0903	
Desvio Padrão			0,0701	
Coeficiente de Variação			0,35	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

As Tabelas 16 e 17 (Processamentos A e B, respectivamente) mostram os resultados médios das análises de minerais (ferro, cálcio, magnésio, sódio e fósforo) e vitaminas (A e D) das bebidas lácteas fortificadas.

Inst. de Biociências, Letras e Ciências Exatas - UNESP
BIBLIOTECA
S. J. Rio Preto

Tabela 16 - Resultados das análises de minerais e vitaminas das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A).

Exp.	Fe mg/100mL	Ca mg/100mL	Mg mg/100mL	Na mg/100mL	P mg/100mL	Vit A* ER	Vit D *mcg
1	$2,26^{B}$ ±0,01	$43,68^{ABC}$ ± 0,16	$5,81^{BCD}$ ± 0,53	$37,03^{DE}$ ±2,50	$28,19^{D}$ ± 2,40		
2	$1,29^{DE}$ ±0,01	$44,49^{ABC}$ ±0,12	$6,55^{AB}$ ±0,05	$48,61^{A}$ ± 1,25	$33,33^{ABCD}$ ± 1,21		
3	$0,46^{F}$ ±0,02	$45,30^{A}$ ±2,75	$6,15^{ABC}$ ± 0,03	$30,36^{G}$ ±2,89	$33,01^{ABCD}$ ±2,96	23,26 ±2,38	1,74 ± 0,11
4	$3,08^{A}$ ±0,01	$35,32^{E}$ ±0,84	$7,20^{ABC}$ ± 1,56	$35,36^{EFG}$ ±2,89	$30,13^{BCD}$ ±0,78		
5	$1,26^{E}$ ±0,02	$45,05^{AB}$ ±1,90	$5,96^{ABCD}$ ±0,45	$42,83^{BC}$ ±1,44	$30,98^{ABCD}$ ±2,70		
6	$0,43^{F}$ ±0,05	$46,57^{A}$ ±0,16	$6,79^{A}$ ±0,02	$36,19^{EF}$ ± 1,44	$36,17^{A}$ ±0,98	-**	-**
7	$2,34^{B}$ ±0,01	$41,86^{BCD}$ ± 0,03	$6,50^{AB}$ ± 0,36	$38,51^{CDE}$ ±1,34	$29,25^{CD}$ ± 1,22		
8	$1,67^{C}$ ±0,08	$41,26^{CD}$ ± 0,30	$6,59^{AB}$ ± 0,01	$42,50^{BCD}$ ±0,87	$31,63^{ABCD}$ ± 1,32		
9	$0,55^{F}$ ±0,01	$45,16^{A}$ ±0,09	$5,29^{CD}$ ±0,03	$35,51^{EFG}$ ±0,96	$34,78^{AB}$ ± 0,29	-**	-**
10	$2,82^{A}$ ±0,01	$40,42^{D}$ ± 0,08	$6,36^{AB}$ ± 0,02	$38,54^{CDE}$ ±1,27	$30,98^{ABCD}$ ±0,92		
11	$1,63^{CD}$ ±0,41	$43,51^{ABCD}$ ± 0,07	$6,53^{AB}$ ±0,21	$47,58^{AB}$ ±0,61	$34,80^{ABC}$ ± 2,63		
12	$0,52^{F}$ ± 0,00	$33,98^{E}$ ± 1,50	$5,24^{D}$ ±0,44	$30,78^{FG}$ ±3,31	$33,20^{ABCD}$ ± 2,76	24,07 ±1,84	1,67 ±0,10

* Conforme planejamento experimental, somente as bebidas fortificadas com composto de ferro com vitaminas foram submetidas a esta análise.

** Devido aos valores encontrados nas amostras 3 e 12, inferiores ao nível de detecção do aparelho, não foram realizadas as análises para os experimentos 6 e 9.

As médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



Tabela 17 - Resultados das análises de minerais e vitaminas das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B).

Exp.	Fe mg/100mL	Ca mg/100mL	Mg mg/100mL	Na mg/100mL	P mg/100mL	Vit A ER *	Vit D mcg *
1	$4,95^{A} \pm 0,19$	$39,78^{A} \pm 0,13$	$6,52^{BC} \pm 0,20$	$65,66^{BC} \pm 2,42$	$46,19^{DE} \pm 1,38$		
2	$4,21^{ABC} \pm 0,16$	$37,48^{B} \pm 1,39$	$7,16^{AB} \pm 0,06$	$44,92^{E} \pm 1,93$	$51,78^{AB} \pm 0,93$		
3	$2,22^{F} \pm 0,03$	$34,15^{EF} \pm 0,18$	$6,20^{CDEF} \pm 0,05$	$74,70^{A} \pm 3,30$	$46,75^{CDE} \pm 1,54$	$70,59^{C} \pm 1,62$	$3,33^{B}$ 0,08
4	$3,71^{BC} \pm 0,09$	$35,10^{DE} \pm 0,09$	$5,86^{CDEF} \pm 0,47$	$70,97^{AB} \pm 3,35$	$43,86^{EF} \pm 0,11$		
5	$3,21C^{DEF} \pm 0,06$	$38,97^{A} \pm 0,20$	$6,23^{CDE} \pm 0,38$	$60,83^{CD} \pm 2,43$	$47,53^{CD} \pm 0,15$		
6	$2,63^{DEF} \pm 0,13$	$35,36^{CDE} \pm 0,31$	$5,77^{CDEF} \pm 0,09$	$61,02^{CD} \pm 0,28$	$49,32^{BC} \pm 0,08$	$84,11^{B} \pm 2,50$	$3,65^{A} \pm 0,17$
7	$3,59^{CD} \pm 0,57$	$36,46^{BCD} \pm 0,29$	$5,69^{DEF} \pm 0,17$	$59,79^{CD} \pm 2,43$	$40,95^{F} \pm 1,95$		
8	$4,14^{ABC} \pm 0,13$	$39,51^{A} \pm 0,03$	$7,59^{A} \pm 0,20$	$65,18B^{CD} \pm 0,97$	$53,93^{A} \pm 0,78$		
9	$2,18^{F} \pm 0,02$	$36,69^{BC} \pm 0,08$	$6,10^{CDEF} \pm 0,01$	$62,51^{CD} \pm 0,48$	$47,99^{CD} \pm 0,33$	$86,58^{B} \pm 2,99$	$3,23^{B} \pm 0,08$
10	$4,67^{AB} \pm 0,09$	$33,01^{F} \pm 0,04$	$6,32^{CD} \pm 0,06$	$58,91^{D} \pm 2,41$	$54,07^{A} \pm 0,63$		
11	$3,43^{CDE} \pm 0,04$	$33,11^{F} \pm 0,80$	$5,44^{F} \pm 0,34$	$70,97^{AB} \pm 2,55$	$45,71^{DE} \pm 1,09$		
12	$2,45^{EF} \pm 0,12$	$36,29^{BCD} \pm 0,06$	$5,49^{EF} \pm 0,49$	$64,23^{CD} \pm 0,98$	$45,76^{DE} \pm 1,10$	$95,11^{A} \pm 2,02$	$3,10^{B} \pm 0,08$

* Conforme planejamento experimental, somente as bebidas fortificadas com composto de ferro com vitaminas foram submetidas a esta análise.

As médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade



Os valores encontrados para os teores de ferro variaram de 0,43mg/100mL a 3,08mg/100mL (Processamento A) e 2,18mg/100mL a 4,95mg/100mL (Processamento B), como mostra a Figura 18. As Tabelas 18 e 19 mostram a análise de variância para os teores de ferro das bebidas lácteas fortificadas, processamento A e B, respectivamente.

Os experimentos 1, 4, 7, 8, 10 e 11 (Processamento A) e todos os experimentos do processamento B, que sofreram a adição de compostos de ferro, podem ser considerados enriquecidos com este mineral, segundo a legislação brasileira ANVISA (1998), pois cada 100mL das bebidas lácteas passaram a conter mais que 1,5mg de ferro, valor que representa 15% da Ingestão Diária Recomendada para líquidos. Os demais experimentos do processamento A não atingiram o valor mínimo para que o produto fosse considerado fortificado.

A análise estatística dos teores de ferro das bebidas dos processamentos A e B mostraram que ocorreram diferenças significativas ($P<0,01$) entre as amostras de cada processamento.

De um modo geral, no processamento A os resultados obtidos são inferiores aos do processamento B (Tabelas 16 e 17, respectivamente). Essas diferenças podem ser explicadas pela adição dos compostos de ferro (sulfato ferroso, ferro amino quelato e ferro amino quelato com vitaminas A e D) em quantidades superiores nos experimentos do processamento B, para que os resultados atingissem os valores iguais ou acima de 30% da recomendação deste mineral para crianças em idade

pré-escolar. A recomendação da ingestão para crianças em idade pré-escolar é de 10mg/Fe/dia segundo NRC, 1989.

Silva *et al.* (2001) encontraram em estudo realizado com bebida láctea fermentada fortificada com ferro amino quelato, teores de 4,15mg/Fe/80mL do produto, muito próximo aos obtidos nos experimentos 1, 2, 4, 8 (Processamento B) deste estudo.

Os resultados mostram que o soro pode ser usado como veículo de fortificação para populações vulneráveis à deficiência deste elemento, sem o risco da hemosiderose (consumo excessivo de sais de ferro) para outros segmentos da população.

Segundo Torres *et al.* (1996), a fortificação de leite fluído com 3mg de ferro amino quelato/litro por dia atingiu uma redução significativa do percentual de crianças com anemia. No início da intervenção a anemia estava presente em 62,3% das crianças menores de 4 anos, após 6 meses de suplementação, este percentual reduziu-se para 41,8% e, no final de um ano 26,4%. Como os teores de ferro encontrados nas bebidas desta pesquisa (Processamento B) são semelhantes aos relatados por Torres *et al.*, 1996, sua utilização poderia também atuar na prevenção da anemia ferropriva, atingindo um dos objetivos propostos neste trabalho.

Por outro lado, Fisberg *et al.* (1995) enriqueceram 90g de queijo *petit suisse* com 2mg de ferro amino quelato, e não observaram modificações significativas da hemoglobina após a intervenção com o queijo enriquecido, pois a população já apresentava níveis adequados de



hemoglobina, porém com baixas reservas de ferro (ferritina). O que sugeriu a necessidade da adição do composto de ferro com valores acima de 20% das recomendações diárias para crianças, segundo a NRC (1989) para recuperação do quadro de anemia. Como no trabalho em estudo, os valores encontrados no processamento B (experimentos 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, e 11) atendem o percentual de 30% das recomendações diárias para crianças, segundo a NRC (1989), supõe-se que possa ser utilizado para suprir esta deficiência.

Os experimentos 3, 6, 9 e 12 nos processamentos A e B, fortificados com o composto de ferro amino quelato e vitaminas A e D, foram os que apresentaram menores teores em ambos processamentos. O composto da empresa Basf foi adquirido para este estudo de uma Cooperativa de Laticínios da região, que também o utiliza para enriquecimento do leite fluído, do Programa Estadual "Viva Leite". Tal problema também foi evidenciado pela cooperativa, conforme consta no laudo do Anexo 1. Por determinação do Ministério da Saúde, os percentuais de ferro no composto utilizado no programa, foram aumentados a fim de atender os objetivos da fortificação.

Quanto aos demais compostos de ferro utilizados: ferro amino quelato e sulfato ferroso (Processamento B), observou-se que ocorreram variações pouco significativas nos teores de ferro encontrados nos experimentos 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10 e 11, indicando que estão compatíveis com as quantidades adicionadas.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Cristensen (1984) observou em ratos, uma absorção quase quatro vezes superior do ferro amino quelato em relação ao sulfato ferroso. A ligação do íon ferro com o aminoácido possibilitaria sua absorção de forma passiva, sem interferência de agentes inibidores presentes no lúmem intestinal. Baseado neste trabalho, Torres *et al.* (1996), em estudo realizado para verificar a viabilidade e a eficácia da fortificação do leite fluído com ferro amino quelato, na prevenção e recuperação da anemia ferropriva em crianças menores de 4 anos, constataram ser eficiente a adição de 3mg de ferro quelato por litro de leite.

Portanto, em termos de biodisponibilidade podemos considerar que o composto ferro amino quelato apresenta vantagens em relação ao sulfato ferroso. De acordo com a Albion (2001) e Pineda (1994), o composto ferro amino quelato apresenta biodisponibilidade mínima de 30%, sem necessidade de fator de estimulação em relação ao sulfato ferroso que é de 5%.

unesp

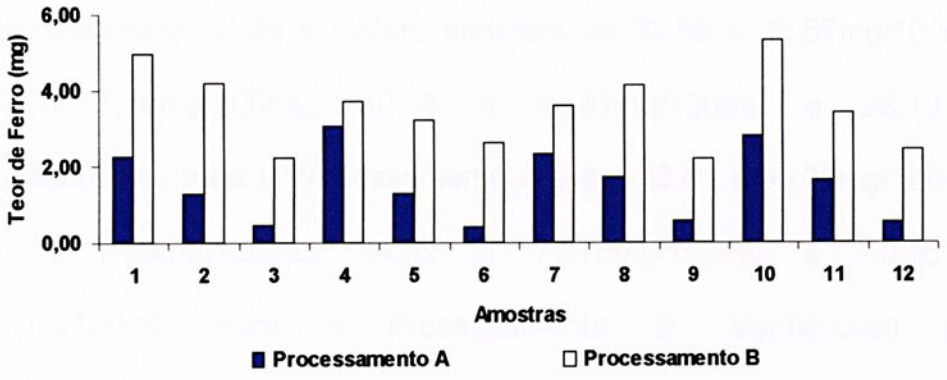


Figura 18 – Teores médios de ferro (mg/100mL) das bebidas lácteas fortificadas (Processamentos A e B).

Tabela 18 – Análise de variância dos teores de ferro das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	29,3783	2,6708	180,67**
Resíduo	24	0,3548	0,0148	
Total	35	29,7331		
Média Geral do Ensaio			1,5257	
Desvio Padrão			0,1216	
Coeficiente de Variação			7,97	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

Tabela 19 – Análise de variância dos teores de ferro das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	29,2734	2,6612	19,85**
Resíduo	24	3,2173	0,1341	
Total	35	32,4907		
Média Geral do Ensaio			3,4492	
Desvio Padrão			0,3661	
Coeficiente de Variação			10,62	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

Verificou-se que os teores médios encontrados para os minerais cálcio, magnésio, sódio e fósforo variaram de 33,98 a 46,57mg/100mL, 5,24 a 7,20mg/100mL, 30,36 a 48,61mg/100mL e 28,19 a 36,17mg/100mL para o Processamento A e de 33,01 a 39,78mg/100mL, 5,44 a 7,59mg/100mL, 44,92 a 74,70mg/100mL e 40,95 a 54,07mg/100mL para o Processamento B. Verificou-se que estatisticamente ocorreram variações significativas ($P<0,01$) entre as amostras nos dois processamentos (Tabelas 16 e 17). As Tabelas de 20 a 27 mostram a análise de variância para os teores de cálcio, magnésio, sódio e fósforo das bebidas lácteas fortificadas, para os processamentos A e B, respectivamente.

A variação dos teores de minerais nos processamentos A e B estão relacionados com a composição do soro, a alimentação do animal e a época do ano e do processo de fabricação do queijo. Marchini (1998) encontrou em 100mL de soro: 68,00mg de cálcio, 1,00mg de magnésio, 45,00mg de sódio e 43,00mg de fósforo. Valores que também apresentam variações em relação a este estudo. As Figuras 19 a 22 representam graficamente os teores médios de minerais das bebidas lácteas fortificadas, para os processamentos A e B.

Observou-se no processamento B, menores teores de cálcio em relação ao processamento A. Sugere-se que a padronização das técnicas de elaboração do queijo resultou em um melhor aproveitamento deste no

processo de coagulação da caseína, também as variações na composição do leite ocasionam diferenças no teor deste mineral.

Os resultados dos teores de sódio do processamento A encontram-se inferiores ao processamento B, como podem ser observados na Figura 21. Apenas o processamento B utilizou citrato e fosfato de sódio para melhorar a estabilidade das bebidas. A adição desses sais contribuiu como fonte para elevação do sódio na composição da bebida. Os queijos dos dois processamentos foram elaborados isentos de sal na massa.

Para soros obtidos diretamente de laticínios, observa-se uma porcentagem de sal no soro de queijos frescal e mussarela, pois a adição do cloreto de sódio para a salga é feita na massa antes do processo de dessoragem (CUSTÓDIO *et al.*, 2002).

Os minerais analisados em ambos processamentos, principalmente o cálcio e o fósforo podem contribuir nutricionalmente para o aporte diário destes nutrientes, necessários para o crescimento e desenvolvimento de crianças em idade escolar e pré-escolar.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

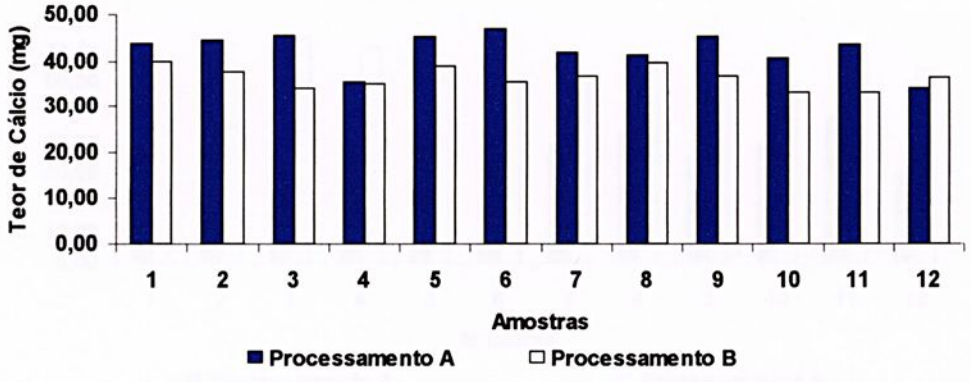


Figura 19 – Teores médios de cálcio (mg/100mL) das bebidas lácteas fortificadas (Processamentos A e B).

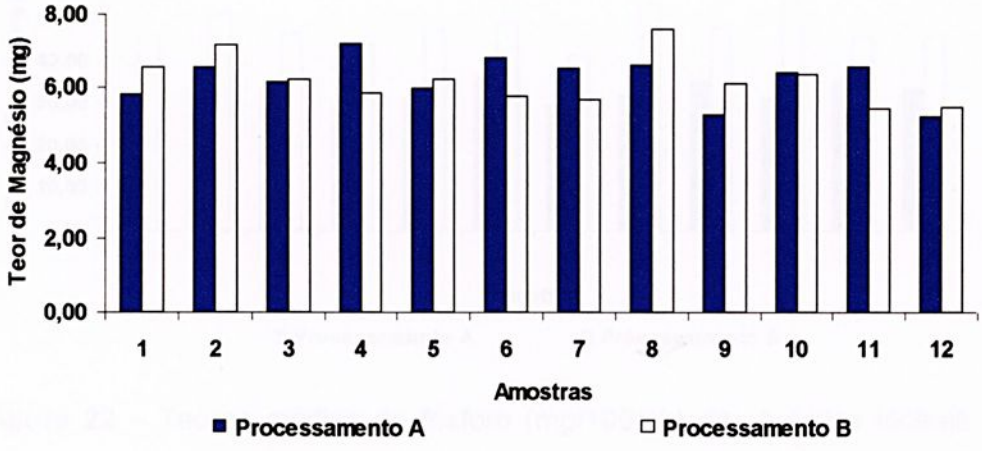


Figura 20 – Teores médios de magnésio (mg/100mL) das bebidas lácteas fortificadas (Processamentos A e B).

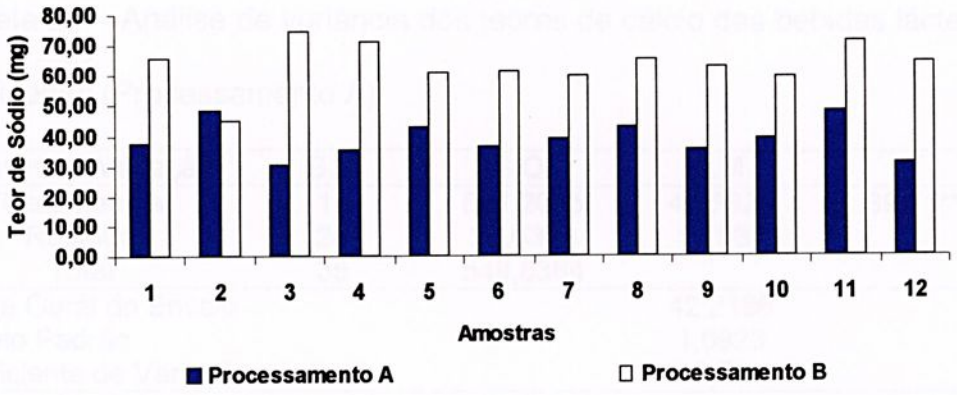


Figura 21 – Teores médios de sódio (mg/100mL) das bebidas lácteas fortificadas (Processamentos A e B).

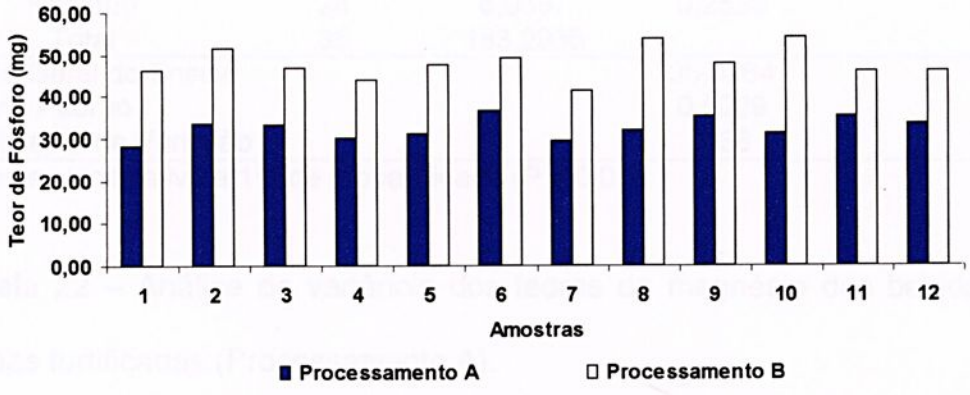


Figura 22 – Teores médios de fósforo (mg/100mL) das bebidas lácteas fortificadas (Processamentos A e B).

Tabela 20 – Análise de variância dos teores de cálcio das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	521,2015	47,3820	39,71**
Resíduo	24	28,6369	1,1932	
Total	35	549,8384		
Média Geral do Ensaio			42,2186	
Desvio Padrão			1,0923	
Coeficiente de Variação			2,59	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

Tabela 21 – Análise de variância dos teores de cálcio das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	177,2239	16,1113	63,70**
Resíduo	24	6,0697	0,2529	
Total	35	183,2936		
Média Geral do Ensaio			36,3264	
Desvio Padrão			0,5029	
Coeficiente de Variação			1,38	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

Tabela 22 – Análise de variância dos teores de magnésio das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	8,3438	0,7585	7,96**
Resíduo	24	2,2861	0,0953	
Total	35	10,6299		
Média Geral do Ensaio			6,1644	
Desvio Padrão			0,3086	
Coeficiente de Variação			5,01	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

Tabela 23 – Análise de variância dos teores de magnésio das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	13,9334	1,2667	18,03**
Resíduo	24	1,6863	0,0703	
Total	35	15,6196		
Média Geral do Ensaio			6,1986	
Desvio Padrão			0,2651	
Coeficiente de Variação			4,28	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

Tabela 24 – Análise de variância dos teores de sódio das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	1114,1036	101,2824	26,80**
Resíduo	24	90,7031	3,7793	
Total	35	1204,8094		
Média Geral do Ensaio			38,6519	
Desvio Padrão			1,9440	
Coeficiente de Variação			5,03	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

Tabela 25 – Análise de variância dos teores de sódio das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	1917,0100	174,2736	36,10**
Resíduo	24	115,8575	4,8274	
Total	35	2032,8676		
Média Geral do Ensaio			63,3069	
Desvio Padrão			2,1971	
Coeficiente de Variação			3,47	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

Tabela 26 – Análise de variância dos teores de fósforo das bebidas lácteas fortificadas (Processamento A).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	180,8205	16,4382	5,16**
Resíduo	24	76,4129	3,1839	
Total	35	257,2334		
Média Geral do Ensaio			32,1214	
Desvio Padrão			1,7843	
Coeficiente de Variação			5,55	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

Tabela 27 – Análise de variância dos teores de fósforo das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	509,4251	46,3114	44,60**
Resíduo	24	24,9229	1,0385	
Total	35	543,3480		
Média Geral do Ensaio			47,8194	
Desvio Padrão			1,0190	
Coeficiente de Variação			2,13	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

Observam-se na Tabela 17 (Processamento B) os valores encontrados para as vitaminas A e D nos experimentos 3, 6, 9 e 12, fortificados com compostos de ferro amino quelato com vitaminas A e D: 70,59ER a 95,11ER de vitamina A e 3,10mcg a 3,65mcg de vitamina D. As Tabelas 28 e 29 mostram a análise de variância para os teores de vitaminas A e D das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B).

Verificou-se diferenças estatisticamente significativas (P<0,01) entre os teores de vitaminas do processamento B. As variações dos

teores de vitamina A podem estar relacionadas com a instabilidade desta vitamina, incorrendo perdas desde a elaboração da bebida até a análise.

Resultado semelhante de teor de vitamina A foi encontrado no estudo realizado por Silva *et al.* (2001) com bebida à base de soro, fermentada e fortificada com ferro e vitamina A, que obtiveram 63,94ER de vitamina A para 80mL do produto.

O soro de queijo contribui nutricionalmente com vitaminas importantes, principalmente as do complexo B. O enriquecimento com vitaminas lipossolúveis (A e D) neste estudo podem possibilitar um acréscimo na ingestão destes nutrientes na dieta de escolares e pré-escolares, uma vez que o soro por ser um produto com baixo teor de gordura apresenta valores insignificantes de vitaminas A e D.

Estudo recente mostrou que a vitamina A é importante na absorção, transporte e armazenamento do ferro e síntese de hemoglobina (WOLDE-GEBRIEL *et al.,* 1993*).* Portanto, as bebidas deste grupo de experimentos fortificadas com o composto de ferro e vitaminas A e D podem estar contribuindo para um retorno mais rápido à situação de adequação dos níveis de hemoglobina.

Uma das vantagens da fortificação com vitamina D nas bebidas estudadas, é que a mesma estimula o processo de absorção do cálcio no intestino, também controla a disponibilidade e as funções intracelulares do cálcio (MAHAN & ARLIN, 1995). Além disso, estudos epidemiológicos têm demonstrado que a vitamina D e o cálcio exercem efeito protetor nos

casos de câncer coloretal, efeito este observado em indivíduos de alto risco (WEISBURGER, 1991).

Tabela 28– Análise de variância dos teores de vitamina A das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	929,5018	309,8339	56,44**
Resíduo	8	43,9158	5,4895	
Total	11	973,4176		
Média Geral do Ensaio			84,1017	
Desvio Padrão			2,3430	
Coeficiente de Variação			2,79	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

Tabela 29 – Análise de variância dos teores de vitamina D das bebidas lácteas fortificadas (Processamento B).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	0,4939	0,1646	11,19**
Resíduo	8	0,1177	0,0147	
Total	11	0,6116		
Média Geral do Ensaio			3,3283	
Desvio Padrão			0,1213	
Coeficiente de Variação			3,64	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

A análise estatística (Tabelas 28 e 29) mostra que ocorreram diferenças significativas (P< 0,01) entre os teores de vitamina A e D das amostras.

O valor nutritivo das bebidas lácteas (Processamento B) à base de soro fortificadas com ferro, bem como os percentuais de adequação dos

nutrientes, de acordo com a NRC (1989) para pré-escolares, estão apresentados na Tabela 30.

De acordo com os resultados das análises físico-químicas, cada 100mL do produto fornecem em média 80,14 Kcal. As variações do conteúdo energético das bebidas (Tabela 30) estão relacionados com a composição do soro e com a adição de 13% ou 16% de açúcar, conforme o experimento.

O valor médio do conteúdo energético das bebidas verificadas acima representa 4,45% da recomendação energética (Kcal) para crianças com idade de 4 a 6 anos. Portanto, as bebidas formuladas podem ser consideradas de baixo valor calórico, contribuindo para uma alimentação saudável.

O valor energético da bebida láctea à base de soro desenvolvida por Silva *et al.* (2001) foi em torno de 79,0 Kcal, muito próximo ao obtido neste estudo.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Tabela 30 – Composição centesimal e percentual de adequação dos nutrientes para 100mL de bebida láctea fortificada para pré-escolares, segundo NRC (1989).

Composição centesimal – Adequação (%)															
Exp.	Ener		Prot		Lip	Carb	Cinz	Fe		Ca		Vit A		Vit D	
	kcal	%	g	%	g	g	g	mg	%	mg	%	ER	%	mcg	%
RDA	1800	-	24	-	-	-	-	10	-	800	-	500	-	10	-
1	74,72	4,15	0,89	3,7	0,40	16,89	0,58	4,95	49,5	39,78	4,97	-	-	-	-
2	76,44	4,25	0,87	3,6	0,40	17,34	0,58	4,21	42,1	37,48	4,69	-	-	-	-
3	75,12	4,17	0,83	3,4	0,40	17,05	0,58	2,22	22,2	34,15	4,27	70,59	14,12	3,33	33,3
4	73,64	4,09	0,85	3,5	0,40	16,66	0,61	3,71	37,1	35,10	4,39	-	-	-	-
5	74,84	4,16	0,89	3,7	0,40	16,92	0,58	3,21	32,1	38,97	4,87	-	-	-	-
6	74,88	4,16	0,85	3,5	0,40	16,97	0,58	2,63	26,3	35,36	4,42	84,11	16,82	3,65	36,5
7	85,44	4,75	0,83	3,4	0,40	19,63	0,59	3,59	35,9	36,46	4,56	-	-	-	-
8	86,64	4,81	0,89	3,7	0,40	19,87	0,55	4,14	41,4	39,51	4,94	-	-	-	-
9	84,20	4,68	0,89	3,7	0,40	19,26	0,55	2,18	21,8	36,69	4,59	86,58	17,32	3,23	32,3
10	84,92	4,72	0,89	3,7	0,40	19,44	0,55	4,67	46,7	33,01	4,13	-	-	-	-
11	84,76	4,71	0,83	3,4	0,40	19,46	0,57	3,43	34,3	33,11	4,14	-	-	-	-
12	86,05	4,78	0,93	3,8	0,57	19,30	0,60	2,45	24,5	36,29	4,54	95,11	19,02	3,10	31,0

*Recomendações Nutricionais para pré-escolares com idade de 4 a 6 anos.

Ener = Energia; Prot = Proteínas; Lip = Lipídios; Carb = Carboidratos; Cinz = Cinzas; Fe = Ferro; Ca = Cálcio; Vit A e D = Vitaminas A e D

unesp

Os resultados indicaram que o teor médio de ferro presente em 100mL das bebidas fortificadas foi de 34,5% das recomendações deste mineral para crianças em idade pré-escolar, garantindo a intervenção profilática da anemia ferropriva. Resultados semelhantes são citados em alguns estudos de fortificação com ferro em produtos lácteos, em que a adequação segundo a NRC (1989), situa-se de 30 a 40% da recomendação desse mineral para crianças em idade de 4 a 6 anos (NAME, 1996; DIAS, 1997; SILVA *et al.*, 2001 e FISBERG *et al.*, 1995).

É importante ressaltar que as bebidas em estudo, de acordo com o valor médio encontrado para cálcio de apenas 36,33mg, não pretendem atuar como substituto do leite, para crianças em idade de 4 a 6 anos, mas sim um suplemento alimentar direcionado para programas de prevenção da anemia carencial ferropriva.

Observa-se também, em relação à vitamina D, uma contribuição significativa deste nutriente presente em 100mL da bebida fortificada, representando em média 33% da recomendação desta vitamina para crianças em idade de 4 a 6 anos. Segundo Dracz & Brandão (1994), a vitamina D induz as células do interior do intestino a produzir uma proteína que promove a absorção de cálcio, o que causa o aumento de cálcio e fósforo no plasma sanguíneo e a formação normal dos ossos e dentes.

5.3 Análise Sensorial

A aceitação das formulações desenvolvidas (Processamentos A e B) com diferentes concentrações de açúcar, valores de pH e fontes de ferro, foram verificadas por 50 crianças não treinadas em idade pré-escolar e está apresentada na Tabela 31.

Os produtos analisados sensorialmente apresentaram médias 2,73 (Processamento A) e 2,93 (Processamento B) o que corresponde a 91% e 97,67%, respectivamente, de aceitabilidade pelas crianças, representada pela categoria "gostei", mostrando a elevada aceitação da bebida. O ponto neutro "indiferente" e o ponto mínimo "não gostei", foram indicados em média por 11,83% e 7,67% das crianças, respectivamente, para processamento A e 4,17% e 1,33% para o processamento B. A Figura 23 mostra graficamente os resultados da análise sensorial dos processamentos A e B.

No processamento A, a bebida do experimento 2 não apresentou diferença significativa na aceitabilidade comparada com a elaborada no experimento 3 e diferiu dos demais. Esta bebida foi com 13% açúcar, pH 3,5, ferro amino quelato e foi a que obteve a menor aceitabilidade no processamento A, porém, com valores superiores a 2, representado pela categoria indiferente. No processamento B esta formulação recebeu um dos maiores valores para aceitabilidade.

unesp

Tabela 31 – Valores médios de aceitação das diferentes formulações da bebida láctea à base de soro fortificada com ferro.

Exp.	Processamento A	Processamento B
1	$2,70^{AB}$	$2,86^{A}$
2	$2,30^{C}$	$2,94^{A}$
3	$2,36^{BC}$	$2,96^{A}$
4	$2,82^{A}$	$2,90^{A}$
5	$2,84^{A}$	$2,94^{A}$
6	$2,78^{A}$	$2,90^{A}$
7	$2,74^{A}$	$2,84^{A}$
8	$2,86^{A}$	$2,98^{A}$
9	$2,84^{A}$	$3,00^{A}$
10	$2,86^{A}$	$2,96^{A}$
11	$2,88^{A}$	$2,94^{A}$
12	$2,76^{A}$	$2,96^{A}$

* Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade. (Processamento A)

*Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, teste NS (Processamento B)

Variação das notas:1 a 3

As bebidas que tiveram a melhor aceitação foram para o processamento A: as obtidas conforme os experimentos 11, 8, 10, 5, 9, 4, 6, 12 e 7, diferindo estatisticamente dos experimentos 2 e 3, com exceção do experimento 1. Para o processamento B, a análise estatística mostrou que não houve diferenças estatísticas (teste NS) entre as amostras de cada experimento.

unesp

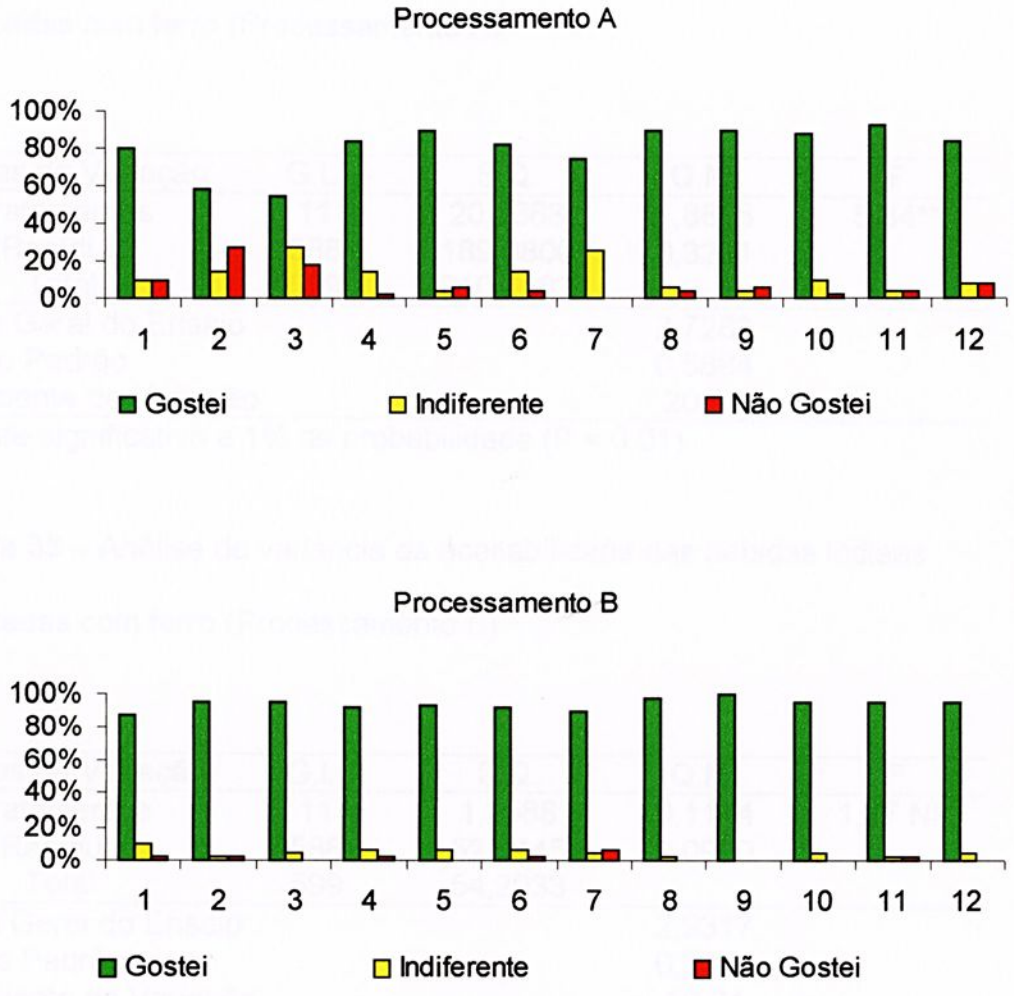


Figura 23 - Resultados da análise sensorial dos processamentos A e B, realizada por pré-escolares.

A análise de variância dos resultados e a comparação das médias através do Teste de Tukey, estão apresentados nas Tabelas 32 e 33.

Tabela 32 – Análise de variância da aceitabilidade das bebidas lácteas fortificadas com ferro (Processamento A).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	20,7383	1,8853	5,84**
Resíduo	588	189,9800	0,3231	
Total	599	210,7183		
Média Geral do Ensaio			2,7283	
Desvio Padrão			0,5684	
Coeficiente de Variação			20,83	

** Teste significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

Tabela 33 – Análise de variância da aceitabilidade das bebidas lácteas fortificadas com ferro (Processamento B).

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	11	1,2588	0,1144	1,27 NS
Resíduo	588	52,9445	0,0900	
Total	599	54,2033		
Média Geral do Ensaio			2,9317	
Desvio Padrão			0,3001	
Coeficiente de Variação			10,24	

NS – teste não significativo

Observou-se que não houve uma tendência por apenas uma formulação (Figura 23). A concentração de açúcar, o valor de pH, ou o composto de ferro não tiveram relação direta com o resultado. Em relação às concentrações de açúcar 13% e 16%, no processamento A, as amostras 11, 8, 10, 9, 12 e 7 foram preparadas com 16% de açúcar e não diferiram estatisticamente das amostras 5, 4, 6 e 1 preparadas com 13% de açúcar. No processamento B, como não ocorreram diferenças

significativas (teste NS) entre as amostras, os experimentos preparados com 16% de açúcar não diferiram estatisticamente dos elaborados com 13% de açúcar. Portanto, a adição de 13% de açúcar poderá trazer vantagens para a bebida em estudo e para o público-alvo, quanto à redução nos custos com a produção da bebida, diminuição da incidência de cárie e do valor calórico da bebida.

Em relação aos compostos de ferro utilizados, os provadores não observaram diferenças de aceitabilidade relacionadas às fontes de ferro. Conforme mostra a Tabela 31, apesar dos experimentos que tiveram as melhores médias no processamento A (11, 8, 5, 9, 6, 12) terem sido elaborados com ferro amino quelato, eles não diferiram estatisticamente dos experimentos (10, 4, 7 e 1) elaborados com sulfato ferroso. No processamento B, não ocorreram diferenças significativas (teste NS) entre as amostras. Não foi observada rejeição das bebidas enriquecidas com sulfato ferroso quanto ao sabor metálico (amostras 10, 4, 7 e 1), apesar de Soglia & Brandão (1997) relatarem que o leite tipo C enriquecido com ferro amino quelato manteve suas características físico-químicas e sensoriais, o mesmo não ocorrendo com o leite adicionado de sulfato ferroso, que apresentou sabor oxidado. Os resultados obtidos mostram que as diferentes fontes de ferro utilizadas neste estudo não conferiram propriedades sensoriais desagradáveis à bebida láctea fortificada. Portanto, o emprego do composto ferro amino quelato irá garantir uma biodisponibilidade mínima de 30%, sem necessidade de estimulação

(ALBION, 2001), enquanto no sulfato ferroso será de apenas de 5% na presença de vitamina C. O acréscimo das vitaminas A e D estarão contribuindo para a melhora do quadro de anemia, de acordo com Wolde-Gebriel *et al.* (1993).

Ravi-Kiran & Vaneja (1986) e Silva *et al.* (2001) também observaram que a fortificação não influenciou na aceitabilidade do produto quando estudaram a aceitabilidade e disponibilidade do ferro amino quelato na fortificação de bebidas à base de leite e soro de queijo.

A aceitabilidade das bebidas também não foi influenciada pelo valor de pH. Observou-se que no processamento A, os experimentos 11, 10, 5, 4, 6 e 12 (pH 5,5) não diferiram estatisticamente dos experimentos 8, 9, 7 e 1 (pH 3,5) e no processamento B não ocorreram diferenças significativas (teste NS) entre as amostras (Tabela 31), mostrando que o valor de pH não prejudicou a aceitabilidade. Isto significa que é possível otimizar uma formulação com pH em torno de 3,5 para atender programas de intervenção da anemia ferropriva, garantindo um produto com melhor qualidade microbiológica e maior tempo de estocagem, como também, podem favorecer a biodisponibilidade do ferro, promovendo uma melhor oferta nutricional.

A aceitabilidade de bebidas ácidas à base de soro também foi relatada por Silva *et al.* (2001) e Marcoantônio & Richards (1998) que desenvolveram bebidas lácteas à base de soro fermentadas, destinada ao público infantil com pH em torno de 4,0 e 4,4 respectivamente. Apesar das

unesp

crianças, em geral, serem mais sensíveis ao sabor ácido, o produto obteve ótima aceitação.

O mesmo ocorreu com Laonipon & Cardwell (1974) que verificaram a aceitabilidade de uma bebida à base de soro de queijo, açúcar, suco concentrado de laranja e ácido cítrico, com pH ajustado para 3,8 e 16,5% de sólidos totais. De um total de 956 provadores, obtiveram 76,5% de aceitabilidade.

A cor e o sabor artificial de morango, empregados nas bebidas à base de soro deste estudo, foram bem aceitos pelos provadores. Almeida *et al*. (1999), também observaram em estudo desenvolvido com bebidas lácteas fermentadas à base de soro, a preferência pelo público jovem por bebidas com sabor morango. Os resultados mostram que bebidas contendo 15 a 18% de polpa de morango foram consideradas as melhores por provadores menores de 15 anos e as contendo 12% por provadores acima de 16 anos.

5.4 Bebida láctea industrial

5.4.1 Caracterização da matéria-prima – Soro

A Tabela 34 mostra os resultados médios das análises físico-químicas (pH, acidez, gordura e sólidos totais) do soro utilizado para elaboração da bebida em escala industrial.

Tabela 34 – Caracterização físico-química do soro.

Avaliação	Valores
Valor de pH	6,50 ± 0,00
Acidez ºD	11ºD ± 0,00
Gordura %	0,39 ± 0,00
Sólidos Totais %	5,76 ± 0,04

Os resultados encontrados referentes a pH, acidez, gordura e sólidos totais do soro são considerados normais para soro doce, segundo Zadow (1994).

O teor de gordura encontrado neste experimento encontra-se inferior aos resultados obtidos por Marcoantônio & Richards (1998) e Posano & Castro-Gomes (1995). A variação no teor de gordura pode estar relacionada à padronização do leite para obtenção dos queijos, dos quais foram utilizados os soros para elaboração das bebidas.

5.4.2 Caracterização físico-química da bebida láctea industrial

Os resultados dos valores médios obtidos das análises de pH, gordura, sólidos totais, proteínas e cinzas da bebida láctea fortificada industrial estão apresentados na Tabela 35.

Tabela 35 – Valores médios* das análises físico-químicas da bebida láctea fortificada industrial.

Avaliação	Valores
Valor de pH	3,90 ± 0,00
Gordura %	0,30 ± 0,00
Sólidos Totais %	16,29 ± 0,11
Proteínas %	0,99 ± 0,00
Cinzas %	0,65 ± 0,02

* Média de três análises

O valor de pH final, fixado inicialmente em 3,5, conforme o delineamento experimental, foi ajustado para 3,9, acima do determinado para o experimento. Na preparação em escala industrial, com volume de 1000 litros de soro, houve interferência maior da ação tamponante dos constituintes do soro e principalmente citratos e fosfatos adicionados, dificultando o ajuste do pH para o valor de 3,5.

Foram acrescentados 5,6 litros de ácido lático 85% sem alteração do valor de pH.

Laonipon & Cardwell (1971) encontraram valores de pH 3,8 em uma bebida de soro elaborada com açúcar, concentrado de suco laranja e ácido cítrico, próximo ao valor ajustado neste experimento.

O teor de gordura 0,30% encontrado para a bebida, pode estar relacionado à composição do soro utilizado no experimento, conforme

Tabela 34. O produto obtido apresenta baixo teor de gordura, apenas 0,3g de gordura/100mL, garantindo benefícios para a saúde.

O teor de sólidos totais da bebida industrial foi de 16,29%. Este resultado esta relacionado com a composição do soro e com a adição de 13% açúcar.

Os teores de proteínas e de cinzas da bebida industrial foram 0,99% e 0,65%, respectivamente, semelhantes aos resultados obtidos nos processamentos A e B, conforme Tabelas 4 e 5.

A Tabela 36 mostra os resultados médios dos teores de minerais (ferro, cálcio, magnésio, sódio e fósforo) e vitaminas A e D da bebida láctea industrial.

Tabela 36 – Teores de minerais e vitaminas da bebida industrial.

Avaliação	Unidade	Valores
Fe	mg/100mL	2,34 ± 0,000
Ca	mg/100mL	33,48 ± 0,560
Mg	mg/100mL	5,75 ± 0,215
Na	mg/100mL	57,68 ± 1,970
P	mg/100mL	39,07 ± 0,535
Vit A	ER	85,12 ± 1,900
Vit D	mcg	3,45 ± 0,050

Os valores encontrados para os teores de minerais: ferro, cálcio, magnésio, sódio e fósforo e vitaminas A e D foram respectivamente, 2,34 mg/100mL, 33,48 mg/100mL, 5,75 mg/100mL, 57,68 mg/100mL, 39,07

mg/100mL e 85,12 ER e 3,45 mcg, semelhantes aos encontrados para minerais e vitaminas do processamento B (Tabela 17), fortificados com o composto de ferro amino quelato com vitaminas A e D, como segue: 2,37 mg/100mL, 35,62 mg/100mL, 5,89 mg/100mL, 65,61 mg/100mL, 47,45 mg/100mL e 84,09 ER e 3,32 mcg.

Considera-se esta bebida enriquecida com ferro, segundo a Legislação Brasileira ANVISA (1998), pois cada 100mL do produto passou a conter mais de 1,5 mg de ferro, valor que representa 15% da Ingestão Diária Recomendada para líquidos.

A bebida fortificada industrial com o composto de ferro amino quelato com vitaminas A e D apresentou teor de ferro inferior às bebidas do processamento B fortificadas com o composto de ferro amino quelato e semelhante às bebidas fortificadas com o composto de ferro amino quelato com vitaminas A e D (Tabela 17). Como citado anteriormente nos resultados do teor de ferro para as bebidas do processamento B, o composto de ferro amino quelato com vitaminas A e D adquirido na época da realização dos experimentos, apresentou teores de ferro no composto abaixo do esperado. Portanto, o resultado de 2,34 mg de ferro/100mL neste experimento, atingiu apenas 23,4% das recomendações diárias para o ferro, da ordem de 10 mg para crianças em idade pré-escolar, segundo a NRC (1989). De acordo com Soglia & Brandão (1997), Silva *et al.* (2001) e Fisberg *et al.* (1995), valores iguais ou acima de 30% das recomendações diárias de ferro para crianças em idade pré-escolar,



garantem um produto que pode atuar com maior segurança na prevenção e recuperação da anemia ferropriva. Diante destes resultados, recomenda-se avaliação criteriosa nos teores de ferro dos compostos antes do uso para fortificação, para prevenir a subdosagem.

5.4.3 Avaliação microbiológica

Logo após a fabricação, a contagem de coliformes totais foi < 10^1 UFC/mL e ausência de coliformes fecais.

Bebidas lácteas com baixa contagem de microrganismos e valores de pH < 4,5 têm vida de prateleira em torno de 25 dias quando armazenadas a 5º C (COOPERATIVA DE LATICÍNIOS PROMISSÃO, 2003).

5.4.4 Análise sensorial

Os resultados para o teste de aceitabilidade aplicado a 146 crianças de 4 a 6 anos de idade do Ensino Infantil e 540 crianças de 7 a 14 anos do Ensino Fundamental de escolas públicas, podem ser visualizados na Figura 24.

A bebida foi aceita por mais de 84% das crianças em fase pré-escolar e ensino Fundamental (Figura 24), demonstrando que o valor de pH (3,9), o composto de ferro utilizado para fortificação e a utilização de

13% de açúcar, não interferiram na aceitação da bebida pela maioria dos provadores, confirmando a possibilidade de utilizar o soro como veículo para fortificação. O produto pode ser utilizado como suplemento à base de ferro em programas sociais de prevenção da anemia ferropriva, bem como, uma opção para utilização do soro pelos pequenos e médios laticínios.

Os resultados do teste de aceitabilidade aplicado aos 55 provadores adultos não treinados, entre 17 a 56 anos estão apresentados nas Tabelas 37, 38 e 39, respectivamente.

A bebida otimizada para o público-alvo com faixa etária de interesse para programas de intervenção da anemia ferropriva, até 6 anos, não obteve resultados sensoriais adequados para o público adulto. A freqüência maior de resultados foi para "gostei moderadamente" (63%). A freqüência de consumo foi equivalente para "tomaria freqüentemente" e para "tomaria se estivesse acessível, mas não procuraria" (34%). A intenção de compra do produto mostrou que os provadores "talvez comprariam o produto" (43,63%).

Isto mostra que a bebida otimizada não atenderia as expectativas do público adulto, necessitando, portanto de estudos complementares para adequação da formulação e das necessidades para fortificação, segundo a IDR, para esta faixa etária.

unesp

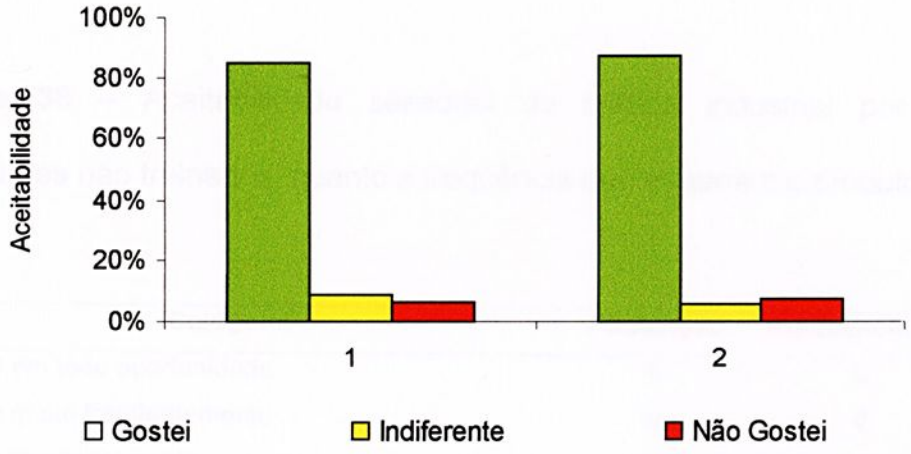


Figura 24 – Aceitabilidade sensorial (%) da bebida fortificada otimizada para alunos do ensino Infantil (1) e alunos do ensino Fundamental (2).

Tabela 37 – Aceitabilidade sensorial da bebida industrial avaliada por 55 provadores, com idade entre 17 a 56 anos, não treinados.

Categoria	Pontuação	Freqüência (%)
Gostei muitíssimo	0	0
Gostei muito	14	25,45
Gostei moderadamente	35	63,0
Gostei ligeiramente	0	0
Indiferente	0	0
Desgostei ligeiramente	6	10,9
Desgostei moderadamente	0	0
Desgostei muito	0	0
Desgostei muitíssimo	0	0

Tabela 38 – Aceitabilidade sensorial da bebida industrial por 55 provadores não treinados, quanto a freqüência que tomariam o produto.

Categoria	Pontuação	Freqüência (%)
Tomaria em toda oportunidade	0	0
Tomaria muito freqüentemente	0	0
Tomaria freqüentemente	19	34,54
Gostei e tomaria de vez em quando	17	30,90
Tomaria se estivesse acessível, mas não procuraria	19	34,54
Não gostei, mas tomaria ocasionalmente	0	0
Raramente tomaria	4	7,27
Tomaria somente se não pudesse escolher outro alimento	0	0
Tomaria se fosse forçado	0	0
Nunca experimentaria	0	0

Tabela 39 – Intenção de compra da bebida industrial avaliada por 55 provadores não treinados.

Categoria	Pontuação	Freqüência (%)
Certamente compraria	0	0
Provavelmente compraria	17	30,90
Talvez compraria	24	43,63
Provavelmente não compraria	14	25,45
Certamente não compraria	0	0

5.4.5 Custos de produção da bebida láctea industrial

Os custos da bebida láctea industrial, com relação à matéria-prima consumo de energia, água e vapor, mão-de-obra com encargos sociais, depreciação de maquinários e equipamentos, materiais de consumo, podem ser observados na Tabela 40.

Para o cálculo dos custos da unidade administrativa, setores industriais e unidades de apoio, foram adotados os custos realizados por um lacticínio de pequeno porte que elabora bebidas lácteas de soro sem fortificação de forma semelhante a este estudo.

A bebida fortificada apresentou um custo de produção de R$ 0,56 por litro. O custo torna viável a utilização do soro para elaboração de bebidas fortificadas para uso em programas sociais de prevenção da anemia ferropriva.

De acordo com Santos & Ferreira (2001), os custos com a produção de bebidas à base de soro podem ser reduzidos ainda mais, se levarmos em conta que o soro utilizado na formulação não precisou ser tratado para ter sua DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) reduzida para posterior descarte.

A produção em maior escala tornaria o produto mais competitivo e aliado aos bons resultados da análise sensorial seria uma alternativa para os pequenos e médios laticínios utilizarem o soro líquido, este subproduto

unesp

de alto valor biológico, evitando o descarte e contribuindo para redução da incidência de doenças nutricionais em pré-escolares.

Tabela 40 – Custos em reais para elaboração de 1000 litros de bebida láctea fortificada.

Descrição	Custo Unitário (R$)	Consumo (1000L)	Custo (R$)
Matéria-prima			
Soro	0,07	1	70,00
Material Secundário			
Acido láctico	3,76	5,60	21,06
Açúcar refinado	0,82	130,00	106,60
Carragena	36,00	0,50	18,00
Citrato de sódio	13,60	0,90	12,24
Fosfato de sódio	15,90	0,70	11,13
Ferro (vit A+D)	328,50	0,20	65,70
Descrição			
Rendimento			1,00
Custo Total			304,73
Produção Total			1.000,00
Custo Unitário			0,30
Bebida de Morango c/ Ferro + Vit. A e D			
Descrição	**Custo Unitário (R$)**	**Consumo (1000L)**	**Custo (R$)**
Matéria-prima			
Soro c/ Ferro			304,73
Ingredientes e Embalagens			
Aromatizante	19,12	0,70	13,38
Corante	22,46	0,50	11,23
Película	5,98	7,69	45,99
Rateio de Setores			
Unidade Administrativa.			125,20
Seções Industriais			29,53
Unidades de Apoio			30,54
Custo			
Total (1000L)			560,60
Unitário (1000mL)			0,56
Unitário (250mL)			0,14

6. CONCLUSÕES

A caracterização e produção industrial de bebidas lácteas à base de soro de queijo fortificadas com ferro permitiram concluir:

- As bebidas lácteas apresentaram características físico-químicas (valor de pH, gordura, proteínas, cinzas, sólidos totais, vitaminas e minerais) e sensoriais (aceitação) adequadas ao consumo humano.
- Os valores de pH (3,5 ou 5,5) não interferiram de maneira significativa na aceitabilidade da bebida. A elaboração de bebidas com pH em torno de 3,5, foi considerada mais adequada pois resulta em um produto com melhores condições de conservação e de estocagem.
- As concentrações de açúcar (13% ou 16%) na bebida não apresentaram diferenças significativas na análise sensorial, assim, a utilização de 13% de açúcar resulta em diminuição do valor calórico e dos custos do produto.
- As diferentes fontes de ferro (sulfato ferroso, ferro amino quelato e ferro amino quelato com vitaminas A e D) não influenciaram na aceitabilidade do produto. As bebidas lácteas fortificadas com ferro amino quelato ou ferro amino quelato com

vitaminas A e D, foram consideradas melhores pois apresentaram vantagens nutricionais.

- As bebidas podem ser consideradas enriquecidas com ferro, segundo a legislação brasileira ANVISA, pois cada 100mL continha mais 1,5mg de ferro, exceto as obtidas conforme os experimentos 2, 3, 5, 6, 9 e 12 do processamento A.
- Com exceção dos experimentos 3, 6, 9 e 12 do processamento B (ferro quelato com vitaminas A e D), todos os demais atingiram valores de fortificação iguais ou acima de 30% da recomendação deste mineral para crianças em idade pré-escolar (10mg/Fe/dia), percentual adequado para prevenção e controle da anemia ferropriva.
- A aceitabilidade sensorial 91% para o processamento A e 97,67% para o processamento B, classificados na categoria "gostei", demonstraram que as bebidas obtiveram ótima aceitabilidade sensorial pela população-alvo de interesse.
- A bebida industrial não teve boa aceitabilidade pelo público adulto, indicando a necessidade de estudos complementares para a adequação da formulação.
- A produção industrial da bebida fortificada, realizada na linha de produção do leite pasteurizado, demonstrou ser viável, sem necessidade de aquisição de novos equipamentos.

unesp

- A bebida fortificada industrial apresentou um custo de produção de R$ 0,56 por litro.
- O custo de produção, aliado à aceitabilidade do produto, indicam uma alternativa para o aproveitamento do soro líquido pelos pequenos e médios laticínios.
- A elaboração da bebida láctea à base de soro de queijo apresenta-se como um veículo adequado para a fortificação com ferro, podendo ser utilizada em programas sociais de intervenção nutricional colaborando na redução e prevalência da anemia ferropriva.

unesp

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Estudar a vida de prateleira do produto quanto as características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas.
- Estudar o efeito de outras substâncias como estabilizantes da bebida.
- Estudar o efeito da bebida fortificada sobre a incidência da anemia ferropriva em escolares e pré-escolares.
- Estudar embalagens alternativas para melhor adequação do produto ao público infantil.

unesp

8. ANEXO

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

CENTRO DE QUÍMICA DE ALIMENTOS E
NUTRIÇÃO APLICADA

LAUDO DE ANÁLISE Nº: **CQ PC 4036/02 (TL 197/02)**
MATERIAL: **LEITE PASTEURIZADO TIPO C COM FERRO E VITAMINA A – FAB.: 28/07/02 – VAL.: 01/08/02**
INTERESSADO: **TECNOLAT**
LOCALIDADE: **CAMPINAS - SP**
DATA DA ENTRADA DA AMOSTRA: **31/07/2002**
EMISSÃO DO LAUDO: **01/08/2002**
NATUREZA DA ANÁLISE: **QUÍMICA**
RESPONSÁVEL(EIS): **M. A. MORGANO; D.M.B. MANTOVANI**

1. METODOLOGIAS ADAPTADAS

PRICE, W.J. & ROOS, J.T.H. ANALYSIS OF FRUIT JUICE BY ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY. I - THE DETERMINATION OF IRON AND TIN IN CANNED JUICE. **J. SCI. FOOD AGRIC.** 20:437-439, 1969.

2. RESULTADOS

DETERMINAÇÃO	RESULTADO
FERRO (MG/L)	4,33 ± 0,07

3. OBSERVAÇÕES

3.1 NOSSAS ANÁLISES SÃO REALIZADAS COM VIDRARIAS E EQUIPAMENTOS CALIBRADOS. SUAS INCERTEZAS ESTÃO DE ACORDO COM OS CRITÉRIOS DE ACEITE ESTABELECIDOS PELO SISTEMA DA QUALIDADE DO ITAL (NBR-ISO 9001) E NÃO ENTRARAM NO CÁLCULO DOS RESULTADOS EMITIDOS, MAS ESTÃO DISPONÍVEIS PARA CONSULTA.

3.2 OS RESULTADOS DESTA ANÁLISE TÊM VALIDADE SOMENTE PARA A(S) AMOSTRA(S) ANALISADA(S), SENDO VEDADA A PUBLICAÇÃO, SOB PENA DE INDENIZAÇÃO DO NOME DO ITAL, PARA QUALIFICAR PRODUÇÃO SOBRE A QUAL O MESMO NÃO EXERCEU QUALQUER MEIO DE CONTROLE.

VISTO

ANA MARIA RAUEN O. MIGUEL
PESQUISADOR CIENTÍFICO-COORDENADOR
Centro de Química de Alimentos
& Nutrição Aplicada
ITAL

MARCELO ANTONIO MORGANO
ASSISTENTE TÉCNICO DE PESQUISA
Centro de Química de Alimentos
& Nutrição Aplicada
ITAL

Av. Brasil, 2880 - Caixa Postal 139 - CEP 13073-001 - Campinas - SP - Fone (19) 3743-1780/1781 Fax (19) 3242-4585 *e-mail* anarauen@ital.org.br

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

CENTRO DE QUÍMICA DE ALIMENTOS E
NUTRIÇÃO APLICADA

LAUDO DE ANÁLISE Nº: **CQ PC 5386/02 (TL 297/02)**
MATERIAL: **LEITE PASTEURIZADO TIPO C COM FERRO E VITAMINA A E D – FAB.: 15/09/02 – VAL.: 19/09/02**
INTERESSADO: **TECNOLAT**
LOCALIDADE: **CAMPINAS - SP**
DATA DA ENTRADA DA AMOSTRA: **18/09/2002**
EMISSÃO DO LAUDO: **20/09/2002**
NATUREZA DA ANÁLISE: **QUÍMICA**
RESPONSÁVEL(EIS): **M. A. MORGANO; D.M.B. MANTOVANI**

1. METODOLOGIAS ADAPTADAS

PRICE, W.J. & ROOS, J.T.H. ANALYSIS OF FRUIT JUICE BY ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY. I - THE DETERMINATION OF IRON AND TIN IN CANNED JUICE. **J. SCI. FOOD AGRIC.** 20:437-439, 1969.

2. RESULTADOS

DETERMINAÇÃO	RESULTADO
FERRO (MG/L)	5,10 ± 0,12

3. OBSERVAÇÕES

3.1 NOSSAS ANÁLISES SÃO REALIZADAS COM VIDRARIAS E EQUIPAMENTOS CALIBRADOS. SUAS INCERTEZAS ESTÃO DE ACORDO COM OS CRITÉRIOS DE ACEITE ESTABELECIDOS PELO SISTEMA DA QUALIDADE DO ITAL (NBR-ISO 9001) E NÃO ENTRARAM NO CÁLCULO DOS RESULTADOS EMITIDOS, MAS ESTÃO DISPONÍVEIS PARA CONSULTA.

3.2 OS RESULTADOS DESTA(S) ANÁLISE(S) TÊM VALIDADE SOMENTE PARA A(S) AMOSTRA(S) ANALISADA(S), SENDO VEDADA A PUBLICAÇÃO, SOB PENA DE INDENIZAÇÃO, NA QUAL O NOME DO ITAL SEJA UTILIZADO PARA QUALIFICAR PRODUÇÃO SOBRE A QUAL O MESMO NÃO EXERCEU QUALQUER MEIO DE CONTROLE.
VISTO.

ANA MARIA RAUEN O. ARGUELLO
PESQUISADOR CIENTÍFICO CQA
Centro de Química de Alimentos
& Nutrição Aplicada
ITAL

MARCELO ANTONIO MORGANO
ASSISTENTE TÉCNICO DE PESQUISA
Centro de Química de Alimentos
& Nutrição Aplicada
ITAL

Av. Brasil, 2880 - Caixa Postal 139 - CEP 13073-001 - Campinas - SP - Fone (19) 3743-1780/1781 Fax (19) 3242-4585 *e-mail* anarauen@ital.org.br

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

CENTRO DE QUÍMICA DE ALIMENTOS & NUTRIÇÃO APLICADA

LAUDO DE ANÁLISE Nº: **CQPC 6891/2002**
MATERIAL: **LEITE PASTEURIZADO TIPO C COM FERRO E VITAMINA A E D** **TL 397/02**
FABR. 17/11/02 **VAL: 21/11/02**
INTERESSADO: **TECNOLAT**
LOCALIDADE: **CAMPINAS - SP**
DATA DA ENTRADA DA AMOSTRA: **19/11/2002**
DATA DA EMISSÃO DO LAUDO: **25/11/2002**
NATUREZA DA ANÁLISE: **FÍSICO-QUÍMICA**
RESPONSÁVEL (EIS): **D.M.B. MANTOVANI E M.A. MORGANO**

1. METODOLOGIA ADAPTADA

PRICE, W.J. & ROOS, J.T.H. Analysis of fruit juice by atomic absorption spectrophotometry. I - The determination of iron and tin in canned juice. **J. Sci. Food Agric**. 20:437-439, 1969.

2. RESULTADOS

DETERMINAÇÕES	RESULTADOS
FERRO (MG/L)	4,82 ± 0,15

3. OBSERVAÇÕES

3.1 NOSSAS ANÁLISES SÃO REALIZADAS COM VIDRARIAS E EQUIPAMENTOS CALIBRADOS. SUAS INCERTEZAS ESTÃO DE ACORDO COM OS CRITÉRIOS DE ACEITE ESTABELECIDOS PELO SISTEMA DA QUALIDADE DO ITAL (NBR-ISO 9001) E NÃO ENTRARAM NO CÁLCULO DOS RESULTADOS EMITIDOS, MAS ESTÃO DISPONÍVEIS PARA CONSULTA.

3.2 OS RESULTADOS DESTA(S) ANÁLISE(S) TÊM VALIDADE SOMENTE PARA A(S) AMOSTRA(S) ANALISADA(S), SENDO VEDADA A PUBLICAÇÃO, SOB PENA DE INDENIZAÇÃO, NA QUAL O NOME DO ITAL SEJA UTILIZADO PARA QUALIFICAR PRODUÇÃO SOBRE A QUAL O MESMO NÃO EXERCEU QUALQUER MEIO DE CONTROLE.
VISTO.

ANA MARIA RAUEN O. MIGUEL
PESQUISADOR CIENTÍFICO COORDENADOR
Centro de Química de Alimentos & Nutrição Aplicada
ITAL

DILZA MARIA B. MANTOVANI
PESQ. CIENTÍFICO-COORDENADOR ADJUNTO
Centro de Química de Alimentos & Nutrição Aplicada
ITAL

Av. Brasil, 2880 – C P 139 – CEP 13073-001 - Campinas-SP – Brasil – Fone: (19) 3743-1780/1781 – Fax: (19) 3242-4585 *e-mail* anarauen@ital.org.br

9. REFERÊNCIAS*

AC NIELSEN. Os produtos mais quentes do mundo. Informações sobre o crescimento de alimentos e bebidas. **Relatório Executivo de Notícias**, 2002.

ALBION. Produtos Fortificados. **Ferro aminoácido quelato**. Disponível em: <http://www.albion.com.br>. Acesso em: 11 mar 2001.

ALBUQUERQUE, C.M.; NIKAEDO, P.H.L.; PENNA, A.L.B. Efeito do uso do concentrado protéico de soro nas características físico-químicas e sensorias de bebidas lácteas achocolatadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2002, **Resumos**, v.2, 2002.

ALMEIDA, L.B., MIGLIORANZA, L.H.S., MATSUO, T., CABALLERO-CÓRDOBA, G.M. Bebida láctea fortificada com ferro e vitamina A e D. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS. **Revista do Instituto de Laticínios Candido Tostes,** p. 125-128, 1999.

ANTUNES, A.J. Perdas de nutrientes no processamento de alimentos. In: CARVALHO, P.R.N., RUZIG, O. **Alimentos enriquecidos**. Campinas: ITAL, UNICAMP, 1994. p. 8-13.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA **Alimentos adicionados de nutrientes essenciais**. Portaria n. 31/98 SVS/MS de 21 de março de 2000. Disponível em <http://www.anvisa.com.br>. Acesso em: 08 out. 2001.

ARRAVAL, S., FERREIRA, I. **Introdução de ferro nos alimentos de consumo diário.** Disponível em: <http://www.uspb/edusp>. Acesso em: 6 out. 2002.

* De acordo com as Normas NBR 6023/2002 e NBR 14724/2002, preconizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

ASHMEAD, H.D.; RAPP, E.J.; NAME, J.J. Uso de aminoácidos quelatos na fortificação de alimentos. In: CARVALHO, P.R.N.; RUZIG, O. **Alimentos enriquecidos**. Campinas: ITAL, UNICAMP, 1994. p. 32-34.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE LEITE (ABPL). Produção brasileira de queijos por tipo – 1993/1997. Produção brasileira de queijos comuns e especiais em estabelecimentos sob inspeção federal .Disponível em: <http://www.leitebrasil.org.br>. Acesso em: 21 mar. 2001.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. D. **Experimentação agrícola**. 3. ed. Jaboticabal: FUNESP, 1995.

BOUNOUS, G.; BATIST, G. Whey proteins in cancer prevention. **Cancer Letters**, v. 54, p. 91-94, 1991.

BIONOTÍCIAS. Laboratório de Tecnologia de Partículas - LTP **Desenvolve microcápsulas para enriquecer alimentos**. Disponível em <http://www.biotecnologia.com.br>. Acesso em: 19 out. 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Regulamento técnico de identidade e qualidade de bebidas lácteas. **Diário Oficial da União,** Brasília, DF, 08 de nov. 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Inclusão do citrato de sódio no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do leite U.H.T. Resolução MERCOSUL GMC. n. 135/96. Disponível em <http://www.agridata.mg.gov.br>. Acesso em: 04 mar. 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Política Nacional de Alimentação e Nutrição. Disponível em <http://www.saude.gov.br>. Acesso em: 03 mai. 2001.

CAL-VIDAL, J. Ultrafiltração de soro lácteo e aproveitamento de seus componentes. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, p. 23-35, 1979.

CARDOSO, M.A., PENTEADO, M.V.C. Intervenções nutricionais na anemia ferropriva. **Caderno de Saúde Pública**, v. 10, n. 2, p. 231-240, 1994.

CARVALHO, P.R.N., RUSIG, O. **Alimentos enriquecidos**. Campinas: ITAL, UNICAMP, 1994, 63 p.

CASE, R.A.; BRADLEY JR.; WILLIAMS, R.R. Chemical and Physical Methods. In: **STANDARD methods for the examination of dairy products.** 15. ed. Washington: APHA, 1995. p. 327-404.

CHAPMAN, H.R.; SHARPE, M.E. Microbiology of cheese. In: ROBINSON, R.K. **Dairy microbiology:** the microbiology of milk products**.** 2. ed. London: Elsevier, 1990. v. 2, p. 203-289.

CHR. HANSEN. O rendimento da fabricação de queijos: métodos para avaliação e comparação. **Informativo Ha–La Biotec,** v.7, n.43-44, 1998.

COELHO, R.G. Suplementação versus fortificação de alimentos: Uma discussão com base na segurança de ingestão de vitaminas e minerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO, 17, 2002, Porto Alegre. [Programa Oficial].

COOPERATIVA DE LATICÍNIOS DE PROMISSÃO. **Composição centesimal da bebida de soro** "Happy", 2003. Rótulo do produto.

CRISTENSEN, J.M. Effects of divalent aminoacids on iron absorption. **Journal Pharmacia Sciencia**, n. 37, 1984.

CUNNIFF, P. Vitamin D in fortified milk and milkpowder. IN: OFFICIAL METHOD OF ANALYSIS OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Method 981. 17,. 16 ed. Local: AOAC, 1998. cap. 45, p. 27-28.

CUNNINGHAM, L.; BLANCO, A.; RODRIGUEZ, S.; ASCENCIO, M. Prevalência de anemia, deficiência de hierro y folatos en niños menores de siet años. **Archivos Latino Americanos de Nutricion**, v. 51, 2001.

CUSTÓDIO, F.B.; THEODORO, K.H.; SANTOS, M.F.; SIQUEIRA, I.M.C.; CERQUEIRA, M.M.O.P.; SOUZA, M.R.; GLÓRIA, M.B. Fatores limitantes no aproveitamento do soro de queijo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes,** v. 57, n. 327, p. 230-232, 2002.

DALLMAN, P.R. Iron deficiency: does it matter? **Journal International of Médicine,** v. 226, p. 367-372, 1989.

DE ANGELIS, R.C.; CTENAS, M.L.B. Biodisponibilidade de ferro na alimentação infantil. **Temas de Pediatria**, n. 52., p.1-53,1993.

DE ANGELIS, R.C. **Fome oculta**. São Paulo: Atheneu, 2001.

DIAS, N.F.G.P. Desenvolvimento e avaliação de um suplemento alimentar para pré-escolares. 1997. 86 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Viçosa.

DRACZ, S.; BRANDÃO, S.C.C. Vantagens do enriquecimento do leite com vitaminas A e D. **Leite & Derivados,** n.16, p.21-26, 1994.

DUTRA-DE-OLIVEIRA, J.E.; FERREIRA, J.B.; VASCONCELLOS, V.P.; MARCHINI, S. Drinking water as an iron carrier to control anemia in preschool children in a day-care center. **Journal of the America College of Nutrition**, v. 13, n. 2, p.198-202, 1994.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE; ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO E ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Terminologia sobre alimentos e nutrição.** Brasília**:** INAM, 1984.

FERREIRA, A.C. Breve história e perspectivas para a indústria de laticínios no Brasil. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA E PRODUTOS LÁCTEOS, 2, Germinal, 2002.

FERREIRA, A.C. Tendências mercadológicas de produtos lácteos fermentados e bebidas lácteas. In: LERAYER, A.L.S.; SILVA, T.J.G.; (Coords). **Leites fermentados e bebidas lácticas**. Campinas: ITAL, , 1997. p.721-740.

FISBERG, M.; LIMA, A.M.; OTTANI RHEIN, S. NAUFEL, C.; RODRIGUES, C., OLIVEIRA, S. Feijão enriquecido com ferro na prevenção da anemia em pré-escolares. **Revista Nutrição**, n.59, p.10-18, 2003.

FISBERG, N., BRAGA, J.A.P., KLIAMCA, P.E., BEREZOWSKI, M. Utilização de queijo *petit suisse* na prevenção da anemia carencial em pré-escolares. **Clínica Pediátrica**, v.19, n.6, p.14-25, 1995.

FRAZER, D.R. Vitamin D. In: CHAIRMAN, R.E.D., BROQUIST, H.P., CHICHESTER, C.O. *et al.* (Ed.) **Present knowledge in nutrition**. 5. ed. Washington: Nutritional Foundation, 1984. p.209-225.

GAGRANI, R.L.; RATHI, S. D.; INGLE, U.M. Preparation of fruit flavored beverage from whey. **Indian Journal of Food Science and Technology**, v.24, n.2, p.93-94, 1987.

GIROTO, J.M.; PAWLOWSKY, V. Soro de leite: custo de equipamentos para seu processamento. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes,** v. 57, n. 327, p.117-120, 2002.

GUERRA, J.E.F. Minerais aminoácidos quelatos: O que são e quais as vantagens na sua utilização? **Nutrição, Saúde e Performance**, n.11, p.5-8, 2000.

HEKMAT, S. Effects of iron fortification on microbiological, chemical, physical, and organoleptic properties of yogurt. 1996, 192 p. [Dissertation-Abstract-International]. Resumo.

HOLSINGER, V.H.; POSATI, L.P.; DEVILBISS, E.D. Whey beverages: a review. **Journal of Dairy Science**, v.57, n.8, p. 849-859, 1974.

HUFFMAN, M.L., Processing whey protein for use as food ingredient. **Food Technology**, v.50, n.2, 1996.

HUGUNIN, A. O uso de produtos de soro em iogurte e produtos lácteos fermentados. **Leite & Derivados**, n.49, p.22-33, 1999.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**, 2. ed. São Paulo, 1985. v. 1, 371 p.

KRISHNAIAH, N.; REDDY, C.R.; SASTRY, P.M.; RAMA-RAO, M. Studies on the keeping quality of whey beverage. **Asia Journal of Dairy Research**, v.8, n.1, p. 8-14, 1989.

LA SERENISSIMA. **Ferro (Sulfato ferroso)**. Sua deficiência é a causa mais comum de anemias no mundo. s.d. [catálogo técnico].

LAONIPON, R., CARDWELL, J.T. Development of a nutritious drink made from fresh whey. In: HOLSINGER, V.H., POSATI, L.P.,DEVILBISS, E.D. Whey beverages: a Review. **Journal of Dairy Science**. v.57, n.8, p.849-858, 1974.

LARA, S.R. Tecnologia geral de aplicação de carragena. In: Simpósio sobre Hidrocolóides. Campinas, 1991. **Anais**. Campinas: ITAL, p. 22-50, 1993.

LAWSON, M.A. Milk protein as food ingredients. **Food Technology**, v. 48, n.10, p. 101, 1994.

LEHNINGER, A.L. Vitaminas e micronutrientes na função de enzimas. In: **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 1993. p. 184-204.

LIMA, S.M.C.G, MADUREIRA, F. C. P., PENNA, A.L.B., BEBIDAS LÁCTEAS. Nutritivas e Refrescantes. **Revista Milkbizz**, v.1, n.3, p. 4-11, 2002.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

LIMA, S.M.C.G, PENNA, A.L.B., HOFFMANN, F.L. Desenvolvimento de uma bebida de soro de queijo, fortificada com ferro. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.57, n.327, p.196-198, 2002.

LOZOFF, B., JIMENEZ, E., WOLF, A.W. Long-term developmental outcome of infants with iron deficiency. **English Journal of Medicine**, v. 325, p. 687-694, 1991.

MAHAN, L.K.; ARLIN, M.T. Vitaminas. In: MAHAN, L.K; ARLIN, M.T. (Ed.). Krause **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 8 ed. São Paulo: Roca, 1995. p. 71-112.

MANZ, U.; PHILIPP, K. Determination of vitamin a in complete and premixes and vitamin concentrates with HPLC. In: **Analytical methods for vitamins and carotenoids in food**, Switzerland, 1998.

MARCHINI, M. Utilizacion de los sueros de lecheria em la alimentacion humana. **Revista Industria Lechera**, n. 712, p. 32-37, 1998.

MARCOANTONIO, L.P.; RICHARDS, S.P.S. Avaliação da aceitabilidade de uma bebida láctea à base de soro, destinado ao público infantil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16, Rio de Janeiro, 1998. **Anais** 1 CD-ROM.

McINTOSH, G.H.; REGESTER, G.O.; LELEV, R.K.; ROYLE, P.J.; SMITHERS, G.W. Dairy proteins protect against dimethydrazine-induced intestinal cancers in rats. **Journal Nutrition**, n.125, p.809-816, 1995.

MORA, J.O.; MORA, L.M. **Deficiências de micronutrientes em América Latina y Caribe: anemia ferropriva**. Washington: OPAS, 1997.

MORAES,M. A C. **Métodos para avaliação sensorial de alimentos**, Campinas: Ed. da UNICAMP,.1983. 73 p

MULVIHILL, D.M. Trends in the production utilization of dairy protein products: functional properties and utilization. **Food Research Quaterly**, v.51, n.1, p.65-73, 1991.

NAME, J.J., GUERRA, J.E.F. Uma Revisão Crítica sobre Alimentos Fortificados com Ferro. **Caderno de Tecnologia de Alimentos e Bebidas**, s.n., p.56-61, 1986.

NAME, J.J. Enriquecimento de leite. Fortificação com minerais aminoácidos quelatos. In: CARVALHO, P.R.N.; RUSIG, O. **Alimentos enriquecidos**. Campinas: ITAL, 1996. p.25-39.

NEVES, B.S. Elaboração de bebidas lácteas à base de soro. **Leite & Derivados**. v.2, n.10, p.50-54, 1993.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Recommended dietary allowances-RDA. 10. ed. Washington: National Academy of Sciences, 1989. 283 p.

OFFICIAL methods of analysis, 16 ed., Washington: AOAC, 1995.

PARODI, P.W. A role for milk proteins in cancer prevention. **Australian Journal of Dairy Technology**, v.53, p.37-47, 1998.

PAULINO, S. **O superpãozinho**. Disponível em: <http://www.unifesp.br/comunicação/jpta/ed145/pesqui3.htm>. Acesso em: 7 fev. 2002.

PENNA, A.L.B. Parâmetros reológicos de gomas para fabricação de bebidas lácteas à base de soro. 1997. 128 f. [Monografia – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo].

PENNA, A.L.B. Efeito das gomas carragema, guar e xantana sobre as características reológicas e sensoriais de bebidas lácteas à base de iogurte e de soro. 2000. 328 f. [Tese de Doutorado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo], São Paulo 2000.

PENNA, A.L.B. Hidrocolóides: usos em alimentos. **Food Ingredients**, n.17, p. 58-64, 2002.

PERÉZ, G.; RODRIGUES, D.; SUNDBERG, G.; CASTRO, J., LIMA, P.; GONZALEZ, A. Elaboracion de bebida isotônica de permeado de ultrafiltracion de lactosuero. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 53, n.305, p.23-28, 1998.

PINEDA, O.; ASHMEAD, H.D.; PEREZ, J.M.; LEMUS, C. Effectiveness of iron amino acid chelate on the treatment of iron deficiency in adolescents. **Journal Applied Nutrition,** v. 46, p.2-11, 1994.

POSANO, E.H.G.; CASTRO-GOMEZ, R.J.H. Fermentação do soro de queijo por *Kluyveromyces fragilis* como uma alternativa para a redução de sua capacidade poluente. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, v. 1, n.15, p.170-173, 1995.

QUEIROZ, S.S.; TORRES, A.M.A. Anemia carencial ferropriva: aspectos fisiopatológicos e experiência com a utilização do leite fortificado. **Pediatria Moderna**. v.31, 1995.

RAVI-KIRAN, I.P.K.; VANEJA, K. Studies on acceptability and availability of fortificants present in milk and whey. **Indian Journal of Food Science and Technology**, v.23, n.2, p.110-111, 1986.

RICHARDS, N.S.P.S. Soro lácteo: perspectivas industriais e proteção ao meio ambiente. **Food Ingredients,** n. 17, p. 20-27, 2002.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

SABIONI, J.G.; PARK, Y.K. Aplicação de Carboidratos em alimentos. In: SIMPÓSIO SOBRE HIDROCOLÓIDES. Campinas, 1991. **Anais**, Campinas: ITAL, p.95-106, 1993.

SALUTIA. **Porque o ferro é fundamental na alimentação**. Disponível em: <http://www.brasil2.salutia.com>. Acesso em: 11 mar. 2001.

SAMPEI, A.M.; CARVALHO, R.L.M.; SPERIDIÃO, L.G.P.; BRAGA, P.A.J. Alimentos enriquecidos com ferro, pode ser uma estratégia de saúde pública? **Caderno UniABC de Nutrição**. v.2, n.11200, p.20-31, 2000.

SANOFI Bio Industries. **Hydrocolloids**. Paris: edit., [ ] 73 p. Catálogo técnico.

SANTOS, J.P.V.; FERREIRA, C.L.L.F. Alternativas para o aproveitamento de soro de queijo nos pequenos e médios laticínios. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 3, p. 44-50, 2001.

SCHWAB, C. Whey from a useless by-product to a delicious drink. **Food Marketing Technology**, v.8, n.5, p.18-24, 1994.

SEIBEL, N.F.; CANSIAN, R.L. Análise de diferentes concentrações de soro na produção de bebida láctea. **Leite & Derivados**, n.52, p.44-49, 2000.

SEMPRE EM FORMA. Alimentos enriquecidos não substituem refeições. Disponível em <http://www.sempreemforma.com.br>. Acesso em: 19 out. 2001.

SHEARD, N.F. Iron deficiency and infant development. **Revista de Nutrição,** v.52, p.137-140, 1994.

SILVA, M.R.; FERREIRA, C.L.L.F.; COSTA, N.M.B.; MAGALHÃES, J. Elaboração e avaliação de uma bebida láctea fermentada à base de soro de leite fortificada com ferro. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes,** v. 56 , n.321, p.7-14, 2001.

SILVA, P.H.F.; PEREIRA, D.B.C.; OLIVEIRA, L.L.; COSTA JÚNIOR, L.C.G. **Físico-química do leite e derivados**: métodos analíticos. Juiz de Fora: Oficina de Impressão, 1997. 190 p.

SIQUEIRA, I.M.; SOUZA, M.R.; CERQUEIRA, M.M.O.P.; GLORIA, M.B.A. Caracterização físico-química de quatro tipos de soro de queijo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes,** v.57, n.327, p. 225-227, 2002.

SIVIERI, K. Caracterização e otimização do uso de miméticos de gordura em bebidas lácteas. 2002. 153 f. [Tese de Doutorado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo].

SOGLIA, S.L.O.; BRANDÃO, S.C.C. Enriquecimento do leite com ferro. **Revista Indústria de Laticínios**, n.12, p.62-65, 1997.

SOMMER, F.L. Increased mortality in children with mild deficiency. **Lancet**, v. 2, p. 585-588, 1983.

SPOLIDORO, F.L. Enriquecimento de alimentos institucionais. In: CARVALHO P.R.N.; RUSIG, O. **Alimentos enriquecidos**. Campinas: ITAL, UNICAMP, 1994. p. 51-59.

SZARFARC, S.C.; LERNER, B.R.; STEFANINI, M.L.R. Anemia Nutricional no Brasil. **Cadernos de Nutrição**, v.9, p.47-57, 1995.

TORRES, M.A.; SOUZA-QUEIROZ, S. Prevenção da anemia ferropriva em nível populacional: uma revisão da literatura dos últimos quinze anos. **Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v.19/20, p.29-144, 2000.

TORRES, M.A.A.; LOBO, N.F.; SATO, K.; QUEIROZ, S.S. Fortificação do leite fluído na prevenção e tratamento da anemia carencial ferropriva em crianças menores de 4 anos. **Revista Saúde Pública**, v.30, n.4, p.350-357, 1996.

USDEC - United States Dairy Export Council. Manual de Referência para Produtos de Soro dos E.U.A. Arlington: USDEC, 1997.

USDEC - United States Dairy Export Council. Características, funções e novas aplicações das proteínas de soro e suas frações. **Food Ingredients,** n. 17, p.50-56, 2002.

VARNAM, A.H.; SUTHERLAND, J.P. **Leche y productos lácteos:** tecnologia, química y microbiologia**,** Zaragoza: Acribia, 1995. 476p.

VEISSEYRE, R. **Lactologia técnica**. Zaragoza: Acribia, 1980. 629p.

VELASQUEZ-MELENDEZ, G.; RONCADA, M.J. Deficiência de vitamina A e sua relação com a morbi-mortalidade infantil: aspectos edidemiológicos. **Caderno de Nutrição**, v. 8, p. 10-18, 1994.

VITOLO, R. M., CTENAS, B. L. M. **Crescendo com saúde: o guia de crescimento da criança**. São Paulo: C2 Editora e Consultoria em Nutrição, 1999. 269 p.

WALZEM, R.L. Propriedades benéficas a saúde das proteínas do soro e frações do soro. In: Reference for Manual for U.S. Whey Products**.** U.S. Dairy Export Council, Arlington, 1999.

WEISBURGER, J.H. Nutrition approach to cancer prevetion with emphasis on vitamins, antioxidants, and carotenoids. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.53, n.1, p.2265, 1991.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

WOLDE-GEBRIEL, Z.; WEST, C.E.; GEBRU, H.; TABESSE, A.S.; FISSEHA, T.; GABRE, P.; ABOYE, C.; AYANA, G.; HAUTVAST, J.G.A.J. Interrelationship between vit. A, iodine, and iron status inschoolchildren in Shoa region, Central Ethiopia. **Brasilian Journal of Nutrition**, n.70, p. 593-607, 1993.

ZADOW, J.G. Extending the shelf-life of dairy products. **Food Austrália**, v.41, n.9, p.935-937, 1989.

ZADOW, J.G. Utilization of milk components: whey. In: ROBINSON, R.K. (Ed.) **Modern dairy technology:** advances in milk processing. 2. ed. London: Chapman and Hall, 1994. 485 p.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18