

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
Departamento de Ciências dos Alimentos  
Bacharelado em Química de Alimentos  
Disciplina de Seminários



## **LEITE EM PÓ**

**Cecília Nicolini**

Pelotas, 2008

**CECÍLIA NICOLINI**

**LEITE EM PÓ**

Trabalho acadêmico apresentado ao curso de Bacharelado em Química de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas como requisito parcial da Disciplina de Seminário.

Orientadora: Carla Rosane Barboza Mendonça

Pelotas, 2008

## Lista de Tabelas

Tabela 1: Composição média do leite de vaca.....	11
Tabela 2: Requisitos para leites com diferentes conteúdos de gordura.....	12
Tabela 3: Requisitos para leite em pó instantâneo.....	13
Tabela 4: Composição físico-químicas.....	14
Tabela 5: Utilização dos leites em pó de tratamento térmico baixo, médio e alto.....	33
Tabela 6: Critérios microbiológicos e tolerância para leite em pó.....	37
Tabela 7: Análises físico-químicas.....	42
Tabela 8: Análises físico-químicas.....	42
Tabela 9: Os maiores países produtores de leite em pó integral.....	44
Tabela 10: Os maiores países produtores de leite em pó desnatado.....	45
Tabela 11: Principais exportadores de leite em pó e preço médio de venda.....	46

## Sumário

1 Introdução.....	6
2 Revisão da literatura.....	8
2.1 Histórico.....	8
2.2 Caracterização da matéria prima.....	10
2.2.1 Leite.....	10
2.3 Caracterização do leite em pó.....	11
2.3.1 Definição.....	11
2.3.2 Classificação.....	12
2.3.3. Designação (denominação de venda).....	13
2.3.4. Características sensoriais.....	13
2.4 Processamento.....	15
2.4.1 Recepção na fábrica.....	15
2.4.2 Filtração e clarificação.....	15
2.4.3 Resfriamento.....	16
2.4.4 Estocagem.....	16
2.4.5 Padronização e desnatamento.....	16
2.4.6 Pré-aquecimento.....	17
2.4.7 Concentração ou evaporação.....	18
2.4.8 Dessecação.....	20
2.4.9 Aglomeração ou Instantaneização.....	24
2.4.9.1 Sistema de atomização ligado à fluidização.....	26
2.4.9.2 Lecitinização.....	26
2.4.9.3 Envase.....	27
2.5 Aspectos nutritivos.....	31
2.6 Relação entre as propriedades e aplicações.....	32
2.7 Microflora.....	34
2.7.1 Toxinfecções e Métodos Microbiológicos.....	34
2.8 Fatores que influem na qualidade do leite em pó.....	37
2.8.1 Viscosidade.....	38
2.8.2 Habilidade espumante.....	39
2.8.3 Ar ocluso.....	39
2.9 Fatores envolvidos na deterioração da qualidade do leite em pó.....	39
2.9.1 Acidez.....	39

2.9.2 Sedimentos.....	39
2.9.3 Umidade.....	39
2.9.4 Solubilidade.....	40
2.9.5 Rancidez hidrolítica.....	40
2.9.6 Oxidação.....	40
2.10 Análises físico-químicas.....	41
3. Comércio internacional do leite em pó.....	44
4. Conclusão.....	48
5. Referências bibliográficas.....	49
Anexos	

NICOLINI, Cecília. **Leite em pó**. 2008. 50f. Trabalho acadêmico.

Bacharelado em Química de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

## RESUMO

O leite materno é o primeiro alimento do homem, sua única fonte de nutrientes no momento do nascimento. É o melhor alimento natural porque contém relativamente importantes nutrientes essenciais para dieta. No entanto os tratamentos a que o leite é submetido na indústria podem modificar suas características nutritivas, afetando principalmente as proteínas e vitaminas hidrossolúveis. O leite em pó é uma forma moderna de consumo de leite. O valor nutritivo do leite em pó e de outros derivados lácticos é sensivelmente inferior ao do leite, mas deve-se levar em conta que estes produtos apresentam maior vida de prateleira, viabilizando ganhos econômicos no armazenamento e transporte. Enquanto que o leite "in natura" é altamente perecível e volumoso, exigindo embalagem, estocagem e transporte especiais. O processo de dessecação pode ser considerado como uma continuação da concentração com a finalidade de obter um produto estável, de baixa umidade, com mínimas alterações sensoriais possíveis e propriedades funcionais apropriadas para o uso que vai ser destinado. A fase de concentração e os tratamentos associados como o pré-aquecimento são uma parte integral da produção de leite em pó e desempenham um importante papel na determinação das propriedades funcionais. O leite em pó conforme seu teor de gordura, classifica-se em integral que contém entre 26 e 42% de gordura, semidesnatado que possui teor de gordura entre 1,5 e 26%, desnatado que possui teor de gordura menor que 1,5% e parcialmente desnatado que possui uma matéria gorda entre 1,5 a 25,9%. O leite em pó, de uma maneira geral, tem uma grande atuação dentro da categoria de alimentos. As propriedades funcionais do leite em pó podem influenciar de maneira decisiva como um produto deve ser produzido, como deve ser distribuído, quanto tempo deve ser armazenado, como também, qual deve ser o apelo nutricional para o consumidor.

**Palavras-chave:** Leite em pó. Leite. Gordura. Dessecação.

## 1. Introdução

O leite é um produto originado da secreção da glândula mamária das fêmeas no período de lactação, liberado pelo processo da ordenha. Este produto representa não só a alternativa de utilização como um alimento de alto valor nutricional, mas também como incremento para a renda familiar, seja pela sua utilização direta, seja na forma dos derivados obtidos após a sua transformação. Mas, para que esses produtos sejam de boa qualidade tecnológica e sanitária, é necessário que a matéria-prima, ou seja, o leite apresente características físico-químicas e microbiológicas satisfatórias. Para isso, o leite precisa ser obtido e manipulado de forma técnica e higiênica e conservado em baixas temperaturas, o que assegurará sua boa qualidade (MILKNET, 2008).

O leite trata-se de um excelente alimento, composto de uma mistura dos elementos essenciais para a alimentação de recém-nascidos e que representa boa fonte de suplementação dietética para os adultos. O consumo de leite e de seus derivados, juntamente com outros alimentos, assegura uma nutrição equilibrada. Com o aumento do consumo e da produção do leite, surgiu a necessidade de aprimoramento de técnicas e de higienização na obtenção, transporte e conservação do leite, com o objetivo de garantir um produto limpo e saudável e com maior tempo de conservação. Por isso existem processos que podem ser feitos ao leite para melhorar a qualidade e aumentar a vida de prateleira do produto. Assim, surge o leite em pó, que oferece uma grande economia durante o armazenamento e transporte e por sua durabilidade. Enquanto que o leite "in natura" é altamente perecível e volumoso, exigindo embalagem, estocagem e transporte especiais (MILKNET, 2008).

O leite em pó é um derivado do leite natural, sendo uma forma moderna de consumo do mesmo, este é obtido pela desidratação do leite, que pode ser integral, semidesnatado ou desnatado. A água que é o maior componente do leite "in natura", com aproximadamente 87,5%, é eliminada através de um processo que envolve operações unitárias, evaporação e secagem por pulverização (atomização, nebulização), restando o extrato seco do leite e uma pequena quantidade de água, cerca de 2,5% a 4,0%. A presença de gordura influencia seriamente nas dificuldades de fabricação do leite em pó, devido ao perigo de oxidação e rancificação, durante o processo de armazenamento. Um problema que ocorre com o leite em pó é a

solubilidade do produto acabado, assim pode ocorrer à adição de lecitina ao qual facilitará sua dispersão em água. Por isso, é necessário que o leite, no decorrer do processo, não sofra modificações profundas que impeçam sua dissolução total em água, quando da sua reconstituição.

O leite em pó, de uma maneira geral, tem uma grande atuação dentro da categoria de alimentos. As propriedades funcionais do leite em pó podem influenciar de maneira decisiva em como um produto deve ser produzido, como deve ser distribuído, quanto tempo deve ser armazenado, como também, qual deve ser o apelo nutricional para o consumidor. Este produto é comumente usado em produtos de panificação e confeitaria, chocolate, queijo, sorvete, iogurte, entre outros (MILKNET, 2008).



## **2. Revisão de literatura**

### **2.1 Histórico**

A referência mais antiga do leite em pó e produtos lácteos reconstituídos que se tem conhecimento é dos suprimentos de alimentos dos soldados de Marco Pólo, embora se saiba que a origem do leite em pó é ainda mais antiga (WIKIPÉDIA, 2008).

Para seu preparo, o leite era fervido, e sua nata ou creme subia à superfície, sendo separada na forma de manteiga, já que essa mistura não endurecia quando mantida submergida o tempo todo em leite. O leite no estado pastoso era deixado exposto ao sol para secar (WIKIPÉDIA, 2008).

Por volta do século XVIII, embora o produto em pó fosse considerado uma vantagem tecnológica e excelente para reconstituição do leite nos estágios iniciais do desenvolvimento do mercado, não havia possibilidade de produção de leite reconstituído em escala industrial, ou comercial (WIKIPÉDIA, 2008).

No início do século XX, na Inglaterra já existiam centenas de marcas de leite em pó, que competiam entre si tentando aumentar a participação em um mercado do qual não havia muita informação disponível. Entretanto, houve considerável aumento no consumo a partir do momento em que se tornou evidente que os riscos de contaminação bacteriológica, principalmente infecções gastrointestinais, eram menores quando comparados ao leite fresco não pasteurizado (WIKIPÉDIA, 2008).

Glaxo, uma das empresas que sobreviveu à forte concorrência com sua fórmula de alimentação infantil, teve importante papel em demonstrar a tecnologia utilizada no início do século passado. A marca foi registrada em 1906, e a produção iniciada na pequena vila de Bunnythorpe na Nova Zelândia. A força de marketing da Glaxo estava principalmente nas menores taxas de infecções em decorrência do consumo de leite em pó, e por volta do final da II Guerra Mundial, a marca era conhecida nos cinco continentes (WIKIPÉDIA, 2008).

Assim como a maioria dos leites em pó produzidos naquela época, Glaxo utilizava o processo de secagem em cilindros aquecidos giratórios, resultando em um produto de baixo grau de solubilidade em água. As instruções de preparo requeriam a utilização de água quente (acima de 80°C), com a vantagem adicional de

pasteurizar o leite modificado infantil fator de grande importância em regiões onde a qualidade da água potável era questionável (WIKIPÉDIA, 2008).

O avanço na qualidade e na produção industrial ocorreu após o surgimento da tecnologia de instantaneização do leite em pó pelo processo spray drier (secagem por atomização), a qual teve forte impulso a partir da II Guerra Mundial, Uma das primeiras patentes do processo de secagem foi concedida à empresa Merrel, Merrel and Gere, nos Estados Unidos, em 23 de julho de 1907. O processo apresentava todos os elementos básicos do processo atual, e era capaz de produzir um leite em pó realmente solúvel. A partir daí, foram desenvolvidas as tecnologias de evaporação e secagem, impulsionadas pelo aumento da demanda e crescimento do setor de leite em pó, ao qual atingiu plenitude em 1944 com a produção de grandes volumes de leite em pó de boa qualidade disponíveis comercialmente (WIKIPÉDIA, 2008).

Na década de 50 ocorreu o crescimento na produção comercial do leite em pó, entre alguns fatores destaca-se o uso do leite reconstituído no mercado institucional, inclusive em programas de merenda escolar. A produção em escala industrial de leite reconstituído para o mercado varejista, começou principalmente no pós-guerra e de forma mais intensa no Canadá, cidade do México, Bahrein e Israel (WIKIPÉDIA, 2008).

## **2.2. Caracterização da matéria prima**

### **2.2.1. Leite de vaca**

Há diversas definições do leite, cada uma delas feita por um ou mais estudiosos do assunto e considerando o leite sob determinado ponto de vista.

Leite é o produto íntegro da ordenha total e sem interrupção, de uma fêmea leiteira sadia, bem alimentada, descansada, devendo ser ordenhado e acondicionado em condições higiênicas e sem conter colostro (MILKNET, 2008).

O leite é considerado uma emulsão de glóbulos graxos, estabilizados por substâncias albuminóides num soro que contém em solução: um açúcar (a lactose), matérias protéicas, sais minerais e orgânicos, e pequena quantidade de vários produtos, tais como: lecitina, uréia, aminoácidos, ácido cítrico, ácido láctico, ácido acético, álcool, lactocromo, vitaminas, enzimas, entre outros. O leite, então, obtido em circunstâncias naturais, é uma emulsão de cor branca, ligeiramente amarelada, de odor suave e gosto adocicado (BEHMER, 1984).

O leite pode ser integral ou desnatado. Geralmente o conteúdo de gordura é padronizado para cumprir requisitos legais ou para adaptar-se às preferências do consumidor. A padronização pode ser feita por desnatamento, utilizando centrífugas ou misturando-se leite desnatado com gordura (CNAM, 2008).

Os ingredientes permitidos no leite em pó, além do leite de vaca, são estabilizantes (citratos e ortofosfatos de sódio e de potássio, entre outros), antioxidantes (p.ex., ácido L-ascórbico), e emulsificantes (lecitina) (BEHMER, 1984).

A Tabela 1 apresenta a composição média do leite de vaca.

Tabela 1: Composição média do leite de vaca

Elemento	Composição (%)
Água	87
Matéria seca	3,6
Caseína	3,0
Albumina	0,6
Lactose	4,6
Minerais	0,7

Fonte: CNPGL Embrapa, 2006.

A matéria gorda é considerada o elemento de maior valor do leite, ela é formada, principalmente pelos seguintes ácidos graxos: butírico, capríco, caprílico, láurico, mirístico, palmítico, esteárico, oléico.

O leite contém teores consideráveis de cloro, fósforo, potássio, sódio, cálcio e magnésio e baixos teores de ferro, alumínio, bromo, zinco e manganês, formando sais orgânicos e inorgânicos, mesmo assim representam uma pequena percentagem na composição do leite de vaca. Os teores de aminoácidos essenciais apresentam-se em diferenciados valores de lisina, triptofano, treonina, cistina, valina, metionina, isoleucina, leucina, tirosina, fenilalina. (ORDÓÑEZ, 2005).

## 2.3. Caracterização do leite em pó

### 2.3.1. Definição

Entende-se por leite em pó o produto obtido por desidratação do leite de vaca integral, desnatado ou parcialmente desnatado e apto para a alimentação humana, mediante processos tecnologicamente adequados (MAPA, 2008).

### 2.3.2. Classificação

O leite será classificado conforme seu teor de gordura. E a classificação é a seguinte:

- Integral: contém entre 26 e 42% de gordura.
- Semidesnatado: possui teor de gordura entre 1,5 e 26%
- Desnatado: possui teor de gordura menor que 1,5%.
- Parcialmente desnatado: matéria gorda entre 1,5 a 25,9%.

Na legislação espanhola, o leite semidesnatado se iguala aos valores de gordura do leite parcialmente desnatado citado anteriormente. Na classificação dessa legislação não existe leite parcialmente desnatado, mas em compensação é classificado um outro tipo de leite que é o leite rico em gordura, com quantidade de gordura entre 42 e 50% (ORDÓÑEZ, 2005).

A tabela 2 apresenta os requisitos para leites em pó com diferentes conteúdos de matéria gorda e a tabela 3 mostra o requisitos para leite em pó instantâneo.

Tabela 2. Requisitos para leites em pó com diferentes conteúdos de matéria gorda

REQUISITOS	INTEGRAL	PARCIALMENTE DESNATADO	DESNATADO
Matéria Gorda (% m/m)	26,0	1,5-25,9	<1,5
Umidade	Máx. 3,5	Máx. 4,0	Máx.4,0
Acidez titulável (mL)*	Máx. 18,0	Máx. 18,0	Máx. 18,0
Índice de Solubilidade (mL)	Máx. 1,0	Máx. 1,0	Máx. 1,0
Leite de alto tratamento térmico			Máx. 2,0

\*Acidez titulável: NaOH 0,1 N/10g sólidos não gordurosos

Fonte: MAPA, 1997.

Tabela 3. Requisitos para leite em pó instantâneo

REQUISITOS	INTEGRAL	PARCIALMENTE DESNATADO	DESNATADO
Umectabilidade Máx. (s)	60	60	60
Dispersabilidade (%m/m)	85	90	90

Fonte: MAPA, 1997.

### 2.3.3. Designação (denominação de venda)

Segundo a Portaria Nº. 369, de 4 de setembro de 1997, O produto deverá ser designado "leite em pó integral", "leite em pó parcialmente desnatado" ou "leite em pó desnatado".

A palavra "instantâneo" será acrescentada se o produto corresponder à designação.

No caso de leite em pó desnatado poderá utilizar-se a denominação de alto, médio, ou baixo tratamento, segundo a classificação de tratamento térmico.

O produto que apresentar um mínimo de 12% e um máximo de 14,0% de matéria gorda poderá, opcionalmente, ser denominado como "leite em pó semidesnatado". (MAPA, 2008).

### 2.3.4. Características sensoriais

- Aspecto: Pó uniforme sem grumos. Não conterá substâncias estranhas macro e microscópicamente visíveis.
- Cor: Uniforme, de branco ou cremoso claro (devido ao tratamento térmico). Não pode haver tonalidades amareladas que acusem um produto reaquecido.
- Sabor e odor: agradável não rançoso, semelhante ao leite fluido, antes e a após sua reconstituição.

Tabela 4. Composição físico-química de leite em pó integral e desnatado

NUTRIENTES	LEITE EM PÓ INTEGRAL	LEITE EM PÓ DESNATADO
Gordura	26,0g	1,0 – 1,5g
Proteínas	26,4 – 29,0g	35,0 – 37,0g
Lactose	35,0 – 37,7g	50,0 – 52,0g
Vitaminas	6,9mg	-
Sais Minerais	8,0mg	-
Umidade	2,0 – 3,5%	4,0%
Calorias	490 Kcal	361 Kcal

Fonte: MAPA, 1997.

O leite em pó deverá conter somente as proteínas, açúcares, gorduras e outras substâncias minerais do leite e nas mesmas proporções relativas, salvo quando ocorrem modificações originadas por um processo tecnologicamente adequado (MAPA, 1997).

## 2.4. Processamento

### 2.4.1 Recepção na fábrica (seleção de matéria prima)

No processo de seleção do leite cru para elaboração de leite em pó deve-se levar em consideração os seguintes aspectos:

- Qualidade sensorial: o leite deve apresentar as características de cor, odor, sabor, aspecto geral normal (CNAM, 2008).
- Isento de colostro: a presença de colostro no leite normal causa uma diminuição muito grande em sua estabilidade térmica, fazendo com que durante o processo de concentração e esterilização haja coagulação (CNAM, 2008).
- Acidez: o leite não pode apresentar acidez elevada. Dessa forma, no processo de seleção do leite cuidado especial deve ser observado com relação à acidez.

Para assegurar que somente leite de boa qualidade será destinado ao processo de pulverização às provas do alizarol, acidez titulável, fervura etc., devem ser conduzidas de forma rigorosa, caso contrário o leite poderá perder sua estabilidade durante os processos de evaporação e esterilização (ENGTECNO, 2008).

### 2.4.2. Filtração e clarificação

A filtração do leite tem a finalidade de remover as impurezas grosseiras do leite, evitando que elas fiquem aderidas ao resfriador (EMBARÉ, 2008).

Impurezas do leite que não foram removidas pela filtração poderão ser eliminadas durante a clarificação, além disso, traços de metais (proveniente de equipamentos), principalmente ferro e cobre são eliminados, já que estes servem como catalisadores da oxidação (EMBARÉ, 2008).

Na elaboração do leite em pó integral é necessário realizar clarificação ou filtração, em filtros de nylon, quando o leite é padronizado por adição de nata ou por desnatamento parcial é realizado em desnatadeira (EMBARÉ, 2008).



### 2.4.3. Resfriamento

Para qual seja o destino do leite ou para qual for ser o seu emprego é imprescindível o tratamento pelo frio para que a sua qualidade seja inalterada até o momento de sua industrialização. O leite é resfriado e estocado a temperatura inferior a 5° C. A armazenagem e resfriamento são feitos em tanques com capacidade geralmente de 90 mil litros/dia. (EMBARÉ, 2008).

### 2.4.4. Estocagem

Procedimento feito em tanques isotérmicos para dificultar a troca térmica do leite com o meio ambiente. Esses tanques são construídos com aço inoxidável ou plástico reforçado com fibra de vidro (AGRIPPOINT, 2006).

### 2.4.5. Padronização e desnatamento

A padronização é feita a fim de manter uma relação entre gordura/extrato seco desengordurado, permitindo que o leite em pó tenha uma homogeneidade em todos os lotes fabricados. Este ajuste da relação gordura/extrato seco magro ou padronização, ocorre em batelada em tanque ou em contínuo, utilizando bombas dosificadoras automáticas. Para economizar energia pode-se desnatar completamente o leite integral, homogeneizar somente a nata e depois reincorporar ao leite desnatado a porcentagem de gordura desejada (VARNAM, 1995).

No leite em pó desnatado é necessário realizar o desnatamento do leite, este é considerado eficaz quando a gordura que fica no leite é de 0,05 a 0,07%, já no desnatado prévio para a fabricação do leite em pó integral é de 18 a 25%, para evitar os problemas de homogeneização e separação da gordura (VARNAM, 1995).

A homogeneização é realizada como o objetivo de melhorar a emulsão e a distribuição de gordura, e também para facilitar a reconstituição do leite em pó integral. As condições de homogeneização são variáveis, a pressão pode oscilar entre 17.200 Kpa e a temperatura entre 43° e 65,2°C. A homogeneização também pode ser realizada após a concentração, com excelentes resultados. Porém, deve-se

evitar qualquer sobreaquecimento do concentrado, e é necessário controlar a influência do processo sobre o índice de solubilidade do leite em pó (AMIOT, 1991).

#### 2.4.6. Pré – aquecimento

Segundo o Decreto Nº. 1.812, de 8 de fevereiro 1996, Art. 516, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do governo brasileiro, entende-se por pré-aquecimento a aplicação do calor ao leite, em aparelhagem própria, com a finalidade de reduzir sua carga microbiana, sem alteração das características próprias do leite cru.

A finalidade do pré-aquecimento é diminuir a viscosidade do leite, o que irá facilitar a clarificação. Essa etapa é economicamente viável, uma vez que aproveita o calor do concentrador e a temperatura atingida fica entre 40 e 45° C (AMIOT, 1991).

O leite, assim como seus derivados, é muito sensível ao tratamento com uso de calor, portanto, um fator determinante para muitas propriedades do produto final será a escolha do tratamento térmico utilizado nessa fase, sendo assim o mais indicado a pasteurização (AMIOT, 1991).

Conforme a preferência industrial varia-se o binômio tempo x temperatura deste processo, dependendo do tipo de equipamento e da qualidade do leite. Costuma-se utilizar três condições de aquecimento, devido as questões com as temperaturas do pré-aquecimento utilizado na indústria. O produto final está diretamente relacionado com a temperatura, duração do processo e grau de concentração do produto (AMIOT, 1991).

- Pré-aquecimento a baixa temperatura: geralmente se submete o leite a um tratamento equivalente a uma pasteurização, 74°C pelo tempo de 30 segundos. O leite em pó obtido é chamado de “leite em pó a baixa temperatura” (“*low-heat powder*”), e seu conteúdo mínimo em proteínas do soro não desnaturizadas deve ser de 6,0 mg/g; em alguns casos a legislação especifica que a desnaturização deve ser inferior a 10%. O leite original deve ser de muito boa qualidade para que o produto cumpra as normas bacteriológicas (AMIOT, 1991).
- Pré-aquecimento a média temperatura: ocorre de 76,5°C a 85°C por 15-30 segundos. Denominado “leite em pó a média temperatura” (“*medium-heat powder*”).

Além de seu efeito bactericida, no caso do leite integral, este tratamento produz a formação de grupos redutores e aumenta a capacidade de conservação. Este tipo de leite deve conter entre 1,5 e 6,0 mg de proteínas séricas não desnaturizadas por grama de leite em pó desnatado.

- Pré-aquecimento a alta temperatura: com uma diminuição do tempo de tratamento até 1 segundo, emprega-se temperatura entre 90°C a 121°C. Nestas condições, obtém-se o “leite em pó a alta temperatura” (“high-heat powder”), com os pré-tratamentos a temperaturas mais altas consegue-se um leite em pó mais solúvel e de melhor sabor, este produto contém menos de 1,5 mg de proteína do soro não desnaturizadas por grama de leite desnatado em pó.

#### 2.4.7. Concentração ou evaporação

A evaporação corresponde à eliminação de água por ebulição, sendo que é muito mais barato extrair água do leite por evaporação do que por dessecação. A evaporação é realizada em evaporadores de película descendente feitos em plantas modernas. Entretanto existem duas técnicas que, todavia são mais econômicas, que são os processos de membrana como a ultrafiltração e a osmose reversa (VARNAM, 1995).

A ultrafiltração consiste em um método de separação por meio de membranas de permeabilidade seletiva, empregando gradiente de pressão, que permite a retenção de partículas coloidais e macromoléculas e a permeação de moléculas menores, no entanto a ultrafiltração que deixa passar com a água uma parte dos componentes de baixo peso molecular não é uma técnica muito indicada neste caso, porém pode ser utilizada para preparar concentrados protéicos em pó e/ou produtos parcialmente desmineralizados (VARNAM, 1995).

Um fator limitante para o grau de concentração é a viscosidade do produto durante a ultrafiltração porque a viscosidade do retentado é tão alta que muitas vezes é necessário, e acaba resultando mais barato, terminar a concentração do leite em um evaporador. O retentado é rico em proteínas e tende a apresentar conformação e propriedades funcionais inalteradas em relação às proteínas originais (VARNAM, 1995).

No caso do processamento do leite adota-se a evaporação, realizada em evaporadores de múltiplo efeito, a pressão reduzida, pois se obtém a retirada de água em menor temperatura (50°C), que impede o desenvolvimento de microrganismos e ocasiona menores alterações pela ação do calor, nos constituintes e nas propriedades do leite. Quando se trata de leite concentrado destinado a dessecação, convém eliminar no evaporador a maior quantidade de água possível para reduzir assim os custos da desidratação total (BARTHOLOMAI, 1991).

O evaporador de película descendente consiste em uma série de tubos que através dos quais descende o fluxo de leite. Os tubos estão rodeados por uma camisa de aquecimento por vapor e se mantém a vácuo. Normalmente os tubos medem entre 4 e 10 m de altura, porém, frequentemente, podem alcançar até 15m, com uma diâmetro de 25-80mm. O leite se distribui uniformemente sobre as superfícies de aquecimento, passando através de uma placa perfurada ou um distribuidor de duplo cone (AMIOT, 1991).

Durante a operação, o leite flui por gravidade fazendo-se na parte inferior dos tubos. É importante manter uma alta velocidade de vapor, que depende da longitude e diâmetro dos tubos. As velocidades altas reduzem as alterações que o calor produz sobre o leite, já que asseguram um tempo de permanência curto e também aumentam o coeficiente de transmissão de calor e, portanto, a eficácia térmica do evaporador (AMIOT, 1991).

Com a finalidade de economizar vapor, podem ser utilizados vaporadores de múltiplo efeito, estes são constituídos por uma série de unidades de evaporação, conectadas umas as outras. Um evaporador de múltiplo efeito não aumenta a capacidade de evaporação em relação a um evaporador de efeito simples, o que determina a capacidade de evaporação é o decréscimo de temperatura entre o primeiro e o último efeito. Contudo, quanto maior o número de efeitos, menor será o custo da evaporação. Podem ser usados evaporadores de duplo, triplo ou quádruplo efeitos (AMIOT, 1991).

O processo de evaporação a vácuo produz alguns efeitos secundários, como por exemplo:

- Modifica a cor do produto final;

- Elimina algumas substâncias voláteis favorecendo com isto a oxidação;
- Diminui a quantidade de ar que fica retido entre as partículas de pó facilitando o envase, realizado a vácuo;
- Permite a obtenção de partículas de pó maiores, com o que diminui a porcentagem de partículas finas e reduz as perdas;
- Gera possíveis danos à membrana do glóbulo de gordura;
- Produz a insolubilização de proteínas e cristalização da lactose.

O leite é concentrado de 45-55% de sólidos totais e a tendência atual é de conseguir maiores concentrações para atender a demanda de pó com alta densidade e reduzir o consumo energético do dessecador (AMIOT, 1991).

#### 2.4.8. Dessecação

O processo de secagem pode ser considerado como uma continuação da concentração com a finalidade de obter um produto estável, de baixa umidade, com mínimas alterações sensoriais e as propriedades funcionais apropriadas para o uso que vai ser destinado. A fase de concentração e os tratamentos associados como o pré-aquecimento são uma parte integral da produção de leite em pó e desempenham um importante papel na determinação das propriedades funcionais (BEHMER, 1984).

A dessecação em escala industrial de leite consiste na eliminação de água mediante a aplicação de calor a temperatura acima da ambiente. A água se encontra nos alimentos em várias formas com distintos graus de união e realmente é difícil distinguir claramente entre água livre e ligada sem cair em conclusões errôneas por simplificação. Uma parte importante da água no leite concentrado está fortemente ligada e para os propósitos de dessecação pode considerar-se como livre. Há duas formas possíveis de dessecação, através de secador de cilindros ou spray-dryer (FOSCHIERA, 2004).

O secador de cilindros, também conhecido como rolo secador ou tambor, é constituído de um ou mais cilindros rotativos, com diâmetro variável (0,5 a 1,5m), medindo de 2 a 5 m de comprimento, aquecidos internamente pelo uso de vapor à temperatura de 130-150°C (EVANGELISTA, 1987).

Este processo consiste em realizar uma pré-concentração do leite, sendo o produto parcialmente desidratado espalhado em fina camada sobre a superfície externa dos cilindros aquecidos a vapor, durante a rotação dos cilindros, a camada de leite concentrado seca é raspada das superfícies dos mesmos. A película seca é moída para dar ao produto final a forma de um pó fino.

A desidratação do leite em cilindro fornece um produto de qualidade inferior, pois o tratamento elevado ao que o leite é submetido, modifica sua estrutura físico-química (EVANGELISTA, 1987).

O processo Spray dryer consiste basicamente na atomização de um líquido, no caso da dessecação do leite consiste em pulverizar o leite concentrado em forma de gotículas muito pequenas, num diâmetro menor que 300 $\mu$ m (preferivelmente 10-100 $\mu$ m), ou de névoa no interior de uma câmara onde circula uma corrente de ar quente, a uma temperatura de entrada de 150° a 220°C, em paralelo ou em sentido oposto a trajetória das gotículas, segundo os diferentes tipos de câmaras de dessecação. A rápida evaporação da água permite manter baixa a temperatura das partículas, em torno de 55°C, de maneira que a alta temperatura do ar de secagem, e torno de 150°C, não afeta demasiadamente o produto (AMIOT, 1991).

A operação de atomização está baseada em quatro fases:

- Atomização do líquido;
- Contato do líquido atomizado com o ar quente;
- Evaporação da água
- Separação do produto em pó do ar de secagem.

Essas quatro fases de atomização interferem nas características do pó final. Assim, a maneira de atomizar e as propriedades do líquido atomizado influenciam no tamanho da partícula sólida, densidade, aparência e umidade. Já o contato líquido, ar quente e a evaporação influenciam na densidade do pó, aparência umidade, retenção de aroma e sabor. O principal fator que afeta as propriedades do produto em pó é a viscosidade, que dentro de alguns limites varia dependendo do tipo de produto, pode controlar-se mediante a modificação da temperatura do evaporador (AMIOT, 1991).

A dessecação em laticínios usualmente se dá pela atomização em câmaras de secagem tipo "spray-dryer", conforme esquema 1 ( ANEXO 3). A atomização do leite

começa quando a bomba de alta pressão (1) envia o leite concentrado para a câmara (4), onde é bem misturado com o ar quente, que é enviado por um ventilador (3) e que passa por um aquecedor, até alcançar uma temperatura entre 150°C e 250°C. À temperaturas tão elevadas diminui a umidade relativa do ar, aumentando assim a sua capacidade de absorção de água (AMIOT, 1991).

O atomizador (2) faz uma fina divisão do leite em pequeníssimas gotas, que se encontram na corrente de ar quente, dentro da câmara de secagem (5). A água livre evapora-se instantaneamente (AMIOT, 1991).

A água contida no interior passa por difusão até a superfície da gotícula, de onde é evaporada por ar quente. As partículas de leite nunca chegam a aquecer em excesso, já que o calor do ar quente é consumido na evaporação da água, e não no aquecimento dessas partículas (AMIOT, 1991).

O leite em pó descarregado por (6) passa para a seção de embalagem. O ar passa por um ciclone (7), que recupera as partículas de pó que ainda contiver. Estima-se que um litro de leite concentrado, após atomizado, perfaça uma área de 60 a 80m<sup>2</sup> (AMIOT, 1991).

Um efeito importante da retirada rápida de água é a mudança na estrutura da lactose para forma amorfa, o que favorece a aglomeração das partículas de pó. Pode, também, haver ruptura e coalescência da gordura e desnaturação de proteínas. Todos os produtos têm, a qualquer temperatura, uma relação característica de atividade de água e teor de água (BOBBIO, 1992).

Convém revisar alguns fatores e determinados aspectos práticos que tem uma importante influência no comportamento do leite e na qualidade do produto em pó obtido:

- 1) Antes de entrar na câmara de secagem, o ar se aquece para eliminar a umidade. Quanto mais seco for este ar exterior, mais eficaz será a dessecação e em temperaturas mais baixas pode-se realizar a operação (BARTHOLOMAI, 1991).
- 2) Produz-se uma troca térmica ar/líquido que evapora as gotinhas de leite. Porém, se este choque térmico é demasiado violento pode causar a desnaturação das proteínas, podendo ocorrer surgimento de uma cor parda no produto. A excessiva desnaturalização pode-se detectar porque o leite em pó representa um índice de solubilidade muito alto (BARTHOLOMAI, 1991).

- 3) Quanto mais tempo mais tarde às gotículas cair desde o atomizador até a parte inferior da torre, melhor será a dessecação. Com este fim, nas torres de secagem se instala um sistema que faz circular o ar em sentido ascendente ao de movimento ciclônico. Geralmente se utilizam correntes ciclônicas, porque quando a circulação é antiparalela, o ar mais quente entra em contato com as gotículas justo no momento em que estão mais concentradas (BARTHOLOMAI, 1991).
- 4) A viscosidade do concentrado influi sobre o tamanho das gotículas. Quanto menor for a gotícula, mais rapidamente se secará, já que a água começa a evaporar-se da superfície das gotas no mesmo momento que entra em contato com o ar quente e seco. Pelo efeito da evaporação a massa total se esfriará e como a transmissão de calor e de frio é mais eficaz em um meio líquido do que no ar, o centro das gotas se esfriará mais depressa e poucas bactérias serão destruídas (BARTHOLOMAI, 1991).
- 5) Pode-se eliminar a água do leite em uma só etapa, obtendo-se a umidade final desejada, ou em duas etapas, retirando o leite do primeiro secador com uma maior porcentagem de água e completando depois sua desidratação em um leito fluidificado, um segundo secador giratório ou outro procedimento. Este último sistema é mais econômico porque o ar mais frio é utilizado pra extrair uma parte da umidade e também desnatura menos o pó. A torre de secagem e seus acessórios devem estar projetados para evitar que as partículas de leite se grudem umas as outras; a trajetória do leite e a circulação do ar quente têm que estar calculadas para conseguir que as gotículas de leite fiquem suficientemente secas antes de chegar às paredes da câmara (BARTHOLOMAI, 1991).
- 6) As altas temperaturas provocam diversas reações químicas e, portanto, o leite em pó não deve manter-se quente mais que o necessário porque diminuirá sua solubilidade e sua capacidade de conservação. A evacuação das partículas de pó é mais fácil quando se utiliza câmaras com fundo cônico e correntes de ar complementares. Também é freqüente utilizar um parafuso, e nas câmaras retangulares ou de fundo planos são utilizados vibradores e sistemas de rastrilho. Quando os produtos são muito pegajosos, como por exemplo, a lactose hidrolizada, se injeta anularmente um jato de ar mais frio na parte superior do cone para refrigerar as paredes e o produto antes que entrem em contato. Se estiver em equilíbrio este jato de ar forma um cone que desemboca na saída da câmara (BARTHOLOMAI, 1991).



7) O operador deve tentar obter um leite em pó da maior qualidade e um rendimento maior possível do sistema utilizando ao máximo o calor do ar (AMIOT, 1991).

As condições de dessecação variam muito de um tipo de dessecador para outro, pois para o mesmo dessecador deve ajustar-se certo número de parâmetros. No leite em pó integral, a umidade máxima é de 2,0 a 2,5%, enquanto que no leite desnatado pode ser entre 4,0 a 4,2%. Como não se pode controlar a umidade do ar, estes resultados se conseguem regulando as temperaturas de entrada e de saída do ar do dessecador e outros fatores como a concentração, a temperatura e o fluxo de entrada do leite.

A temperatura do ar de entrada no dessecador varia normalmente entre 135° e 210°C e o de saída entre 70° e 100°C. Os novos dessecadores, baseados no princípio de semi-leite fluidificado, estes valores são distintos e a diferença entre a temperatura do ar de entrada e o de saída pode oscilar entre 50° e 110°C (AMIOT, 1991).

No processo de dessecação propriamente dito, tem-se que controlar a pressão de injeção do concentrado na bomba que regula o concentrado e o tamanho das gotículas; as temperaturas de entrada e de saída do ar; a temperatura e a concentração do leite que chega; o funcionamento dos atomizadores ou de discos giratórios; as características do leite em pó e a saída da câmara de dessecação (temperatura, aparência, sedimento, pastosidade, etc.) e o funcionamento do sistema de recuperação (AMIOT, 1991).

Normalmente, o operador comprova a qualidade do produto através da sedimentação e da umidade do leite em pó. Em alguns casos é necessário conhecer o índice de solubilidade (AMIOT, 1991).

#### 2.4.9. Aglomeração ou Instantaneização

A reconstituição e a recombinação do leite em pó podem ser afetadas pela fase particular do processamento que é a instantaneização. A reconstituição é o procedimento utilizado para rehidratar o leite em pó com a mesma quantidade de água contida no produto original (BEHMER, 1984).

A reconstituição do leite em pó é difícil quando as partículas que o constituem possuem tamanhos inferiores a 100  $\mu\text{m}$ . A água umedece superficialmente a partícula e as proteínas e hidrocolóides formam um gel que impede a penetração mais profunda da água, então se formam “bolsas” de pó seco e ar que só se dispersam com a ação mecânica. Por isso, se faz a aglomeração das partículas do leite em pó para que as mesmas tenham tamanho entre 1 e 3  $\text{mm}$ . As partículas maiores, quando em contato com a água, se hidratam na parte superficial e as forças capilares é que fazem à água penetrar no aglomerado de pó, fazendo com que a água penetre nas partículas antes da formação da capa impermeável (AMIOT, 1991).

Podem-se utilizar diversos métodos para conseguir a aglomeração das partículas de pó:

1) Na própria câmara de secagem, as gotículas menores secam-se mais depressa e se aglomeram com as maiores, cuja superfície está ainda úmida. Geralmente, este tipo de aglomeração é insuficiente (AMIOT, 1991).

2) Utilizando separadores ciclônicos pode-se recuperar as partículas de pó menores. Esta parte do produto volta à câmara de secagem próximo a zona de pulverização, onde se produz a aglomeração com as partículas úmidas que estão entrando na torre. Neste sistema, geralmente, obtém-se aglomerados que não alcançam o tamanho adequado. Este produto é conhecido como “leite em pó instantaneizado de alta densidade” (AMIOT, 1991).

3) As partículas da torre de dessecação podem ser extraídas quando ainda estão no estado termoplástico, com uma umidade de 8% e uma temperatura elevada, estas partículas se grudam umas as outras. A secagem é completa em um leito fluidificado ou em uma câmara de dessecação secundária (AMIOT, 1991).

4) Pode-se obter o mesmo resultado que no caso anterior utilizando um jato de vapor ou ar úmido. Introduce-se o ar ou vapor em um leito fluidificado no qual o produto cai na base da câmara. A seguir, passa por uma zona quente e úmida aglomerando as partículas de pó. O produto obtido por este sistema denomina-se “leite em pó instantaneizado de baixa densidade”. A injeção de vapor pode-se realizar também na esteira de transporte por onde circula o leite (AMIOT, 1991).

Em resumo, o processo de instantaneização pode ser levado à frente umedecendo o pó ou fazendo recircular uma parte do produto próximo ao atomizador da câmara de secagem, e em cada caso pode haver ou não uma combinação com um sistema de leito fluidizado. Uma vez conseguida a aglomeração, o pó deve

manter-se nas condições adequadas para que não se rompam os aglomerados, tendo uma especial precaução durante seu transporte nas esteiras (AMIOT, 1991).

#### 2.4.9.1. Sistema de atomização ligado à fluidização

É difícil rehidratar um leite em pó formado por partículas pequenas (menores que 100µm), com isto, requer-se intensa agitação para que ocorra a dispersão do pó. Quando se deseja obter um produto em pó que possa ser dissolvido em água de forma instantânea, devem-se obter aglomerados porosos, recorrendo-se para um sistema de atomização ligado a outro de fluidização (vide esquema 2-Anexo 3). Nessa instalação, o ar de secagem entra e sai pela parte superior da câmara de secagem, a qual tem forma cônica, com uma seção cilíndrica de comprimento reduzido, na parte de cima. No final do cone, em sua parte mais estreita, encontra-se o secador de leite fluído. O produto é atomizado em um atomizador situado no dispersor de ar do teto da câmara, descendo em uma atmosfera carregada de pó até o secador de leite fluído, onde se controla o conteúdo de umidade e a forma do produto (MADRID, 1996).

O esquema 3 ( ANEXO 4) mostra o funcionamento de um secador de leite fluído. O pó procedente da câmara de secagem do atomizador entra na primeira seção, onde é umidificado por vapor. As vibrações a que é submetido o secador empurram o pó umedecido através das seções de secagem, onde está entrando ar quente pelo leite de produto em pó, a uma temperatura cada vez menor, conforme o avanço da máquina (MADRID, 1996).

É possível produzir aglomerados na primeira etapa de secagem, ao se colar um grão contra os outros. Mas, no fim existe uma peneira que retém os maiores e os faz recircular. O pó final sai com a umidade e as condições de dissolução rápida desejada (MADRID, 1996).

#### 2.4.9.2. Lecitinação

O leite em pó integral é de difícil dispersão em água devido à hidrofobicidade da gordura. A lecitina é uma substância que tem propriedades lipofílicas e hidrofóbicas e

que pode utilizar-se para recobrir a superfície das partículas de pó, servindo literalmente de ligação entre a matéria gorda e a água, facilitando assim a dispersão do produto (BEHMER, 1984).

Geralmente, o vetor utilizado para aplicar a lecitina é o azeite ou óleo de manteiga. Em um leite fluidizado, se aquece o pó a uma temperatura dosada e se injeta um jato de óleo de manteiga a 60°C, que contém a lecitina que se desprende e se mescla com as partículas de pó em movimento. Na continuação, o produto passa a um segundo leite fluidizado ou a outra seção de mesmo leite para a mescla final e a refrigeração antes de ser embalado (VARNAM, 1995).

Segundo a Portaria Nº. 369, de 4 de Setembro de 1997, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do governo brasileiro, serão aceitos como aditivos unicamente a lecitina, como emulsionante, para a elaboração de leites instantâneos, em uma proporção máxima de 5g/kg. E antiulectantes, para a utilização restrita ao leite em pó a ser utilizado em máquina de venda automática silicatos de alumínio, cálcio, máximo de 10g/kg, separados ou em combinação e no mesmo caso o fosfato tricálcico, dióxido de silício, carbonato de cálcio e o carbonato de magnésio (MAPA, 2008).

#### 2.9.4.3. Envase

As embalagens, no setor do alimento industrializado, criadas com o objetivo de preservar e proteger o produto, não mais ostenta somente este sentido de “prestação física”, adquirindo novas funções, possíveis pela especialização e evolução de sua tecnologia e pelo vigoramento de novos métodos mercadológicos (MADRID, 1996).

A importância das embalagens já está conscientizada entre a maioria dos produtores e consumidores; elas atendem aos interesses do consumidor, cumprindo suas metas técnicas e do produtor, como veículo de comunicação, de distribuição e difusão do produto, dentro dos planos operacionais mercadológicos, relacionados com os lucros, perdas e vendas da organização. A embalagem perfeita é o elo de comunicação que exprime a mensagem do fabricante ao cliente, informando-o das virtudes possuídas pelo produto (AMIOT, 1991).

A função fundamental das embalagens é a de proteger o produto, porém, funções adicionais a elas se incorporaram como contingência natural do aprimoramento tecnológico sempre crescente e das novas modalidades introduzidas pelo marketing.

As principais funções das embalagens são:

- Proteger o conteúdo do produto, sem por ela ser atacado;
- Resguardar o produto, contra os ataques ambientais;
- Favorecer ou assegurar os resultados dos meios de conservação;
- Evitar contatos inconvenientes do produto;
- Melhorar a apresentação do produto;
- Possibilitar melhor a observação do produto;
- Favorecer o acesso ao produto;
- Facilitar o transporte do produto;
- Educar o consumidor do produto;
- E no caso do leite em pó, fornecer proteção contra a ação de agentes externos como umidade, oxigênio, compostos voláteis (que podem conferir sabor estranho), luz, danos mecânicos, durante o manuseio, estocagem e transporte, recontaminação por microrganismos e contato com insetos e roedores, além de evitar alterações de umidade e aroma (MADRID, 1996).

Segundo a Instrução Normativa Nº. 27, de 12 de junho de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do governo brasileiro, o leite em pó deve ser envasado em recipientes ou materiais de um único uso, herméticos, adequados para as condições previstas de armazenamento e que confira uma proteção apropriada contra a contaminação (MAPA, 2008).

Os tipos de embalagens de uso mais comum são:

- Saco de polietileno pigmentado: utilizado para o leite em pó desnatado, não oferecendo barreira eficiente contra a passagem de luz e gases. Utilizados quando se pretende uma vida curta de prateleira;
- Sacode filme flexível laminado: oferece boa proteção contra gases, luz, vapor de água e odores;

- Saco multifoldado: de papel Kraft com saco interno de polietileno, de uso industrial e institucional, é utilizado em leite em pó integral e desnatado. Acondicionando, geralmente, 25 kg de produto por períodos de estocagem não prolongados, oferecendo adequada proteção contra umidade, luz, oxigênio e razoável resistência mecânica.
- Latas metálicas: São as embalagens que conferem maior vida de prateleira ao produto, sendo praticamente herméticas. Nesta embalagem, normalmente acondiciona-se leite integral com injeção de gás inerte.

Nas embalagens deve-se especificar a variedade a que pertencem, de acordo com o teor de gordura; a composição do produto; o nome do fabricante e um código que indique a data e o lote de fabricação. E, quando for o caso, a quantidade de água adicionada para sua reconstituição, assim como o modo de preparo.

Muitas vezes o leite em pó não é acondicionado imediatamente, pode armazenar-se durante algum tempo em silos ou em grandes contentores metálicos ou de fibra de vidro com capacidade de uma tonelada. Quando se utilizam silos tem que haver a vigilância quanto à correta separação e identificação de cada lote. Nestas unidades de armazenamento temporário tem-se que controlar a temperatura do pó e sua pastosidade, e tomar as medidas necessárias para evitar a união do leite em pó integral (FOSCHIERA, 2004).

Como o leite em pó é suscetível à oxidação, a principal precaução a tomar durante o acondicionamento é a eliminação do oxigênio presente. Tem-se demonstrado que o leite em pó envasado a quente (49° a 52°C) contém menos oxigênio do que se fosse envasado frio (29° a 30°C). Se o leite em pó se mantém quente durante muito tempo, sua solubilidade e sua capacidade de conservação diminuem sobre tudo se armazenado em grandes contentores (FOSCHIERA, 2004).

Para a melhora da conservação do produto, o acondicionamento pode ser feito através da injeção de gases inertes como nitrogênio ou dióxido de carbono ou uma mistura de ambos, evitando que o pó entre em contato com o oxigênio e umidade impedindo a rancificação das gorduras. E obedecendo a Portaria Nº. 369, de 4 de setembro de 1997, não se autoriza, com exceção dos gases inertes, nitrogênio e dióxido de carbono para o envase (MAPA, 1997).

Os melhores resultados são obtidos aplicando um vácuo de 2 mm de pressão residual durante 2 minutos nas embalagens de 500g e durante 5 minutos nas

embalagens mais grandes. O vácuo deve ser progressivo para facilitar a dessorção dos gases. Costuma-se utilizar embalagens de papelão ou sacos, que devem ser hermeticamente fechados e opacos a luz (FOSCHIERA, 2004).

Entretanto, o oxigênio aprisionado entre as partículas de pó ou dissolvido na gordura não se elimina por completo e depois de alguns dias, produz-se uma dessorção deste oxigênio que se encontra no espaço interparticular. Uma porcentagem de no máximo 13% de oxigênio ao fim de 7 dias é aceitável. Acondicionado nestas condições, um bom produto se conservará por dois anos.

Na operação de dosificação e enlatamento, é necessário tomar precauções para não incorporar oxigênio ao leite em pó, principalmente quando este foi instantaneizado ou lecitinado (FOSCHIERA, 2004).

Como no Canadá não é permitido o uso de antioxidantes, o leite em pó integral somente se conserva de 3 a 6 meses exceto quando depois de envasado contiver menos de 2% de oxigênio residual. Por esta razão é permitido aplicar ao leite um vácuo de 73 cm durante pelo menos dois minutos ou um tratamento equivalente (VARNAM, 1995).

## 2.5. Aspectos Nutritivos do leite em pó

O conteúdo em nutrientes do leite em pó depende das perdas durante o processo de concentração e as demais que se originam durante a dessecação. A composição em aminoácidos das proteínas permanece relativamente constante durante a dessecação e instantaneização. As perdas de lisina são pequenas em comparação com as que se produzem durante a preparação do concentrado e não podem superar 5% durante a dessecação por atomização (CNAM, 2008).

A dessecação por atomização tem um escasso efeito sobre o conteúdo de vitaminas do leite, mas relevante sobre a vitamina B 12 (20-30%), vitamina C (aprox. 20%) e vitamina B 1 (aprox. 10%). As perdas do resto das vitaminas são mínimas. O nível de vitaminas lipossolúveis no leite em pó desnatado é logicamente muito baixo e quando o produto tem o objetivo de alimentação infantil, estas vitaminas são adicionadas (SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE D'HYGIÈNE ALIMENTAIRE, 1993).

As perdas de nutrientes durante o aquecimento são pequenas devido à baixa umidade relativa, não exposição dos produtos a temperaturas excessivamente altas e porque a duração do processo de aquecimento não é muito grande. A lisina disponível diminui em 8% durante o aquecimento do leite em pó a 25° e 37°C durante um ano, reduzindo-se o valor nutritivo das proteínas o mesmo patamar. As perdas devidas à reação de Maillard são importantes se o aquecimento é prolongado, mesmo ocorrendo a baixas temperaturas (CNAM, 2008).

As perdas de vitamina B1 e C devem ser da ordem de 10% durante um armazenamento de dois anos, ainda que tenham sido registradas perdas de até 33% em leites em pó "spray" armazenados durante 40 meses. As perdas de vitamina C reduzem-se diminuindo o oxigênio e a permeabilidade ao vapor de água com o envase. Para evitar a inativação das vitaminas sensíveis à luz, especialmente a riboflavina, é necessário que o envase não permita a passagem de luz (CNAM, 2008).



## **2.6. Relação entre as propriedades funcionais do leite em pó e suas aplicações**

O leite em pó é um produto multifuncional que desempenha diferentes papéis na enorme variedade de aplicações para que possa ser utilizado. As necessidades são diferentes em cada um dos produtos e não podem reunir-se em um só tipo de leite em pó. Por esta razão, se fabricam muitos leites em pó diferentes segundo as propriedades para seu uso final (WIKIPÉDIA, 2008).

As proteínas são os componentes mais importantes na determinação das propriedades funcionais do leite em pó. Em algumas aplicações, como a fabricação do molho branco para os produtos congelados, se necessita um pó de alto conteúdo protéico, pois em outros casos, como a fabricação de chocolate, a concentração de proteínas não é crítica. Contudo, em quase todas as aplicações, as propriedades das proteínas são definitivas para a determinação das características do leite em pó. As propriedades funcionais das proteínas do leite em pó incluem a absorção e a retenção de água, a formação de espuma, emulsificação, solubilidade, viscosidade, geleificação e estabilidade térmica e coloidal (FOSCHIERA, 2004).

As possíveis aplicações do leite em pó de tratamento térmico baixo, médio e alto, se resumem na tabela 4. A ultrafiltração é uma técnica de grande importância na fabricação de alguns queijos, para que se necessita leite em pó de baixo tratamento térmico (VARNAM, 1995).

Tabela 5. Utilização dos leites em pó de tratamento térmico baixo, médio e alto

PRODUTO	TIPOS DE LEITE EM PÓ	CARACTERÍSTICAS
Leite reconstituído e bebidas lácteas	Tratamento baixo/ médio	Alta solubilidade, mínimo aroma a cozido.
Leite evaporado recombinação	Tratamento alto	Estabilidade ao calor, alta viscosidade.
Queijo	Tratamento baixo	Coagulabilidade.
Sorvete	Tratamento médio	Emulsificação, formação de espumas, absorção de água.
Produtos de confeitaria	Tratamento alto	Modificação da textura, absorção de água.
Produtos cárnicos moídos	Tratamento alto	Emulsificação, geleificação, absorção de água.
Produtos de padaria	Tratamento alto	União de água, modificação da textura.

Fonte: VARNAN, 1994.

O leite em pó integral e o leite enriquecido em gordura são utilizados quando se necessita sólidos totais lácticos por razões sensoriais, nutricionais e funcionais. Em algumas aplicações, as propriedades, da matéria gorda são muito importantes, como na fabricação de chocolate, onde se requer uma grande quantidade de gordura livre para que a redução da viscosidade da massa de chocolate seja máxima. Isto se pode conseguir pelo co-dessecado do leite desnatado e na nata. O emprego de gorduras vegetais em leites em pó enriquecidos em conteúdo graxo permite prolongar a vida útil do produto e lhe confere melhores propriedades funcionais em produtos para assar (MILKNET, 2008).

A importante inovação de produtos na indústria láctica vem originando uma demanda de uma ampla gama de produtos lácticos em pó. A melhora na tecnologia de secagem tem permitido responder em parte as demandas, mas com a diversificação não tem sido acompanhado os avanços equivalentes e conhecimento sobre a relação entre as propriedades do leite em pó e suas possibilidades. Tem-se sugerido uma aproximação em três fases para desenvolver leite em pó desnatado

para utilizações específicas como ingrediente, que é aplicado a todos os tipos de leite em pó:

1. Identificar as principais propriedades funcionais que se requerem as aplicações específicas nos alimentos;
2. Aplicar os procedimentos de modificação apropriados para conseguir a necessária funcionalidade;
3. Avaliar a eficácia funcional do pó quando realmente se incorpora num alimento específico (MILKNET, 2008).

## 2.7. Microflora

A microflora dos leites em pó depende de numerosos fatores, como o número e tipos de bactérias no leite cru, a temperatura de aquecimento, as condições higiênicas da planta e as condições de secagem. Se o leite cru contém um grande número de microrganismos, isto se reflete no leite em pó. É estabelecido uma relação geral entre os teores de leite cru e leite em pó e quando os microrganismos do leite cru ultrapassam  $10^5$ UFC/mL frequentemente se obtém um produto em pó com teores superiores a  $10^4$ UFC/g ( AMIOT,1991).

Tantos os coliformes como a *Escherichia coli* são importantes indicadores no leite em pó, já que não são termoresistentes e sua presença indica um tratamento térmico claramente insuficiente ou uma contaminação posterior ao mesmo. Sem dúvida, a presença de *Escherichia coli* não indica necessariamente uma contaminação fecal, já que a bactéria é causadora de mamite e pode estar presente no leite (AMIOT, 1991).

No leite em pó podem ser encontrados muitos microrganismos termoresistentes, entre eles, *Bacillus*, *Enterococcus* e *Alcaligenes tolerans*. Também se tem encontrado fungos dos gêneros *Thermoactinomyces* e *Micromonospora* (VARNAM, 1995).

### 2.7.1 Toxinfecções e Métodos Microbiológicos

Os tratamentos térmicos, equivalente à pasteurização, porém não tão eficiente como à esterilização, acabam considerando os leites produtos de baixo risco de contaminação.

O leite em pó “spray” tem estado relacionado a alguns casos de toxinfecções alimentares e o uso expandido desse produto na preparação de alimentos infantis é uma importante causa de preocupações.

Um dos maiores riscos do leite em pó dessecado por atomização é a *Salmonella*, que chega ao leite em pó a partir de focos de contaminação dentro da planta onde o microrganismo é capaz de sobreviver e, em alguns casos, multiplicar-se durante longos períodos de tempo. Podem atuar como focos nas diferentes partes do sistema de manipulação do pó e nas fissuras das paredes do dessecador. A *Salmonella* é capaz de sobreviver aos processos de secagem por atomização, pois este não garante a segurança do produto devido à contaminação da planta e seu ambiente. A presença da *Salmonella* em qualquer fase do processo depois do tratamento térmico indica falha do sistema de controle (ORDÓÑEZ, 2005).

A determinação da *Salmonella* pode realizar-se mediante técnicas clássicas de cultivo. Para a recuperação das células danificadas é necessário um pré-enriquecimento, e para evitar o crescimento excessivo da *Salmonella* se recomenda a adição de uma média de 0,01% de verde malaquita em água peptonada tamponada utilizada para meio de enriquecimento. No leite em pó, são relativamente comuns variedades atípicas de *Salmonella* que são lactose positiva e H<sub>2</sub>S-negativo, e as colônias que se desenvolvem em meio de isolamento seletivas, tanto típicas como atípicas, devem submeter-se as provas de confirmação (VARNAM, 1995).

As células de *Staphylococcus aureus*, também são danificadas no leite em pó, mas diversos estudos têm demonstrado que a semeadura direta em meio Baird-Parker dá resultados satisfatórios nas contagens. No entanto, a ausência de *Staphylococcus aureus* não garante a segurança do leite em pó, já que a enterotoxina que produz pode encontrar-se no leite. Antigamente, alguns fabricantes realizavam análises de rotina para a enterotoxina, mas atualmente não se considera mais necessário nem estas provas podem substituir as boas práticas de fabricação. Também é possível determinar a termonuclease como um indicador da presença de enterotoxina, mas não parece que se haja estendido sua utilização (VARNAM, 1995).

A contaminação do leite em pó com enterotoxinas estafilocócicas se deve a produção da enterotoxina de *Staphylococcus aureus* no leite cru, antes do tratamento térmico, ou mais frequentemente, no leite concentrado antes da dessecação. E o maior problema é o mau desenho da planta e do processo de fabricação, que permitem que o produto permaneça a temperaturas favoráveis para

o crescimento microbiano durante períodos prolongados. A aplicação de boas práticas de fabricação tem eliminado os problemas por *S. aureus* (VARNAM, 1995).

O leite em pó está vinculado à contaminação por *Bacillus cereus* em intoxicações produzidas por diversos alimentos que o incluem em sua formulação como biscoitos de baunilha e queijos para macarrão, estes casos estão relacionados ao armazenamento inadequado dos produtos. O *Clostridium perfringens* também está associado com intoxicações alimentares devido ao leite em pó “spray” (AMIOT, 1991).

Muitas das normas que se aplicam ao leite em pó incluem a contagem de microrganismos termoresistentes. Podem-se aplicar os métodos alternativos, o tratamento a 74°C durante 15 segundos ou durante 30 minutos a 63°C, antes da semeadura em placas e a incubação a 30°C durante 48 horas. Os resultados obtidos por estes métodos não são diretamente comparáveis e o tratamento térmico que se deve aplicar deve estar especificado na normativa (VARNAM, 1995).

Segundo o Decreto Estadual nº. 39.688, de 30 de agosto de 1999, leite em pó, instantâneo e não, com exceção dos destinados à alimentação infantil e formulações farmacêuticas devem ser submetidos às provas de *Bacillus cereus*, coliformes fecais, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp.*, e ainda, segundo critérios macroscópicos e microscópicos, o produto não deve conter substâncias estranhas de qualquer natureza, o leite em pó deve estar isento de microrganismos patogênicos (*Salmonella sp.* *Stafhylococcus* coagulase positivo) e indicadores de higiene deficiente (grupo coliformes) (MAPA, 1998).

A tabela 6 apresenta os critérios microbiológicos e tolerância para leite em pó.

Tabela 6. Critérios microbiológicos e tolerância para leite em pó

MICROORGANISMO	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO (CODEX, Vol H CAC/RPC 31/1983)
Microrganismos aeróbicos mesófilos estáveis/g	n= 5 c= 2 m= 30.000 M= 100.000
Coliforme a 30° C/g	n= 5 c= 2 m= 10 M=100
Coliforme a 45° C/g	n= 5 c= 2 m < 3 M= 10
Estafilococos coag.pos./g	n= 5 c= 2 M= 10 m= 100 n= 10 c= 0 m=0
Salmonella (25g)	

Fonte: MAPA, 1997.

## 2.8. Fatores que influem na qualidade do leite em pó

Durante o processo de fabricação de leite em pó, o produto é submetido a tratamentos, tanto térmicos quanto mecânicos. No período de transformação do estado líquido para pó, sofre diversas mudanças com relação à concentração, aparência, consistência, estado físico e a qualidade final dependem do bom desempenho do equipamento em perfeitas condições, bem como de sua correta operação (VARNAM, 1995).

Além destes fatores, a viscosidade, habilidade espumante e ar ocluso também influenciam na qualidade final do produto (MADRID, 1996).

### 2.8.1 Viscosidade

A viscosidade do concentrado influi sobre o tamanho das gotículas que serão atomizadas, e quanto menor a gotícula, mais rapidamente ela secará.

Para o leite concentrado ser atomizado é ao redor de 30 a 50 centi poise. O aumento de viscosidade afeta o bom desempenho da atomização, pois o tamanho das partículas cresce à medida que a viscosidade é intensificada, conforme citado anteriormente (BEHMER, 1984).

A viscosidade do leite concentrado varia de acordo com os seguintes aspectos:

- Composição do leite

Influencia na viscosidade, principalmente a quantidade de proteína presente em relação à lactose. Quanto maior o conteúdo de lactose e gordura, menor a viscosidade (BEHMER, 1984).

- Teor de sólidos e temperatura

Quanto maior o teor de sólidos no concentrado, maior a viscosidade, e inversamente, quanto maior temperatura, menor a viscosidade (BEHMER, 1984).

- Tratamento térmico

Quando o leite é submetido ao tratamento de alta temperatura, antes da evaporação, a viscosidade do leite concentrado será alta (BEHMER, 1984).

- Espessamento por tempo de permanência

É o aumento de viscosidade e multiplicação bacteriana, quando o leite concentrado quente é estocado por muito tempo. Por isso, recomenda-se resfriar o produto para evitar o crescimento bacteriano (VARNAM, 1995).

### 2.8.2. Habilidade espumante

É a capacidade de o leite concentrado incorporar ar atmosférico, depende da concentração e da temperatura do produto (AMIOT, 1991).

A habilidade é menos pronunciada no leite integral do que no desnatado. A incorporação do ar ocorre no bombeamento, no enchimento do concentrado no tanque de alimentação e, principalmente, durante a atomização do produto.

### 2.8.3. Ar ocluso

O ar ocluso nas partículas atomizadas afeta diretamente a qualidade final do leite em pó, baixando a densidade volumétrica (AMIOT, 1991).

## **2.9. Fatores envolvidos na deterioração da qualidade do leite em pó**

### 2.9.1 Acidez

A acidez do leite em pó reconstituído pode variar entre 0,11 e 0,15% em equivalente ao ácido láctico. As porcentagens inferiores indicam uma neutralização excessiva e se a porcentagem é maior, quer dizer que o leite é de má qualidade (BEHMER, 1984).

### 2.9.2. Sedimentos

Geralmente deve-se a presença de partículas queimadas (BEHMER, 1991).

### 2.9.3. Umidade

A legislação determina um máximo de 4% de umidade no leite em pó desnatado e de 2,5% no leite em pó integral. Os conteúdos superiores devem-se a condições de dessecação inadequadas. Se o leite em pó é muito úmido, perde rapidamente seu sabor, sua solubilidade e outras propriedades físicas (ANVISA, 2008).



#### 2.9.4. Solubilidade

Segundo AMIOT (1991), os fatores mais importantes que podem modificar a solubilidade do leite em pó são os seguintes:

- O desenvolvimento de acidez no leite diminui a solubilidade;
- A duração do aquecimento tem mais influência que a temperatura. É melhor aplicar um tratamento mais curto a temperaturas mais altas;
- A partir de leites mais ricos em extrato seco se obtém um pó mais solúvel; a tendência atual é utilizar leite integral com 40-42% de extrato seco;
- A solubilidade do leite em pó diminui durante o armazenamento quando o produto é mantido a temperaturas muito altas e quando o conteúdo de umidade é muito alto;
- A solubilidade diminui quando as condições de secagem foram excessivamente severas e quando o leite é mantido durante muito tempo a altas temperaturas;
- As variações na pressão do concentrado na entrada da torre de dessecação podem modificar o tamanho das gotículas e indiretamente, a solubilidade do pó (AMIOT, 1991).

#### 2.9.5. Rancidez hidrolítica

A rancidez pode desenvolver-se em leites em pó integral e parcialmente desnatado. As principais causas são um pré-aquecimento insuficiente ou a contaminação do leite tratado com leite cru. Se o leite original apresenta um defeito de rancidez, o processo de dessecação nem sempre faz com esse desapareça. Em geral, para destruir as lípases é suficiente um tratamento de 62,5°C durante 30 minutos (BOBBIO, 1992).

#### 2.9.6. Oxidação

Como a rancidez, o defeito de oxidação está relacionado com a matéria gorda. A presença de oxigênio e de alguns metais pesados e a ausência de agentes antioxidantes favorecem sua aparição. O desenvolvimento dos sabores da oxidação

é o fator mais limitante para a conservação do leite em pó integral (FOSCHIERA, 2004). A respeito da oxidação, tem-se que tomar conta dos seguintes aspectos:

- O desenvolver de acidez favorece a oxidação da matéria gorda;
- A contaminação com ferro e cobre tem o mesmo efeito;
- Uma adequada clarificação e homogeneização do leite aumentam sua resistência à oxidação;
- O pré-aquecimento do leite a altas temperaturas contribui para a formação de compostos redutores que protegem a matéria gorda frente à oxidação;
- A concentração do leite até um alto conteúdo de extrato seco diminui os riscos de oxidação;
- A baixa umidade do leite em pó é essencial para evitar ou retardar este defeito;
- O acondicionamento em uma atmosfera de gás inerte é uma boa medida de proteção (SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE D' HYGIÈNE ALIMENTAIRE, 1993).

## **2.10. Análises físico-químicas**

Segundo a Portaria Nº. 146 de 07 de março de 1996, no que diz respeito às características físico-químicas, o leite em pó deverá conter somente as proteínas, açúcares, gorduras e outras substâncias minerais do leite e nas mesmas proporções relativas, salvo quando ocorrer modificações originadas por um processo tecnologicamente adequado (Tabela 6) e para leite em pó instantâneo (Tabela 7).

Tabela 7. Características físico-químicas para leite em pó integral, parcialmente desnatado e desnatado

REQUISITOS	INTEGRAL	PARCIALMENTE DESNATADO	DESNATADO
Matéria Gorda (% m/m)	Maior ou igual a 26,0	1,5 a 25,9	Menor que 1,5
Umidade (% m/m)	Máx. 3,5	Máx. 4,0	Máx. 4,0
Acidez titulável (ml NaoH 0,1 N/10g sólidos não gordurosos)	Máx. 18,0	Máx. 18,0	Máx. 18,0
Índice de solubilidade (ml)	Máx. 1,0	Máx. 1,0	Máx. 1,0
Leite de alto tratamento térmico			Máx. 2,0
Partículas queimadas (máx.)	Disco B	Disco B	Disco B

Fonte: MAPA, 1996.

Tabela 8. Características físico-químicas para leite em pó instantâneo

REQUISITOS	INTEGRAL	PARCIALMENTE DESNATADO	DESNATADO
Umectabilidade Máx. (s)	60	60	60
Dispersabilidade (% m/m)	85	90	90

Fonte: MAPA, 1996.

Estes ensaios verificam se o leite em pó contém gorduras e outras substâncias minerais nas proporções adequadas, bem como as características de conservação. As propriedades físico-químicas do leite em pó são muito influenciadas pela embalagem, pelas condições de estocagem e pelo manuseio do produto.

Durante a fabricação do leite em pó são retiradas amostras para as análises no momento do envase, a fim de monitorar o processo, o teor de umidade é de grande importância, bem como os de gordura e proteína, determinada rotineiramente. Deve-se analisar a incidência de partículas queimadas e determinar o índice de insolubilidade e a densidade total do pó. A acidez relaciona-se à composição e a qualidade, e em alguns casos é utilizada para valorização do produto. Em certas ocasiões se faz necessária a determinação de cinzas, lactose, vitaminas (pós fortificados) e lecitina (pó instantaneizado) e também se pode requerer-se a detecção da adulteração por adição de lactosoro (MAPA, 1996).

Segundo Varnam (1994) a análise de gordura nos leites em pó integrais pode causar problemas e o método eleito deve ser o de Rose-Gottlieb; a determinação de proteínas é feita pelo método de Kjeldahl, ainda que venha sendo utilizada a técnica de fixação de corante com bons resultados. O índice de solubilidade é obtido por medida em um tubo graduado do material que permanece insolúvel após agitar-se o leite reconstituído em água quente e submetê-lo a uma centrifugação. A incidência de partículas queimadas é comprovada filtrando-se o pó misturado e comparando o filtro com fotografias referenciais. A densidade total do produto é calculada pesando o pó em uma proveta, deixando cair o cilindro desde 150 mm em uma almofadinha e medindo a densidade global em gramas por litro (VARNAM, 1995).

### 3. Comércio Internacional de leite em pó

O comércio internacional de leite em pó é bastante robusto, sendo o principal produto comercializado. Em 2006 foram exportados no mundo cerca de US\$ 10,4 bilhões pela identificação SH6-04.02 conforme o Sistema Harmonizado. Em volume os embarques de leite em pó chegaram a 5,1 milhões de toneladas e um preço médio de US\$ 2.021 por tonelada. Em 2007 os preços mundiais apresentaram forte valorização e superaram a barreira dos US\$ 5.000 por tonelada. A produção mundial de leite em pó integral e desnatado também é expressiva. Para o presente capítulo serão analisados dados de produção de leite em pó integral e desnatado além das transações internacionais. (CNPGL EMBRAPA, 2007).

A produção mundial de leite em pó integral é de 3,7 milhões de toneladas enquanto a de leite em pó desnatado é de 3,5 milhões de toneladas, totalizando, portanto, cerca de 7,2 milhões de toneladas (CNPGL EMBRAPA, 2007).

Para o leite em pó integral, analisando os principais produtores mundiais pode-se verificar certo recuo na produção da Nova Zelândia, Reino Unido e Rússia. Por outro lado, houve incremento da participação do Brasil, França, Holanda e Dinamarca. Outros países que não integram a lista dos maiores também apresentaram aumento de participação mundial, conforme apresentado na Tabela 8 (CNPGL EMBRAPA, 2007).

Tabela 9 – Os maiores países produtores de leite em pó integral (em ton)

<i>Países</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>
Nova Zelândia	619.000	677.000	609.000
Brasil	390.000	420.000	420.000
França	216.259	220.000	230.000
Austrália	187.000	189.000	187.000
Argentina	165.000	165.000	165.000
Holanda	117.000	112.000	120.000
México	105.000	105.000	105.000
Dinamarca	82.100	87.100	87.000
Reino Unido	101.000	83.000	83.000
Rússia	95.144	85.000	80.000
Outros	1.664.197	1.635.900	1.775.000
<b>TOTAL</b>	<b>3.741.700</b>	<b>3.611.000</b>	<b>3.698.000</b>

Fonte: CNPGL, 2006.

Em termos de concentração da oferta, o maior produtor mundial responde por 16,5% da total. Os cinco maiores possuem 43,6% enquanto os dez maiores produtores estão com cerca de 56,4% da oferta global. No período de 2003 a 2005 verificou-se que a razão de concentração manteve relativamente estável nos extremos, após pequeno aumento de concentração em 2004.

Para o leite em pó desnatado, a produção global apresentou ligeiro recuo entre 2003 e 2005, sobretudo devido à queda da oferta oriunda dos Estados Unidos, Nova Zelândia e Alemanha. Nesse período ganharam participação na produção a França, Austrália e Irlanda. A Tabela 9 apresenta o *ranking* dos principais produtores de leite em pó desnatado (CNPGL EMBRAPA, 2006).

Tabela 10 – Os maiores países produtores de leite em pó desnatado (em ton)

<i>Países</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>
EUA	723.317	640.306	640.306
França	273.503	230.200	287.000
Nova Zelândia	289.000	301.000	237.000
Alemanha	301.980	219.626	219.626
Austrália	182.000	189.000	204.000
Japão	182.618	182.658	182.000
Polônia	149.000	140.000	145.000
Índia	144.817	144.000	144.000
Ucrânia	117.000	117.000	117.000
Irlanda	78.500	97.000	97.000
Outros	1.450.479	1.351.868	1.439.068
<b>TOTAL</b>	<b>3.696.714</b>	<b>3.398.658</b>	<b>3.498.000</b>

Fonte: FAO (2007).

Em termos de concentração da oferta, o segmento de leite em pó desnatado é relativamente mais concentrado que o de leite em pó integral. O maior produtor mundial responde por 18,3% da produção global. Os cinco maiores possuem 45,4% do mercado, enquanto que os dez maiores produtores estão com cerca de 65% da produção mundial. No período de 2003 a 2005 verificou-se que a razão de concentração (CR) apresentou ligeira tendência de declínio, sobretudo no âmbito dos cinco maiores países produtores.

No âmbito do comércio mundial foi utilizado como referência o Sistema Harmonizado SH6-04.02, que engloba leite em pó integral, desnatado e outros cremes de leite concentrados ou em pó.

As exportações de leite em pó (SH6-04.02) totalizaram em 2006 cerca de US\$ 10,4 bilhões e um volume de 5,1 milhões de toneladas. Os principais exportadores

foram a Nova Zelândia, Holanda e Alemanha, conforme Tabela 10. A Nova Zelândia possui cerca de 20% do mercado mundial, enquanto que os cinco maiores exportadores possuem 52%. Os dez maiores exportadores respondem por cerca de 72% das exportações globais em 2006. O preço médio de exportação de leite em pó, em 2006, foi de US\$ 2.012/tonelada (CNPGL EMBRAPA, 2006).

Tabela 11 – Principais exportadores mundiais de leite em pó e preço médio de venda (2006)

<i>País</i>	<i>US\$ milhões</i>	<i>Mil t</i>	<i>US\$/t</i>
Nova Zelândia	2.063	980	2.105
Holanda	1.008	453	2.224
Alemanha	893	464	1.927
Austrália	810	372	2.175
Estados Unidos	640	321	1.989
França	586	243	2.409
Argentina	513	232	2.216
Bélgica	491	221	2.224
Irlanda	318	130	2.444
Polônia	266	129	2.069
Outros	2.823	1628	1.734
<b>TOTAL</b>	<b>10.411</b>	<b>5.173</b>	<b>2.012</b>

Fonte: COMTRADE 2007.

Os maiores compradores de leite em pó da Nova Zelândia foram China, Filipinas, Indonésia, Arábia Saudita e Sri Lanka. Esses cinco países compraram cerca de 35% do leite exportado pela Nova Zelândia em 2006.

No caso da Holanda, os principais mercados foram Arábia Saudita, Nigéria, Emirados Árabes, Grécia e Alemanha. As exportações da Holanda são relativamente mais concentradas, com os cinco compradores respondendo por 41% das vendas.

Por fim, a Alemanha exporta principalmente para a Holanda, Itália, Grécia, Reino Unido e Arábia Saudita, que, em conjunto, compraram 65% do leite em pó da Alemanha. Somente a Holanda, por ser entreposto, responde por 28%.

No âmbito dos importadores, o mercado é mais pulverizado. Os maiores compradores são Países Baixos, Argélia e Arábia Saudita, todos com valores superiores a US\$ 500 milhões. Os dez maiores importadores respondem pela compra de aproximadamente 41% de todo o leite em pó exportado pelo mundo, portanto a participação inferior à registrada pelos dez maiores exportadores.

Os preços internacionais do leite em pó apresentaram alta valorização no último ano. Levantamento do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2007) mostra preços do leite em pó na União Européia saindo de US\$ 2 mil por tonelada no início de 2006 para mais de US\$ 5 mil por tonelada em meados de 2007.

Basicamente a elevação dos preços ocorreu em função do aquecimento da demanda, sobretudo na Ásia e em países exportadores de petróleo. Aliado a isso, problemas de oferta na Austrália e em outros países exportadores de lácteos, somado ao encarecimento da alimentação animal e redução de subsídios na Europa limitou o abastecimento. O mais importante, no entanto, foi a forte redução dos estoques de leite em pó na União Européia e Estados Unidos no ano de 2007. Na União Européia, os estoques recuaram de aproximadamente 200 mil toneladas no início de 2003 para um volume nulo em 2007. Já nos Estados Unidos a queda foi de 600 mil toneladas em 2003 para menos de 50 mil toneladas em 2007 (COMTRADE, 2007).

O leite em pó é o produto de maior volume de transação comercial entre os lácteos, com um valor de aproximadamente US\$ 10,4 bilhões em 2006. A Nova Zelândia e o Brasil se destacam como os maiores produtores de leite em pó integral, enquanto Estados Unidos e França são os maiores produtores de leite em pó desnatado. A produção de leite em pó integral é ligeiramente superior a de desnatado e também um pouco mais pulverizada. Os dez maiores produtores de leite em pó integral respondem por cerca de 56% de toda a oferta enquanto no desnatado essa participação atinge 65% (CNPGL EMBRAPA, 2007).

No caso das exportações a Nova Zelândia, Holanda e Alemanha são os principais *players* do comércio mundial. A Nova Zelândia possui 20% do mercado mundial enquanto os dez maiores exportadores respondem por cerca de 72% das exportações mundiais. Já as importações são mais pulverizadas. Os maiores compradores são Países Baixos, Argélia e Arábia Saudita (CNPGL EMBRAPA, 2007).

Os preços do leite em pó duplicaram de preço em 2007, como reflexo de questões relacionadas à dificuldade de abastecimento e incremento da demanda. Os estoques mundiais encontram-se em patamar muito baixo, o que garante certa sustentação nas cotações (CNPGL EMBRAPA, 2007).



#### **4. Conclusão**

Conclui-se pelo seguinte trabalho de que as pessoas estão cada vez mais conscientes da importância dos alimentos, especialmente o leite que desde o nascimento do ser humano, apresenta-se quase indissociável de sua alimentação, pois os componentes do leite desempenham uma vasta lista de funções fisiológicas benéficas à saúde.

O consumidor tem muito a valorizar a presença do leite entre os alimentos que compõem sua dieta por mais que o consumo interno de lácteos encontra-se praticamente estagnado desde a expressiva elevação ocorrida quando da implantação do Plano Real.

Os avanços nas técnicas relacionadas às etapas de produção, processamento e distribuição de leite têm favorecido ainda mais o seu consumo humano, particularmente o de origem bovina. Essas etapas, porém, induzem a alterações bioquímicas, físico-químicas, microbiológicas, nutricionais, sensoriais e reológicas (no comportamento mecânico), que podem comprometer a qualidade do produto final. O processamento do leite e seus derivados exige correta higienização evitando assim a contaminação do produto garantindo a qualidade do produto final ao consumidor

A melhoria na tecnologia da produção do leite em pó vem permitindo responder a grande demanda do produto, já que este se faz presente como ingrediente de outros produtos, sendo totalmente viável e, até mesmo preferido em algumas condições. Isso se tornou possível devido à instantaneização e ao uso de embalagens de atmosfera modificada, proporcionando maior vida útil ao leite integral, evitando a oxidação de gorduras e a alteração de sabor.

Para que o Brasil se torne um exportador líquido estrutural, ou seja, cujo sinal da balança comercial não muda dependendo de nuances conjunturais, é preciso reconhecer a realidade acima colocada e trabalhar no sentido de corrigir os pontos fracos e reduzir os efeitos dos potenciais riscos existentes.

Considera-se também, que a diversificação não tem sido acompanhada por avanços equivalentes no entendimento sobre a relação entre as propriedades dos leites em pó e suas possibilidades.

## 5. Referências Bibliográficas

AMIOT, J. **Ciência y tecnología de la leche**. Zaragoza. Editorial Acribia, S.A.1991.547p.

BARTHOLOMAI, A. **Fábricas de alimentos: procesos, equipamiento, costos**. Zaragoza. Editorial Acribia, S.A. 1991.

BEHMER, M. L.A. **Tecnologia do leite: produção, industrialização e análise**. São Paulo. Livraria Nobel. 1984. 320p.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. São Paulo. Livraria Varela. 1992. 151p.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. São Paulo. Livraria Atheneu. 1987. 652p.

FOSCHIERA, J. L. **Indústria de Laticínios: Industrialização do leite, Análises e Produção de Derivados**. Porto Alegre. Suliani Editografia Ltda. 2004.

MADRID, A.; CENZAMO, I.; VICENTE, J.M. **Manual de indústrias dos alimentos**. São Paulo. Livraria Varela. 1996. 599p.

ORDÓÑEZ, J. A, RODRIGUEZ M. I., ÁLVAREZ, L. F., SANZ, M. L. G., et al. **Tecnologia de Alimentos**. Porto Alegre. Volume 2. Artmed Editora S.A. 2005. 279p.

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE D'HYGIÈNE ALIMENTAIRE. **Leche y productos lácteos**. Volume 2. Zaragoza. Editoria Acribia, S.A. 1993. 524p.

VARNAM, A, H.; SUTHERLAND, J. P. **Leche y productos lácteos: tecnologia, química y microbiología**. Volume 1. Zaragoza. Editorial Acribia, S.A. 1995. 476p.

**COMTRADE** - Commodity Trade Statistics Database. Disponível em :  
<<http://comtrade.un.org/db/>> Acesso em: 10/11/2008.

**Embaré.** Disponível em: < [www.embare.com.br/fluxo/fluxo.swf](http://www.embare.com.br/fluxo/fluxo.swf) > Acesso em:  
26/11/08.

**Estocagem de leite.** Disponível em:  
< [www.agripoint.com.br/leite\\_ordenha/index4.asp](http://www.agripoint.com.br/leite_ordenha/index4.asp) > Acesso em 26/11/08.

**Leite.** Disponível em:  
< [www.guiapresidenteprudente.com.br/leite-em-po.html](http://www.guiapresidenteprudente.com.br/leite-em-po.html)-> Acesso em 03/10/08.

**Leite em pó CNAM.** Disponível em:  
< [www.cnamimosa.com.pt/artigos\\_prof\\_01.asp?artigo=23&categoria=3&tipo=3](http://www.cnamimosa.com.pt/artigos_prof_01.asp?artigo=23&categoria=3&tipo=3) >  
Acesso em 03/10/2008.

**Leites em pó.** Disponível em:  
< [www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/leitepo.asp](http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/leitepo.asp) > Acesso em 05/10/2008.

**Leites em pó.** Disponível em:  
< [www.milknet.com.br/artigostec7.php](http://www.milknet.com.br/artigostec7.php) > Acesso em 05/10/2008.

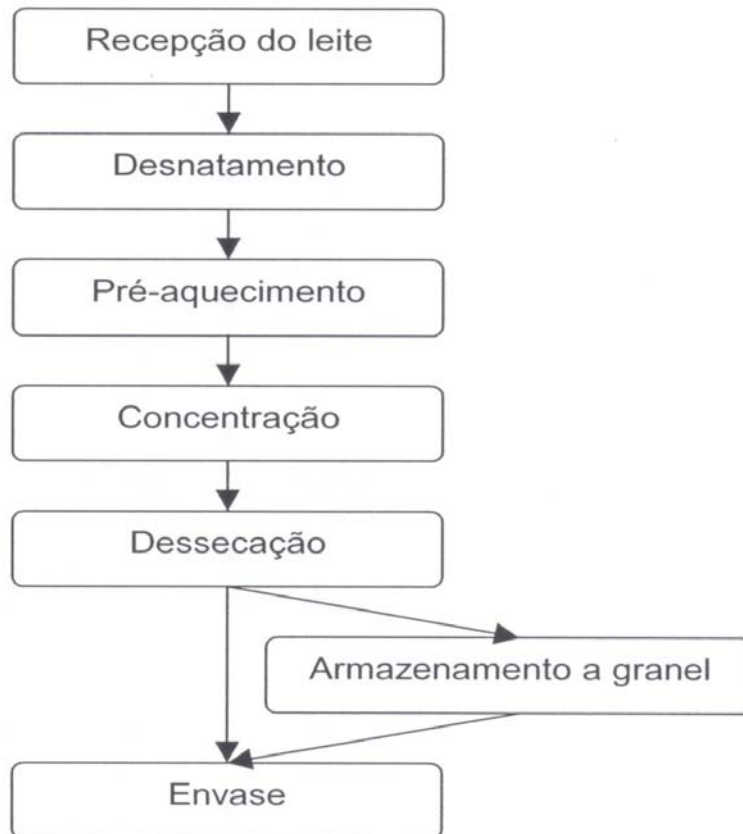
**Mapa (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).** Disponível em:  
< [www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br) > Acesso em 03/10/08.

**Normas sobre leite em pó.** Disponível em:  
< [www.engtecnogov.br](http://www.engtecnogov.br) > Acesso em 10/10/2008.

**Produtos Lácticos-CNPGL Embrapa (Centro Nacional de Pesquisa de Gado de leite).** Disponível em: < [www.cnpgl.embrapa.br/](http://www.cnpgl.embrapa.br/) > Acesso em 10/11/2008.

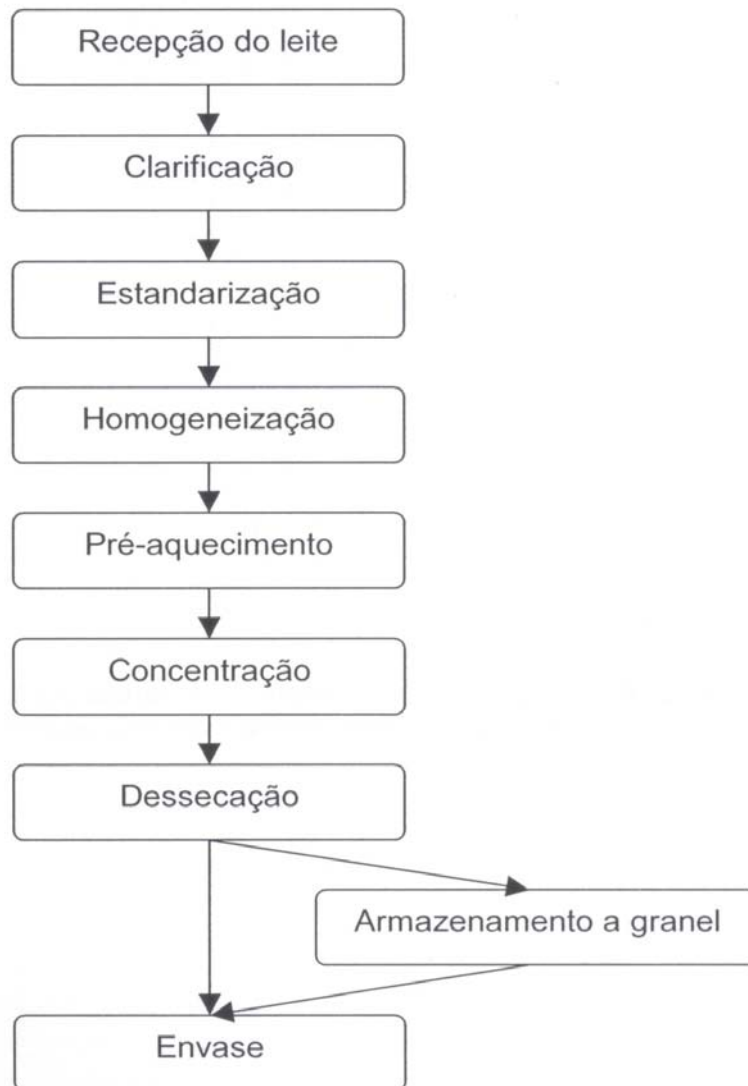
## ANEXO 1

Fluxograma do processamento do leite em pó desnatado



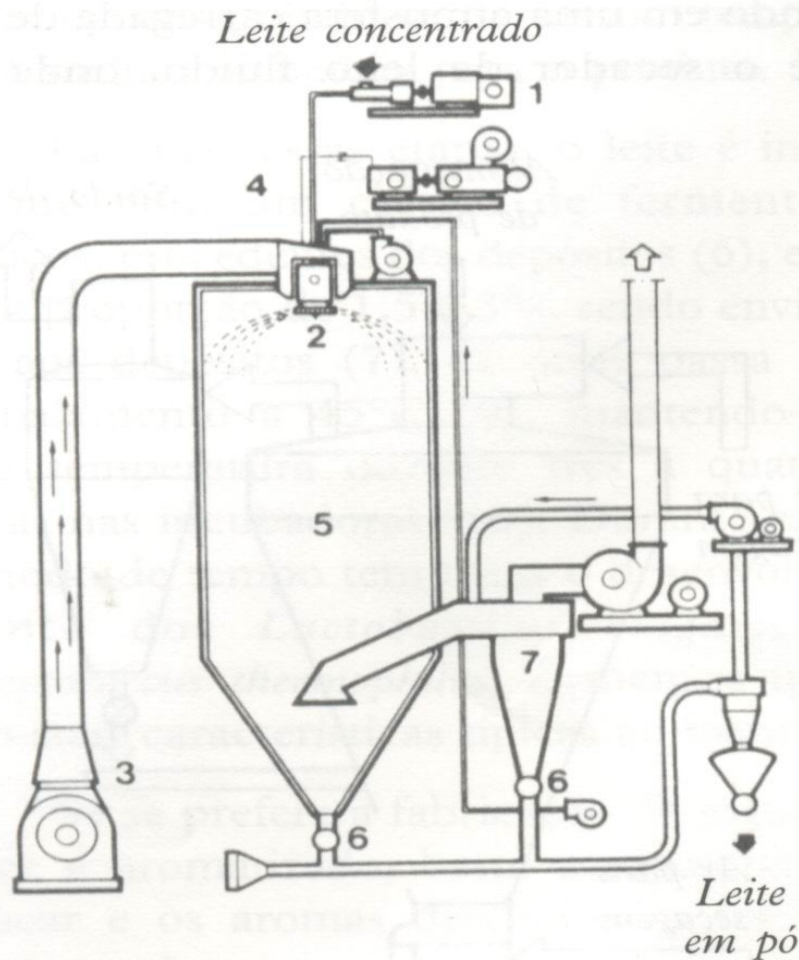
## ANEXO 2

Fluxograma do processamento do leite em pó integral



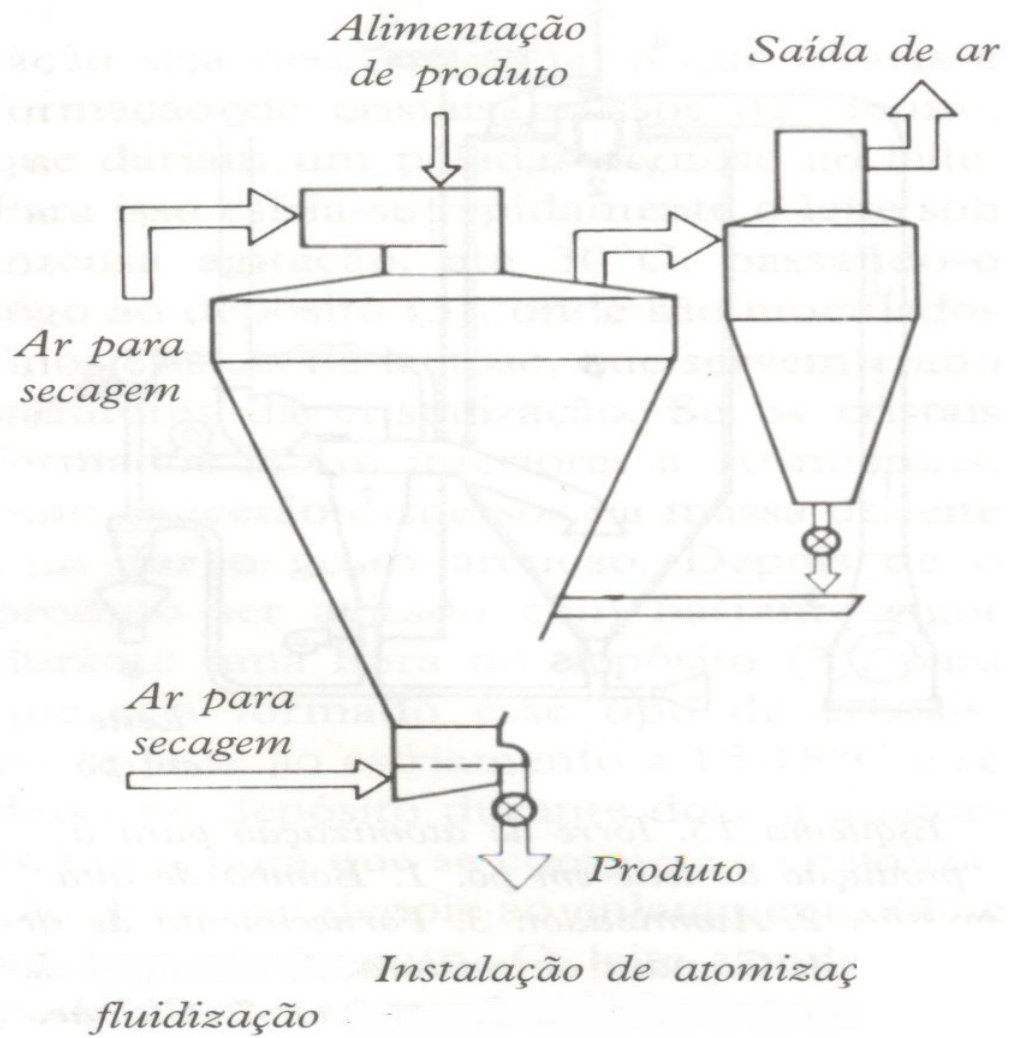
### ANEXO 3

Esquema 1. Torre de atomização para a produção de leite em pó.

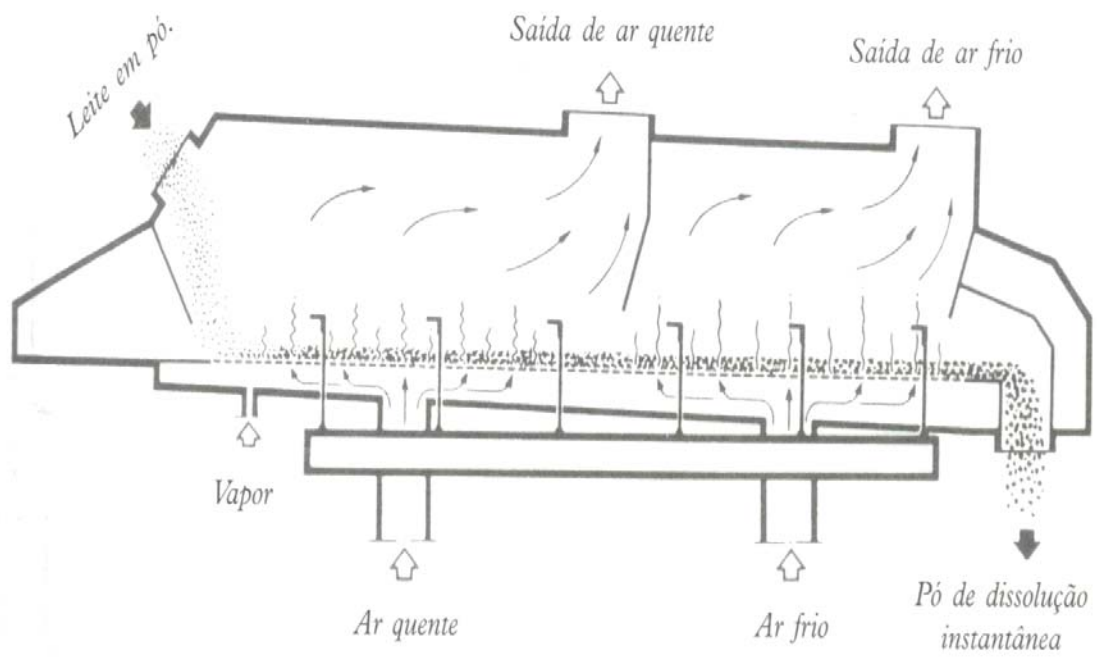


Torre de atomização para a produção de leite em pó. 1. Bomba de alta pressão. 2. Atomizador. 3. Fornecimento de ar quente. 4. Câmara de mistura. 5. Câmara de secagem. 6. Descarga do produto. 7. Ciclone.

Esquema 2. Instalação de atomização e fluidização.



Esquema 3. Princípio de funcionamento de um secador de leite fluido.



Princípio de funcionamento de um secador de leite fluido.



## ANEXO 4

Planta de uma indústria de leite em pó.

