

**UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO**

**REGINA ANDRÉIA FERRARI PEREIRA**

**BIOMASSA DE *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*:  
Processamento e Utilização**

**BAURU  
2008**

**UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO**

**REGINA ANDRÉIA FERRARI PEREIRA**

**BIOMASSA DE *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*:  
Processamento e Utilização**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Química, sob orientação da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Eliane Maria Ravasi Stéfano Simionato.

**BAURU  
2008**

P4361b	<p>Pereira, Regina Andréia Ferrari</p> <p>Biomassa de <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> : processamento e utilização / Regina Andréia Ferrari Pereira – 2008. 55f.</p> <p>Orientadora: Profa. Dra. Eliane Maria Ravasi Stéfano Simionato. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química)</p> <p>- Universidade Sagrado Coração - Bauru - SP.</p> <p>1. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>. 2. Processamento biotecnológico. 3. Biomassa de leveduras. 4. Derivados. I. Simionato, Eliane Maria Ravasi Stéfano. II. Título</p>
--------	--

**REGINA ANDRÉIA FERRARI PEREIRA**

**BIOMASSA DE *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*:  
Processamento e Utilização**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Química, sob orientação da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Eliane Maria Ravasi Stéfano Simionato.

Banca Examinadora:

---

Prof<sup>a</sup>. Ms. Setsuko Sato

---

Prof<sup>o</sup>. Ms. Dorival Roberto Rodrigues

---

Prof<sup>o</sup>. Ms. Helerson de Almeida Balderramas

---

Dra. Eliane Maria Ravasi Stéfano Simionato  
Orientadora

BAURU  
2008

Dedico este trabalho aos meus amados pais Oswaldo e Célia, irmãos Natália e André e meu namorado Elder, que são as pessoas mais importantes para mim, e por me incentivarem, me ajudaram a tornar esse sonho possível através do constante incentivo e amor a mim dedicado.

## RESUMO

A biomassa de levedura *Saccharomyces cerevisiae* é obtida através de processos biotecnológicos. O mosto de cana-de-açúcar é fermentado pela levedura *S. cerevisiae*. Neste meio, a levedura se multiplica produzindo a biomassa que dá origem às células íntegras que podem ser secas e utilizadas em uma gama de produtos. A biomassa de levedura pode ser submetida ao processo de autólise, que originará as leveduras autolisadas, a parede celular e os extratos de levedura. Em seguida o produto pode ser concentrado ou seco. Tanto os derivados da fermentação quanto de autólise são altamente nutritivos, ricos em proteínas, fibras, minerais, nucleotídeos, podendo conferir sabor e textura aos alimentos e aumentar a imunidade do organismo. Os produtos derivados de levedura além de nutritivos melhoram as características organolépticas dos produtos, gerando efeito sinérgico positivo e benéfico ao organismo.

**PALAVRAS CHAVE:** *Saccharomyces cerevisiae*; processamento biotecnológico; biomassa de leveduras; derivados.

## ABSTRACT

The yeast *Saccharomyces cerevisiae* biomass is obtained by a biotechnological process. The sugar cane wort is fermented by *S. cerevisiae*, where the yeast multiplies and yields whole yeast cells. This biomass can be dried and used in a wide range of products. The yeast biomass can also undergo autolysis. In this process the yeast cell wall and yeast extract can be separated, and the originated byproducts can be concentrated and dried. Both fermentation and autolysis yeast byproducts have high nutrition content, they are rich in protein, fibers, minerals, vitamins and nucleotides. The yeast byproducts can be used as feed and food ingredients to improve flavor, texture and strongly the organism immunity. Therefore there are some advantages in the use yeast byproducts in food, they not only improve organoleptic characteristics of food and feed products but also has a positive and synergetic effect on organism health.

**KEY WORDS:** *Saccharomyces cerevisiae*; biotechnological processing; yeast biomass; byproducts.

## ABREVIATURAS

**atm** – Unidade de pressão - Atmosfera

**ATP** – Adenosina trifosfato

**C** – Carbono

**Ca** – Cálcio

**Cl** – Cloreto

**Co** – Cobalto

**Cu** – Cobre

**DAP** - Diamônio fosfato

**DNA** – Ácido Desoxirribonucléico

**Fe** – Ferro

**g**- Gramas

**H** – Hidrogênio

**K** – Potássio

**l/h** – Litros por hora

**MAP** - Monoamônio fosfato

**Mg** – Magnésio

**Mn** – Manganês

**Mos** – Mananoligossacarídeos

**N** – Nitrogênio

**Na** – Sódio

**NaCl** – Cloreto de sódio

**(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>** – Fosfato de amônio

**NADH** – Nicotinamida adenina dinucleotídeo

**(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** – Sulfato de amônio

**O** – Oxigênio

**P** – Fósforo

**PC** – Parece celular

**pH** – Potencial de Hidrogênio

**RNA** – Ácido Ribonucléico

**S** – Enxofre

**SCP**– Single cell protein

**Zn** – Zinco

**YMA** – Ágar Extrato de Malte

## SÍMBOLOS

$\beta$  – Beta

$\alpha$  - Alfa

$^{\circ}\text{C}$  – Graus Celsius

% – Porcentagem

$\Delta t$  – Variação de temperatura

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Foto obtida por microscopia eletrônica.....	15
<b>Figura 2</b> – Micrografia de contraste de fase. Crescimento por brotamento e estruturas celulares visíveis.....	16
<b>Figura 3</b> – A diferença entre uma levedura e uma bactéria.....	16
<b>Figura 4</b> – Isolamento de leveduras <i>S. cerevisiae</i> pela técnica de esgotamento.....	17
<b>Figura 5</b> – Plaqueamento de leveduras <i>S. cerevisiae</i> .....	17
<b>Figura 6</b> – Principais estruturas da uma célula típica de levedura.....	18
<b>Figura 7</b> – Diferentes estágios da <i>S. cerevisiae</i> durante a fase de brotamento.....	19
<b>Figura 8</b> – Micrografia eletrônica de varredura da levedura <i>S. cerevisiae</i> .....	19
<b>Figura 9</b> – O ciclo de vida da <i>S. cerevisiae</i> .....	21
<b>Figura 10</b> – Ciclo de uma célula de levedura haplóide de <i>S. cerevisiae</i> .....	22
<b>Figura 11</b> – Sistema de armazenamento e transferência de energia.....	23
<b>Figura 12</b> – Identificação de <i>Saccharomyces</i> através do método de cariotipagem.....	24
<b>Figura 13</b> – Representação de uma parede celular de uma célula típica de levedura.....	28
<b>Figura 14</b> – Modelo esquemático de membrana de célula fúngica.....	29
<b>Figura 15</b> – Esquema de célula íntegra de levedura proveniente da Fermentação.....	30
<b>Figura 16</b> – Esquema de levedura autolisada.....	31
<b>Figura 17</b> – Esquema de obtenção da parede Celular de levedura.....	32
<b>Figura 18</b> – Esquema de obtenção do extrato de Levedura.....	32
<b>Figura 19</b> – Técnica de preparo do inóculo.....	39
<b>Figura 20</b> – Foto de um tubo de slant com vista frontal e lateral pronto para ser inoculado..	40
<b>Figura 21</b> - Processo para obtenção de derivados de levedura.....	45
<b>Figura 22</b> – Processo de secagem do creme de levedura.....	47
<b>Figura 23</b> – Evaporação do produto no processo de secagem, para a obtenção da célula de levedura seca.....	48

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Composição nutricional obtida pelo fracionamento da parede celular pelo processo de autólise.....	25
<b>Tabela 2</b> – Composição centesimal da biomassa de levedura formada de células íntegras, autolisado e extrato de levedura.....	26
<b>Tabela 3</b> – A composição elementar típica de microrganismos .....	38
<b>Tabela 4</b> – Composição típica do autolisado de levedura.....	44
<b>Tabela 5</b> – Emprego de produtos obtidos da biomassa de <i>S. Cerevisiae</i> .....	49

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.1 Leveduras.....	15
3.1.1 Morfologia.....	15
3.1.2 Reprodução.....	18
3.1.3 Necessidades nutricionais.....	22
3.1.4 Composição nutricional das leveduras.....	24
3.2. Derivados de Levedura.....	29
3.2.1 Células íntegras.....	30
3.2.2 Células autolisadas.....	31
3.3 Processamento biotecnológico.....	34
3.3.1 Fermentação.....	35
3.3.2 Autólise.....	43
3.3.3 Secagem.....	45
3.4 Produtos obtidos.....	48
3.5. Produtos atualmente no Mercado.....	49
3.5.1 Ingredientes alimentícios.....	50
3.5.2 Fermentação Industrial.....	50
3.5.3 Mercado Enológico.....	51
3.5.4 Nutrição Animal.....	52
4. CONCLUSÕES.....	53
5 REFERÊNCIAS.....	54

# 1 INTRODUÇÃO

Existe grande interesse das indústrias de alimentos por produtos obtidos através da biotecnologia, que é a utilização de sistemas celulares para geração de produtos ou desenvolvimento de processos industriais, devido ao maior controle possível do processamento, além do alto rendimento que pode ser obtido.

Os alimentos produzidos com o auxílio de microrganismos já são utilizados há séculos, sendo que estes microrganismos podem ou não ser ingeridos juntamente com o alimento que ajudam a preparar.

A biomassa de levedura alimentar é proveniente da fermentação do mosto de cana de açúcar pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*, com rigoroso acompanhamento dos parâmetros físico-químicos como: temperatura, potencial de hidrogênio (pH) e concentração dos nutrientes, entre outros (ORDÓÑEZ et al., 2005).

A biomassa de levedura pode ser empregada diretamente, como aditivo em alimentos para animais, ou por autólise, gerar produtos com alto teor de proteínas, pois transformam o nitrogênio do meio em nitrogênio protéico, com balanço adequado de aminoácidos e elevada riqueza em vitaminas do complexo B (VILELA et al., 2000; ICIDCA, 1999).

O tema foi escolhido devido à importância de se aprofundar o conhecimento sobre o processo que visa a obtenção de um produto com excelente característica nutricional tanto para a alimentação humana, quanto para alimentação animal, e que se mostra vantajoso, pois é fonte de proteína unicelular e tem um tempo de geração curto.

As leveduras apresentam ainda facilidade de melhoramento genético visando aumento da velocidade de multiplicação, aumento de teores de proteínas e vitaminas, além da possibilidade de desenvolvimento em substratos diversos e facilmente disponíveis, produção independente das condições climáticas e pequena exigência de área e água.

## 2 OBJETIVOS

Descrever os processos que envolvem a obtenção de produtos biotecnológicos empregando a levedura *S. cerevisiae*, tendo como meio o mosto obtido a partir da cana-de-açúcar ou melaço, para a obtenção da matéria-prima biomassa de levedura, a partir da qual obtém-se produtos altamente nutritivos que melhoram as características organolépticas de outros.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Leveduras

Do ponto de vista taxonômico, a levedura *Saccharomyces cerevisiae* é proveniente do reino fungi, da família da *Saccharomycetaceae* e subfamília da *Saccharomycotoideae*, o gênero é *Saccharomyces* e sua divisão *Ascomycotina*. Esses microrganismos unicelulares, nos quais a própria célula cumpre as funções vegetativas e reprodutivas. As leveduras são fungos eucarióticos, com um só núcleo com membrana nuclear. As leveduras desenvolvem-se em meios de cultivo especiais formando colônias do tipo leveduriformes, que são de maneira geral, pastosas ou cremosas caracterizando seu grupo. A *S. cerevisiae* pertence ao grupo dos ascomicetos, é uma levedura gemulante típica, onde cepas dessa espécie são utilizadas no processo de fermentação para a produção de biomassa de levedura com altos valores nutricionais. (TRABULSI et al., 2002; FRANCO e LANDGRAF, 2005; PELCZAR, 1996; JAY, 2005).

A espécie *S. cerevisiae*, é uma mistura de inúmeras linhagens selecionadas e exploradas para fins industriais (FRANCO e LANDGRAF, 2005).

##### 3.1.1 Morfologia

As *S. cerevisiae* tem aproximadamente 8  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Algumas são ainda maiores ou menores, podendo variar de acordo com o nutriente, condições ambientais, o estado fisiológico e a idade. Na Figura 1 é apresentada a levedura *Saccharomyces cerevisiae* vista em microscopia eletrônica (PELCZAR et al., 1996; JAY, 2005).

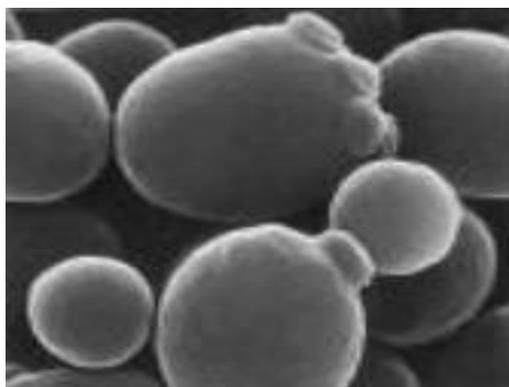


Figura 1 - Foto obtida por microscopia eletrônica.  
Fonte: Universidade Federal de Mato Grosso, 2008.

As leveduras têm vantagens em processos biotecnológicos em relação a outros microrganismos pela sua capacidade de assimilar grande variedade de substratos, altas velocidades de crescimento e porque a sua biomassa é facilmente separada (ICIDCA, 1999).

De acordo com Jay (2005), as leveduras são diferenciadas das bactérias pela maior dimensão de sua célula e pelo formato celular oval, alongado, elíptico ou esférico, além de possuírem núcleos com membranas, a carioteca. Em relação aos protozoários as leveduras se diferenciam por ter a parede mais rígida, polissacarídica, quitinosa, além de serem desprovidas de movimento. Na figura 2 podemos observar as estruturas celulares internas, tais como o núcleo, podendo assim ser distinguidas microscopicamente das bactérias, além do seu diferencial no tamanho.

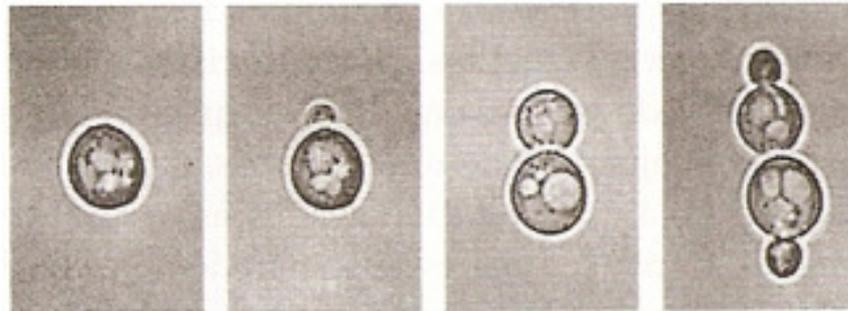


Figura 2 – Micrografia de contraste de fase. Crescimento por brotamento e estruturas celulares visíveis.  
Fonte: Madigan et al., 2004.

Na figura 03, observamos a diferença entre uma levedura e uma bactéria em relação ao tamanho.

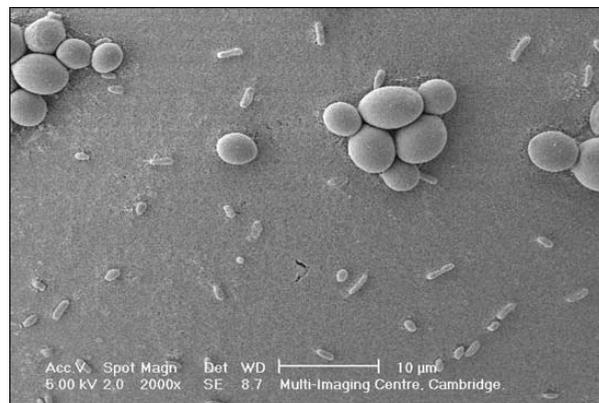


Figura 3 – A diferença entre uma levedura e uma bactéria.  
Fonte: <[whyfiles.org/253ethanol/images/steph.jpg](http://whyfiles.org/253ethanol/images/steph.jpg)>  
Acesso em 20 nov. 2008.

A técnica de esgotamento da levedura *S. cerevisiae*, por meio de estrias em meio de cultura sólido permite o isolamento de culturas puras, Figura 4.



Figura 4 – Isolamento de leveduras *S. cerevisiae* pela técnica de esgotamento.

Fonte: Dados experimentais, 2008.

Na figura 5, é representado o plaqueamento de crescimento de levedura *S. cerevisiae*, em Agar Extrato de Malte (YMA).



Figura 5 – Plaqueamento de leveduras *S. cerevisiae*.

Fonte: Dados experimentais, 2008.

As leveduras possuem membrana citoplasmática lipoprotéica, cuja principal função é regular as trocas gasosas com o meio ambiente. Trabulsi et al. (2002), ressaltam que, a parede celular é de grande auxílio na taxonomia destes microrganismos. Na Figura 6 estão esquematizadas as principais estruturas da uma célula típica de levedura.

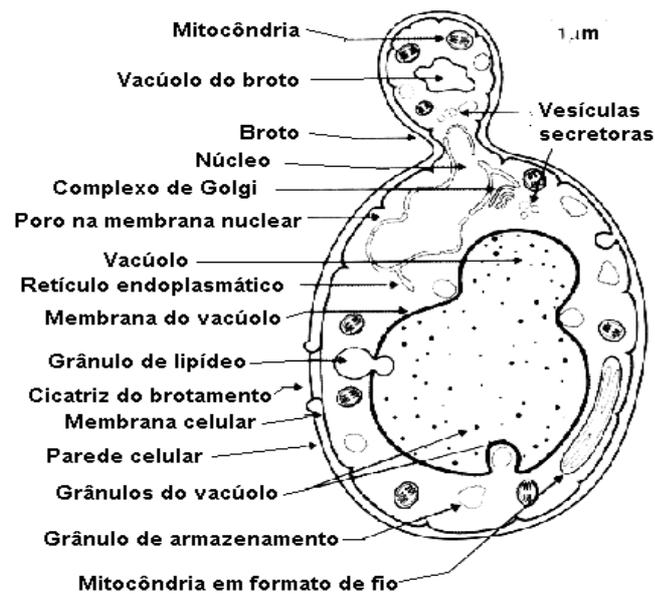


Figura 6 - Principais estruturas da uma célula típica de levedura.  
Fonte: Schohn, 2007.

Trabulsi et al. (2002) comentam que o núcleo contém o genoma fúngico agrupado em cromossomos lineares, compostos de dupla fita de Ácido Desoxirribonucléico (DNA) arrumados em hélice. Contém histonas que são proteínas básicas, associadas ao DNA cromossomal. Dentro do núcleo encontra-se o nucléolo onde contém o DNA, Ácido Ribonucléico (RNA) e as proteínas onde é produzido o RNA ribossomal.

Os mesmos autores colocam que os ribossomos são sítios da síntese protéica, composta por RNA e proteína. A mitocôndria é o sítio da fosforilação oxidativa, é composta por membranas de fosfolípídes e contém seu próprio DNA e ribossomos. O retículo endoplasmático é uma membrana em forma de rede que se encontra distribuída por toda a célula. Já o Aparelho de Golgi é uma agregação interna de membranas, que estão envolvidas no armazenamento de substâncias que serão desprezadas pela célula. Os vacúolos armazenam as substâncias de reserva como o glicogênio e lipídios e os lomassomos são corpúsculos que ocorrem no espaço entre a parede celular e a membrana citoplasmática.

### 3.1.2 Reprodução

A divisão celular da *S. cerevisiae* geralmente assexuada, é por brotamento multilateral ou gemulação e por fissão binária. No processo de brotamento, uma nova célula é formada como uma pequena protuberância da célula antiga, a célula-mãe origina uma gêmula, o

blastonídio o broto geralmente cresce recebe um núcleo após a divisão do núcleo da célula-mãe, o núcleo divide-se por constrição e uma porção dele entra no broto juntamente com outras organelas e então o broto se separa. A conexão citoplasmática é fechada pela síntese de novo material de parede celular (TRABULSI et al., 2002; FRANCO e LANDGRAF, 2005; MADIGAN et al., 2004; TORTORA et al., 2000). Na figura 7 podemos observar os diferentes estágios que a célula de levedura *S. cerevisiae* passa durante a fase de brotamento.



Figura 7 - Diferentes estágios da *S. cerevisiae* durante a fase de brotamento  
Fonte: Fermentec, 2008.

A figura 8 representada abaixo é a micrografia eletrônica de varredura da levedura *S. cerevisiae*. Observe a divisão por brotamento e as cicatrizes de brotamentos prévios.

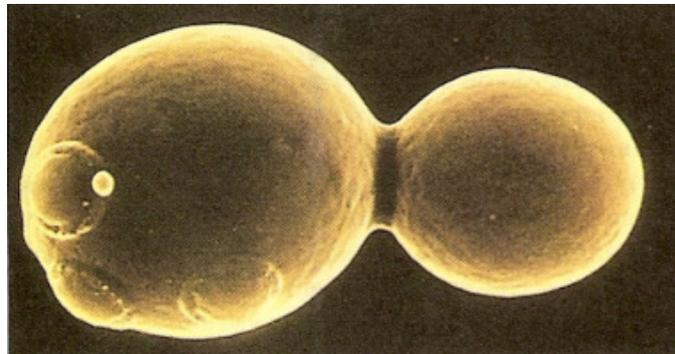


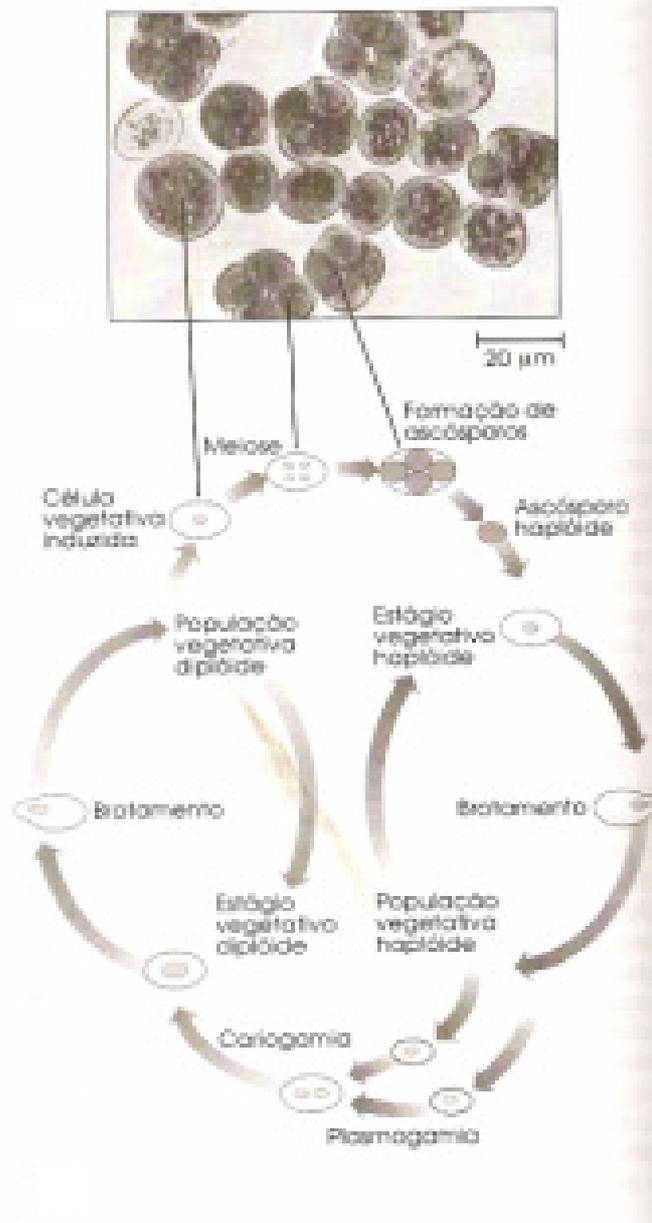
Figura 8 – Micrografia eletrônica de varredura da levedura *S. cerevisiae*.  
Fonte: Madigan et al., 2004.

As *S. cerevisiae* podem viver em estágio haplóide (vegetativo) com 16 cromossomos. No entanto, duas células de leveduras haplóides podem acasalar-se, produzindo uma célula diplóide, com 32 cromossomos. A mitose corresponde ao processo de replicação do DNA em uma célula, onde os cromossomos se condensam, se dividem e se separam em dois conjuntos, sendo cada um deles, transferidos para uma célula filha. Em células haplóides de *S. cerevisiae*, a mitose ocorre antes de cada divisão celular, contendo 16 cromossomos em cada célula. A meiose é a conversão do estágio diplóide para haplóide, envolvendo duas divisões. Na

primeira divisão meiótica, os cromossomos homólogos são separados em duas células, alterando o estado genético de diplóide para haplóide. A segunda divisão meiótica é igual à mitose, as duas células haplóides se dividem, originando um total de quatro gametas haplóides (ascósporos). O ciclo de vida da *S. cerevisiae* está representado nas figuras 9, 10 e 11 demonstradas abaixo (MADIGAN et al., 2004).

Figura 9 – *S. cerevisiae* com células aparecendo como formas vegetativas, células em brotamento e ascósporos em arranjo tetraédrico.

No ciclo de vida da *S. cerevisiae* podem estar presentes tanto o estágio vegetativo haplóide como o diplóide, ou seja, o seu ciclo de vida pode ser completamente variado, estas variações podem ser devidas às diferenças de tempo e local em que ocorrem a plasmogamia (fusão de protoplastos), cariogamia e meiose, Figura 10.



Figuras 9 - O ciclo de vida da *S. cerevisiae*.  
 Fonte: Pelczar et al., 1996.

Na figura 10, observamos o ciclo de vida de uma célula haplóide levedura *S. cerevisiae*, contendo 16 cromossomos.

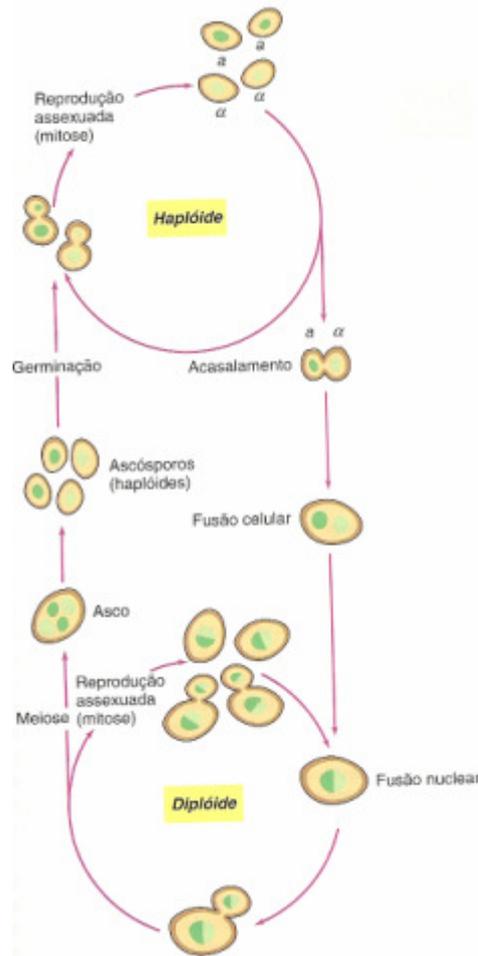


Figura 10 – Ciclo de uma célula de levedura haplóide de *S. cerevisiae*.  
Fonte: Madigan et al., 2004.

O modo de reprodução assume uma fundamental importância em sua caracterização morfológica, sendo que diferentes tipos de reprodução traduzem-se diferentes tipos morfológicos. Na fissão binária, a célula mãe se divide em duas células de tamanhos iguais (MADIGAN et al., 2004).

### 3.1.3 Necessidades nutricionais

Uma célula de levedura viva requer energia para realizar diferentes tipos de trabalho, como a biossíntese das partes estruturais da célula, tais como parede celular ou membrana, a síntese de enzimas, ácidos nucleicos, polissacarídeos, fosfolípidos entre outros componentes químicos, o reparo de danos e manutenção da célula em boas condições, crescimento e multiplicação, o armazenamento de nutrientes e excreção de produtos de resíduos, mobilidade.

A fonte desta energia para alguns organismos são as moléculas químicas dos nutrientes que são absorvidas pelas células. As ligações químicas desses nutrientes são degradadas, quebradas, a energia é então liberada em forma de energia química que a célula armazena e posteriormente utiliza para realizar seus trabalhos. O sistema de armazenamento serve também como um sistema de transferência de energia (PELCZAR et al., 1996; FRANCO e LANDGRAF, 2005). A figura 11 a seguir mostra a relação entre os processos de degradação e síntese em células microbianas: Um sistema de armazenamento e transferência de energia.

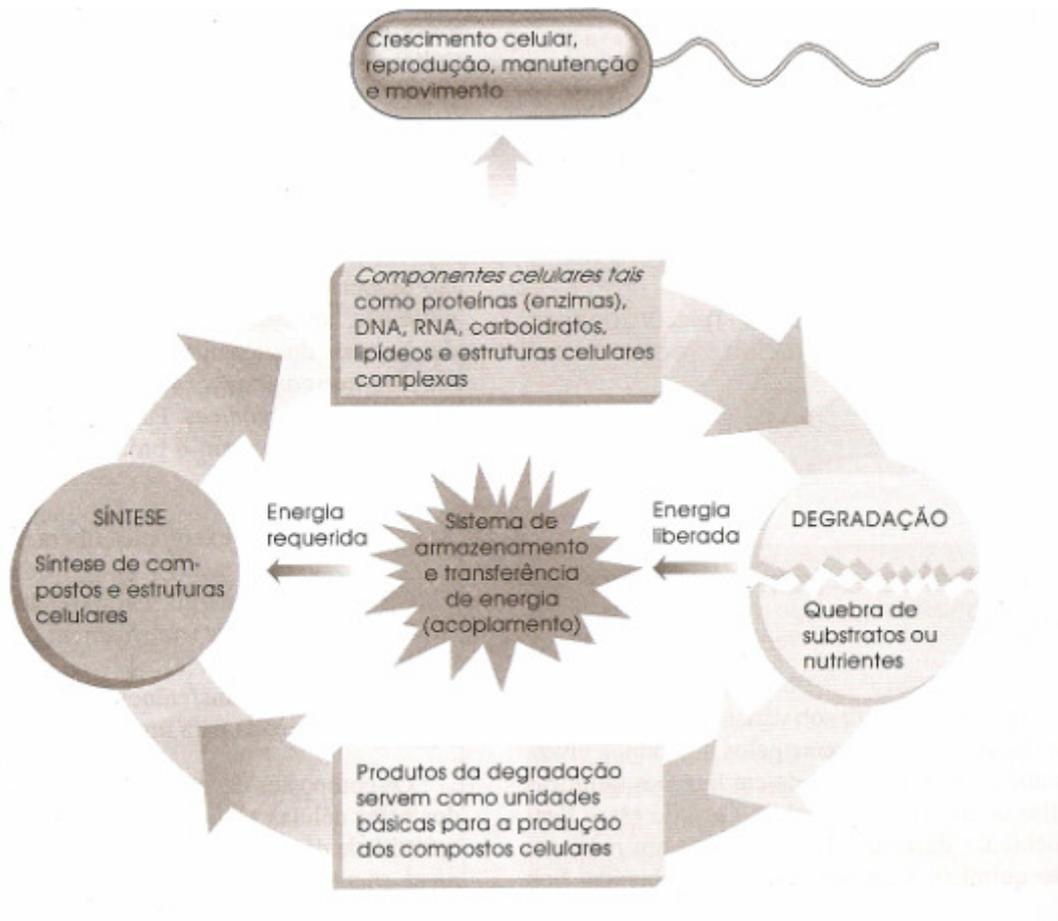


Figura 11 - Sistema de armazenamento e transferência de energia.  
Fonte: Pelczar et al., 1996.

As leveduras *S. cerevisiae* possuem um padrão típico de cromossomos quanto ao número e ao tamanho. Essas características permitem diferenciá-las de outras linhagens. Quando queremos identificar a linhagem da cepa utilizada, podemos recorrer ao método de identificação das leveduras pela cariotipagem, feita em gel de agarose. A cariotipagem revolucionou a forma de identificação e monitoramento de leveduras em fermentações industriais, tornando-se uma base para a seleção de novas linhagens. A diferença na intensidade da cor das bandas, o tamanho e a distância entre elas nos permite a identificação

(FERMENTEC, 2008). Na figura 12, podemos observar os diferentes resultados de uma identificação de levedura *Saccharomyces* e uma levedura não *Saccharomyces* pela cariotipagem.



Figura 12 – Identificação de *Saccharomyces* através do método de identificação pela cariotipagem  
Fonte: FERMENTEC, 2008.

### 3.1.4 Composição nutricional das leveduras

Tem havido uma forte tendência em explorar comercialmente leveduras, através de seus constituintes como enzimas (invertase e lactase), nucleotídeos, proteínas (manoproteínas), polissacarídeos (glucana, manana), além de lipídios, como fosfolipídios e ergosterol. Quando esses componentes são isolados, eles apresentam propriedades específicas de grande interesse em Ciência de Alimentos e em Nutrição (VILELA et al., 2000).

As leveduras, vivas ou não, possuem na sua composição uma fração de carboidratos (20% a 40%), que na grande maioria fazem parte da parede celular, que é composta principalmente por  $\beta$ -glucanos e mananos mananoligossacarídeos (MOS), os quais têm impacto no sistema imunológico e a capacidade de prevenir a colonização de bactérias patogênicas no trato gastrointestinal (Glucos Internacional, 2008). Na tabela 1 observamos a composição nutricional obtida no fracionamento da parede celular de levedura, resultante do processo de autólise (CHAUD e SGARBIERI, 2006).

A porcentagem média de ácidos nucléicos é de 6 a 12% com base no peso seco. A levedura *S. cerevisiae* se destaca pela grandeza de vitaminas de complexo B, principalmente Tiamina, Riboflavina, Niacina e Ácido Pantotênico. Existe ainda uma quantidade razoável de ergosterol, o que a torna numa excelente fonte de vitamina D (JAY, 2005).

Tabela 1 – Composição nutricional obtido pelo fracionamento da parede celular pelo processo de autólise

<b>componentes</b>	<b>Quantidade (g)</b>	<b>Rendimento (%)</b>
Parede celular	1.000,00	100
Fração lipídica	61,8	6,2
Glicoproteína	94,9	9,5
Mananas	251,3	25,1
Glucanas	429,2	42,9
Recuperação	837,2	83,7

Fonte: CHAUD e SGARBIERI, 2006.

Deve-se dar importância aos altos níveis de ácidos nucleicos em alimentos, pois estes podem levar à formação de pedras nos rins e gota. A recomendação diária é de aproximadamente 2g. Esses problemas são causados pelo acúmulo de ácido úrico, que é solúvel no plasma. Com a degradação dos ácidos nucleicos, as bases púricas e pirimídicas são liberadas. A adenina e a guanina são metabolizadas em ácido úrico. Os animais de pequeno porte possuem a enzima uricase, responsável por degradar o ácido úrico em alantoína, um composto solúvel, não apresentando problema quando há ingestão de altos índices de ácidos nucleicos. Em derivados de leveduras os ácidos nucleicos são quebrados, sendo transformados em nucleotídeos, reduzindo assim os ácidos nucleicos a níveis muito baixos através das técnicas de precipitação ácida, hidrólise ácida ou alcalina, ou mesmo pelo uso de RNAses endógenas e pancreáticas de bovinos (JAY, 2005).

Algumas caracterizações químicas fazem parte da levedura integral e dos derivados como a composição centesimal; composição de aminoácidos: ácido glutâmico, aspártico, lisina, alanina, serina, treonina; composição de ácidos graxos; a concentração de RNA, composição mineral, a caracterização da qualidade protéica, carboidratos, amino nitrogênio, glucanas, mananas, entre outras (LEIMER, 2005).

Os componentes que têm maior concentração nas células íntegras e no autolisado são as proteínas, em seguida a fibra solúvel, substâncias minerais e RNA. Já no extrato pela sua pequena quantidade de fibra, predominam as proteínas (VILELA et al., 2000).

A ação da fibra alimentar na redução dos riscos de câncer de cólon pode ser atribuída a algumas propriedades que segundo os mesmos autores são descritas abaixo:

- Redução da exposição a agentes carcinogênicos, causado pelo aumento do bolo fecal ou diminuição do tempo de trânsito do bolo intestinal;
- Redução da produção de ácidos biliares secundários (desoxicólico, litocólico), pela diminuição de bactérias produtoras de enzimas ( $7\text{-}\alpha$ -desidroxilases) responsáveis pela conversão dos ácidos biliares primários (cólico e quenodesoxicólico) nos ácidos secundários,

que são pró-carcinogênicos. Efeito ligante da fibra a hormônios (estrógenos promotores de câncer de cólon e de mama); e produção de ácidos graxos de cadeias curtas que contribuem para o abaixamento do pH do bolo intestinal e desempenham papel fisiológico importante no tecido epitelial e hepático.

Na tabela 2 podemos observar a composição centesimal da biomassa de levedura formada de células íntegras, autolisado e extrato de levedura (VILELA et al., 2000; PÁDUA et al., 2000).

Tabela 2 – Composição centesimal da biomassa de levedura formada de células íntegras, autolisado e extrato de levedura

Componente	Produtos		
	Células íntegras (%)	Autolisado (%)	Extrato (%)
Proteína (N x 5,8)	46,55	43,94	56,42
RNA	5,7	7,9	6,9
Lipídios totais	3,15	3,34	0,41
Fibra solúvel	23,58	26,17	2,95
Fibra insolúvel	1,99	0,29	0
Cinzas	7,99	7,06	12,3
ND (Não determinado)	11,04	11,3	21,02

Fonte: VILELA et al., 2000; PÁDUA et al., 2000.

Os componentes como nucleotídeos, poli e oligossacarídeos e peptídeos bioativos exercem ações fisiológicas muito importantes no organismo. Os nucleotídeos atuam como moduladores do sistema imunológico, estimulando o funcionamento das células, aumentando a resistência dos organismos às infecções por bactérias e vírus, aceleram a síntese de DNA nas células, auxiliando o crescimento e a recuperação de tecidos, quando estão em situação de estresse fisiológico além de influenciar positivamente na flora intestinal (VILELA et al., 2000; JAY, 2005).

Os oligossacarídeos funcionam como prebióticos propiciando o crescimento de microrganismos probióticos que inibem, no intestino, o desenvolvimento de bactérias patogênicas, estimulando ao mesmo tempo o desenvolvimento de bactérias lácticas e bífidas que são benéficas ao organismo. Os peptídeos, gerados na hidrólise das proteínas dos alimentos, apresentam atividades funcionais imunoestimuladora, hipotensora, opióide, inibidora de bactérias patogênicas e facilitam a absorção de certos nutrientes (VILELA et al., 2000; JAY, 2005).

De acordo com Jay (2005), microrganismos probióticos são organismos vivos que beneficiam o consumidor com várias bactérias acidolácticas e/ou bifidobactérias, em especial

os *Lactobacillus acidophilus* que agem defendendo o organismo de agentes patogênicos. Lembrando que, os probióticos podem ser adquiridos ingerindo-se produtos que contenham organismos vivos como os leites fermentados, ou pela ingestão de produtos prebióticos que, como citado acima, propiciam o crescimento dos microrganismos probióticos no organismo.

Os produtos ou alimentos prebióticos são alguns tipos de fibras alimentares, ou seja, carboidratos não digeríveis pelo nosso corpo, eles ajudam na manutenção e no trânsito da flora intestinal, contribuindo para a consistência normal das fezes, evitando-se assim a diarreia, alterando a microflora colônia pela microflora saudável, colaborando para a absorção de substâncias necessárias e eliminação do excesso.

Os autolisados e extratos de levedura contêm esses princípios ativos, em elevada concentração. A ação combinada desses compostos produz efeito sinérgico positivo e benéfico ao organismo.

A parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae* é formada por três componentes principais: Glucana, mananoproteína e quitina, excelentes fontes de fibra alimentar. Na camada interna encontramos a glucana, um polímero de  $\beta$ -1,3 e  $\beta$ -1,6 glicose (48-60%), na camada externa as mananoproteínas (20-23%)  $\alpha$ -1,2,  $\alpha$ -1,3 e  $\alpha$ -1,6 e a quitina, um polímero de  $\beta$ -1,4 N-acetilglicosamina (0,6-2,7%) destinada especialmente às cicatrizes da gemulação, na proporção de 3:1, é encontrada como fibrilas cristalinas, dentro de uma matriz protéica. As  $\beta$ -1,3 e  $\beta$ -1,6 glucanases, manases, proteases, e quitinases agem sinergicamente na lise ou ruptura da parede celular, mas apenas duas são essenciais para esse processo, a protease lítica específica, que degrada a camada externa e a  $\beta$ -1,3 glucanase lítica, que degrada a camada interna (TRABULSI et al., 2002; FLEURI e SATO, 2005; CHAUD e SGARBIERI, 2006).

As principais funções da parede celular de leveduras são: a proteção física; estabilidade osmótica; suporte de enzimas; adesão célula/ célula e barreira de permeabilidade seletiva; promove rigidez e transporte de nutrientes ao citoplasma proporcionando a integridade, o metabolismo e o crescimento celular. Sua estrutura está sempre em constante crescimento e mudanças, e constitui entre 15 a 25% da massa seca da célula. O que explica a resistência das células aos ataques das misturas enzimáticas elaboradas por alguns microrganismos é a camada de mananoproteínas sobreposta à camada de glucana (FLEURI e SATO, 2005).

A lise enzimática da parede celular da *S. cerevisiae* tem um potencial de aplicação no pré tratamento para a ruptura mecânica de células, aumentando a eficiência e reduzindo o

requerimento de energia, separando assim, a parede celular dos componentes nutricionais existentes em seu interior para a produção de diferentes tipos de produtos. A parede celular pode ser usada na preparação de ração animal, na obtenção de carboidratos funcionais da parede celular (glucana e manana) (FLEURI e SATO, 2005). Na figura 13 podemos observar a representação de uma parede celular de uma célula típica de levedura.

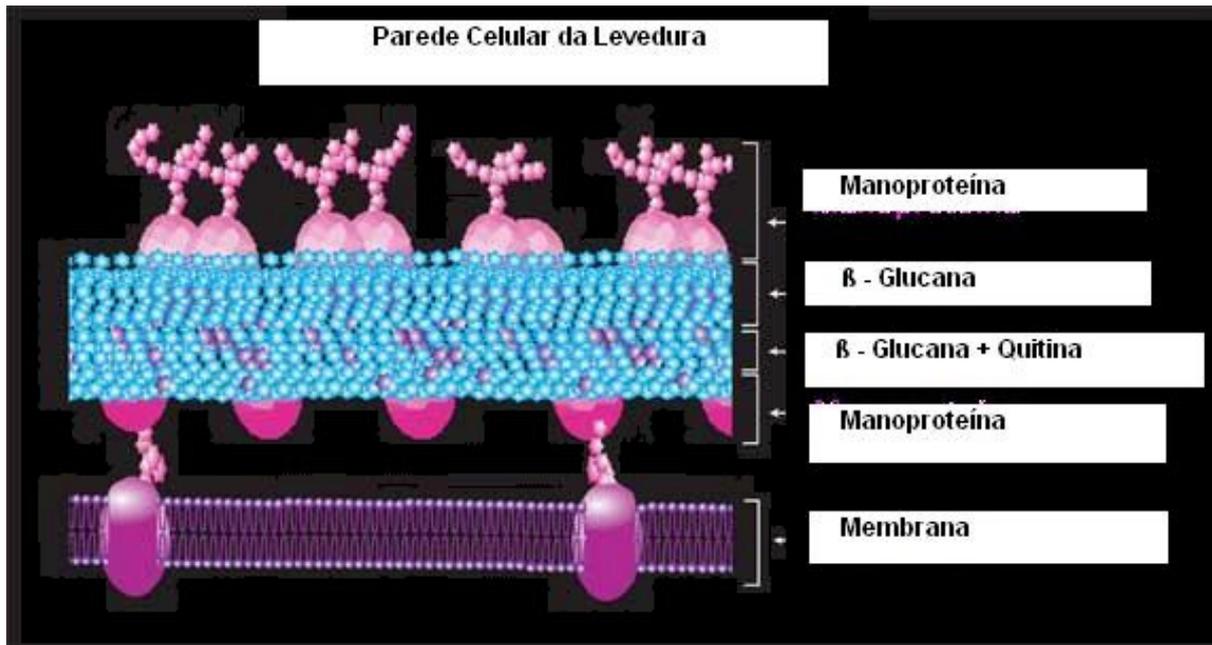


Figura 13 - Representação de uma parede celular de uma célula típica de levedura.

Fonte: Sigma Aldrich, 2007.

Os lipídios representam 1% a 2% do peso seco celular, presentes como compostos polares e apolares, sendo os principais lipídios polares os diacilglicerofosfolinas e diacilglicerolaminas, e os apolares são os triacilgliceróis e os esteróis. Já a membrana citoplasmática da célula atua como uma barreira semipermeável no transporte ativo e passivo dos materiais, para dentro e para fora da célula. É constituída de lipídios que dão à membrana sua verdadeira propriedade estrutural, e de proteínas que fornece à membrana diferentes propriedades funcionais. (TRABULSI et al., 2002).

Na figura 14 observamos um modelo de membrana que consiste em uma camada biomolecular de lipídios intermediada por proteínas extrínsecas (externas) inseridas na superfície polar lipídica, e por proteínas intrínsecas (internas) que podem estar em qualquer parte da camada lipídica. Encontramos externamente, cadeias de glicoproteínas inseridas nas proteínas intrínsecas e extrínsecas. Onde, 1= camadas lipídicas, 2= glicolipídeos, 3= glicoproteínas, 4= proteína intrínseca, 5= proteína extrínseca, 6= poro formado por proteínas intrínsecas, 7= rede de proteínas (TRABULSI et al., 2002)..

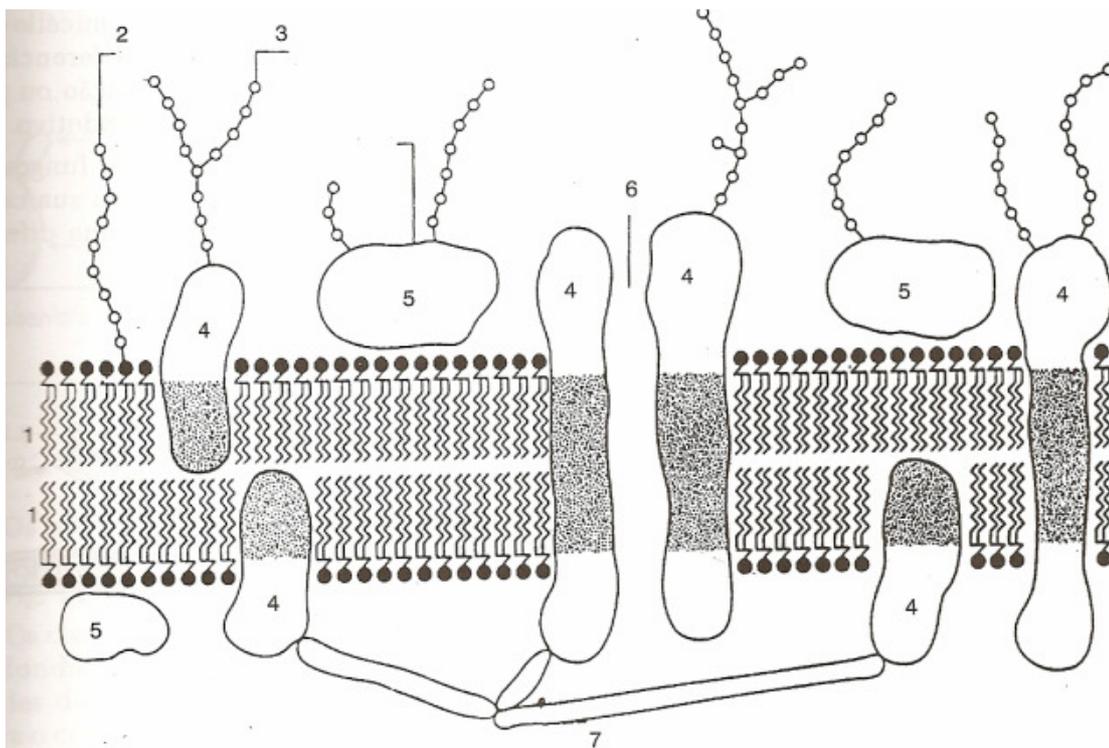


Figura 14 – Modelo esquemático de membrana de célula fúngica  
 Fonte: Trabulsi et al., 2002.

### 3.2. Derivados de Levedura

É recomendado que novas fontes de alimentação sejam descobertas para que futuras gerações tenham uma alimentação saudável e adequada, como uma fonte alimentar que seja nutricionalmente completa e necessite de pouco espaço, tempo e custo de produção desejável.

Os derivados de levedura *S. cerevisiae*, preenchem esses requisitos, além de superar em velocidade e eficiência na produção de proteínas que é em média 50 toneladas de novas proteínas por dia (JAY, 2005).

Podemos considerar os derivados de levedura *S. cerevisiae* como um ingrediente não convencional de elevado valor biológico, pode ser utilizado como aditivo na alimentação humana e animal, sob várias formas e para diversas finalidades pelo alto teor de proteínas, suplemento vitamínico, como fonte de metabólitos não identificados com ação de promotor de crescimento e sequestrante de micotoxinas.

É um excelente substrato para o desenvolvimento de produtos biotecnológicos, oferece balanço de aminoácidos adequado e elevada riqueza em vitaminas do complexo B. Além de proporcionar sabor e complemento nutricional. Estes elementos exercem ainda ação

antioxidante, prolongando a vida-de-prateleira de alguns sistemas alimentares, quando estocados à temperatura de refrigeração ou congelamento, particularmente em sistemas ricos em gorduras insaturadas (VILELA et al., 2000; ICIDCA, 1999).

De acordo com Chaud et al. e Sgarbieri (2006), a funcionalidade de um ingrediente está relacionada com suas características físico-químicas como a solubilidade, a absorção de água e óleo, a retenção de água e a capacidade emulsificante que exercem grande influência nos processos de elaboração, estocagem, qualidade e aceitação de um alimento. Os nucleotídeos obtidos do RNA de levedura são atualmente empregados como enriquecedores do sabor à carne ou queijo em indústria de alimentos, o que indica a necessidade de avaliação de absorção de água. A retenção de água é de grande utilidade na fabricação de produtos cárneos, impedindo a perda de água no processo de cozimento, em produtos de panificação e em alimentos viscosos como sopas. A glucana, extraída de uma fração da parede celular de levedura, pode ser utilizada como emulsificante, estabilizante ou texturizante, além de ser útil na formulação de alimentos com baixo teor de gordura e de calorias. (CHAUD et al. e SGARBIERI, 2006).

### 3.2.1 Células íntegras

Em rações ou suplementos animais, as células íntegras de levedura seca como representada na figura 15, ou a parede celular podem ser empregadas diretamente, sem processamentos adicionais. Já para o consumo humano, os produtos mais comuns são os concentrados de proteínas, conhecidos como *single cell protein* (SCP) ou isolados, os quais podem ser processados adicionalmente como texturizados ou funcionais.

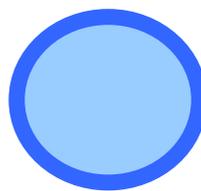


Figura 15: Esquema de célula íntegra de levedura proveniente da Fermentação.

### 3.2.2 Células autolisadas

Na produção de fibras protéicas funcionais, as células são mecanicamente rompidas, as paredes celulares são removidas por centrifugação, as proteínas são precipitadas das células rompidas. As fibras de SCP podem então ser utilizadas para formar produtos de proteína texturizada (JAY, 2005).

O fracionamento da levedura produz derivados como o autolisado, obtido pelo processo de autólise das células; o extrato de levedura e a parede celular (PC), obtidos pelo fracionamento do autolisado em fração solúvel (extrato) e insolúvel (parede celular) e, ainda, o concentrado protéico, figuras 16, 17 e 18, (CHAUD et al. e SGARBIERI, 2006).

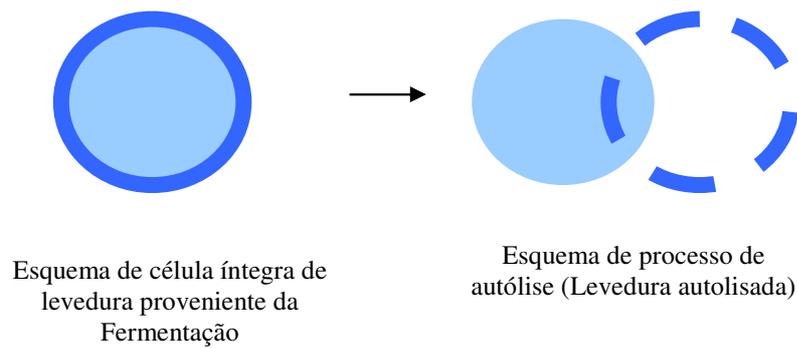


Figura 16: Esquema de levedura autolisada

### Parede celular

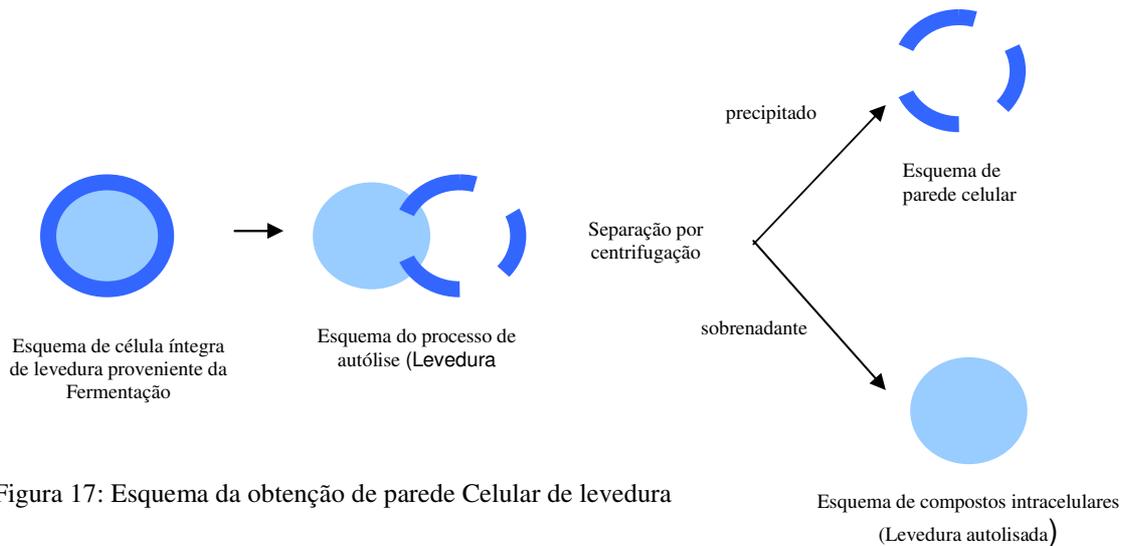


Figura 17: Esquema da obtenção de parede Celular de levedura

### Extrato de levedura

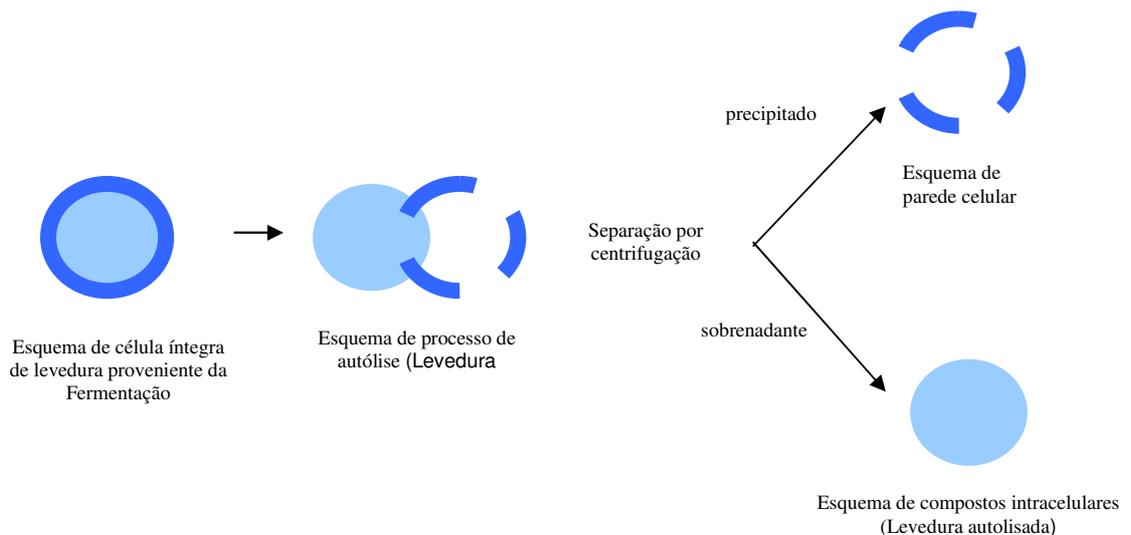


Figura 18: Esquema da obtenção do extrato de Levedura

Segundo Novello (2007) os frequentes aumentos nos preços de grãos de cereais, suplementos protéicos convencionais usados na alimentação animal despertam interesse pelo aproveitamento de alimentos “não convencionais” na indústria animal. Dentre os produtos que podem substituir os suplementos protéicos usados na alimentação animal destacam-se os derivados de *S. cerevisiae* que se mostram mais vantajosos, pois são considerados fonte de proteína unicelular, tem um tempo de geração curto, facilidade de melhoramento genético, velocidade de crescimento, possibilidade de cultivo em substratos diversos, aumento de teores de proteínas e vitaminas, alta capacidade de desenvolvimento em substratos baratos e

facilmente disponíveis, utiliza nutrientes em sua forma mais simples, sua produção independente das condições climáticas e tem pequena exigência de área e água.

ICIDCA (1999) mostra diferentes derivados que se obtêm a partir da biomassa de levedura *S. cerevisiae*, entre eles o extrato de levedura que contém moléculas aminadas e enzimas de interesse industrial, que são liberadas durante o processo de autólise. Estas podem ser isoladas individualmente permitindo obter vários produtos de um alto valor agregado acrescentado. Esse tipo de fracionamento permite o emprego da biomassa, obtendo-se uma gama de produtos de ampla procura industrial.

Os extratos e autolisados promovem suplemento nutritivo e flavorizantes em suas diversas formas como a biomassa de células íntegras inativadas que é usada como suplemento nutritivo na formulação de alimentos saudáveis, como complemento flavorizantes e funcional em massas, no enriquecimento de pães, em produtos tipo snacks, massa para pizza, embutidos e almôndegas. Estes microrganismos também são de crescente interesse no campo de alimentos, devido ao seu alto valor nos aspectos nutritivo e aromático (ICIDCA, 1999).

Uma aplicação de grande interesse na área de alimentos é a utilização de derivados de *S. cerevisiae* como substituto de gorduras em certos tipos de alimentos dietéticos, tais como coberturas de saladas, sorvetes etc., em razão do seu sabor agradável e textura suave (CHAUD et al. 2007).

Recentes estudos comprovam a eficiência do extrato de levedura visando a redução de sal, onde na preparação o mesmo pode ser reduzido em 20, 30 e até 50% sendo substituído por uma quantidade muito pequena de extrato. O alimento não perde suas características e seu sabor continua o mesmo. Podem ser usados extratos de levedura com sabor de carne, frango, pernil, o que permite, além da redução a quantidade de sal um sabor direcionado aos alimentos. Há também o extrato de levedura com sabor “umami” (realçador de sabor salgado, doce, azedo e amargo, ou seja, qual estiver em evidência), que incorpora o sabor do alimento tornando-o mais saboroso, pois realça o sabor de cada um de uma forma diferenciada. Todos eles além de realçar o sabor e reduzir o sal, contribuem com todos os seus nutrientes.

Vilela et al., (2000), comentam que os produtos autolisados e os extratos de levedura têm vasta aplicação na indústria de alimentos, como na fabricação de embutidos como salsichas, presunto, mortadela, em molhos, sopas, snacks, em produtos cárneos, podendo ser usados antes do congelamento para a prevenção de oxidação de lipídios e perda da solubilidade das proteínas cárnicas, durante seu armazenamento. Batata chips, pururuca, patês, todas as formulações obtêm uma sensível melhoria nas propriedades sensoriais em que o gosto fica mais encorpado, realçado e intenso.

As *S. cerevisiae* tem uma diversidade de linhagens muito grande e que produzem compostos diferentes qualitativa ou quantitativamente, obtendo-se diferentes sabores.

### 3.3 Processamento biotecnológico

Atualmente as leveduras constituem um grupo de microrganismos com ampla utilização, sendo aplicadas em um grande número de processos fermentativos e de produtos resultantes.

Segundo Schmidell et al. (2001), para uma aplicação industrial, espera-se que os microrganismos apresentem características desejáveis como:

- Apresentar elevada eficiência na conversão de substrato em produto, permitindo o acúmulo do produto no meio obtendo-se elevada concentração do produto no caldo fermentado;
- Não produzir substâncias incompatíveis com o produto, levando a uma situação de desinteresse pelo processo produtivo;
- Apresentar constância quanto ao comportamento ou estabilidade fisiológica da linhagem a ser empregada industrialmente, conhecendo as técnicas mais adequadas para a sua conservação para que ela se mantenha uma excelente produtora da substância de interesse;
- O microrganismo não pode ser patogênico para que possam ser manuseados sem riscos ambientais;
- Um microrganismo também não deve exigir condições de processo muito complexas, por motivos econômicos. O ideal é que o microrganismo tenha faixas de valores ótimos com as quais se possa trabalhar, como pH, temperatura, pressão, e não valores pontuais o que dificultaria o processo.
- O microrganismo selecionado para um processo industrial não deve exigir meios de cultura dispendiosos, por questões de economia do processo produtivo, por isso deve-se ter um grande conhecimento das necessidades nutricionais do microrganismo, objetivando o fornecimento de nutrientes apenas necessários.

Dois conjuntos de operações devem ser considerados: o “*Upstream processes*”, que são os tratamentos iniciais que antecedem a operação, constituídos pelos microrganismos, o meio de cultura, a forma de condução do processo fermentativo, e as etapas de recuperação do

produto. E o “*Downstream processes*”, que são os tratamentos finais, englobando a separação e purificação dos produtos e tratamento de resíduos.

### 3.3.1 Fermentação

De acordo com Ordóñez et al., (2005), a fermentação nos alimentos é uma prática utilizada desde a antiguidade, antes mesmo de se descobrir o seu fundamento científico que consiste em modificações intencionais dos alimentos pela atividade de certos microrganismos para a obtenção de produtos saudáveis e estáveis com sabor agradável. Na indústria alimentícia, é a única operação em que se favorece o crescimento dos microrganismos de forma controlada.

O principal objetivo da fermentação no passado era a conservação de alguns alimentos através dos produtos finais do processo que seriam os ácidos ou álcoois, que impedem o desenvolvimento de microrganismos patógenos e alterantes. Na atualidade o objetivo principal da fermentação é a transformação das matérias-primas permitindo a diversificação dos alimentos, obtende-se novos produtos com características completamente diferentes da matéria-prima usada inicialmente. Essas modificações são difíceis de conseguir com outros processos (ORDÓÑEZ et al., 2005).

As vantagens da fermentação mais destacadas como meio de processamento dos alimentos são: as condições de temperatura e pH, que contribuem para a manutenção das propriedades nutritivas e sensoriais; a obtenção de produtos únicos com novos sabores, aroma e textura; consumo energético reduzido; custo de capital e de operação relativamente baixos; e tecnologia bastante simples, com grandes lucros, pois os produtos finais agregam muito valor (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Primeiramente a produção da substância de interesse é testada em um volume reduzido, ou seja, de escala laboratorial, utilizando-se fermentadores pequenos de 1 a 5 litros. Essas fermentações em pequena escala são facilmente operáveis e possuem baixo custo. Estes testes permitem uma maneira econômica de avaliar uma grande variedade de parâmetros para a otimização do processo.

A fermentação é realizada em tanques ou fermentadores com modelos muito diversos. São nos fermentadores que se desenvolvem as transformações de interesse, por isso é considerado elemento central na biotecnologia industrial. Eles dispõem de mecanismos de

agitação e de controle automático de temperatura, pH, oxigênio, velocidade de agitação, entrada de matéria-prima e saída de produto (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Os autores acima comentam que as modificações nas características sensoriais da matéria-prima inicial, ocorrida através da fermentação, são o que constitui um dos objetivos dessa operação. Quando se degrada materiais poliméricos, os alimentos têm uma mudança na sua textura, tornando-se mais macios, completamente diferentes da matéria-prima inicial. Em relação ao sabor e ao aroma, diminui a doçura, e aumenta a acidez, há geração de grande quantidade de compostos sápidos e aromáticos como aldeídos, ésteres, cetonas entre outras, como consequência da transformação posterior dos ácidos orgânicos derivados da fermentação dos açúcares e de aminoácidos e ácidos graxos livres derivados de proteínas e lipídeos.

Quanto à qualidade nutritiva dos produtos fermentados, as condições de processamento permitem reter a maioria dos nutrientes presentes originalmente tornando-os ainda mais concentrado por razões da hidrólise de proteínas e carboidratos de elevado peso molecular que melhora sua digestibilidade, por alguns microrganismos que sintetizam e podem liberar vitaminas complexas e outros fatores de crescimento no meio, contribuindo assim para a liberação dos nutrientes retidos em estruturas celulares ou para a eliminação de substâncias antinutricionais e tóxicas (ORDÓÑEZ et al., 2005).

A oxidação de açúcares durante a fermentação não é completa, apenas transformam-se em compostos um pouco mais oxidados que os substratos originais. Os alimentos fermentados preservam muita energia potencial suscetível de ser utilizada pelo homem. As fermentações prolongam a vida útil dos alimentos por mecanismos muito diversos (ORDÓÑEZ et al., 2005).

As leveduras são muito usadas como agente de fermentação, nas indústrias de fabricação de cerveja, vinhos e álcool, em panificação e na fabricação de biomassa para a produção de derivados de levedura como é descrito no presente trabalho.

O meio de cultivo tem importante influência nesse processo. Na área de fermentações industriais, é chamado de mosto ou meio de fermentação, possuindo nutrientes requeridos para o crescimento celular e fontes de energia que são fornecidos pelos elementos principais Carbono (C), Hidrogênio (H), Oxigênio (O) e Nitrogênio (N); em seguida pelos elementos “secundários” como Fósforo (P), Potássio (K), Enxofre (S), Magnésio (Mg); pelas vitaminas e hormônios; e finalmente por fontes ou “traços” de elementos, ou seja, os que se apresentam em quantidades mínimas para o crescimento microbiano como por exemplo Cálcio (Ca),

Manganês (Mn), Ferro (Fe), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Zinco(Zn) ( SCHMIDELL et al., 2001).

De acordo com Borzani, et al (2001), o meio de cultura é um conjunto de nutrientes necessários para que ocorra a multiplicação ou manutenção dos microrganismos, e sua composição pode influenciar direta ou indiretamente o metabolismo das células através da nutrição e pela alteração da forma do crescimento.

A *S. cerevisiae* utiliza como fonte de carbono, e freqüentemente de energia, diversos açúcares como a sacarose que está presente no meio do melaço de cana-de-açúcar ou mel que é utilizado como meio de cultura para o processo, ou mesmo na glicose, frutose, maltose ou em polissacarídeos como o amido e a celulose (SCHMIDELL et al., 2001; BORZANI et al., 2001).

Como fonte de nitrogênio são utilizados sais, como o Sulfato de amônio ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e Fosfato de amônio ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>), aminoácidos, ou a uréia que ajuda a reduzir ou regular o pH. Como fontes de fósforo são utilizados os fosfatos solúveis como o monoamônio fosfato (MAP), ou o diamônio fosfato (DAP). Outros elementos como: Sódio (Na), K, Ca, Fe, Cu, Mg, Mn, Co, entre outros são adicionados em concentrações reduzidas na forma de sais solúveis como citado anteriormente (SCHMIDELL et al., 2001).

Os meios de cultura constituídos por essas substâncias são chamados de meios sintéticos ou meios definidos, onde a composição química é muito bem conhecida, podendo ser produzida a qualquer momento. Já o uso de matéria-prima natural, como o caldo de cana-de-açúcar ou melaços é de composição química desconhecida, podendo-se conhecer os teores dos açúcares disponíveis, nitrogênio, fósforo, mas não se conhecem os teores dos sais minerais por causa do grande número de constituintes. Os meios de cultura contendo esses materiais naturais geralmente são completados com sais contendo nitrogênio e fósforo. Na formação de um meio de fermentação deve-se levar em conta a necessidade desses nutrientes e a proporção correta dos mesmos, pois além de propiciar o desenvolvimento microbiano, deve favorecer a formação do produto que se deseja. Essa composição elementar depende de fatores como condições de cultivo, espécie do microrganismo, e substrato utilizado para seu crescimento. (SCHMIDELL et al., 2001). A composição elementar típica de microrganismos é apresentada na tabela 3.

Tabela 3 - A composição elementar típica de microrganismos.

Elemento	Célula seca (%)
Carbono	50
Nitrogênio	7 a 12
Fósforo	1 a 13
Enxofre	0,5 a 1,0
Magnésio	0,5

Fonte SCHMIDELL et al., 2001.

Um meio de cultura pode ser utilizado para o crescimento, multiplicação, manutenção ou mesmo para o transporte de microrganismos. Quando utilizados para o crescimento, devem conter todos os nutrientes necessários para que sejam sintetizadas as novas estruturas celulares. Antes de serem semeados, os meios de cultura devem ser esterilizados, ou seja, isentos de qualquer microrganismo vivo. Os métodos para a esterilização dos meios de cultura variam conforme as características do próprio meio BORZANI et al (2001).

De acordo com Schmidell et al., (2001), o inóculo de cultura pura de *Saccharomyces cerevisiae* introduzido ao fermentador de produção é adicionado na proporção de 10% da capacidade útil. No entanto pode variar de 0,5 a 50% (SCHMIDELL et al., 2001). A técnica de preparo do inóculo compreende as fases de laboratório e a industrial como podemos ver na figura 19.

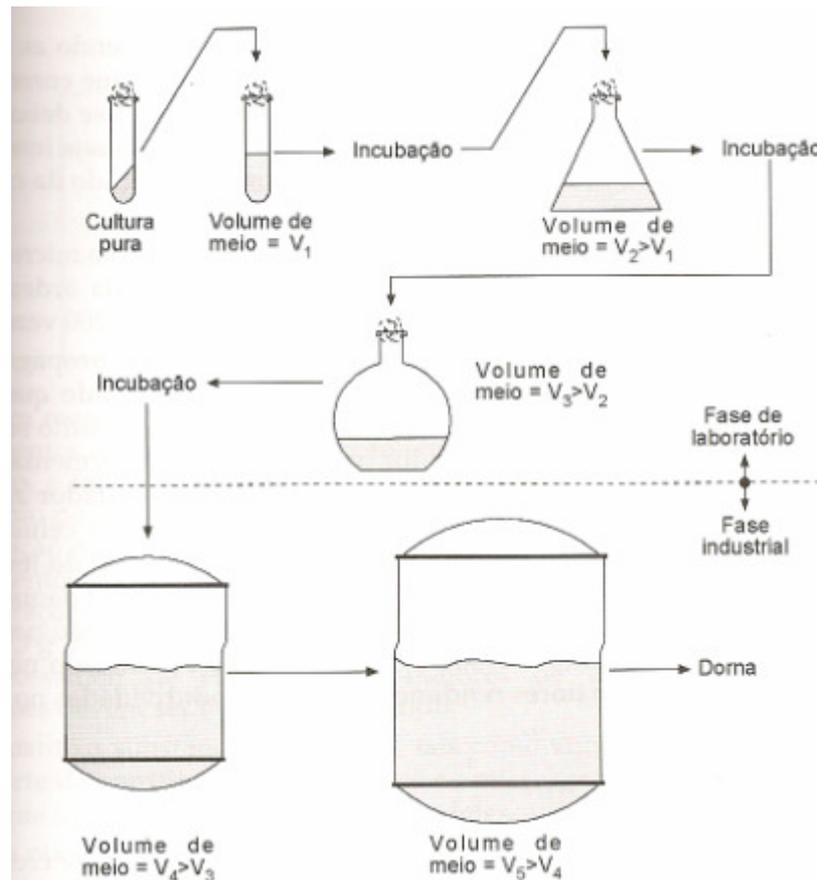


Figura 19 - Técnica de preparo do inóculo  
 Fonte: Schmidell et al., 2001.

A *S. cerevisiae* se propaga passando da fase inicial que é o meio sólido, em condições assépticas, para um tubo de ensaio contendo meio líquido esterilizado, adequado ao seu desenvolvimento. É incubado pelo tempo adequado, sendo transferido em seguida para frascos apropriados como erlenmeyer contendo meio esterilizado, para agitadores rotativos recíprocos chamados “shakers”. Após a incubação a suspensão microbiana é transferida para frascos maiores contendo meio nutriente esterilizado. O número de transferência dependerá do volume útil do pré-fermentador. Lembrando que as transferências devem ser feitas em condições assépticas, os frascos devem permanecer devidamente fechados, mas permitindo a entrada de ar, podendo-se utilizar como “rolha” um tampão feito com algodão e gaze de modo a evitar contaminação (SCHMIDELL et al., 2001).

Para cultivar um microrganismo, recorre-se a um meio de cultura esterilizado e adiciona-se a ele uma pequena quantidade de material contendo células vivas (cepa liofilizada), este material recebe o nome de inóculo, e à adição do inóculo ao meio estéril dá-se o nome de inoculação. Após a inoculação, o meio de cultura é incubado (acondicionado) por tempo determinado, sob condições apropriadas de oxigenação e temperatura. Para que as

condições de incubação favoreçam o crescimento de microrganismo inoculado, devem-se conhecer previamente as características fisiológicas do mesmo. Durante a incubação ocorre a multiplicação do microrganismo dando origem a uma cultura. A obtenção desses microrganismos pode ser feita de várias maneiras, como o isolamento a partir de recursos naturais; a compra dos mesmos em coleções de culturas; a obtenção de mutantes induzidos por métodos convencionais; a obtenção de microrganismos recombinantes por técnicas de engenharia genética ou isolados de outros processos (SCHMIDELL et al., 2001).

Borzani et al (2001), comentam que a formulação de um meio de cultivo deve levar em conta as características nutricionais do microrganismo podendo ser líquidos, sólidos e semi-sólidos. Os meios sólidos diferem dos meios líquidos pelo seu aspecto gelatinoso, devido à presença de Agar (um polissacarídeo extraído de algas) ou de gelatina. O Agar é mais usado, pois além de não ser atacado pela grande maioria dos microrganismos, não é liquefeito em temperaturas normalmente usadas para o crescimento dos microrganismos (em torno de 30 a 35°C). A gelatina ao contrário, pode liquefazer-se pela ação de gelatinases produzidas por microrganismos ou mesmo quando submetida a temperatura em torno de 35°C.

Na figura 20, podemos observar um tubo de slant com meio de cultura sólido acondicionado em tubo de Agar inclinado com vista frontal e lateral pronto para ser inoculado.



Figura 20 – Foto de um tubo de slant com vista frontal e lateral, pronto para ser inoculado.  
Fonte: Dados experimentais, 2008.

Os meios sólidos, ao contrário dos líquidos, podem ser acondicionados em tubos ou frascos na posição horizontal ou inclinados para uma maior superfície de contato.

A maioria dos meios de cultura está disponível comercialmente em forma de pó. Para os meios líquidos o pó deve ser pesado e dissolvido em água destilada ou deionizada. Em meios sólidos, após a pesagem e dissolução em água, o meio deve ser aquecido até a total dissolução do Agar. Devem ser acondicionados em frascos apropriados e esterilizados por

autoclavação, em seguida são esfriados a aproximadamente 45 °C e derramados em placas previamente esterilizadas ou estéreis descartáveis. As placas não devem ser mexidas ou removidas, até que o meio esteja solidificado (BORZANI et al., 2001).

Ainda o mesmo autor descreve que as técnicas de assepsia impedem a contaminação por ação de microrganismos em instrumentos e meios de cultura, e equipamentos antes e durante o seu manuseio (BORZANI et al., 2001).

Uma etapa importante que não se pode deixar de citar é a esterilização do equipamento que significa eliminar todas as formas de vida de seu interior ou superfície garantindo assim a qualidade que se deseja no produto. A esterilização de equipamentos é feita pela aplicação de métodos físicos que seriam o calor seco, calor úmido, radiação ultravioleta, radiação com partículas ionizantes (gama) e ultra-som. Ou pela aplicação de métodos químicos que consistem na limpeza do equipamento com líquidos ou gases que mate os microrganismos ou modifique irreversivelmente sua capacidade reprodutiva. Os mais usados são: hipoclorito, fenóis, formaldeído, óxido de metileno, ozônio, dióxido de enxofre, etc (BORZANI et al., 2001).

Os reatores bioquímicos, equipamentos destinados ao processamento de fermentação, material de laboratório, autoclaves e meios de cultura são preferencialmente esterilizados pelo calor úmido. Em relação aos meios de cultura, nos casos em que a inativação térmica de nutrientes do meio é significativa, emprega-se filtração em membranas ou cartuchos esterilizantes para remover fisicamente os microrganismos. O calor úmido, sendo um dos métodos mais efetivos para a destruição dos microrganismos, consiste em uma associação entre a temperatura elevada, e o alto grau de umidade matando-os pela desnaturação de suas proteínas, destruindo assim os elementos essenciais para a sobrevivência e multiplicação celular. O calor pode também caramelizar os carboidratos gerando produtos tóxicos. Na esterilização por vapor sob pressão feito nas autoclaves geralmente realizada a 121°C e 1 atm, está relacionada com a transferência de calor, que é favorecida pela condensação ocorrida no material, levando a um rápido aumento de temperatura. Relaciona-se também com a manutenção ou aumento do nível de hidratação no interior das células, favorecendo a coagulação das proteínas (BORZANI et al., 2001).

As leveduras são seres aeróbios e podem ser aeróbios facultativos, logo conseguem crescer na presença ou ausência de oxigênio. Para a formação de biomassa de leveduras é essencial que se forneçam quantidades necessárias de oxigênio, pois em quantidades mínimas ela produzirá álcool. O suprimento adequado de oxigênio é indispensável para microrganismos aeróbios, e o efeito levará a um maior ou menor rendimento da cultura. Como

o oxigênio é ligeiramente solúvel, ele deve ser fornecido de forma contínua. A administração rápida de oxigênio necessita de grandes superfícies de contato entre o gás e o líquido, para facilitar a dissolução. Contudo a administração de oxigênio e a agitação são práticas inseparáveis em um sistema aerado (BORZANI et al., 2001; SCHMIDELL et al., 2001).

A aeração, além de proporcionar oxigênio é importante para limpar o cultivo de produtos metabólicos voláteis e indesejáveis. A agitação tem grande importância no processo de fermentação, pois aumenta a velocidade de transferência de oxigênio das bolhas de ar ao meio líquido e a velocidade de transferência de oxigênio e nutrientes do meio para as células, além de impedir a formação de grupos de células ou agregados de micélio. Além de aumentar a velocidade de transferência de produtos metabólicos de células ao meio, aumenta também a taxa ou eficiência de transferência de calor entre o meio e as superfícies de refrigeração do fermentador. A turbulência de refrigeração promove a dispersão de ar em pequenas bolhas, retarda a perda de gás durante o cultivo fazendo com que as bolhas demorem mais para chegar à superfície (BORZANI et al., 2001; SCHMIDELL et al., 2001).

O sucesso de um processo fermentativo depende da existência de condições adequadas para a produção de biomassa e formação de produto como a temperatura, pH, grau de agitação, concentração de oxigênio no meio, que devem ser mantidos constante durante todo o processo. Para isso é feito um monitoramento cuidadoso da fermentação através de um sistema de controle pelo qual as condições ótimas podem ser mantidas. Os aparelhos de instrumentação geralmente são conhecidos como controladores automáticos (BORZANI et al., 2001; SCHMIDELL et al., 2001).

Segue abaixo os parâmetros que podem ser medidos nos processos fermentativos segundo Borzani et al., 2001; Schmidell et al., 2001.

- Parâmetros físicos: temperatura (varia entre 25 a 30°C), pressão, consumo de potência, viscosidade, fluxo de aeração e de meio, turbidez e peso do fermentador.
- Parâmetros químicos: pH, oxigênio dissolvido, oxigênio e gás carbônico nos gases de saída, potencial de redox, concentração de substrato, concentração de produto e força iônica.
- Parâmetros biológicos: produtos biologicamente ativos, atividade enzimática, conteúdo de DNA e RNA, conteúdo de nicotinamida adenina dinucleotídeo (NADH) e adenosina trifosfato (ATP) e conteúdo em proteína.

### 3.3.2 Autólise

Após a fermentação o creme ou biomassa de leveduras sendo representado como células íntegras que podem ser secas, ou esse creme pode ser submetido pelo processo de autólise, gerando inúmeros produtos.

Para se chegar a um grande número de células para posterior autólise há a necessidade de uma multiplicação adequada destas células, o que somente é conseguido mantendo-se as condições ótimas para esta levedura. A levedura autolisada é um dos produtos que podemos obter a partir da biomassa de levedura.

A célula normalmente é rompida por processos mecânicos que envolvem alta pressão, com máquinas com capacidade de 50 a 5000 litros/hora (l/h). Também são usados processos químicos, térmicos e enzimáticos, ou congelamento. A moagem em moinho vibratório com esferas de vidro é a técnica mais empregada.

A levedura autolisada é um produto que se deriva da lise enzimática das células de levedura, constituído basicamente por peptídeos de baixo peso molecular, amino-ácidos, bases nitrogenadas, nucleotídeos e vitaminas. A separação dos resíduos de paredes celulares conduz aos extratos de levedura ou autolisados de levedura, de ampla utilização na indústria alimentar e microbiológica. Dentre suas principais características se encontra o sabor salgado picante e cheiro agradável. A quantidade de bactérias deve ser menor que  $10^4$ /gramas (g) e não devem estar presentes germes patogênicos ou toxinas (ICIDCA, 1999).

A biomassa de levedura produzida é transferida para o autolisador como creme de concentração de 15% de base seca, é adicionado sal, ajusta-se o pH a 5,5 e a temperatura se eleva a 50°C. Depois de concluída a autólise, o creme é centrifugado, quando se obtém o extrato e uma fração de creme que contém os resíduos celulares. A porção insolúvel é lavada com água na proporção 1:1 e é novamente centrifugada. A fração solúvel é unida ao extrato anterior e é concentrado em um evaporador de película descendente a 90°C até obter uma concentração de 20% de matéria seca (ICIDCA, 1999).

O cloreto de sódio, além de inibidor de microrganismos e de metabólitos tóxicos influencia sensivelmente no metabolismo de muitos organismos, especialmente no conteúdo protéico. O sal é adicionado no processo de autólise para a produção de extratos com sal, mas estudos demonstram que a adição de 4% de Cloreto de sódio (NaCl) reduz o crescimento de *S. cerevisiae* em torno de 10 – 15%, quando comparados com a produção sem sal. Estudos relatam que o NaCl afeta a concentração dos aminoácidos do ciclo da uréia, implicando numa

ligação entre troca de pressão osmótica e balanço de nitrogênio/uréia nas células das *S. cerevisiae* em fermentação aerada da glicose (RODRIGUES e SANT'ANNA, 2001).

Na tabela 4 representada abaixo, podemos observar a composição de um autolisado de levedura.

Tabela 4 - Composição típica do autolisado de levedura.

	<b>Pasta</b>	<b>Pó</b>
Umidade (%)	20 - 30	3,5
Nitrogênio (%)	7 - 7,8	7 - 7,4
Nitrogênio amínico (%)	2,5 - 3,0	6,7 - 7,2
NaCl (%)	15 - 17	39 - 41
pH	5,1 - 5,5	5,1 - 5,5

Fonte: RAMBLA, 1999.

ICIDCA (1999) afirma que, o processo tecnológico para a produção do extrato acontece através de diferentes etapas, a partir da produção de biomassa: autólise, separação do material parede celular e extrato, evaporação do extrato e secagem. Esse processo conduz à produção de extrato e levedura residual. Depois a biomassa é seca em um secador de atomização onde se obtém um pó de 5,6% de umidade.

Em seguida o produto é seco no Spray-dryer (equipamento de secagem por atomizador). O mesmo autor afirma que o pó tem cor amarela cremosa enquanto que a forma em pasta apresenta uma cor parda. Os produtos em pó devem ser armazenados em lugares secos e ventilados, pois é extremamente higroscópico.

Segue abaixo a figura 21 representando o processo para a obtenção de Derivados de Levedura, desde a fermentação até o processo de secagem.

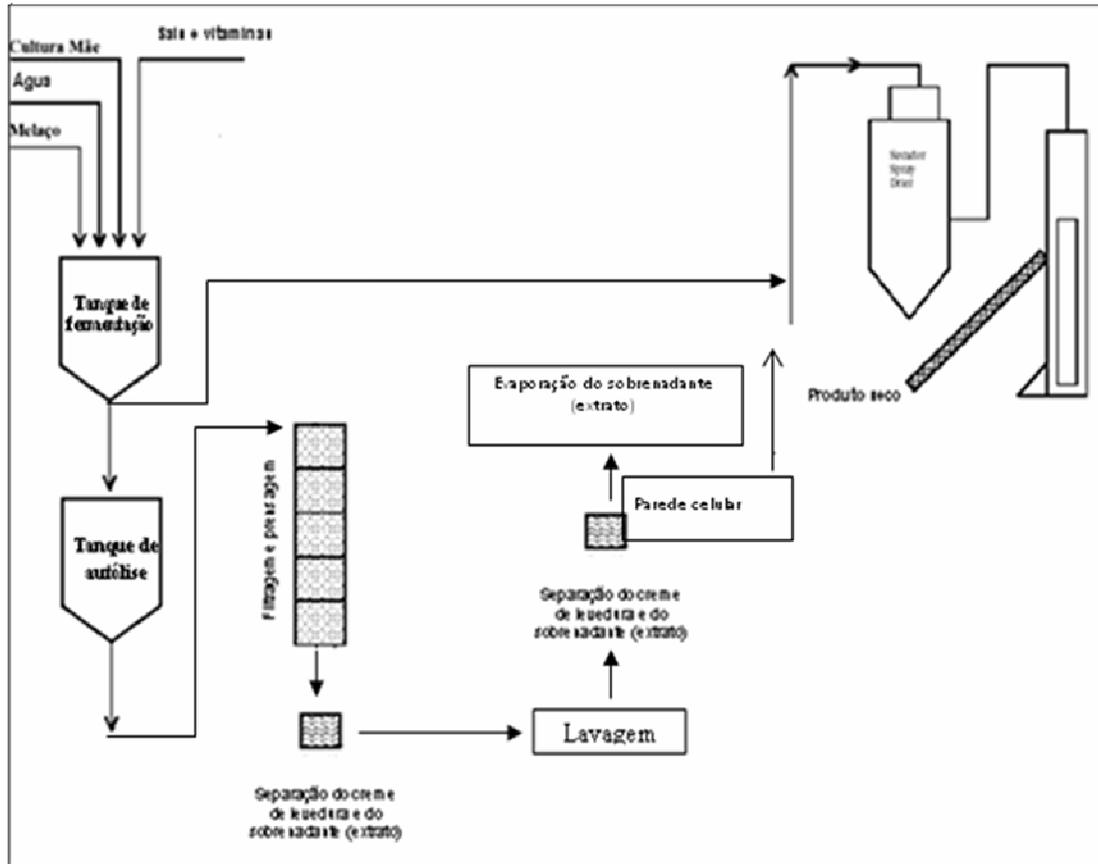


Figura 21 - Processo para obtenção de derivados de levedura

### 3.3.3 Secagem

A etapa final do processo é a secagem dos produtos. Processo de secagem em Spray-dryer, consiste em pulverizar o produto dentro de uma câmara submetida a uma corrente controlada de ar quente, e dessa maneira se consegue uma evaporação dos solventes, em geral água, obtendo-se uma separação ultra-rápida dos sólidos e solúveis contidos, com a máxima degradação do produto a secar, terminando esse processo com a recuperação do produto já em pó.

Segue abaixo alguns dados básicos para a operação do secador por atomização com introduções básicas do processo de secagem. Alguns dos pontos se resultam indispensáveis para obter um panorama mais completo dos secadores por atomização (SPRAY PROCESS, 2006).

- Alta vazão de ar de secagem, com entrada do produto constante provoca um rápido deslocamento do produto da câmara com aumento de umidade residual.

- Baixa vazão de ar de secagem, com constante entrada de produto provoca longa permanência de produto na câmara, resultando um pó muito seco.
- Alta velocidade do ar beneficia uma boa separação no ciclone.
- Alta velocidade do disco atomizador resulta em partículas menores do produto.
- Alta concentração do produto resulta partículas maiores do mesmo.
- Baixa concentração do produto e alta velocidade do disco atomizador resultam partículas do produto muito pequenas, dificultando uma ótima separação ciclônica.
- Para partículas muito pequenas e leves a extração do pó deve ser efetuada mediante filtros tipo manga.
- Aumentar a vazão da bomba dosadora com temperatura de entrada constante resulta na diminuição da temperatura de saída.
- A Temperatura de entrada é introduzida através do dispersor de ar, por meio de um ventilador ou exaustor, que entra em contato com o produto pulverizado, realizando a vaporização.

A temperatura de saída tem vários controles, resultado dos seguintes parâmetros: Temperatura de entrada, vazão do ar, vazão da bomba dosadora e concentração do produto a secar. A ótima diferença entre a temperatura de entrada e temperatura de saída, chamada  $\Delta t$  é um dos pontos mais importantes a considerar quando a secagem do produto é feita. Aumentando a diferença de temperatura ( $\Delta t$ ) com maior ingresso do produto dentro da câmara e mantendo a temperatura de entrada constante, a umidade residual do produto final aumentará (SPRAY PROCESS, 2006).

Para um correto funcionamento de secagem por spray a dosagem do produto deve ser uniforme (não pulsante) e constantemente controlada por microprocessador. A correta variação gradual da dosagem faz com que o equipamento tenha um período maior de trabalho contínuo, sem eventuais interrupções. No processo de secagem por Spray Dryer com atomização por Disco Rotativo o principal objetivo é ter design perfeito para controlar a homogeneidade da atomização do produto e a segurança de continuidade efetiva de trabalho, condições primárias de modelos que integram as diferentes capacidades de atomização. A capacidade deste atomizador varia de 50 litros/hora de produto a pulverizar até 800 litros/hora com uma concentração de 60% de matéria seca, segundo o produto. Estes atomizadores integram uma linha de modelos que vão de 6 litros/hora até 15.000 litros/hora de capacidade de atomização (SPRAY PROCESS, 2006).

O sistema de secagem por atomização mantém as propriedades físico-químicas dos produtos podendo melhorar essas propriedades, além de preservar os alimentos. Os produtos podem ser secos com ótima qualidade e com a preservação das características essenciais, obtendo diversas vantagens, entre as quais o armazenamento em temperatura ambiente e o peso e volume reduzidos. Para o desempenho do processo, o produto pode apresentar-se em solução, emulsão, suspensão ou pasta. A figura 22 representa o processo de secagem do creme de levedura ou da levedura autolisada proveniente da fermentação (SPRAY PROCESS, 2006).

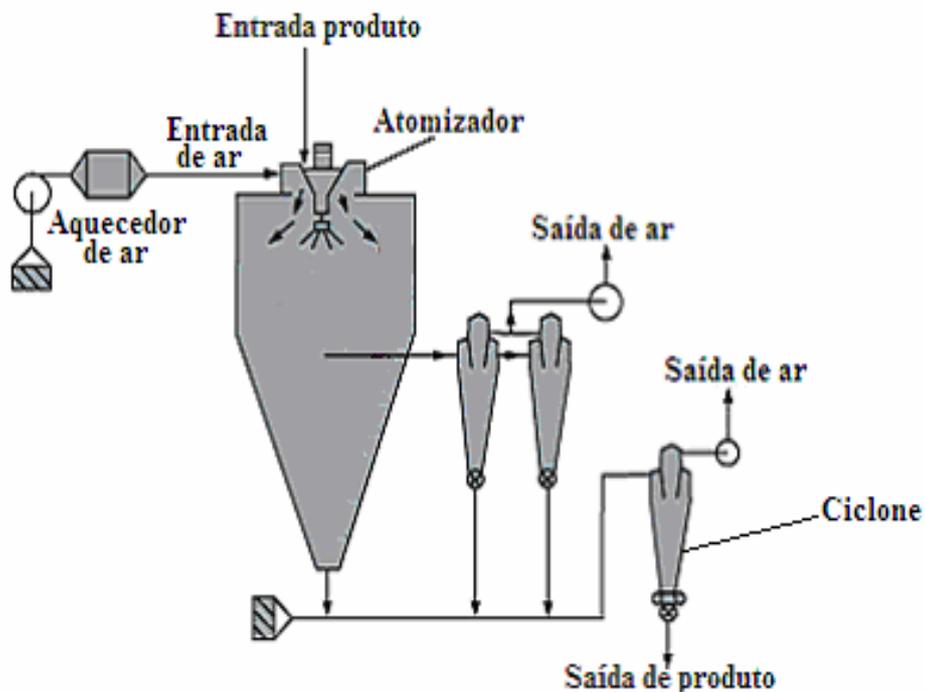


Figura 22 - Processo de secagem do creme de levedura.  
Fonte: (SPRAY PROCESS, 2006).

O creme de levedura segue para o trocador de calor, em que é aquecida de 30°C a 55°C e enviada à câmara de secagem em forma de névoa. O processo se caracteriza em pulverizar o creme de levedura obtido na fermentação dentro de uma câmara submetida a uma corrente controlada de ar quente com temperatura de 180°C a 250°C. Este creme é atomizado em milhares de micro-gotas individuais mediante um disco rotativo ou bico pulverizador e quando entra em contato com o ar quente é imediatamente seco e assim obtemos a levedura seca que tem aspecto de pó fino de cor caramelo (SPRAY PROCESS, 2006).

O pó tem uma cor amarela cremosa enquanto que a forma em pasta apresenta uma cor parda. Os produtos em pó devem ser armazenados em lugares secos e ventilados, pois é extremamente higroscópico.

O produto é transportado para um reservatório por um sistema pneumático, passando pelo ensaque, por uma balança, para a selagem e costura. E finalizando, os sacos de 25 quilos vão para o armazenamento e expedição. O bom aspecto visual também garante a qualidade do produto. Na figura 23 segue a demonstração de evaporação do produto no processo de secagem, para a obtenção da célula de levedura seca.

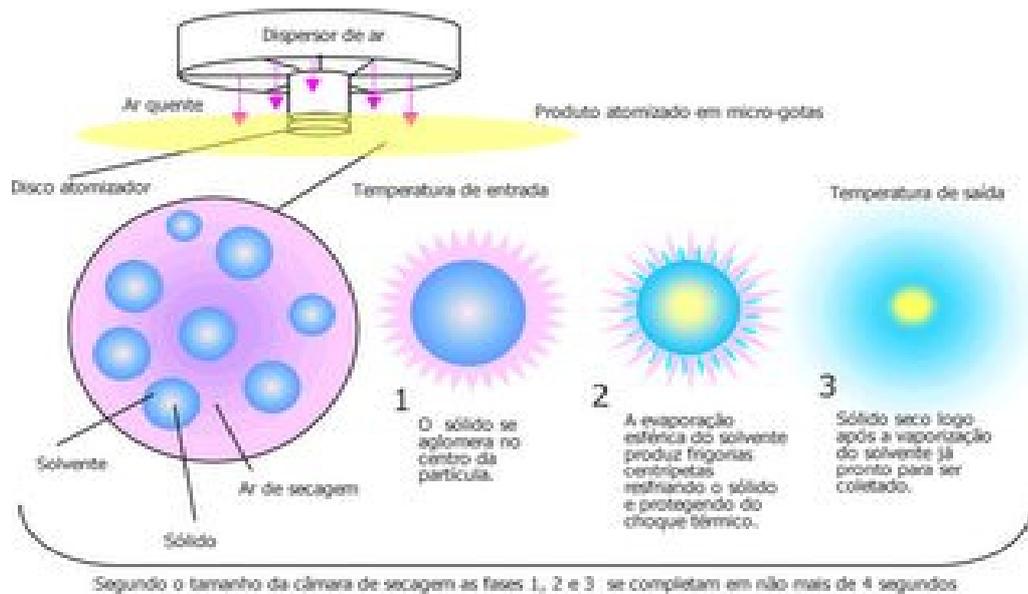


Figura 23 - Evaporação do produto no processo de secagem, para a obtenção da célula de levedura seca. Fonte: (SPRAY PROCESS, 2006).

### 3.4 Produtos obtidos

São obtidos vários produtos dependendo do derivado utilizado.

**Levedura Inativa Seca** – Utilizada nas indústrias alimentícias e farmacêuticas por conter proteína de alta qualidade, minerais, fibras alimentares e vitaminas do Complexo B, indicada para uso em alimentos formulados, condimentos, sopas, embutidos e panificação.

**Levedura Autolisada** – Obtida através da autólise de levedura, tem como função alterar o perfil protéico e as características de aroma e sabor de alimentos formulados, sopas, embutidos e panificação.

**Extrato de Levedura** – é a porção solúvel da autólise da levedura. É um ingrediente natural bastante utilizado pela indústria alimentícia, pois é um suplemento nutritivo e

flavorizante que realça e confere sabor e aroma em sopas, condimentos, molhos, snacks, caldos e embutidos.

Parede celular de levedura – Contém alto teor de mananoligossacarídeo e betaglucano, fonte de fibra dietética, agente espessante e/ou emulsificante. Estes elementos possuem propriedades imunoestimulantes e são usados como nutracêuticos ou empregados em alimentos funcionais.

Autolisado integral – ingrediente funcional e nutritivo, flavorizante.

Concentrado protéico – suprimento nutritivo.

A adição destes derivados em alimentos contendo cereais (trigo, milho) elevou o valor protéico como aumentou a aceitação dos produtos e praticamente não exige alterações no processamento dos alimentos (LEIMER, 2005).

Estes produtos obtidos têm emprego em diferentes áreas industriais, como apresentado na tabela 5.

Tabela 5 – Emprego de produtos obtidos da biomassa de *S. Cerevisiae*

Produto	Emprego
Autolisado total e parede celular	Indicados na formulação de rações animais pelas propriedades nutritivas e funcionais e pelo menor custo de produção.
Extrato e autolisado	Ingredientes nutritivos funcionais e flavorizantes em alimentos como biscoitos, pães, macarrão, embutidos de carne farinhas mistas, maioneses, molhos e temperos em proporções entre 3 a 30%.

### 3.5. Produtos atualmente no Mercado

Atualmente são encontrados produtos derivados de leveduras produzidos em grandes indústrias como a Biorigin, Alltech, Prodesa, Bio Springer, Chr Hansen entre outras. De

acordo com a empresa Biorigin, seguem abaixo os variados produtos encontrados no mercado provenientes de derivados de levedura *S. cerevisiae* para diferentes fins.

### **3.5.1 Ingredientes alimentícios**

Atualmente as empresas oferecem soluções naturais que realçam o sabor dos alimentos, desenvolvendo produtos que atendem as necessidades de seus clientes.

A linha de produtos do segmento de Ingredientes Alimentícios conta com extratos de levedura, leveduras inativas secas, autolisadas e mineralizadas.

- A família de extratos de levedura, produzidos a partir de uma cepa especialmente selecionada, *Saccharomyces cerevisiae*. Possui a propriedade de conferir e intensificar naturalmente o aroma original dos diversos produtos finais, conferindo corpo a sopas, caldos, condimentos, molhos, salgadinhos, embutidos, derivados de tomate e pratos prontos. Existem extratos de levedura com características Umami e outros levemente tostados que geram mais sabor e aumentam a impressão sensorial deixada pelo alimento na boca, além dos extratos padrões, básicos (BIORIGIN, 2008).

- As leveduras inativas seca, autolisada e mineralizada, também produzida a partir da cepa *Saccharomyces cerevisiae*, e podem ser utilizados nas mais diversas aplicações na indústria alimentícia, como panificação, alimentos institucionais salgados, produtos cárneos, condimentos, patês. Também podem ser utilizados com eficiência na indústria farmacêutica, na forma de comprimidos como fonte nutricional (aminoácidos e vitaminas) (BIORIGIN, 2008).

- Extratos de levedura conferem sabor característico além de colaborar no realçamento, corpo e impressão sensorial dos produtos acabados, maximizando o impacto do sabor (BIORIGIN, 2008).

### **3.5.2 Fermentação Industrial**

Para atender ao setor industrial, desenvolveram-se extratos de levedura ricos em aminoácidos livres, minerais e vitaminas e levedura autolisada sendo complexos de nutrientes eficientes para serem utilizados em processos de fermentação industrial e meios de cultura.

- Levedura inativa seca contendo proteína de alta qualidade, vitaminas e minerais, e são fontes naturais de glutatona. Possuem sabor suave, ideal para o consumo in natura, alimentos institucionais salgados, produtos cárneos, condimentos, patês vegetarianos e panificação (BIORIGIN, 2008).

- Leveduras autolisadas, rica em proteína e aminoácidos livres. Por ter sabor suave, podem ser utilizadas em diversas aplicações alimentícias, como salgadinhos, patês, produtos cárneos, condimentos e como nutrientes em processos de fermentação (BIORIGIN, 2008).

- Extrato de levedura sem sal, com alto teor de aminoácidos, característica neutra e totalmente solúvel. Pode ser utilizado como nutriente em formulação de baixo teor de sal e no preparo de meio de cultura e de fermentações industriais (BIORIGIN, 2008).

### **3.5.3 Mercado Enológico**

Com o objetivo de atender necessidades específicas do mercado enológico, desenvolveram-se soluções inovadoras que realçam o sabor do vinho, além de aumentar a maciez e o volume. Os produtos deste segmento evitam as variações que podem ocorrer durante o processo de produção, impedindo a perda de aroma e sabor do produto final.

- Realçador natural de sabor para vinhos, que influencia positivamente nas propriedades de sabor do vinho. É produzido a partir de parede celular de uma cepa especialmente selecionada de *Saccharomyces cerevisiae*. Promove o arredondamento do sabor, realçando os aromas dos vinhos, melhora a estabilidade da cor, aumenta a maciez e o volume, diminui a adstringência e a acidez e contribui para a estabilização de compostos aromáticos (BIORIGIN, 2008).

- Parede celular de levedura que estimula as fermentações alcoólicas e maloláticas evitando o risco de paradas de fermentação, melhora a estabilidade da cor e aumenta a suavidade do vinho (BIORIGIN, 2008).

- Célula íntegra de levedura reúne todas as características necessárias para completar as fermentações alcoólicas e maloláticas, melhora a estabilidade da cor e dos compostos aromáticos (BIORIGIN, 2008).

### **3.5.4 Nutrição Animal**

A biotecnologia atua no segmento de Nutrição Animal com o desenvolvimento de produtos derivados de levedura. Sempre inovando e antecipando-se às tendências do mercado, o segmento de Nutrição Animal atua com o conceito de funcionalidades, desenvolvendo produtos que atuam diretamente nas soluções dos mais frequentes problemas da produção no Brasil e no Mundo.

- Parede celular que serve como um aditivo prebiótico para alimentação animal rico em mananoligossacarídeos (MOS), é altamente eficaz na aglutinação de patógenos e atua como modulador da flora intestinal, promove considerável melhora na performance zootécnica na presença de desafios sanitários (BIORIGIN, 2008).

- Selênio Orgânico é fonte de selênio com maior biodisponibilidade comparada com as fontes de selênio inorgânicas. Seus principais benefícios são aumentar o teor de selênio nos produtos animais e no sangue, além de exercer efeito positivo sobre a qualidade da casca dos ovos (BIORIGIN, 2008).

- Autolisado é um produto obtido a partir da fermentação da *Saccharomyces cerevisiae*, especialmente selecionada para uso na indústria de nutrição animal. Seu processo de produção confere ao produto uma alta digestibilidade protéica e um excelente perfil de aminoácidos. Contém minerais, fibras alimentares e vitaminas do complexo B (BIORIGIN, 2008).

## 4. CONCLUSÕES

No presente trabalho de pesquisa bibliográfica, podemos concluir que:

- A partir de processos biotecnológicos como a fermentação da levedura *Saccharomyces cerevisiae* utilizando como meio o melão de cana-de-açúcar, podemos produzir a biomassa de levedura.
- A biomassa de levedura dá origem a diferenciados tipos de produtos como, a célula íntegra de levedura, parede celular, levedura autolisada e o extrato de levedura, sendo que cada um oferece uma grande linha de produtos para diferentes formulações e aplicações.
- Autolisando a biomassa de levedura, obtemos o creme de levedura autolisada, de onde separamos a parede celular do extrato de levedura. A parede celular é rica em mananas e glucanas que é fonte de fibra alimentar (solúvel e insolúvel). O extrato de levedura é excelente fonte de proteínas, além de outros nutrientes essenciais e benéficos ao organismo.
- Atualmente são desenvolvidos produtos a partir da levedura que cuidam tanto da alimentação animal como da alimentação humana. O intuito de se adicionar derivados de levedura nas rações animais é de gerar animais e derivados mais saudáveis para serem consumidos, e na alimentação humana esses derivados chegam até nós junto de alimentos que eles ajudam ou não a preparar, complementando a nossa refeição.
- Os produtos obtidos são altamente nutritivos e além de oferecer o balanço ideal de nutrientes para o organismo humano e animal, ainda melhoram as características de outros, nos quais são aplicados.

## 5 REFERÊNCIAS

BIORIGIN. **Arte em ingredientes naturais**. Macatuba, 2008. Disponível em: [www.biorigin.com.br](http://www.biorigin.com.br). Acesso em 21 nov. 2008.

BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A.; AQUARONE, E. **Biotechnologia Industrial: Fundamentos**. 1 ed. Vol1. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

CHAUD, S. G. e SGARBIERI, V. C. **Propriedades funcionais (tecnológicas) da parede celular de leveduras da fermentação alcoólica e das frações glicana, manana e glicoproteína**. Ciência e Tecnologia de Alimentos. vol.26, Campinas, 2006.

CHAUD, S. G. et al., **Influência de frações da parede celular de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre os índices séricos de glicose e lipídios, microbiota intestinal e produção de ácidos graxos voláteis (AGV) de cadeias curtas de ratos em crescimento** Ciênc. Tecnol. Aliment, Campinas, 2007.

FISIOLOGIA, BIOQUÍMICA E GENÉTICA DE LEVEDURAS: Genética. 1 ed. Piracicaba: Fermentec, 2008.

FLEURI, L. F.; SATO, H. H. **Produção, purificação, clonagem e aplicação de enzimas líticas**. Química Nova. vol.28, São Paulo, 2005.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. 1 ed. São Paulo: Atheneu, 2005.

GLUCOS INTERNACIONAL. **A Levedura de cana**. Sesimbra – Portugal, 2005. Disponível em: [www.glucosinternacional.com/levedura/levedura.php](http://www.glucosinternacional.com/levedura/levedura.php) - 17k. Acesso em: 21 nov. 2008.

ICIDCA – Instituto Cubano de Pesquisa dos Derivados da Cana-de-Açúcar. **Manual dos Derivados da Cana-de-Açúcar**. Brasília: ICIDCA – Instituto Cubano de Pesquisa dos Derivados da Cana-de-Açúcar, 1999.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

LEIMER, K. H. **Cana-de-açúcar aplicações em biotecnologia**. Aproveitamento de Derivados de Levedura em Alimentação Humana e Animal. Centro de Tecnologia Canavieira. Campinas, 25 ago.2005. Disponível em: [www.cori.unicamp.br/foruns/agro/evento13/leimer.ppt](http://www.cori.unicamp.br/foruns/agro/evento13/leimer.ppt) >. Acesso em: 19 nov. 2008.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; PARKER, J. **Microbiologia de Brock**. 10 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

NOVELLO, D. et al. **Avaliação zootécnica e qualidade da carcaça de frangos de corte alimentados com rações contendo farinha de peixe ou aveia branca**. Ciência Rural. Santa Maria, 2007.

ORDÓÑEZ, J. A. e colaboradores. **Tecnologia de alimentos: Componentes dos Alimentos e Processos**. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PÁDUA, E. A.; OLIVEIRA, A. C.; SGARBIERI, V. C. **Importância da parede celular de levedura (*Saccharomyces sp.*) como fonte de fibra na alimentação.** Ciência e Tecnologia de Alimentos. vol.20, Campinas, 2000.

PELCZAR Jr, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia: Conceitos e aplicações.** 2 ed. vol 1 e 2, São Paulo: Makron Books, 1996.

RODRIGUES, A. M.; SANT'ANNA, E. S. **Efeito do cloreto de sódio na produção de proteínas (*Saccharomyces cerevisiae*) em fermentação semi-sólida.** Ciência e Tecnologia de Alimentos. vol.21, Campinas, 2001.

SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A.; AQUARONE, E. BORZANI, W. **Biotechnologia Industrial: Engenharia Bioquímica.** 1 ed. vol 2. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

SPRAY DRYER. **Spray process.** São Paulo, março 2006. Disponível em: <<http://sprayprocess.blogspot.com>> Acesso em: 16 nov. 2008.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia.** 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

TRABULSI, L. R. et al. **Microbiologia.** 3 ed. São Paulo: Atheneu, 2002.

VILELA, E. S. D.; SGARBIERI, V. C.; ALVIM, I. D. **Determinação do valor protéico de células íntegras, autolisado total e extrato de levedura (*Saccharomyces sp.*).** Revista de Nutrição. Campinas, 1999.

VILELA, E. S. D.; SGARBIERI, V. C.; ALVIM, I. D. **Valor nutritivo da biomassa de células íntegras, do autolisado e do extrato de levedura originária de cervejaria.** Revista de Nutrição. vol.13, Campinas, 2002.