



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO  
CAMPUS CUIABÁ – BELA VISTA

PATRICIA DANIELA PINTO PIERETI  
RAQUEL OLIVEIRA ALEIXO DE LIMA  
TALITA FARIA BARBOSA

*BIOLOGIA CELULAR E GENÉTICA*

Cuiabá/MT  
(16/05/2014)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO  
CAMPUS CUIABÁ – BELA VISTA

PATRICIA DANIELA PINTO PIERETI  
RAQUEL OLIVEIRA ALEIXO DE LIMA  
TALITA FARIA BARBOSA

*TIPOS DE FERMENTAÇÃO E OS SEUS  
PROCESSOS FERMENTATIVOS*

Trabalho apresentado como requisito parcial avaliativo da disciplina de Biologia Celular e Genética do curso Superior de Bacharelado em Engenharia de Alimentos do IFMT – Campus Cuiabá Bela Vista, sob orientação do professor MsC. João Maia.

Cuiabá/MT  
30/05/2014

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema da fermentação alcoólica.....	7
Figura 2 – Esquema da fermentação láctica.....	8
Figura 3 – Fermentação láctica por esforço muscular.....	8
Figura 4 – Estrutura da amilose e amilopectina.....	17

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	4
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	4
<b>3. DESENVOLVIMENTO</b> .....	5
<b>3.1. Tipos de fermentação</b> .....	6
3.1.1. Fermentação alcoólica.....	6
3.1.2. Fermentação láctica.....	7
3.1.3. Fermentação acética.....	9
3.1.4. Fermentação butírica.....	10
<b>3.2. Processos fermentativos</b> .....	11
3.2.1. Produção de etanol.....	11
3.2.2. Produção de solventes.....	12
3.2.3. Produção de ácidos.....	14
3.2.4. Produção de polvilho azedo.....	16
3.2.5. Cervejas.....	19
3.2.6. Vinhos.....	19
3.2.7. Bebidas álcool-ácidas.....	20
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	22
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	23

## 1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que para a sobrevivência do ser humano é importante que ele consuma algumas fontes de energia que são geradas principalmente pela glicose. Quando um açúcar é ingerido, basicamente, ele se quebra sem que haja nenhum consumo de oxigênio no organismo. Esse processo é conhecido como fermentação.

Existe um conceito de fermentação bioquímico que estuda a atividade dos microrganismos vivos e um biológico voltado para a consequência causada no ser humano, que é a energia

A fermentação, sendo o principal assunto desse trabalho, ocorre de diversas maneiras dependendo do seu tipo. Podemos identificar quatro tipos, sendo eles: a fermentação alcoólica que é responsável pela produção de bebidas alcoólicas; a fermentação láctica no processo de fabricação do leite e queijos; a fermentação acética que ocorre na transformação do vinho em vinagre e a fermentação butírica na fabricação, por exemplo, da acetona.

## 2. OBJETIVOS

- ✓ Saber o conceito de fermentação bem como seus tipos;
- ✓ Entender como acontece o processo de fermentação;
- ✓ Verificar em quais setores o processo de fermentação é empregado;
- ✓ Conhecer os produtos que são e/ou podem ser produzidos por fermentação.

### 3. DESENVOLVIMENTO

Os seres vivos precisam, para sobreviverem, de alguns elementos, como água, proteínas, vitaminas, sais minerais, carboidratos, etc.; os alimentos vão dar aos organismos energia para que as células façam as suas atividades vitais. As plantas podem produzir sua própria energia através da fotossíntese; as algas também realizam a fotossíntese, são tidas como o pulmão do mundo por liberarem na natureza mais oxigênio que a região Amazônica, vez que necessitam bem pouco oxigênio para a respiração.

E nessa luta para sobrevivência, os organismos retiram energia das mais diversas moléculas orgânicas, como os açúcares, os aminoácidos, os ácidos graxos, etc., sendo que, tanto na fermentação como na respiração, a mais freqüente é a glicose.

A fermentação é um processo no qual ocorre a quebra da glicose sem nenhum consumo de oxigênio. É, para os organismos anaeróbios, o único meio de obtenção de energia, pois eles não possuem enzimas responsáveis pelas reações químicas do ciclo de Krebs e da cadeia respiratória. Alguns organismos que realizam a fermentação são as bactérias causadoras do tétano, do botulismo e do levedo de cerveja.

Conceito de fermentação:

Bioquímico: conjunto de trocas ou decomposições químicas produzidas pela atividade de microrganismos vivos em um substrato orgânico.

Biológico: assimilação e a desassimilação são processos realizados por todos os seres vivos, com a produção ou o consumo de diferentes quantidades de energia.

Algumas indústrias se utilizam desse processo na produção de alguns produtos, conhecidos de todos nós, como por exemplo:

- Iogurte é produzido pela famosa **fermentação láctica**, onde as bactérias, denominadas de lactobacilos, produzem ácido láctico;
- Pão e cerveja são produzidos pela **fermentação alcoólica**, onde a fermentação é realizada por fungos (anaeróbicos facultativos), que produzem no final álcool;

- Vinagre é produzido pela **fermentação acética**, que consiste numa reação química, onde ocorre a oxidação parcial do álcool etílico, obtendo o ácido acético. As bactérias que realizam esse processo são as acetobactérias; etc

Podemos visualizar duas etapas marcantes nas reações que ocorrem na fermentação:

- Glicólise: consiste na fosforilação onde a glicose é ativada, transformando ATP em ADP. A glicose se transforma em frutose 1,6-difosfato, que é um produto altamente instável, que se quebra em duas moléculas de gliceraldeído, transformando-se a seguir em ácido pirúvico.
- Redução do ácido pirúvico: a redução ocorre pelo hidrogênio que é liberado pelo  $\text{NADH}_2$  produzido na glicólise que, dependendo do tipo de organismo fermentativo, vai dar origem a um composto diferente, podendo ser o ácido acético, o ácido láctico, o álcool etílico e o dióxido de carbono.

O rendimento energético líquido desse tipo de reações é tido como pequeno, pois apenas 4% da energia contida na molécula de glicose é disponibilizada para o organismo, ou seja, para cada molécula de glicose obtêm-se duas moléculas de ATP.

### 3.1. Tipos de fermentação

#### 3.1.1. Fermentação alcoólica

As leveduras e algumas bactérias fermentam açúcares, produzindo álcool etílico e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), processo denominado **fermentação alcoólica**.

Na fermentação alcoólica, as duas moléculas de ácido pirúvico produzidas são convertidas em álcool etílico (também chamado de etanol), com a liberação de duas moléculas de  $\text{CO}_2$  e a formação de duas moléculas de ATP.

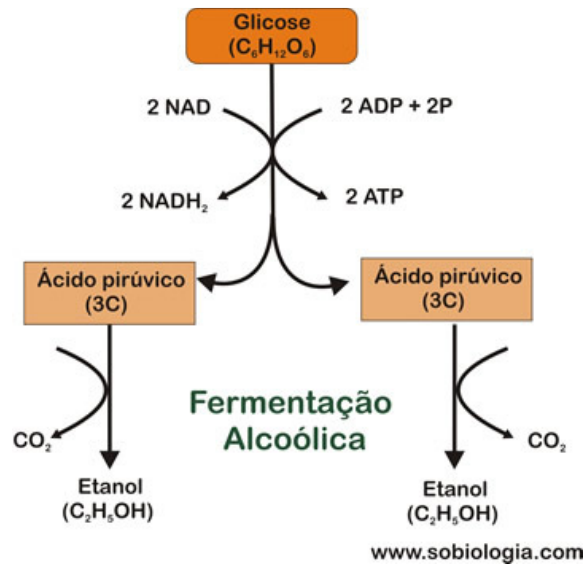


Figura 1 – esquema da fermentação alcoólica

Os fungos que fermentam também são capazes de respirar aerobicamente, **no caso de haver oxigênio no meio de vida**. Com isso, a glicose por eles utilizada é mais profundamente transformada e o saldo em energia é maior, **38 ATP**, do que os **2 ATP** obtidos na fermentação.

### 3.1.2. Fermentação Láctica

Os lactobacilos (bactérias presentes no leite) executam fermentação láctica, em que o produto final é o ácido láctico. Para isso, eles utilizam como ponto de partida, a **lactose**, o açúcar do leite, que é desdobrado, por ação enzimática que ocorre fora das células bacterianas, em glicose e galactose. A seguir, os monossacarídeos entram nas células, onde ocorre a fermentação.

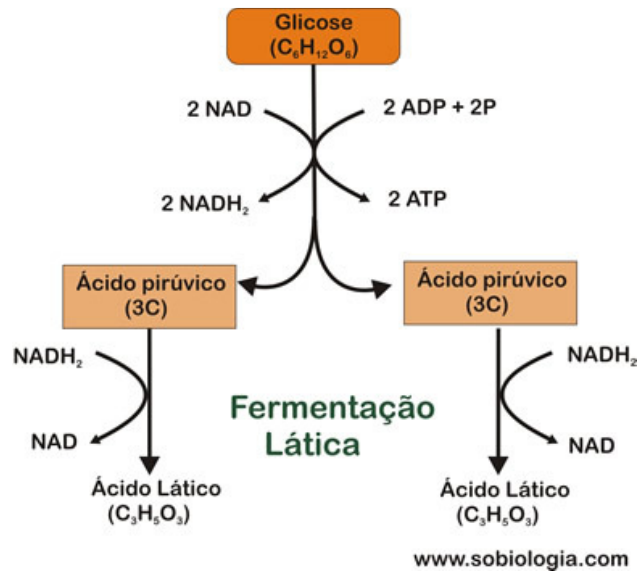


Figura 2 – esquema da fermentação láctica (Cada molécula do ácido pirúvico é convertida em ácido láctico, que também contém três átomos de carbono).

O sabor azedo do leite fermentado se deve ao ácido láctico formado e eliminado pelos lactobacilos. O **abaixamento do pH causado pelo ácido láctico** provoca a coagulação das proteínas do leite e a formação do coalho, usado na fabricação de iogurtes e queijos.

### 3.1.2.1. Fermentação láctica no homem



Figura 3 – fermentação láctica por esforço muscular

É comum a produção de ácido láctico nos músculos de uma pessoa, em ocasiões em que há esforço muscular exagerado. A quantidade de oxigênio que as células musculares recebem para a respiração aeróbia é insuficiente para a liberação da energia necessária para a atividade muscular intensa.

Nessas condições, ao mesmo tempo em que as células musculares continuam respirando, elas começam a fermentar uma parte da glicose, na tentativa de liberar energia extra.

O ácido láctico acumula-se no interior da fibra muscular produzindo dores, cansaço e câibras. Depois, uma parte desse ácido é conduzida pela corrente sanguínea ao fígado onde é convertido em ácido pirúvico.

### 3.1.3. Fermentação acética

O químico francês Lavoisier (1743-1794), escreveu no livro "Tratado de Química Elementar" que o vinagre não era nada mais que o vinho acetificado devido à absorção do oxigênio, portanto o resultado apenas de uma reação química. Pensava-se, na época, que a camada gelatinosa que se formava na superfície do vinho em acetificação, a "mãe do vinagre", era apenas um produto da transformação, mas não a causa. Somente mais tarde, Pasteur mostrou que sem a participação da bactéria acética não há formação do vinagre. Assim provou: sempre que o vinho se transforma em vinagre, é devido à participação de bactérias acéticas que se desenvolvem na superfície formando um véu, afirmação esta categoricamente negada pelos químicos da época.

Foi Pasteur quem mostrou que o enchimento dos acetificadores com material poroso servia de suporte para o desenvolvimento de bactérias acéticas e não era a causa da acetificação como se pensava. Os substratos não se acetificavam em contato com o ar, através da oxidação direta, havendo necessidade, sempre, da participação das bactérias acéticas. Como em outros campos da ciência, o vinagre foi elaborado e utilizado pelo homem antes que se conhecessem as transformações que ocorriam.

A fermentação acética corresponde à transformação do álcool em ácido acético por determinadas bactérias, conferindo o gosto característico de vinagre. As bactérias acéticas constituem um dos grupos de microrganismos de maior interesse econômico, de um lado pela sua função na produção do vinagre e, de outro, pelas alterações que provocam nos alimentos e bebidas.

Inicialmente, as bactérias acéticas foram designadas por *Micoderma vini*. Depois, em relação ao aspecto morfológico, foram classificadas em três espécies: *Bacterium acetii*, *Bacterium pasteurianum* e *Bacterium kurtzingianus*.

Somente em 1898 foram classificadas como sendo do gênero *Acetobacter*. Pela classificação atual, as bactérias acéticas pertencem à família *Pseudomonodaceae*; aos gêneros *Acetobacter* e *Gluconobacter*. As principais espécies de bactérias acéticas são: *Acetobacter aceti*, *Acetobacter pasteurianus*, *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter schützenbachii* e *Gluconobacter oxydans*.

As bactérias acéticas são particularmente instáveis, mostrando acentuado polimorfismo e variação da propriedade bioquímica. Em alguns casos, podem perder até mesmo a capacidade fundamental de oxidar o etanol a ácido acético.

As principais espécies de *Acetobacter*, utilizadas na produção de vinagre, apresentam-se nas formas de bastonetes e cocos, formando correntes e filamentos.

A bactéria acética ideal é aquela que resiste à elevada concentração de álcool e de ácido acético, com pouca exigência nutritiva, elevada velocidade de transformação do álcool em ácido acético, bom rendimento de transformação, sem hiperoxidar o ácido acético formado, além de conferir boas características gustativas ao vinagre.

Essas bactérias acéticas necessitam do oxigênio do ar para realizarem a acetificação. Por isso multiplicam-se mais na parte superior do vinho que está sendo transformado em vinagre, formando um véu conhecido como "mãe do vinagre". Esse véu pode ser mais ou menos espesso de acordo com o tipo de bactéria.

#### **3.1.4. Fermentação butírica**

É a reação química realizada por bactérias anaeróbias através do qual se forma o ácido butírico. Produz-se a partir da lactose ou do ácido láctico, ácido butírico, e gás. É característico pelo surgimento das bactérias do gênero *Clostridium* e se caracterizam pelo surgimento de odores pútricos e desagradáveis. A fermentação butírica é a conversão dos carboidratos em ácido butírico por ação de bactérias na ausência de oxigênio.

## 3.2. Processos fermentativos

### 3.2.1. Produção de etanol

O homem vem se utilizando da fermentação alcoólica desde a mais remota antiguidade; a mais de 4.000 anos os egípcios fabricavam o pão e produziam bebidas alcoólicas a partir de cereais e frutas. Entretanto, apenas recentemente é que pode relacionar a fermentação com a levedura, fungo amplamente distribuído na natureza e com a capacidade de sobrevivência tanto em condições aeróbicas como anaeróbicas.

Assim, a humanidade por longo período se beneficiou desse organismo, mesmo sem saber de sua existência, notada pela primeira vez por Antonie van Leewenhoek (1623-1723), ao observar amostra de cerveja em fermentação, com seu microscópio rudimentar.

Depois da formulação da estequiometria da fermentação por Gay-Lussac (1815), Pasteur (1863) demonstrou a natureza microbiológica da fermentação alcoólica como um processo anaeróbio, ou seja, a vida se manifestando na ausência de ar (oxigênio). A partir daí, e principalmente durante as primeiras décadas de 1900, as pesquisas culminaram com a elucidação das reações enzimáticas responsáveis pela transformação química do açúcar em etanol e gás carbônico no interior da levedura.

Devido à importância econômica dos processos biotecnológicos envolvendo a levedura *Saccharomyces*, quer na panificação, na produção de cerveja, vinhos e outras bebidas alcoólicas, quer, como no caso do Brasil, na produção de um combustível alternativo e renovável, tal organismo pode ser considerado o eucariótico (célula com núcleo organizado e processos metabólicos compartimentalizados) mais estudado e cujo metabolismo é o mais conhecido. Mesmo assim o homem ainda se maravilha com as recentes descobertas de regulação metabólica, em leveduras.

#### 3.2.1.1. O metabolismo no interior da célula

A transformação do açúcar (glicose) em etanol e CO<sub>2</sub> envolve 12 reações em seqüência ordenada, cada qual catalisada por uma enzima específica. Tal aparato

enzimático está confinado no citoplasma celular, sendo, portanto nessa região da célula que a fermentação alcoólica se processa. Essas enzimas, referidas como “glicolíticas”, sofrem ações de diversos fatores (nutrientes, minerais, vitaminas, inibidores, substâncias do próprio metabolismo, pH, temperatura e outros), alguns que estimulam e outros que reprimem a ação enzimática, afetando o desempenho do processo fermentativo conduzido pelas leveduras.

Estima-se que 5% do açúcar metabolizado pela levedura seja desviado para gerar produtos secundários da fermentação resultando num rendimento de 95% em etanol, conforme já observado por Pasteur em condições adequadas de fermentação.

### 3.2.2. Produção de solventes

Importantes solventes, butanol, acetona e isopropanol podem ser obtidos por via fermentativa, por ação de bactérias do gênero *Clostridium*, sobre meios de fermentação obtidos de matérias-primas sacarinas, amiláceas, celulósicas e de resíduos sulfíticos de fábricas de papel e celulose.

Do desdobramento dos açúcares existentes nessas matérias-primas ou delas obtidos, são produzidos os solventes indicados e mais outros produtos, tais como etanol, ácido acético, ácido butírico, acetilmetilcarbinol e uma mistura de alcoóis superiores, comumente denominada de óleo amarelo. Essa mistura inclui entre seus componentes alcoóis *n*-amílico, isoamílico, *n*-hexílico e seus ésteres de ácidos cáprico, caprílico e butírico.

A produção de butanol por fermentação foi detectada por Pasteur em 1861. A acetona, que já era produzida quimicamente, foi conseguida por via fermentativa, por Sharding, em 1905.

A síntese da borracha por polimerização do butadieno, o qual pode ser obtido do butanol, tornou importante o estudo da produção fermentativa do butanol. A primeira patente data de 1912, obtida por Weizmann. A partir do início da guerra de 1914 – 1918 houve interesse pela produção de acetona e a fermentação foi um dos meios de obtê-la, entre outros, como a partir da destilação da madeira, do etanol ou do acetileno.

O desenvolvimento da indústria automobilística contribuiu para o estímulo à produção de butanol, para usá-lo, e seus ésteres, como solventes para lacas de

nitrocelulose. Até a Segunda Guerra Mundial, os processos de fermentação para a produção de butanol tinham grande importância, mas depois da cessação do conflito ele passou a ser produzido sinteticamente, com menores custos; entretanto sua produção por fermentação não cessou de todo. Em muitos países sua produção por fermentação continuou, incluindo o Brasil, com uma destilaria do estado do Rio de Janeiro.

#### 3.2.2.1. Fermentação acetono-butanólica

A literatura cita várias espécies de bactérias como capazes de produzir butanol e acetona, mas para produções industriais é indicado o *Clostridium acetobutylicum*. Há grande número de patentes para os processos de fermentação que incluem outras espécies de *Clostridium*.

As espécies usadas originalmente foram isoladas de fontes naturais, como leguminosas, raízes de hortaliças, de trigo e de centeio, associadas à parte vital e não ao material em decomposição.

#### 3.2.2.2. Fermentação butanol-isopropanol

Dentre os vários microrganismos capazes de produzir isopropanol, o mais conhecido é o *Clostridium butyricum*, denominação mais atual do *Clostridium butylicum*. É uma bactéria anaeróbia formada de esporos, cuja temperatura ótima de crescimento é 37°C.

Por seu intermédio os açúcares são metabolizados com produção de butanol, isopropanol, dióxido de carbono, hidrogênio, pequenas quantidades de ácidos acético e butírico e mínimas quantidades de ácido fórmico e acetona.

Durante a II Guerra Mundial foi desenvolvida em Formosa a indústria de solventes usando *Clostridium toanum*, para produzir butanol, isopropanol e acetona.

#### 3.2.2.3. Fermentação acetona-etanol

Os microrganismos que produzem acetona-etanol conjuntamente, por via fermentativa, são os *Bacillus macerans* e o *Bacillus acetoethylicus*. Os produtos da fermentação são acetona, etanol, ácido acético e ácido fórmico.

### 3.2.3. Produção de ácidos

Os ácidos orgânicos (também chamados ácidos carboxílicos) são produzidos em grande escala, ou os que oferecem potencial para o futuro desenvolvimento. Podem ser comercializados, tanto como ácidos (com relativo grau de pureza), ou na forma de sais deles derivados.

Ao contrário das principais fermentações de alimentos e de bebidas cujas origens remontam à antiguidade, os processos de produção desses ácidos só começaram a ser desenvolvidos nos últimos cem anos.

A primeira fábrica, para produção em larga escala de uma substância química por fermentação, começou a operar em 1881 em Massachusetts (EUA) para a produção de lactato de cálcio, empregando bactérias. Em 1893, Wehmer relatou certos fungos do gênero *Citromyces* (hoje incluídos no gênero *Penicillium*) eram capazes de elaborar e excretar ácido cítrico em culturas líquidas. A fábrica, para a produção de ácido cítrico utilizando essas técnicas, foi construída na Alsácia, França, e esteve em operação por 10 anos, sendo ela o ponto de partida do qual muito da moderna tecnologia de fermentação foi desenvolvida.

#### 1. Ácido cítrico

O ácido cítrico, que até 1923 era obtido a partir de citrato de cálcio (cujo comércio era monopolizado por um cartel controlado pelo governo italiano, que mantinha seu preço em níveis muito altos), passou a ser obtido por um novo processo de fermentação, que quebrou o poder desse cartel e tornou os preços consideravelmente menores que aqueles praticados antes de 1923. Hoje, quase todo o ácido cítrico comercializado no mundo é produzido por fermentação (embora uma pequena parte ainda seja extraída de frutas cítricas, no México e na América do Sul).

Três processos são usados na fabricação do ácido cítrico:

- a) Processo Koji: no qual o substrato é sólido, sendo utilizada uma linhagem específica de *Aspergillus niger*.

- b) Processo de fermentação em superfície: o micélio do fungo (*A. níger*) cresce sobre a superfície do meio de cultura estático, sendo o produto da fermentação recolhido do meio.
- c) Processo de fermentação por cultura submersa: o fungo se desenvolve inteiramente submerso no meio de cultura líquido sob agitação (que serve para assegurar a homogeneidade tanto da distribuição dos microrganismos quanto dos nutrientes).

## 2. Ácido itacônico

Pode ser obtido por pirólise do ácido cítrico, produzindo dois compostos isoméricos, um deles o anidrido do ácido itacônico. Todavia, esse processo não é comercialmente bem sucedido. Outro modo de obtê-lo é removendo o ácido aconítico presente no caldo da cana-de-açúcar (e que, acredita-se, prejudica a cristalização do açúcar) na forma de aconitato de cálcio, que depois é convertido em ácido itacônico por aquecimento. Essa era a principal fonte desse composto, até que as técnicas de fermentação fossem desenvolvidas.

A fermentação é produzida por culturas de *Aspergillus terreus* e, relativamente com menor rendimento, por culturas de *Aspergillus itaconicus*. É usado na fabricação de polímeros (acrílico, por exemplo) por co-polimerização. Isso porque confere ao polímero ao qual é adicionado (numa proporção da ordem de 5%) a propriedade de aceitar e reter tintas de impressão. Também é empregado na fabricação de detergentes, xampus, herbicidas e como acidulante de alimentos.

## 3. Ácido glucônico e glucono- $\delta$ -lactona

D-glucono- $\delta$ -lactona e sua forma ácida, o ácido glucônico, são os mais simples produtos da desidrogenação da D-glicose. Seus produtores são uma grande variedade de bactérias e fungos.

### 3.2.4. Produção de polvilho azedo

A Legislação Brasileira é uma das poucas do mundo a distinguir a fécula do amido. Através dessas normas, considera-se amido a fração extraída da parte aérea de plantas e fécula a fração amilácea extraída de raízes, tubérculos e rizomas.

O amido é um polímero de elevado peso molecular, de maior abundância na natureza, após a celulose. Quimicamente o amido, a fécula e a celulose são constituídos de unidades de glicose, unidos por ligações glicosídicas. Do ponto de vista estrutural, o amido é formado de outros polímeros, em proporções diferentes em função da origem botânica.

A fécula de mandioca apresenta cerca de 18% de amilose, 82% de amilopectina, expressos sobre o total de amido. No amido de cereais, ocorrem esses mesmos polímeros, mas em proporção diferente. Em geral a amilose ocorre em porcentagens de 20 a 25%. Os géis de amido são mais rígidos, enquanto que os de féculas são mais viscosos e transparentes.

Além dos carboidratos, o amido pode conter pequenos teores de substâncias acompanhantes, que podem modificar suas propriedades de maneira drástica. Entre esse compostos de constituição citam-se os nitrogenados, lipídeos e os minerais, como o fósforo. Os compostos fosfatados do amido em geral são ésteres e são mais frequentemente ligados à amilopectina.

Quimicamente amido e fécula são semelhantes, porém diferem bastante quanto às propriedades, devido à proporção de amilose / amilopectina.

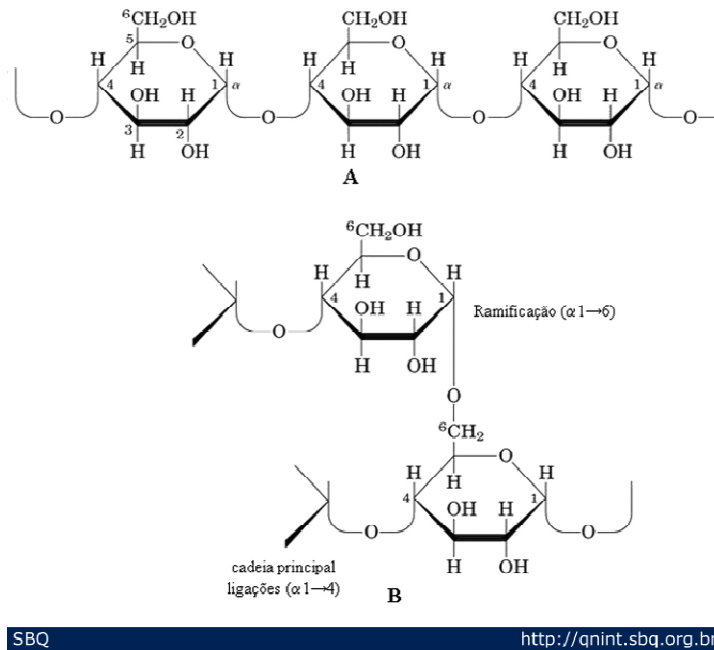


Figura 4 – Estrutura da amilose e amilopectina

#### 3.2.4.1. Produtos fermentados a partir de matérias-primas amiláceas

A literatura é vasta na citação de alimentos e bebidas preparados a partir da fermentação de matérias-primas amiláceas e são tidas como potenciais o arroz, o milho e as raízes.

No Brasil, por suas características climáticas e de solo, os cultivos de raízes sempre foram bastante populares, desde os primórdios da sua colonização e mais, ainda, eram a base da subsistência do indígena do País. Uma tecnologia bem desenvolvida existia, então, baseada sobre os cultivos amiláceos, que garantiam a dieta calórica. Essa tecnologia indígena buscava melhor conservação dos alimentos, principalmente das raízes, que são mais perecíveis, mas buscavam também alimentos e bebidas de melhor consistência, sabor e aroma. Entre essas tecnologias, destacava-se a fermentação, pelas quais se obtinham alimentos e bebidas de milho e mandioca.

A mandioca (*Manihot utilíssima*, Pohl), sendo originária da América do Sul, é cultivada praticamente em todo o território nacional. Sua importância reside no fato de que suas raízes são comestíveis, possuindo alto teor de amido. É deficiente em

metionina, cistina, tirosina, isoleucina e triptofano. Apesar disso, constitui alimento básico do brasileiro e suas raízes são consumidas diretamente, ou na forma de seus produtos industrializados. Devido à facilidade com que são obtidos, a maioria desses produtos é processada em indústrias rurais. Desses, os mais conhecidos são a farinha de mandioca, alimento muito difundido em todo o Brasil, a tapioca, a fécula doce e a fécula fermentada. Diversos outros alimentos e bebidas são produzidos por fermentação, os mais conhecidos sendo a puba, carimã e a farinha d'água.

Em todos os produtos fermentados, a matéria-prima é a fécula, acrescida de nutrientes em muito baixa quantidade, existentes nas raízes, assim como os que são originários da água e do ambiente.

#### 3.2.4.2. Produtos fermentados a partir da fécula

O produto obtido a partir das raízes é elaborado por fermentação com água e ação de microrganismos, através de enzimas pectinolíticas e celulolíticas. As raízes se rompem, a polpa torna-se macia e as fibras se desprendem com facilidade. Além de facilitar a extração, que se faz em condições rústicas, o produto final é seco em forno e apresenta sabor e aroma característicos e agradáveis. Por esse processo, obtém-se no Brasil a farinha d'água, carimã em mandioca-puba. Muitos desses produtos foram levados para a África e adaptados às necessidades e gostos do País.

No caso da fermentação da raiz inteira, admite-se que mesmo em pequenas quantidades, existem nutrientes necessários e suficientes para que o processo se desenvolva.

No caso da fermentação direta da fécula de mandioca, a origem dos nutrientes é mais difícil de ser explicada, pois se admite que o produto seja exaustivamente lavado durante a extração. Não se pode explicar tão facilmente a existência de nutrientes suficientes para que uma intensa fermentação se apresente após 24 a 48 horas do início do processo.

### 3.2.5. Cervejas

A cerveja, de que existem diversos tipos, é obtida pela fermentação alcoólica do mosto de malte de cevada (*Hordeum vulgare*) e água potável, por ação de levedura com adição de lúpulo (*Humulus lupulus*). O malte da cevada e o lúpulo podem ser substituídos pelos seus extratos. Parte da cevada pode ser substituída por outros cereais, principalmente arroz, trigo, centeio, milho, sorgo, e aveia, mas também soja mandioca e batata.

A concentração alcoólica massa/volume varia bastante conforme o tipo, podendo não ter álcool (casos especiais) ou ir até 8%, também como tipo extremo. O normal é de 3% a 5%.

Além dos diversos tipos de cerveja internacionalmente conhecidos (ale, munchen, porter, bock, weis, stout, pilsen, malzbier, etc.), devemos nos referir às cervejas não-carbonatadas, além de algumas cervejas ácidas típicas (lambic, faro, mars) de uso na Bélgica e arredores.

Na Rússia e em países limítrofes são preparadas bebidas de baixo teor, obtidas a partir da fermentação de decoctos de farinhas ou misturas de farinhas diversas, como, por exemplo, de centeio e de cevada germinados e até beterraba (*Beta garis*), aromatizadas com casca de laranja.

No Japão são fabricados o awamori e o uri, pela fermentação de batatas-doces (*Ipomoea batatas*).

### 3.2.6. Vinhos

Outra bebida alcoólica fermentada de ainda maior difusão é o vinho, que é obtido genericamente, pela fermentação alcoólica de um suco de fruta natural madura, principalmente a uva. Alguns autores, aliás, admitem que esse nome vinho, seja reservado só para a bebida proveniente da uva. Na verdade, o vinho mais antigo que se conhece nem era proveniente de fruta, mas de mel.

Atualmente, diversas legislações, como a do Brasil e a norte-americana, por exemplo, só permitem que se use o termo vinho tout court para o fermentado

proveniente das uvas. Os demais, provenientes de outros sucos, devem indicar o nome da fruta. Em alguns poucos casos existe um nome especial; assim, o de mel é chamado de hidromel e o de maçã leva o nome de sidra até 8% de etanol, havendo menção até a vinhos obtidos de outras partes do vegetal, como o de raízes de dente-de-leão, por exemplo. A sidra e o hidromel são classificados como “outras bebidas obtidas por fermentação”.

### 3.2.7. Bebidas álcool-ácidas

Entre as bebidas denominadas álcool-ácidas, provenientes da fermentação de leite, as mais importantes são:

**Kefir**, a mais conhecida, muito usada na Rússia, é obtida geralmente pela fermentação do leite de cabra quase desnatado. É uma bebida agradável, contendo, no Brasil, até 1,5% de etanol, até 1,3% de ácido láctico e anidrido carbônico, preparada nas regiões do Cáucaso. Nesses outros países as concentrações são menores: até 0,8% de etanol e até 0,9% de ácido láctico.

O **fermento de kefir**, chamado vulgarmente de grãos ou grânulos, contém diversos microrganismos, entre os quais *Streptococcus lactis*, *S. cremoris*, *Leuconostoc dextranicum*, *Bacillus kefir*, e diversas leveduras como *Saccharomyces fragilis*, e é usado na proporção de 20 g por litro de leite. Esses grânulos são obtidos adicionando pedaços do estômago de vitela ou carneiro ao leite em agitação até que o mesmo não mais coagule. O coágulo é retirado e substituído por nova porção de leite. A operação é repetida até que nas paredes do recipiente se forme uma crosta, que é retirada e pode ser seca ao sol. Esses grânulos duram até um ano. Os grãos secos devem, porém, ser “rejuvenescidos” no momento do uso, isto é, suspensos em água morna e depois em leite para tornarem-se elásticos. A fermentação do kefir deve durar, no máximo, 48 horas para dar um produto de bom paladar.

**Kumis** é uma bebida soviética semelhante ao kefir, mas preparada com leite fresco de jumenta ou, às vezes, de camelo e mesmo de cabra. O fermento, usado nas mesmas proporções, pode ser obtido misturando farinha de trigo com mel e levedura de cerveja. É mais concentrado em etanol (até 2,5%) e em ácido láctico (até 1,8%). Tanto no **kefir** como no **kumis** há uma peptonização parcial das proteínas.

**Lebem** é produto do norte da África e Egito, sendo obtido a partir de leite de vaca ou, às vezes, de cabra, búfala ou ovelha. Possui quantidades muito pequenas de álcool em relação aos ácidos orgânicos, principalmente láctico.

**Kos**, da Albânia, é uma bebida obtida do leite de ovelha ou vaca, também com pequena concentração alcoólica.

**Taete** é bebida dos países nórdicos, contendo ácido láctico, álcool e de consistência viscosa.

A legislação federal brasileira permite a adição às bebidas de várias substâncias, com finalidades diversas, quais sejam conservar, intensificar ou aprimorar suas características: acidulantes, antioxidantes, antieméticos, conservadores, corantes, espumíferos, estabilizantes, aromatizantes e flavorizantes, clarificantes, enzimas, gases e sais.

Todos os aditivos mencionados são usados principalmente nas bebidas não alcoólicas e alguns também nas alcoólicas.

A Associação Brasileira da Indústria Alimentícia, em 1990, atualizou quais os aditivos que podem ser intencionalmente introduzidos em alimentos, inclusive em bebidas alcoólicas (destiladas, fermentadas, fermento-destiladas, por mistura): aromatizantes, conservantes, acidulantes, antioxidantes, corantes, estabilizantes, em cada caso.

#### **4. CONCLUSÃO**

Embora a descoberta de que a fermentação é resultado da ação de microrganismos vivos tenha sido um avanço, esta não explica a natureza básica do processo de fermentação e nem sequer prova que tal processo é causado pelos microrganismos que parecem estar sempre presentes.

Tendo em base que a fermentação é um processo de geração de energia na ausência de oxigênio e que consiste em duas etapas: a glicólise e as reações que convertem o piruvato em outra substância é possível concluir que a fermentação tem grande importância na humanidade.

É através dela que alimentos e outros produtos podem ser produzidos sendo cada um deles fundamental no cotidiano de cada ser vivo. É possível converter a glicose em energia e é a energia que faz com que o homem viva.

**REFERÊNCIAS**

- LIMA, Urgel de Almeida, *et al.* **Biotecnologia industrial: processos fermentativos e enzimáticos**. Vol. 3. São Paulo: Blucher, 2001. P.11-12, 45-46, 50-51, 53, 61-62 75,77 e 413-415.
- AQUARONE, Eugênio, *et al.* **Biotecnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos**. Vol.4. São Paulo: Blucher, 2001. P.4, 6, 8,18 e 19.
- <http://educador.brasilecola.com/estrategias-ensino/fermentacao.htm> acessado em 24/05/2014 as 23:24
- <http://farmaciaunisa2008.files.wordpress.com/2010/08/aula-2-conservacao-de-alimentos-por-ferme> acessado em 25/05/2014 as 00:48
- <http://erikalizfarma.files.wordpress.com/2011/02/aula1-introducao-a-enzimologia-2011.pdf> acessado em 25/05/2014 as 00:49
- <http://biotecnologia-na-escola.up.pt/PDF/Fermentacao.pdf> acessado em 25/05/2014 as 01:22
- [www.infoescola.com/biologia/fermentação/](http://www.infoescola.com/biologia/fermentação/) pesquisa no dia 27/05/2014, às 15:40.
- [julia3mcesb.blogspot.com/2007/10/fermentao-butrica.html](http://julia3mcesb.blogspot.com/2007/10/fermentao-butrica.html)
- <http://www.bioemrede.ifba.edu.br/wp-content/uploads/2013/08/texto-fermenta%C3%A7%C3%A3o-l%C3%A1tica.pdf>. Acessado em 28/05/2014, às 12:17.
- <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/bioquimica/bioquimica4.php>. Acessado em 27/05/2014, às 12:47
- [files.recorteenologico.webnode.com.pt/200000231.../Vinagre.pdf](http://files.recorteenologico.webnode.com.pt/200000231.../Vinagre.pdf). Acessado em 27/05/2014 às 12:51