

AVM - Instituto a Vez do Mestre
Curso de especialização em Biotecnologia
Marta Martins da Silva

BIOTECNOLOGIA E SUAS APLICAÇÕES

Anápolis /GO

2013
AVM - Instituto a Vez do Mestre
Curso de especialização em Biotecnologia
Marta Martins da Silva

BIOTECNOLOGIA E SUAS APLICAÇÕES

Trabalho de Pós-Graduação
apresentado ao Curso de
Biotecnologia da Instituição AVM-
Instituto a vez do Mestre como
exigência parcial para obtenção do
título de Especialista em
Biotecnologia.

Prof. Orientador: Dr. Julio Cesar
Pissuti Damalio.

Anápolis /GO

2013
BIOTECNOLOGIA E SUAS APLICAÇÕES

Trabalho de Pós-Graduação
apresentado ao Curso de
Biotecnologia da Instituição AVM-
Instituto a vez do Mestre como
exigência parcial para obtenção do
título de Especialista em
Biotecnologia.

Prof. Orientador: Dr. Julio Cesar
Pissuti Damalio.

Aprovado pelos membros da banca examinadora em ____/____/____, com
menção ____ (____)

Banca Examinadora

Anápolis /GO

2013

Aos meus pais, pelo apoio e dedicação em toda minha vida. Ao meu amado marido e meu filho que são meu maior incentivo.

AGRADECIMENTOS

A todos os professores do curso, por dividirem seus conhecimentos e experiências no intuito de oferecerem boa base para a formação.

RESUMO

Trata-se de um estudo voltado para um tema atual e polêmico que é a Biotecnologia, defendida por muitos e contrariada por outros tantos. Em um primeiro momento, optou-se por analisar os primórdios da Biotecnologia, apontando os primeiros indícios de sua utilização, seguido de um panorama de suas utilizações nos dias de hoje nos mais diversos campos de atuação além de abordar a multidisciplinaridade que o tema sustenta. Por fim, em Resultados e Discussão tem-se uma projeção do avanço desta tecnologia para os próximos anos assim como uma análise benéfica de sua exploração. Este estudo não pretende esgotar as fontes para o tema e tão menos limitá-lo somente a este conteúdo apresentado aqui.

PALAVRAS-CHAVE: Biotecnologia, Saúde, Medicina, Alimentos, Agricultura, Pecuária e Indústria.

ABSTRACT

This is a study related to a current topic that is controversial, the Biotechnology, defended by many and challenged by many others. At first, we chose to examine the beginnings of Biotechnology, showing the first signs of its use, followed by an overview of its uses in today's in various fields of action in addition to the multidisciplinary approach that maintains the theme. Finally, in Results and Discussion there is a projection of the progress of this technology for the coming years as well as an analysis of its beneficial operation. This study is not intended to exhaust the sources for the subject and as least limit it only to the content displayed here.

KEY WORDS: *Biotechnology, Health, Medical, Food, Agriculture, Livestock and Industry.*

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Marcos no desenvolvimento da Biotecnologia.....	15
Tabela 02 – Principais tipos de enzimas e suas aplicações.....	23
Tabela 03 – Aplicações comerciais futuras da Biotecnologia.....	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – As multidisciplinas da Biotecnologia.....	16
Figura 02 – A nova biotecnologia.....	27

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
1. OBJETIVOS.....	12
1.1 Objetivo geral.....	12
1.2 objetivos específicos.....	12
2. REVISÃO HISTÓRICA DA BIOTECNOLOGIA.....	13
3. APLICAÇÕES DA BIOTECNOLOGIA.....	17
3.1. Na Agricultura.....	17
3.2. Na Mineração.....	19
3.3. Na Pecuária.....	19
3.4. Na Saúde.....	20
3.5. Nos processos de fermentação.....	22
4. METODOLOGIA.....	26
6. CONCLUSÃO.....	27
7. REFERÊNCIAS.....	30

INTRODUÇÃO

Scriban (1985) já havia definido a biotecnologia como um conjunto de conhecimentos técnicos e métodos, de base científica ou prática, que permite a utilização de seres vivos como parte integrante e ativa do processo de produção industrial de bens e serviços.

Com os vários esforços para a definição de um termo adequado, fica evidente que trata-se de um campo de trabalho multidisciplinar. Por um lado, a Biotecnologia como base para focos de conhecimento classificados como fundamentais e em outro foco sob denominação geral de engenharias.

Válido destacar que os avanços biotecnológicos são recentes passando a ser apontados como de alta prioridade há pouco tempo, entretanto, alguns processos biotecnológicos já foram identificados desde a Antiguidade.

Scriban (1985) destacou que o marco da utilização em maior escala da biotecnologia entendida como moderna partiu da síntese química do DNA (ácido desoxiribonucleico) que foi desenvolvida por Kornberg em 1967, fato este que denominou de “revolução genética” às novas técnicas de manipulação genética: DNA recombinante e hibridoma.

Este estudo propôs identificar as principais aplicações modernas da biotecnologia que se encontram disseminadas nos mais diversos campos.

Não houve intenção de esgotar o tema, pois trata-se de assunto de cunho científico, onde os resultados são marcados por constantes descobertas e o que era tido como certo ontem pode ser mudado amanhã.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo é evidenciar a importância da Biotecnologia nas mais diversas áreas de sua aplicação, expondo os avanços encontrados ao longo do tempo, bem como seu uso nos dias de hoje.

1.2 Objetivos específicos

Para se alcançar o objetivo geral, pretende-se:

- Desenvolver uma revisão histórica da Biotecnologia;
- Destacar as aplicações da Biotecnologia com maior ênfase em agricultura e medicina;
- Evidenciar a relevância da Biotecnologia para o avanço e bem estar da população mundial.

2. REVISÃO HISTÓRICA DA BIOTECNOLOGIA

Scriban (1985) esclareceu que a utilização da Biotecnologia remonta aos procedimentos fermentativos, cujo uso remete-se para muito antes do início da era Cristã, deturpando-se com a própria história da humanidade. A produção de bebidas alcoólicas pela fermentação de grãos de cereias já era conhecida pelos sumérios e babilônios antes do ano 6.000 a.C. Mais tarde, por volta do ano 2.000 a. C., os egípcios, que já utilizavam o fermento para fabricar cerveja, passaram emprega-lo também na fabricação de pão.

De acordo com o referido autor, outras utilizações como a produção de vinagre, iogurte e queijos são há muito tempo utilizadas pelo ser humano.

Lima e Mota (2003) complementaram que mesmo com o emprego da fermentação em épocas longínquas, os agentes causadores deste processo ficaram ocultos por 6 milênios. Só no século XVII, o pesquisador Antom Van Leeuwenhock, utilizando-se da visualização em microscópio, relatou a existência de seres tão minúsculos que eram invisíveis a olho nu.

Borzani *et. al.* (2001) esclareceram que só após 20 séculos Louis Pasteur, em 1876, certificou que a causa das fermentações era devida ação dos microrganismos, é que se tornou obsoleta e infundada a teoria da fermentação como processo puramente químico.

Segundo os citados autores, foi ainda Pasteur que confirmou que cada tipo de fermentação era produzido por um microrganismo específico e que estes podiam viver e se reproduzir na ausência de ar.

Serafine, Barros e Azevedo (2002) completaram que, em 1897, Eduard Buchner, explicou ser possível a conversão de açúcar em álcool, utilizando células de levedura maceradas, ou seja, na ausência de organismos vivos.

Segundo os autores citados, por mais esquisito que isso pareça, foram as grandes guerras mundiais que estimularam a produção em escala industrial de produtos oriundos de processos fermentativos. A partir da primeira guerra, quando a Alemanha desenvolveu um processo microbiológico de obtenção de álcool para a produção de glicerol (insumo para a produção de explosivos), este processo foi concebido através de Neuberg, com estimativas de produção de 1.000 toneladas de álcool por mês. Em contrapartida, a Inglaterra produziu em larga escala a acetona para a fabricação de munições, tendo essa fermentação corroborado para o desenvolvimento dos fermentadores industriais e técnicas de controle de infecções.

Borzani *et al* (2001) certificaram que foi a produzir de antibióticos o grande marco de referência na fermentação industrial.. A partir de 1928, com a descoberta da penicilina por Alexander Fleming, muitos tipos de antibióticos foram desenvolvidos no mundo.

Os autores citados elucidaram que na década de 40, durante a segunda guerra mundial, os antibióticos passaram a integrar os processos industriais fermentativos, principalmente nos Estados Unidos, basendo-se inicialmente na síntese da penicilina e, posteriormente, da estreptomicina.

Malajovich (2004) explicou que foi nos anos que sucederam 1950 que a Biotecnologia, com o advento da síntese química do DNA, e com os procedimentos de manipulação genética: DNA recombinante, fusão celular ou hibridoma, passou de fato a existir.

Lima e Mota (2003) explanaram que a técnica do DNA recombinante implica na concepção sintética de novos organismos vivos, com particularidades não encontradas na natureza, constituídas pela hibridização em nível molecular do DNA.

Essa técnica permite, por exemplo, o enxerto de genes humanos que determinam a produção de insulina em um microrganismo. Isso leva a produzir a industrialmente insulina humana, substituindo, com grande vantagens, a insulina bovina ou suína empregadas no tratamentos de diabéticos.

Donin (2004) completou que a técnica de hibridoma permitiu a manipulação genética a nível das células vivas onde duas ou mais células são fundidas para formar novos microrganismos. Na prática, células animais que produzem anticorpos são incorporadas a outras malignas ou perniciosas resultando em uma nova que se torna eficiente produtora de anticorpos.

Para melhor ilustrar o contexto histórico da biotecnologia, exibe-se na página seguinte a Tabela 1 com os principais marcos históricos no avanço científico e tecnológico.

Tabela 1: Contexto Histórico da Biotecnologia. **Fonte:** LIMA e MOTA (2003).

PERÍODO	ACONTECIMENTO
6.000 a.C.	Bebidas alcoólicas (cerveja e vinho) são produzidas por sumérios e babilônios.
2.000 a.C.	Panificação e bebidas fermentadas são utilizadas por egípcios e gregos.
1875 d.C.	Pasteur prova que a fermentação é causada por microorganismos.
1880-1910	Surgimento da fermentação industrial (ácido lático, etanol, vinagre).
1910-1940	Síntese de glicerol, acetona e ácido cítrico.
1940-1950	Antibióticos são produzidos em larga escala por processos fermentativos.
1953	Estabelecida a estrutura do DNA.
1973	Início da engenharia genética.
1982	Insulina humana é produzida.

Donin (2004) explicou que nos dias atuais, a biotecnologia tem um ritmo extraordinariamente acelerado, sendo encontrada nos mais diversos setores e segmentos imaginados, tais como: biologia molecular, fisiologia, microbiologia, engenharia química, engenharia ambiental, etc.

A Figura 1, abaixo exibida, mostra a multidisciplinariedade da biotecnologia moderna.

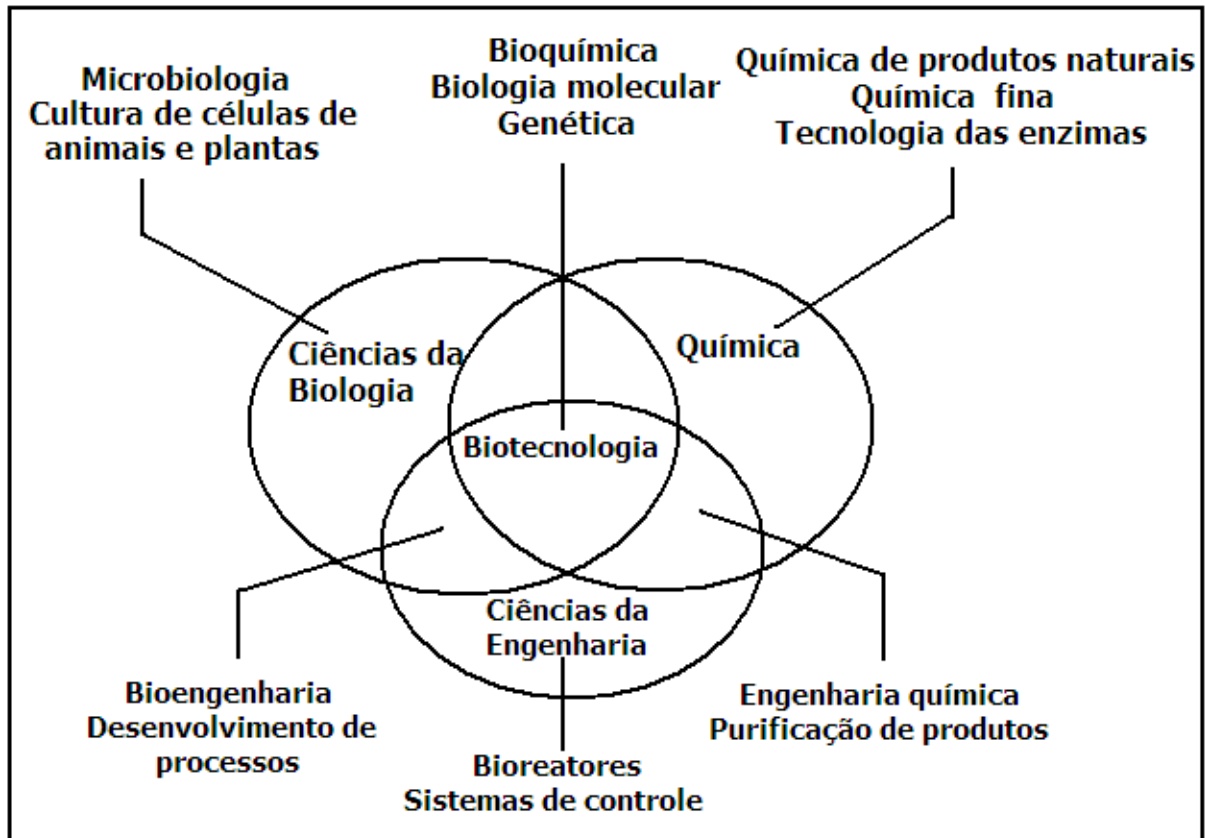


Figura 01: As multidisciplinas da Biotecnologia. **Fonte:** Donin (2004).

3. APLICAÇÕES DA BIOTECNOLOGIA

De acordo com Lima & Mota (2003) a Biotecnologia está ligada há muitas e diferentes aplicações relevantes em vários segmentos de atividades, como:

- Agricultura
- Mineração
- Pecuária

- Saúde
- Indústria

E de acordo com Serafine et al (2002) as aplicações na indústria constituem o objetivo principal da chamada Biotecnologia Industrial.

3.1 Na agricultura

Serafine et al (2002) esclareceram que existem relatos que dão ciência de que a seleção e reprodução de plantas superiores por métodos convencionais têm sido utilizados desde os tempos antigos considerando a necessidade de produzir quantidades crescentes de alimentos e matérias primas para a indústria.

Ainda segundo os referidos autores, a área de cultura de tecidos é uma das partes mais promissoras na Biotecnologia. É uma área já antiga, datando dos anos 20, mas que só alcançou progressos razoáveis a partir do fim da década de 60.

Segundo eles, nos tecidos e células cultivadas “in vitro” pode-se aplicar alterações por ação de agentes físicos ou químicos com maior eficiência do que em plantas inteiras. Assim, as taxas de alterações podem ser grandemente aumentadas e, a partir dessas culturas, pode-se conseguir a regeneração de plantas com características diferentes. Existe também a possibilidade de fusão de células com características diferentes, possibilitando ou novos tipos de combinação, ou combinação de material genético de células provenientes de espécies muitas vezes diferentes. Uma das vantagens é que através dessa técnica pode-se gerar um grande número de material clonado em curto espaço de tempo e em ambientes reduzidos, sendo ainda indicada para a eliminação de doenças.

Já de acordo com Lima & Mota (2003) uma das aplicações da Biotecnologia é na fixação de nitrogênio, pois, o nitrogênio, sendo um dos nutrientes fundamentais para as plantas, participa da composição das moléculas de proteína e clorofila, além de desempenhar uma função chave no processo de divisão celular. Assim, uma adequada nutrição em nitrogênio é fundamental para o crescimento vigoroso das plantas.

Seguindo os referidos autores, uma das possibilidades de fornecimento de nitrogênio às plantas é através da fixação biológica, por microrganismos, utilizando o nitrogênio existente no ar. Esses fixadores de nitrogênio, denominados inoculantes, podem ser usados em leguminosas, gramíneas, florestas, ambientes aquáticos, etc.

Lima e Mota (2003) apontaram ainda que a Biotecnologia auxilia no controle biológico de pragas, pois verifica-se que os danos que os insetos/pragas causam à agricultura são notáveis. A monocultura e o uso indiscriminado de produtos químicos (defensivos agrícolas) eliminam os inimigos naturais que existem em culturas diversificadas, provocando o desequilíbrio ecológico nas áreas de plantio, gerando condições propícias para o aparecimento de pragas além de aumentar a sua resistência.

Os autores explicaram que os microrganismos patogênicos aos insetos/pragas são adequados à redução específica, preservando os predadores naturais e insetos propiciando um ambiente onde podem se desenvolver, estabelecendo o equilíbrio natural. Por estes motivos, os inseticidas microbiológicos são considerados como uma forma alternativa eficaz de controle de pragas.

Alvo de muitas polêmicas sobre o uso de Biotecnologia está o ramo de sementes, onde a melhoria da produtividade agrícola pode ser conseguida mediante o uso de sementes melhoradas geneticamente. Produtos como a batata, cacau, café, cana-de-açúcar, arroz, cebola, laranja, milho, soja e tomate tiveram progresso

na produção agrícola nos últimos anos através do melhoramento genético e seleção de cultivos de maior produtividade e resistência a fatores ambientais.

3.2 Na mineração

De acordo com Borzani et al (2001) o estudo e aperfeiçoamento dos processos de concentração de metais em geral têm contribuído significativamente para o aproveitamento de minérios.

Borzani et al (2001) destacaram que no campo da metalurgia extrativa, mais especificamente da hidrometalurgia, a lixiviação bacteriana de minérios vem merecendo crescente atenção como alternativa para os processos convencionais. Analogamente a lixiviação convencional, baseia-se na solubilidade dos metais em soluções adequadas por meio de reações químicas e também de reações bioquímicas.

Dentre os minerais que podem ser recuperados através de lixiviação bacteriana, os autores citam como exemplo: o cobre, o urânio e o zinco.

3.3 Na pecuária

Serafine et al (2002) relataram que a técnica de inseminação artificial em bovinos teve um rápido crescimento a partir de meados da década de 70.

De acordo com estes autores, o Estado de São Paulo é tranquilamente o estado brasileiro mais relevante na produção e comercialização de sêmen bovino contribuindo com mais de 60% em relação ao total do País.

Os impactos oriundos da inseminação artificial incidem diretamente sobre:

- aumento da produtividade na produção leiteira
- liberação de áreas antes ocupadas com pastagens para outras atividades agrícolas.

Os mesmos autores complementaram que ainda dentro da pecuária, pode-se salientar os estudos de transferência de embriões que é novo no País, somente iniciando no final da década de 70.

Já de acordo com Rifkin (1999) o que se transfere não é o embrião propriamente dito, mas o zigoto, que é uma massa de células não diferenciadas. A transferência de embriões na seleção de mães de produtoras e reprodutores, na propagação de raças com características raras de produtividade, no aumento do percentual de características genéticas e na diminuição do intervalo entre gerações.

3.4. Na Saúde

De acordo com Rifkin (1999) os antibióticos são utilizados no combate a infecções causadas por microrganismos, notadamente bactérias, tanto no organismo humano como no animal e vegetal. São usados também no controle de infecções em determinados processos fermentativos. Os antibióticos se constituem no grupo de maior importância econômica, entre os produtos obtidos por fermentação.

Lima & Mota (2003) registraram que atualmente existem mais de 5.000 tipos diferentes de antibióticos conhecidos, tendo sido a sua produção grandemente impactada pelo melhoramento genético dos microrganismos utilizados.

Segundo estes autores em meio aos produtos industrializados a maior colaboração comercial advém das penicilinas e cefalosporinas.

Rifkin (1999) salientou a importância da Biotecnologia na produção de proteínas reguladoras do metabolismo, segundo ele, a produção dessas macromoléculas por microrganismos, teve grande impulso com as pesquisas do DNA recombinante.

O autor destacou que os produtos mais relevantes são: insulina humana, interferon, hormônio de crescimento humano, peptídeos neuroativos, etc. Desses fármacos, o que se encontra em estágio tecnológico mais avançado é a insulina, fundamental na regulação do teor de glicose no sangue, sendo usada na terapia de pacientes com diabetes.

De acordo com Rifkins (1999) a cortisona, descoberta no início da década de 30, e suas propriedades no combate à artrite reumática, levou à pesquisa do desenvolvimento de muitos compostos similares, hoje industrializados e comercializados.

De acordo com Scriban (1985) a síntese da cortisona era feita por via química. Em um segundo estágio, algumas das etapas principais da síntese passaram a ser realizadas por microrganismos o que proporcionou substancial barateamento no custo final.

E Rifkin (1999) apontou que outros produtos estão sendo produzidos e comercializados tais como: hidrocortisona, testosterona, albumina humana, gama globulina e fator anti- hemofílico.

Segundo Rifkins (1999) houve destaque na Biotecnologia a produção de vacinas. As vacinas representam uma importante ferramenta no controle de doenças infecciosas. Muitas doenças podem ser evitadas pela imunidade induzida como a poliomielite, a varíola e o sarampo. As vacinas podem ser de origem viral, bacteriana, protozoária e mesozoária.

Já Lima & Mota (2003) elucidaram que a Biotecnologia, através da técnica do DNA recombinante, tem envidado esforços no desenvolvimento de novos agentes

imunizantes para influenza tipos A e B, herpes, polio e hepatite A e B. Vacinas de origem bacteriana, para diversos tipos de meningite, tem sido produzidas por meio de fermentação, bem como o componente *pertussis* da vacina tríplice.

3.5. Nos processos fermentativos

De acordo com Serafine et al (2002) a fermentação como processo industrial apresenta hoje uma importância crescente em setores chave da economia.

Segundo os referidos autores é assim que mais de 300 empresas por todo o mundo produzem e comercializam produtos obtidos através de processos fermentativos. Tal processo de produção em escala industrial de bens oriundos de processos microbiológicos, iniciou-se a partir da primeira guerra mundial.

E os autores finalizaram afirmando que nos dias de hoje, há centenas de produtos viáveis de serem obtidos através da via fermentativa.

De acordo com Rifkin (1999) as enzimas são moléculas de proteínas que têm a tarefa de catalisar reações, sendo produzidas por microrganismos.

Rifkin (1999) declarou que foi somente na primeira metade do século XIX que surgiram as primeiras evidências científicas de que os microrganismos possuem substâncias químicas capazes de catalisarem reações químicas (Payen Persaz em 1883).

De acordo com autor, a principal fonte de obtenção de enzimas são os microrganismos, embora muitas enzimas de aplicação industrial tenham sua origem nos tecidos animal ou vegetal: renina, obtida do estômago de bezerros e papaína, obtida do mamão, por exemplo.

Ainda em conformidade com o autor, a Tabela 2 mostra os principais tipos de enzimas e suas aplicações.

Tabela 2: Principais tipos de enzimas e suas aplicações. **Fonte:** RIFKINS (1999).

ENZIMA	APLICAÇÃO
Protease	Quebra de moléculas de proteína
Amilase e amiloglucosidase	Sacarificação do amido
Catalase	Eliminação da água oxigenada no processamento de alimentos
Glicose isomerase	Produção de isoglicose
Invertase	Inversão da sacarose
Lactase	Desdobramento da lactose
Lipase	Desdobramento de óleos e gorduras
Celulase	Desdobramento da celulose
Glicose oxidase	Remoção da glicose

De acordo com Borzani et al (2001) dentre os ácidos orgânicos que podem ser produzidos por processos fermentativos destacam-se: o ácido acético, o ácido cítrico e o ácido láctico, os três de largo uso industrial, principalmente na área de alimentos, com a função de acidulantes.

Borzani et al (2001) afirmaram que os aminoácidos constituem a unidade básica das proteínas, o ser humano necessita basicamente de 20 aminoácidos para as suas necessidades de metabolismo e desenvolvimento orgânico. Deste total, oito não são sintetizados pelo organismo necessitando, pois, serem ingeridos através de alimentos.

Os autores complementaram que entretanto, dois aminoácidos revestem-se de especial importância: a metionina e a lisina, dado ao fato de não se encontrarem presentes nos cereais. A metionina não foi obtida por processos fermentativos, porém 80% da lisina produzida é obtida por via microbiológica. Outros importantes aminoácidos sintetizados por via fermentativa: ácido glutâmico, ácido aspártico, triptofano.

Já de acordo com Serafine et al (2002) as vitaminas utilizadas como suplemento alimentar para o ser humano e animais são, em sua maioria,

sintetizadas quimicamente. Entretanto, algumas delas como as do complexo B, notadamente a B₂, são produzidas por biosíntese microbiana.

Ainda de acordo com os referidos autores, comercialmente entende-se por biopolímeros determinados polissacarídeos excretados por microrganismos. Os principais biopolímeros encontrados no mercado são as gomas xantana e as dextranas. As primeiras representam a maior parte do mercado, sendo aplicadas como aditivos em alimentos: estabilizantes de suspensão líquidas e gelatizantes.

Borzani et al (2001) destacaram que são três os principais solventes orgânicos produzidos por microrganismos: etanol, butanol e acetona. Destes, o etanol se reveste de especial importância no contexto brasileiro pelo seu destaque no segmento da economia.

Scriban (1985) ensinou que as bebidas alcoólicas são tão antigas quanto a humanidade e numerosas como suas etnias. Fenícios, assírios, babilônios, hebreus, egípcios, chineses, germanos, gregos e romanos mencionaram-nas e cada povo tem praticamente as suas, a partir das fontes naturais próprias de açúcares e produtos amiláceos como: frutas, cana-de-açúcar, milho, trigo, arroz, batata, centeio, aveia, cevada, e mesmo raízes e folhas.

Já de acordo com Serafine et al (2002) os produtos de fermentação alcoólica originavam-se na antiguidade de processos espontâneos de fermentação e que só em época mais recente começara a ser usados nas indústrias, para a sua fabricação, os modernos métodos da Biotecnologia.

E Borzani et al (2001) classificaram as bebidas alcoólicas em:

- as fermentadas: cerveja, vinho saquê, sidra, etc.
- As fermento-destiladas: aguardente, rum, uísque, conhaque, vodca, gim, etc.

De acordo com os mesmos autores, o primeiro processo industrial para a produção de microrganismos úteis ao homem constituiu-se na produção de levedura para panificação.

De acordo com Rifkin (1999) o uso de proteína unicelular - SCP (single cell protein) para a nutrição animal tem-se mostrado mais atraente que para a ingestão humana haja visto que ocorrem problemas quanto à digestão, pelo ser humano, da grande quantidade de ácidos nucleicos componentes da SCP.

Serafine et al (2002) apontam a variedade de produtos alimentícios modificados ou produzidos através de processos fermentativos. Alguns como queijos, iogurte e outros derivados do leite são utilizados pela humanidade há mais de 2.000 anos. Outros alimentos que tem participação de processos biológicos em sua manufatura são: pickles, azeitonas, pão e chucrute.

4. METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido de forma dedutiva descritiva fundamentada em referências bibliográficas correlatas. Sejam artigos, revistas, livros e conteúdos da *internet*, desde que devidamente identificadas as fontes e créditos dos mesmos.

5. CONCLUSÃO

De acordo com Chamas (2000) as nova técnicas de engenharia genética estão promovendo uma reavaliação de quase todos os processos industriais que empregam técnicas ou produtos biológicos.

E de acordo com Rifkins (1999) a relação entre as técnicas de engenharia genética e processos industriais pode ser visualizada na Figura 2.

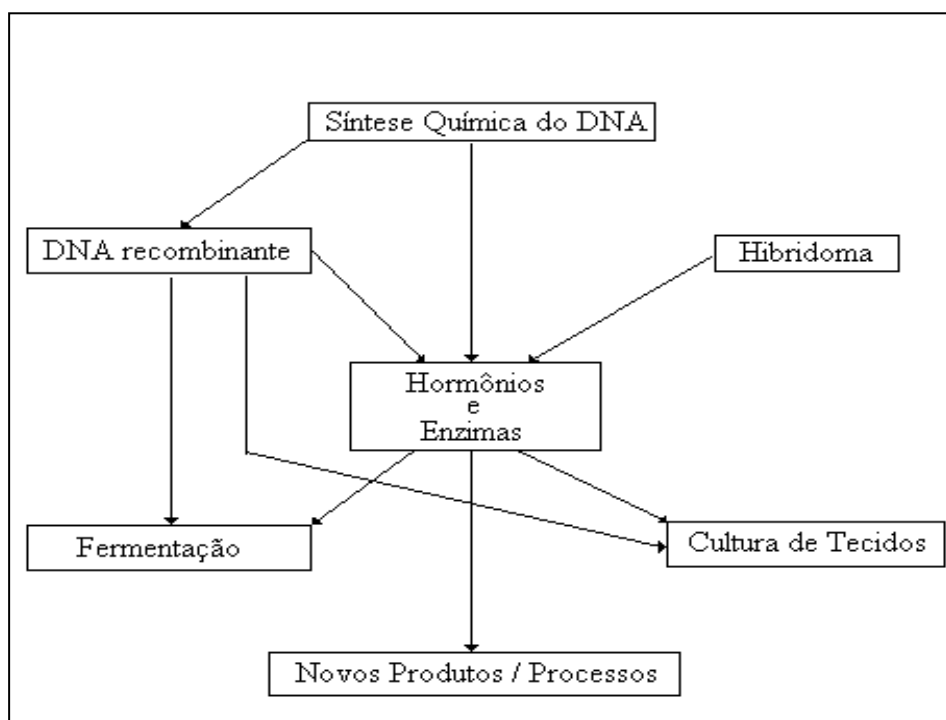


Figura 2: A nova Biotecnologia. **Fonte:** RIFKINS (1999).

O referido autor acrescentou que a engenharia genética aplicada à Biotecnologia, além de substituir processos e produtos tradicionais, apresenta grandes perspectivas de melhorar o bem estar da população por meio de melhores soluções para problemas de saúde, alimentação, energia, materiais e meio ambiente.

A Tabela 3, na página seguinte, de autoria de Chamas (2000) disponibiliza uma indicação parcial da aplicação comercial da nova Biotecnologia às necessidades da sociedade.

Tabela 3: Aplicações comerciais futuras da nova Biotecnologia. **Fonte:** CHAMAS (2000).

ÁREA	APLICAÇÃO POTENCIAL
------	---------------------

Saúde	<ul style="list-style-type: none"> • Remédios e vacinas mais eficazes com maior grau de pureza e a um custo menor. • diagnóstico, prevenção e tratamento de doenças genéticas
Alimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Novos produtos processos alimentícios mais eficientes • Melhor rendimento e qualidade na produção agropecuária
Energia	<ul style="list-style-type: none"> • Maior eficiência na conversão de biomassa em combustíveis • Menor consumo energético em processos industriais • Aumento na recuperação de petróleo
Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Menor custo na produção de produtos químicos com matérias-primas de biomassa • Extração econômica de minerais de baixo teor
Meio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Alternativas biológicas à herbicidas e pesticidas • Tratamento de detritos tóxicos

De acordo com Chamas (2000) a tabela acima caracteriza a amplitude e a profundidade de mudanças que deverão advir com o uso da nova Biotecnologia. Na área da saúde, o desenvolvimento de produtos terapêuticos para o tratamento de herpes, câncer, hepatite, artrite e outras doenças vislumbra soluções novas. Em outras aplicações da Biotecnologia à saúde, essas técnicas novas permitem meios baratos e mais sensíveis para diagnosticar gravidez, doenças venéreas e outras condições que atualmente requerem testes de laboratório complexos e caros. Também possibilitam a dosagem específica de produtos farmacêuticos para determinados órgãos do corpo.

A autora ainda faz projeções futuras na área de materiais, produtos de química fina para medicina e alimentação podem ser produzidos por microrganismos novos, que tornam possíveis transformações complexas em uma única etapa.

Por fim, considera-se a nova Biotecnologia um instrumento poderoso, que pode substituir num futuro próximo um vasto número de processos industriais que são empregados nos dias de hoje e criar com isso inovadoras e sofisticadas soluções para uma grande gama de problemas.

Entende-se que as mais diversas utilidades da Biotecnologia constituem fator extremamente importante para a humanidade pois só agora começa-se a aprender a utilizar os recursos naturais e biológicos que temos disponíveis há centenas de milhares de anos.

Para um estudo posterior seria interessante uma visita em uma empresa que aplique técnicas de biotecnologia, para avaliação de resultados a médio prazo.

6. REFERÊNCIAS

BORÉM, A.; SANTOS, F. R. **Biotecnologia Simplificada**. 2 ed. Minas Gerais: UFV. 2003.

BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U.A.; AQUARONE, E. **Biotecnologia Industrial**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, vol.1, 2001.

CHAMAS, C. I. **Propriedade intelectual e biotecnologia**. *Cadernos Adenauer 8: Biotecnologia em discussão*. São Paulo: Fundação Konrad Adenauer, outubro, 2000.

DONIN, P. **Análise das Políticas Públicas Ambientais**. Santa Catarina: UFSC. 116p. 2004.

KREUZER, H; MASSEY, A. **Engenharia Genética e Biotecnologia**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed. 2002.

LIMA, N; MOTA, M. **Biotecnologia- Fundamentos e aplicações**. Portugal: Lidel, 2003.

MALAJOVICH, M. A. **Biotecnologia**. Rio de Janeiro: Axcel Books. 2004.

RIFKIN, J. **O século da biotecnologia - a valorização dos genes e a reconstrução do mundo**. São Paulo: Makron Books. 1999.

SCRIBAN, R. **Biotecnologia**. S. Paulo: Manole, 1985.

SERAFINE, L. A.; BARROS, N.M.; AZEVEDO, J.L. **Biotecnologia: avanços na agricultura e na agroindústria**. Caxias do Sul: EDUCS, 2002.