

A stylized, high-contrast graphic of a microscope, rendered in white and light gray lines against a dark blue background. The microscope is oriented vertically, with the eyepiece at the top and the base at the bottom. The lines are thick and clean, capturing the essential form of the instrument.

Programa de Biotecnologia
e Recursos Genéticos

Definição de Metas

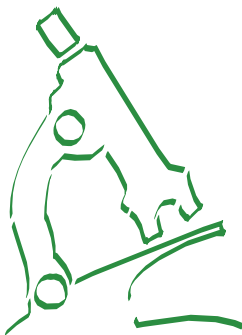
Presidente da República
Fernando Henrique Cardoso

Ministro da Ciência e Tecnologia
Ronaldo Mota Sardenberg

Secretário Executivo do MCT
Carlos Américo Pacheco

Secretário de Políticas e Programas de Ciência e Tecnologia
Luiz Gylvan Meira Filho

Ministério da Ciência e Tecnologia



**Programa de Biotecnologia
e Recursos Genéticos**

Secretaria de Políticas e Programas de Ciência e Tecnologia
Departamento de Programas Temáticos

Fevereiro / 2002

Equipe Técnica
Coordenação Geral de Biotecnologia/SEPCT

Ana Lúcia Delgado Assad (Coordenadora)

Ana Francisca Correa Fernandes

Clóvis Andrade Júnior

José Gilberto Aucélio

Fernan Barcellos Razuck

Equipe de Apoio

Juliana Borges

Lozevaldo Cruz

■ Apresentação

Detentor da maior diversidade biológica do planeta, o Brasil ainda não utiliza satisfatoriamente o imenso potencial econômico de sua biodiversidade e dos seus produtos e aplicações em inúmeros segmentos industriais.

No intuito de reverter este quadro, o Presidente Fernando Henrique Cardoso determinou que o Ministério da Ciência e Tecnologia liderasse esforço para lançar o Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos, com o objetivo de aumentar o fluxo de inovação e canalizar a produção e comercialização de seus resultados em benefício da sociedade.

Com duração prevista de dez anos, a primeira fase do Programa, que vai até 2003, receberá R\$ 120 milhões em investimentos diretos da União, alocados pelo Programa Avança Brasil, além de recursos provenientes das agências federais e estaduais de fomento, dos Fundos Setoriais de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e de outros Ministérios com ações em Biotecnologia.

O progresso da Biotecnologia deve e pode ser acelerado, por intermédio dos esforços conjugados entre Governo, comunidade científica e setor empresarial, visando ao desenvolvimento de projetos conjuntos, na formação de parcerias, no estímulo a novos investimentos e na dinamização dos mercados de produtos biotecnológicos.

O Programa desenvolverá ações abrangentes orientadas para o conhecimento, uso e desenvolvimento de produtos da biodiversidade capazes de integrar avanço tecnológico, equilíbrio ambiental, desenvolvimento sustentável, crescimento econômico e qualidade de vida.

Ao tempo que será possível fortalecer a base científica e tecnológica em Biotecnologia, o País estará investindo em capacitação de pessoal especializado, modernizará a infra-estrutura nacional de P&D e irá estimular o desenvolvimento de novas empresas, fatores essenciais para que os brasileiros possam usufruir plenamente da sua riquíssima biodiversidade.

Ronaldo Mota Sardenberg
Ministro da Ciência e Tecnologia

Índice

Introdução	7
Justificativa	9
Objetivos	11
Estratégias	13
Ações	15
Ação 1. Formação e capacitação de recursos humanos para a Biotecnologia	15
Ação 2. Expansão do conhecimento	18
Ação 3. Infra-estrutura nacional e suporte ao desenvolvimento da Biotecnologia	21
Coleções de Culturas de Microrganismos e Células	23
Bancos de Germoplasma Vegetal e Núcleos de Criação Animal	24
Laboratórios Nacionais	25
Bioinformática	26
Biossegurança	27
Ação 4. Projetos com potencial inovativo e estímulo à formação de empresas de base biotecnológica e à transferência de tecnologias para empresas consolidadas	29
Ação 5. Biotecnologia para o uso sustentável da biodiversidade	34
Ação 6. Cooperação Internacional como instrumento de desenvolvimento conjunto e transferência de tecnologias avançadas	36
Ação 7. Prospecção, monitoramento e estudos em Biotecnologia	38
Abrangência do Programa	39
Referências Bibliográficas	42
Anexo	45

Introdução

O termo Biotecnologia refere-se a um conjunto amplo de tecnologias habilitadoras e potencializadoras (*enabling technologies*) envolvendo a utilização, alteração controlada e a otimização de organismos vivos ou suas partes funcionantes, células e moléculas para a geração de produtos, processos e serviços (Anexo I). Seus resultados são aplicáveis e utilizados por diversos setores, como saúde, agroindústria e meio ambiente, e envolvem várias áreas do conhecimento, como biologia molecular, genética, fisiologia, microbiologia, química, engenharia de alimentos, dentre outras.

A Biotecnologia permeia inúmeros segmentos industriais utilizando técnicas inovadoras e promovendo revoluções no tratamento de doenças, no uso de novos medicamentos para aplicação humana e animal, na multiplicação e reprodução de espécies vegetais e animais, no desenvolvimento e melhoria de alimentos, na utilização sustentável da biodiversidade, na recuperação e tratamento de resíduos, dentre outras áreas com potencial crescente de aplicação.

Aliado a isso, o País é um dos maiores detentores da biodiversidade, tornando o cenário para a Biotecnologia no Brasil promissor. O progresso nesta área poderá ser acelerado se houver esforços conjugados entre o governo, a comunidade científica e a empresarial no desenvolvimento de projetos conjuntos, na formação de parcerias produtivas, na criação de ambiente favorável a novos investimentos e no desenvolvimento e/ou adaptação de tecnologias com o objetivo de ampliar a competitividade e dinamizar o mercado de produtos biotecnológicos.

As oportunidades para alianças e novas parcerias entre o setor gerador de conhecimento e o produtor de bens e serviços, representado predominantemente pelas empresas de pequeno e médio porte, constituem o ponto focal do Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos, do Ministério da Ciência e Tecnologia, o qual adota estratégias de ação como a organização de projetos em redes¹ para aumentar o fluxo de inovação e canalizar a produção e comercialização de seus resultados em

benefício da sociedade.

O Programa tem duração prevista de dez anos, e para a consecução dos seus objetivos no período de 2000 a 2003 estão sendo alocados diretamente nas ações do MCT recursos da União da ordem de R\$ 120 milhões, no Programa Avança Brasil/PPA/Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos GENOMA. Outras fontes de recursos são provenientes de bolsas fornecidas pelas agências federais e estaduais de fomento, dos diversos Fundos Setoriais, do recém criado Fundo Setorial de Biotecnologia, de outros Ministérios com ações em Biotecnologia, além de apoio a projetos de pesquisa e desenvolvimento por parte de outras instituições federais e estaduais.

¹ Sistema de trabalho integrado que visa atualizar e/ou ampliar e/ou dinamizar o processo de produção científica e tecnológica dos grupos atuantes em determinada área ou segmento de pesquisa e de produção de bens e serviços

Justificativa

O impacto da Biotecnologia tem sido analisado por instituições especializadas de diversos países, a exemplo do estudo realizado pela Ernst & Young², em 2001, no qual se constata que, a partir do desenvolvimento das técnicas do DNA recombinante, foram instaladas centenas de empresas de base biotecnológica nos Estados Unidos, nos últimos 25 anos. Nesse período, foram lançados no mercado mais de 30 produtos de interesse estritamente médico, juntamente com centenas de outros produtos também específicos da área de saúde. O mercado de produtos biotecnológicos cresceu, nos EUA, de US\$ 7,6 bilhões, em 1996, para US\$ 18,8 bilhões, no ano 2001. Empresas como IBM, Motorola e Compaq trabalham com a expectativa de que o mercado de Biotecnologia atingirá a cifra de US\$ 27 bilhões em 2003.

No Brasil, a Biotecnologia integra a base produtiva de diversos setores da economia, os quais representam parte considerável do Produto Interno Bruto e das exportações. O processo de ajuste estrutural da economia brasileira tem influenciado a demanda de inovações tecnológicas nos principais setores usuários de Biotecnologia, combinando a estabilização macroeconômica com a reformulação de políticas setoriais.

O mercado brasileiro de Biotecnologia, abrangendo os vários setores econômicos e todas as categorias de produtos biotecnológicos, corresponde a cerca de 2,8% do PIB nacional, conta com a participação de cerca de 304 empresas de base biotecnológica, a maioria ligada às universidades³.

Vale ressaltar que as empresas contam com suporte técnico-científico oferecido pelas diversas instituições de ensino superior, por instituições estatais e por institutos

² Dados da Ernst & Young/Wall Street Journal e transcritos pela revista Forbes – Brasil, edição de 14 de fevereiro de 2001.

³ Fundação BIOMINAS/MCT, 2001. Parque Nacional de Empresas de Biotecnologia – Estudos de Biotecnologia.

de pesquisa⁴, atuantes na geração de tecnologias, bens e serviços biotecnológicos, com aplicações nas áreas de saúde, agropecuária e meio ambiente, dentre outros.

São relevantes, também, as ações governamentais que vêm sendo desenvolvidas por meio dos programas como PADCT/MCT/CNPq/Biotecnologia (Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico); RHAE/MCT/CNPq/Biotecnologia (Programa de Capacitação de Recursos Humanos para Atividades Estratégicas), GENOMA/FAPESP e PITE/PIPE/FAPESP (Programa de Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas /Programa Parceria para Inovação Tecnológica/Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo), e de outras Fundações Estaduais de Pesquisas, como de Pernambuco e Minas Gerais, que geraram, no decorrer da década de 90, vários projetos mobilizadores de grande interesse para o País. Tais projetos vêm contribuindo para importantes aprendizados, principalmente no que concerne ao *know-how* relacionado às fases do *scalling-up* na geração de bioprodutos de alto valor agregado, que utilizam a engenharia genética, a exemplo da produção de insulina, hormônio de crescimento humano, bem como o desenvolvimento da tecnologia de seqüenciamento genômico. Ressalta-se que já foram seqüenciadas com sucesso espécies de interesse das áreas da saúde e agricultura.

Esforços também vêm sendo realizados pelos órgãos públicos federais como CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), e pelas FAPs (Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa) visando a formação e capacitação de recursos humanos nas diversas áreas das Ciências Biológicas, principalmente em nível de pós-graduação, aliado ao fomento a projetos de pesquisa e desenvolvimento.

⁴ Confederação Nacional da Indústria, em parceria com o IEL – Instituto Euvaldo Lodi e o SEBRAE, cadastraram um elenco de pesquisas desenvolvidas por Universidades e Institutos de Pesquisa Nacionais, cujos produtos vêm sendo transferidos ao setor produtivo (Fonte: Tecnologia & Inovação para a Indústria, 1999).

A definição de ações políticas para o pleno desenvolvimento do parque biotecnológico brasileiro deve considerar, além da competência já instalada em termos de infraestrutura, grupos de pesquisa e recursos humanos, os seguintes aspectos:

- O País possui uma megabiodiversidade distribuída por distintos biomas e ecossistemas;
- Possui condições climáticas, hídricas e de solo para expansão da agricultura tropical;
- Possui grandes demandas em questões de saúde humana que requerem soluções autóctones;
- Enfrenta desafios no setor da agropecuária, associada à melhoria da produtividade e expansão da fronteira agrícola, dentre outros;
- Requer soluções específicas nas áreas de monitoramento ambiental e de biorremediação.

Ademais, o Programa tem como princípio norteador o constante acompanhamento das mudanças que os vários segmentos da Biotecnologia estão sujeitos, como as elevadas taxas de inovação introduzidas na geração do conhecimento, no sistema produtivo e no mercado de produtos biotecnológicos, sempre efetuando os ajustes necessários.

Objetivos

O Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos do Ministério da Ciência e Tecnologia se caracteriza como um instrumento dinâmico de política do País, voltado à articulação das iniciativas de investimento em C&T, estimulando a participação dos setores envolvidos e usuários de Biotecnologia, de modo a contribuir para o desenvolvimento socioeconômico.

É objetivo geral do Programa elevar o nível de produção científica e tecnológica do País a patamares equiparáveis aos dos países desenvolvidos, acelerando os meca-

nismos de transferência ao setor produtor de bens e serviços, dos conhecimentos e tecnologias gerados com vistas à inovação e à melhoria de produtos, processos e serviços biotecnológicos de interesse social e econômico.

Para tanto, deverá promover, em consonância com os objetivos do MCT, iniciativas no sentido de fortalecer a base científica e tecnológica em Biotecnologia e em áreas correlatas, ampliar a capacitação de pessoal especializado e modernizar a infra-estrutura de P&D existente. Incentivará também o fortalecimento da base produtiva, bem como a criação de ambiente favorável ao desenvolvimento de novas empresas, aliada a organização de redes interativas, em consonância com as políticas de inovação e competitividade do País.

Objetivos específicos estão direcionados a:

- Promover a formação e a capacitação de recursos humanos para atuar em pesquisa, desenvolvimento, suporte e gestão da Biotecnologia;
- Fomentar pesquisas biotecnológicas que ampliem a base do conhecimento dos processos biológicos e que ofereçam novas alternativas em termos de trajetórias tecnológicas;
- Fomentar pesquisas destinadas a gerar produtos de maior valor agregado, gerar e/ou otimizar novos processos e serviços especializados em Biotecnologia;
- Ampliar e fortalecer a infra-estrutura de suporte à Biotecnologia, incluindo os aspectos relacionados à biossegurança, bioinformática, coleções de culturas microbianas e de células, bancos de germoplasma vegetal e núcleos de criação animal, além da implantação de um laboratório nacional de biologia molecular;
- Ampliar e fortalecer a base produtiva de bens e serviços;
- Fomentar a criação e o fortalecimento de empresas de base biotecnológica;
- Promover o uso sustentável da biodiversidade e a conservação dos recursos genéticos;
- Apoiar a realização de atividades contínuas de monitoramento e estudos prospectivos, com ênfase na bioprospecção.

Estratégias

O crescimento e a expansão da base biotecnológica estão associados a dois componentes básicos: a excelência na área de pesquisa científica e a competitividade na abordagem tecnológica.

Para garantir a eficiência e a eficácia na consecução dos objetivos propostos, as ações a serem realizadas neste Programa estão embasadas em iniciativas de caráter estratégico para:

- Incentivar a formação e capacitação de recursos humanos em áreas diversificadas relacionadas à Biotecnologia;
- Sistematizar, fortalecer e ampliar as bases de dados em informação biotecnológica;
- Realizar estudos prospectivos para a identificação de prioridades de pesquisa e de novas rotas tecnológicas a serem incorporadas à base do conhecimento e ao processo produtivo;
- Estimular e fortalecer redes interativas que promovam o desenvolvimento de pesquisas e a transferência de conhecimentos entre grupos de pesquisa instalados nas universidades, nos institutos de pesquisa, e nas empresas;
- Estimular a criação, expansão e a modernização das indústrias de base biotecnológica e promover apoio direto às pequenas e médias empresas de base biotecnológica com propostas inovadoras;
- Criar uma base de dados que permita o acesso às informações atualizadas sobre projetos financiados, bem como as avaliações sobre o potencial inovativo dessas pesquisas, que possam resultar em produtos e/ou serviços para o mercado;
- Articular e fomentar a cooperação internacional visando contribuir para aumentar a eficiência na incorporação de novos conhecimentos e tecnologias;
- Desenvolver parcerias com agências de fomento federais e/ou estaduais para ampliação dos investimentos em P&D visando fortalecer os setores de Biotecnologia e de Recursos Genéticos;

- Manter articulação constante com os diversos atores envolvidos no desenvolvimento da Biotecnologia, tais como: associações empresariais, associações de classe e outras organizações não governamentais;
- Interagir com outros programas governamentais de modo a concentrar esforços e recursos na obtenção de resultados mais eficazes;
- Estimular, junto ao setor acadêmico e empresarial, a utilização dos mecanismos de proteção intelectual de modo a ampliar e assegurar a apropriação do conhecimento tecnológico pela sociedade; e
- Implantar metodologias de monitoramento e avaliação do programa.

O Brasil, a despeito de apresentar uma produção científica e tecnológica considerável, tem demonstrado um desempenho na área de patentes e outros instrumentos de proteção do conhecimento, muito aquém do nível desejado. Necessário se faz, portanto, divulgar e enfatizar a importância e as vantagens desses instrumentos, bem como promover a motivação e a conscientização da sua utilização, tanto no meio acadêmico quanto empresarial.

Os principais benefícios decorrentes da proteção patentária são visíveis na cadeia de inovação tecnológica, funcionando como base de informação para prospecção tecnológica, na geração de produtos e processos, aumentando a competitividade dos produtos e dinamizando o mercado. Assim, em conjunto com o INPI e demais interessados, serão envidados esforços no sentido de promover e fortalecer a utilização desse instrumento de proteção do conhecimento.

Ações

O Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos desenvolverá ações abrangentes procurando envolver todos os segmentos correlatos, em todas as regiões do País. Serão apoiados projetos e atividades voltadas ao aproveitamento de oportunidades regionais e locais, de modo a diversificar e ampliar a base de inovação, para tornar a Biotecnologia mais competitiva e/ou para gerar produtos, processos e serviços que venham a contribuir para a melhoria da qualidade de vida. Para tanto, serão implementadas sete ações, cujos objetivos e atividades estão especificados a seguir:

Ação 1

Formação e capacitação de recursos humanos para a Biotecnologia

O Brasil é o maior produtor de ciência da América Latina, estimando-se um universo de aproximadamente 200 mil pessoas, entre estudantes, estagiários e pesquisadores do setor público e privado envolvidos com pesquisa e desenvolvimento. Deste universo, aproximadamente 52 mil são pesquisadores atuantes nos vários segmentos do ensino e da pesquisa.

Em pesquisas relacionadas direta e indiretamente à Biotecnologia, existem 1.718 grupos de pesquisas atuando nas diversas áreas do conhecimento, localizados, principalmente, nas universidades e instituições públicas, de acordo com levantamento realizado na Versão 4 (de 2000) do Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil do CNPq. Estes grupos integram 6.738 pesquisadores, além de mais de 16 mil estudantes e estagiários, distribuídos por 3.844 linhas de pesquisas, e concentrados em grande maioria na Região Sudeste do País (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição dos Grupos de Pesquisa em Biotecnologia no Brasil, por região geográfica, número de linhas de pesquisa, pesquisadores e estudantes e estagiários.

Setor de atividade por Região geográfica	Grupos de pesquisa (G)	Linhas de pesquisa (L)	Pesquisadores (P)	Estudantes e Estagiários
Centro-Oeste	99	213	470	334
Nordeste	242	500	958	1.336
Norte	59	117	233	312
Sudeste	991	2.279	3.832	11.204
Sul	327	735	1.245	2.988
TOTAL	1718	3.844	6.738	16.174

Fonte: Diretório Grupos de Pesquisa do CNPq, versão 4 (<http://www.cnpq.br>).

Nota: O enquadramento no segmento da Biotecnologia foi efetuado pelos líderes dos grupos de pesquisa quando da resposta ao Diretório dos grupos de pesquisa do Brasil do CNPq, Versão 4 (de 2000).

Por outro lado, com relação às empresas de base biotecnológica, não existem dados estatísticos exatos, mas sabe-se que é pequeno o número de pesquisadores e de técnicos especializados exercendo atividades de P&D nessas indústrias. Embora se estime que cerca de 30% das empresas de base biotecnológica existentes no País apresentem os requisitos fundamentais para desenvolver atividades de P&D⁵, a demanda por tais profissionais tende a crescer à medida que aumenta o número de empresas e ocorram melhorias em seus programas de gestão estratégica para a competitividade.

Como pesquisas inovativas dependem da participação de profissionais especializados, muito há que se fazer, portanto, para dotar o País de mão-de-obra em condições de elevar o nível de competitividade dos vários setores da Biotecnologia a patamares equiparáveis aos dos países desenvolvidos.

Considerando o caráter multidisciplinar da Biotecnologia em função da variedade de aplicações dos produtos em segmentos como o de saúde, agropecuária e meio

⁵ Estudo realizado pela empresa VALLÉE S. A., 1995

ambiente, esta ação deverá estruturar-se para atender demandas diversificadas, apoiando de forma induzida a capacitação de recursos humanos em diversas áreas do conhecimento e nos seguintes níveis de especialização:

- **Pós-graduação (*stricto sensu*)** - visa contribuir para o fortalecimento dos cursos de pós-graduação ministrados nas áreas correlatas à Biotecnologia, tais como: biologia molecular, bioquímica, farmacologia, biologia celular, entre outros. No Brasil, existem dez cursos de mestrado e dois de doutorado destinados a formar pós-graduados em Biotecnologia. Há também que se implementar programas induzidos de doutorado e de pós-doutorado no exterior, principalmente em temas estratégicos em Biotecnologia.
- **Pós-graduação (*lato sensu*)** - para apoiar a oferta de cursos de aperfeiçoamento e especialização em Biotecnologia, a exemplo de cursos em bioinformática, biossegurança, em análise de risco, em propriedade intelectual e em gestão. Neste sentido, o CNPq está implementando uma ação relacionada à realização de cursos de curta duração e pós-graduação *stricto sensu* e *lato sensu* em instituições do País, voltados à capacitação em biossegurança.
- **Estágios de longa duração (6 meses a 1 ano)** - no País e no exterior, destinados à capacitação de profissionais para exercerem atividades em setores de pesquisa, gerenciamento e produção industrial.
- **Estágios de curta duração (15 dias a 3 meses)** - no País ou no exterior, para profissionais já capacitados e que tenham necessidade de aprimoramento técnico-científico em técnicas específicas, aplicadas a pesquisa e produção.
- **Pesquisadores visitantes (estrangeiros ou brasileiros)** - visa apoiar a alocação temporária de pesquisadores de alto nível em instituições de pesquisa ou empresas, para orientação e transferência de conhecimentos sobre métodos de pesquisa, processos produtivos e tecnologias diversas de base biotecnológica.
- **Apoio à realização de cursos de curta duração** - para intensificar a difusão de técnicas avançadas em Biotecnologia.

- **Concessão de bolsas diferenciadas** - destinada a atender demandas específicas em áreas consideradas estratégicas, a exemplo de bioinformática e nanotecnologia.

Com essas iniciativas, espera-se um acréscimo importante na capacitação de pesquisadores e tecnólogos para a Biotecnologia e áreas correlatas, bem como a fixação desses pesquisadores nas instituições de ensino e pesquisa e nas empresas.

Ação 2

Expansão do conhecimento

A atuação do CNPq, juntamente com outros programas de apoio à pesquisa, implementados pelas agências de fomento federais e estaduais nestas últimas décadas, vem contribuindo para a ampliação da base do conhecimento em todas as áreas da pesquisa, incluindo aquelas relacionadas à Biotecnologia.

Dados recentes indicam que o Brasil superou a marca de 1% da produção científica internacional, mensurada por artigos ou índices de citações. O aumento da produção brasileira de 365%, no período de 1981 a 1998, foi muito superior à média mundial, em torno de 104%, sendo superada por poucos países, alguns dos quais do Sudeste Asiático⁶. Na área de ciências da vida, que engloba a maioria das sub-áreas do conhecimento relacionadas à Biotecnologia, o volume de publicações brasileiras em revistas indexadas, de 1981 a 1996, corresponde a 41.574 artigos, sendo maior que o total das publicações feitas pelos demais países do continente sul-americano, no mesmo período⁷.

Mesmo considerando expressivo esse crescimento e a importância da ciência e tecnologia no desenvolvimento do País, faz-se necessário, ainda, expandir a base do conhecimento científico e tecnológico da Biotecnologia para responder às necessidades do País e melhorar o desempenho do segmento em questão.

Há que se considerar também que a Biotecnologia moderna apresenta problemática

⁶ Fonte International Science Citation Index, 1999

⁷ PADCT II, 2000, dados compilados do Institute of Scientific Information – ISI

diferenciada, uma vez que se fundamenta em conhecimentos gerados por pesquisas avançadas, utilizando técnicas da biologia molecular e da engenharia genética, exigindo, portanto, investimentos elevados e altos custos operacionais e de manutenção.

Dentre os recentes avanços obtidos na área, destacam-se as pesquisas genômicas que têm permitido o estudo detalhado da estrutura e funções dos genes, possibilitando a obtenção de elevado número de informações da relação estrutura/atividade gênica, bem como o estudo de suas funções específicas, como o papel das proteínas, que por eles são codificadas (proteoma), ampliando os limites para o desenvolvimento de novas técnicas e de produtos de várias naturezas e aplicações em saúde animal e humana, na alimentação, no meio ambiente e na agricultura.

Sobre esse tema, a pesquisa nacional tem sido bem sucedida, já tendo obtido o reconhecimento internacional devido aos resultados obtidos em vários setores da pesquisa biológica e, mais recentemente, com o estudo genômico da *Xylella fastidiosa*, coordenado pela FAPESP, por meio da rede ONSA (*Organization of Nucleodite Sequence Analysis*). Essa rede integrou 32 laboratórios de seqüenciamento genético e um de bioinformática, todos do estado de São Paulo (<http://watson.fapesp.br/resultad.htm>). A disponibilidade de infra-estrutura, aliada ao *know how* já adquirido, tem permitido o seqüenciamento de genes de outros organismos de interesse da área da saúde e agropecuária, motivando pesquisadores para a iniciativa de novos projetos integrados nessa área específica.

Outras atividades relacionadas ao tema foram implementadas pelo MCT/CNPq, a exemplo da rede de laboratórios nacionais do Programa Genoma Brasileiro. O principal objetivo da rede é integrar 25 laboratórios de pesquisa de diversas regiões do País e um laboratório de bioinformática, capacitando vários grupos de pesquisadores e expandindo o domínio da técnica de seqüenciamento, além de gerar significativos avanços com as informações obtidas pelo seqüenciamento da bactéria *Chromobacterium violaceum*. As expectativas são de que os resultados venham contribuir para o desenvolvimento de novos produtos com aplicação nas áreas de saúde e meio ambiente,

uma vez que essa bactéria foi selecionada em função do seu potencial biotecnológico para gerar substâncias dotadas de ação terapêutica, além da produção de polímeros biodegradáveis.

Outras atividades relacionadas a redes genômicas são as oito redes regionais implementadas no segundo semestre de 2001, cujos estudos têm por objetivo identificar os códigos genéticos de espécies de importância econômica social e regional. Essas redes contam com o apoio do MCT/CNPq e das Fundações Estaduais de Pesquisas. Além disso, a EMBRAPA possui entre suas prioridades a execução de projeto destinado a identificar, seqüenciar e caracterizar genes de interesse agropecuário.

Além do fortalecimento das pesquisas nas áreas denominadas fundamentais e nas áreas da fronteira do conhecimento, o País precisa consolidar a sua base de pesquisa em bioengenharia e estimular o surgimento de novas empresas para utilizarem os recursos da engenharia genética no melhoramento e geração de novos produtos, processos e serviços especializados.

Nesse sentido, esta ação tem por objetivo:

- Expandir a base da pesquisa, contribuindo para o avanço do conhecimento em áreas de interface direta com a Biotecnologia, tais como a biologia molecular, bioquímica, farmacologia, biologia celular, dentre outras;
- Contribuir para o fortalecimento da pesquisa em áreas do conhecimento, ou em setores menos desenvolvidos, ou onde exista carência de estudos biológicos especializados de interesse para o aproveitamento dos recursos da biodiversidade.
- Promover pesquisa interdisciplinar que possa, a curto prazo, gerar novos produtos biotecnológicos e serviços especializados;

Para tanto serão apoiados projetos destinados a:

- Pesquisas que gerem conhecimentos aplicáveis ao desenvolvimento de novas técnicas, processos e produtos biotecnológicos;
- Estudos do genoma estrutural e funcional de organismos de interesse estratégico para a saúde, agroindústria e meio ambiente, bem como para a utilização dessas

informações no desenvolvimento de novas técnicas de diagnóstico e na geração de novos produtos;

- Pesquisas sobre terapia gênica e a sua utilização no reparo de erros genéticos manifestados na forma de doenças e no controle de processos degenerativos;
- Produção de vacinas baseadas na técnica do DNA-recombinante, alimentos funcionais e fármacos mais específicos com possibilidade de aplicação em medicina personalizada;
- Pesquisas sobre as transformações e modificações genéticas de organismos de interesse para agricultura, pecuária, saúde humana e animal, meio ambiente, dentre outros.

Ação 3

Infra-estrutura nacional e suporte ao desenvolvimento da Biotecnologia

Para assegurar o desenvolvimento do setor biotecnológico nacional, é imprescindível a implementação de uma ação específica para dar o suporte funcional aos vários setores da Biotecnologia, classificados nas categorias de baixa, intermediária e alta complexidade⁸, e para disponibilizar os recursos primários, além dos instrumentos necessários ao desenvolvimento da pesquisa e da indústria de base biotecnológica. Nesse sentido, o Programa adota as seguintes estratégias: fortalecimento da infraestrutura nacional de pesquisas e serviços, por meio da criação de centros de referência em bioinformática e de um laboratório nacional de biologia molecular; fortalecimento e ampliação das coleções de culturas, de microrganismos e de células e tecidos; apoio aos bancos de germoplasma e às diversas atividades relacionadas à bioinformática e biossegurança.

A Tabela 2 procura sintetizar os principais suportes funcionais à Biotecnologia, as atividades a serem desenvolvidas, bem como os principais setores a serem beneficiados.

⁸ Ver Anexo 1.

Tabela 2: Linhas de apoio de suporte ao desenvolvimento da Biotecnologia

Linhas de Apoio	Atividades	Setores Beneficiados
Coleções de Culturas de serviços e de referência, de Microrganismos e de Células e Tecidos	Conservação, caracterização, manutenção <i>ex situ</i> de microrganismos e células/tecidos de interesse para pesquisa científica e industrial, com aplicação em diversos setores.	Saúde, agropecuária, meio ambiente, setor industrial,
Bancos de Germoplasma e Conservação <i>on farm</i> de Plantas e Núcleos de Criação de Animais – Raças Crioulas	Conservação, caracterização e manutenção <i>ex-situ</i> de material genético. Apoio a estudos de mapeamento da ocorrência de parentes silvestres das principais espécies agronômicas e medicinais de uso atual e potencial com ênfase para aquelas que tenham o Brasil como centro de origem ou de diversificação.	a exemplo da indústria de alimentos e farmacêutica, instituições de ensino e pesquisa.
Laboratórios Nacionais	Fortalecimento da infra-estrutura nacional de pesquisa e serviços, com o apoio à criação e fortalecimento de Centros de Excelência em Bioinformática e de um laboratório nacional de biologia molecular estrutural.	Instituições de ensino e pesquisa, incubadoras de empresa, bioindústrias, dentre outros.
Bioinformática	Organização de redes interativas de pesquisa e inovação biotecnológica e de diretórios contendo dados sobre banco de genes de espécies seqüenciadas, desenvolvimento de serviços e <i>softwares</i> .	Instituições de ensino e pesquisa, incubadoras de empresa, bioindústrias, dentre outros.
Biossegurança	Apoio à capacitação de recursos humanos. Apoio à certificação e credenciamento de laboratórios nacionais para realização de testes de segurança alimentar de OGMs, incluindo a implantação de boas práticas laboratoriais. Realização de estudos específicos em biossegurança. Apoio ao funcionamento e às atividades da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio).	Profissionais, pesquisadores, sociedade em geral, e instituições de ensino e pesquisa.

Coleções de Culturas de Microrganismos e de Células e Tecidos

Coleções de culturas são centros de conservação de recursos genéticos *ex situ*, tendo a função de coletar, identificar, catalogar e manter organismos e células destinadas à pesquisa científica e tecnológica e à aplicação e uso industrial. É parte essencial do suporte funcional à Biotecnologia, atuando como provedor de serviços e repositórios de células vivas, genomas e organismos, e fornecendo também informações sobre funções e sistemas biológicos.

Os centros de excelência em conservação *ex-situ* são, portanto, aqueles que mantêm e estudam um *pool* genético para usufruto de gerações presentes e futuras, oferecendo serviços e suporte fundamentais para a comunidade científica e tecnológica industrial do País interessada e usuária de Biotecnologias.

No Brasil, a proposta de criação de uma Rede de Coleções de Culturas começou no início da década de 70 e, em meados da década de 80, quando foi elaborado o primeiro catálogo de Coleções de Culturas, com dados disponibilizados *on line* por meio do serviço STM 400. Em 1990, foi lançado *on line* o Catálogo Nacional de Linhagens. Contudo, o acervo não tem sido atualizado.

Dessa forma, esta linha de ação tem por objetivo promover a implementação de atividades destinadas a melhorar as condições de preservação e manutenção, identificação e distribuição de material biológico e genético para fins de serviço e pesquisa, propondo-se a:

- Induzir a criação e a consolidação de uma Rede de Coleções de Serviços;
- Consolidar uma Rede de Centros de Referências e Repositórios;
- Apoiar, de forma complementar, as Autoridades Depositárias (ADs) de Material Biológico para fins de patentes;
- Desenvolver e implementar um sistema integrado de informações *on line*;
- Apoiar projetos de P&D com objetivos dirigidos.

Bancos de Germoplasma e Núcleos de Criação

Esta linha de ação apoiará o fortalecimento e a expansão de centros especializados em conservação *ex situ* de germoplasma vegetal, animal e de microrganismos, envolvendo a caracterização e avaliação de germoplasma, visando o aumento da oferta de recursos genéticos destinados à pesquisa científica e tecnológica, subsidiando, assim, o desenvolvimento das cadeias produtivas do agronegócio e da bioindústria.

Várias atividades serão desenvolvidas no sentido de melhorar as condições de infra-estrutura e de capacitação de recursos humanos para atuar nos 235 bancos de germoplasma (<http://www.cenargen.embrapa.br>) existentes no País, onde encontram-se conservadas mais de 250 mil espécies de plantas, animais e microrganismos. Ressalta-se que grande parte desse material genético é de interesse específico da Biotecnologia e já vem sendo utilizado para fins econômicos no melhoramento clássico, e terá o seu potencial aumentado com a aplicação de novas técnicas biotecnológicas.

O enriquecimento da variabilidade genética disponível para pesquisas de espécies de importância socioeconômica, por meio de coleta, introdução, caracterização e intercâmbio de acessos constitui um dos temas a serem apoiados no âmbito desta linha de ação.

Por outro lado, a conservação aplicada aos recursos microbianos, animais e fitogenéticos, também será apoiada em atividades destinadas à implantação da conservação *on farm*, que fornece o mecanismo pelo qual os sistemas evolucionários responsáveis pela geração de variabilidade são conservados, uma vez que esse tipo de manejo (*on farm*) pode ser uma importante estratégia de manutenção da capacidade adaptativa dos parentes silvestres das plantas cultivadas.

Além disso, o progresso da Biotecnologia e a introdução das técnicas do mapeamento genômico, cada vez mais rápidas, impulsionam a criação de bancos de caracteres por espécies, com o objetivo específico de integrar a genética genômica funcional com os

programas de caracterização e valoração de recursos genéticos e de desenvolvimento de novos cultivares.

Vale ressaltar que essas atividades serão desenvolvidas em parceria com a EMBRAPA, com as universidades, com as instituições agrícolas estaduais e com as demais entidades que possuem bancos de germoplasma, coleções de cultura e núcleos de criação, envolvendo a caracterização e a avaliação de germoplasma, e uso de técnicas moleculares para melhorar a utilização dos recursos genéticos.

■ Laboratórios Nacionais

Para dinamizar este importante segmento, o MCT está implementando ações que visam consolidar a formação de Centros de Excelência em Bioinformática no País, prevendo a criação e o fortalecimento de Laboratórios de Referência em Bioinformática. Um deles está sediado no Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) em Petrópolis, desenvolvendo pesquisas e atuando como laboratório de Bioinformática da Rede Genoma Brasileiro.

Outra ação específica está relacionada à implantação e fortalecimento de um laboratório nacional de biologia molecular estrutural. Ele está sendo implantado no Laboratório Nacional de Luz Síncroton – Associação Brasileira de Tecnologia de Luz Síncroton, em Campinas/SP.

Esses laboratórios deverão funcionar como centros de irradiação de conhecimentos, realizando pesquisas diferenciadas e dando suporte logístico a estudos destinados a desvendar o código genético, a utilizar ferramentas da biologia molecular estrutural, expressão e análise de proteínas, desenvolvendo algoritmos e programas computacionais de análises, simulações e novas estratégias para a abordagem pós-genômica. Deverão também prestar serviços a laboratórios, universidades e empresas em suas áreas de competência.

Bioinformática

As pesquisas genômicas, em especial aquelas relacionadas à análise estrutural de genes, vêm progredindo substancialmente nos últimos anos devido ao desenvolvimento da tecnologia de seqüenciamento automático do DNA, miniaturização e análise por paralelismo, aliado aos métodos de *screenings* genômicos e construção de bibliotecas de genes. O Brasil vem se destacando nessas pesquisas, tendo merecido o reconhecimento da comunidade científica internacional devido ao *know how* adquirido na área.

A organização de redes de pesquisa genômica, com apoio e suporte da bioinformática, contribui para otimizar a utilização dos resultados, possibilitando a retroalimentação contínua das informações entre os atores envolvidos nos vários estudos, tanto em pesquisa fundamental como tecnológica. Contribui também para a identificação de competências, dos estágios de desenvolvimento das pesquisas, dos tipos de metodologias utilizadas, e fornecendo informações referentes aos produtos que estão sendo desenhados.

Nesta linha de ação, buscar-se-á difundir e modernizar o uso da tecnologia da informação em biologia de forma prioritária, uma vez que a bioinformática permite lidar com a complexidade das informações biológicas, de modo a obter resultados organizados e sistematizados. Para tal, deverá ser utilizado um conjunto de ferramentas desenvolvidas e em desenvolvimento no País, em associação com a rede dos CENAPADs – Centro Nacional de Alto Desempenho.

As principais iniciativas a serem tomadas diante das várias atividades a serem desenvolvidas nesta área são:

- Apoio ao desenvolvimento de novos conhecimentos em bioinformática computacional;
- Fortalecimento e consolidação dos grupos existentes em bioinformática;
- Apoio ao desenvolvimento de *softwares* destinados às pesquisas de genomas, proteomas e metabolomas;
- Desenvolvimento de serviços especializados; e
- Fomento à criação e expansão de empresas de bioinformática.

Biossegurança

Tendo em vista as descobertas e os avanços do uso da Biotecnologia, é necessário dar atenção especial à biossegurança. Desta forma, as ações que serão desenvolvidas no âmbito do Programa Nacional de Biotecnologia e Recursos Genéticos levam em consideração as normas de biossegurança e os mecanismos de fiscalização, sistematizados e oficializados por meio da Lei nº 8.974 e da MP 2137, que dispõem sobre a segurança dos organismos geneticamente modificados de modo a eliminar os riscos à saúde humana e animal, bem como a ocorrência de danos ao meio ambiente.

A implementação da legislação de biossegurança passou a ser condição fundamental para o desenvolvimento de projetos de pesquisa e desenvolvimento, incluindo aqueles restritos à cooperação internacional nesse setor específico. Faz-se necessário, portanto, divulgar em larga escala as informações sobre biossegurança e ampliar as bases para o melhor entendimento da legislação e de sua aplicação, sobretudo com nossos parceiros da América Latina.

Nesse sentido, as atividades relacionadas a esta ação serão implementadas em articulação direta com a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) e estão direcionadas a:

- Apoiar a realização de cursos e estágios de curta e longa duração, no País e no exterior, com o objetivo de difundir os conhecimentos sobre biossegurança, não só entre os pesquisadores e profissionais ligados à área científica e tecnológica, bem como na sociedade em geral;
- Apoiar a certificação e credenciamento de laboratórios nacionais para realização de testes de segurança alimentar de OGMs, incluindo a implantação de boas práticas laboratoriais;
- Apoiar a realização de pesquisas e estudos científicos em biossegurança e análise de risco;
- Estimular a criação de espaço apropriado à discussão sobre questões relaciona-

das à bioética, de modo a permitir que a sociedade, representada pelos vários segmentos organizados, manifeste, junto à comunidade científica e aos representantes governamentais, a sua preocupação sobre os riscos potenciais da Biotecnologia e obtenha os esclarecimentos sobre os mecanismos de controle e monitoramento que estão sendo adotados para cada caso;

- Apoiar estudos e atividades que contribuam para a política nacional de biossegurança;
- Apoiar a CTNBio no desenvolvimento de suas atribuições.

Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) - criada em 1995, a CTNBio é vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia. Composta por 36 membros, sendo 16 especialistas de notório saber científico, das áreas humana, animal, vegetal e ambiental; representantes ministeriais setoriais (da Ciência e Tecnologia, da Saúde, da Agricultura e Abastecimento, do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal, da Educação, das Relações Exteriores); representantes dos órgãos de defesa do consumidor, da proteção à saúde do trabalhador; e ainda representantes do setor empresarial de Biotecnologia. Compete à CTNBio propor a Política Nacional de Biossegurança, estabelecer normas e regulamentos relativos às atividades e projetos que contemplem construção, cultivo, manipulação, uso, transporte, armazenamento, comercialização, consumo, liberação e descarte relacionados a organismos geneticamente modificados (OGM). Cabe a CTNBio, também, dentre outras competências:

- Propor um código de Ética de Manipulações Genéticas;
- Estabelecer os mecanismos de funcionamento das Comissões Internas de Biossegurança (CIBios), no âmbito das instituições dedicadas ao ensino, pesquisa, desenvolvimento e utilização das técnicas de engenharia genética;
- Emitir Certificado de Qualidade em Biossegurança (COB) referente às instalações destinadas a qualquer atividade ou projeto que envolva OGM ou derivados, quando solicitado pelo proponente da instituição executora desta atividade ou projeto,

- Emitir parecer técnico conclusivo sobre liberações de OGM no meio ambiente, registro, uso, transporte, armazenamento, comercialização, consumo, liberação e descarte de produto contendo OGM ou derivados.

Quando necessário, a CTNBio realizará estudos sobre riscos potenciais inerentes à Biotecnologia, tanto os relacionados ao consumo de alimentos derivados de organismos geneticamente modificados quanto aos possíveis riscos que eles representam ao meio ambiente, bem como qualquer tema prioritário para a tomada de decisão. O treinamento e a formação de recursos humanos para atuar em biossegurança também deverão ser apoiados pela CTNBio em consonância com o Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos.

Ação 4

Projetos com potencial inovativo e estímulo à formação de empresas de base biotecnológica e à transferência de tecnologias para empresas consolidadas.

O objetivo primordial desta ação é acelerar a expansão da base biotecnológica do País por meio do fortalecimento das pesquisas em tecnologias avançadas, criação de novas empresas de pequeno e médio porte e fortalecimento das empresas existentes, propiciando-lhes suporte técnico-científico, recursos e ambiente favorável às fases iniciais de organização, produção, habilitação para o mercado.

Outra meta diz respeito ao desenvolvimento de uma política mais efetiva, visando tornar a Biotecnologia nacional mais atraente aos centros de pesquisas e empresas internacionais, com os quais poderão ser desenvolvidos programas de pesquisa e desenvolvimento mais ambiciosos e capazes de estimular o nosso sistema de inovação.

De conformidade com a Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empre-

endimentos de Tecnologias Avançadas – ANPROTEC (<http://www.anprotec.gov.br>) existem, no Brasil, quatro parques científico/tecnológicos e 150 incubadoras de empresas, em operação em todas as regiões, a maioria vinculada às universidades, nas quais estão sendo incubadas aproximadamente 1.400 empresas de pequeno e médio porte, com perfis para atuar nos vários setores industriais e mercadológicos, incluindo a Biotecnologia. Somente as empresas residentes empregam, hoje, cerca de 5.200 pessoas. Estimativas da ANPROTEC mostram que, em 2000, a soma do faturamento médio das empresas residentes foi de cerca de R\$ 500 mil.

Dessas incubadoras, quatro estão voltadas inteiramente à Biotecnologia, abrigan-do empresas de pequeno porte em diferentes estágios de desenvolvimento. Com base em estudo realizado pela Fundação BIOMINAS (<http://www.mct.gov.br/biotecnologia>), o parque nacional de empresas de Biotecnologia vem crescendo de modo significativo, possuindo hoje cerca de 304 unidades. A constatação de que 90% têm P&D internalizado e mantém estreita relação com universidades representa um avanço substancial para o setor e incentiva a promoção de parcerias produtivas entre os setores geradores de conhecimento e o produtor de bens e serviços biotecnológicos.

Dessa forma, devido à necessidade de acelerar o processo de expansão da base tecnológica do País em sintonia com os princípios da sustentabilidade, serão desenvolvidas atividades destinadas a apoiar:

- Projetos com potencial inovativo em Biotecnologia, que, em curto e médio prazo, contemplem a geração de serviços especializados, processos ou produtos mais competitivos;
- Identificação e mapeamento de projetos já apoiados no âmbito de outros programas, a fim de que sejam identificadas pesquisas com potencial inovativo e que necessitem de apoio para completar a cadeia de inovação;
- Projetos identificados como bem sucedidos, com vistas à incubação de novas empresas de base biotecnológica, considerando todas as etapas do processo, desde a fase de pesquisa de bancada, *scalling up*, produção, até a comercialização

do produto gerado;

- Iniciativas destinadas a permitir a implantação e a estruturação de novas empresas de base biotecnológica, em pólos e parques tecnológicos, em assentamentos agroindustriais (bioindústrias) ou ainda de forma isolada.

Deverão ser apoiadas, também, as parcerias com empresas já consolidadas, com o objetivo de fortalecer a cooperação tecnológica entre os centros de pesquisas e empresas, intensificar o investimento em pesquisa e desenvolvimento pelo setor privado e ainda dinamizar os processos de transferência de tecnologia.

As expectativas são de que esta ação viabilize tanto a geração de novas empresas de base biotecnológica atuantes nos vários setores da Biotecnologia, como a construção de projetos cooperativos entre centros de pesquisa e empresas, além do estabelecimento de consórcios entre empresas, com o objetivo de financiar pesquisas e atividades destinadas a dinamizar a geração e transferência de conhecimentos e tornar rotineiro e vantajoso o uso dos dispositivos legais para a proteção do conhecimento.

A Tabela 3 apresenta alguns dos setores que poderão ser beneficiados nesta linha de atuação do Programa, correlacionando-os com os temas de aplicação das pesquisas, o desenvolvimento a ser gerado, as estratégias ou instrumentos a serem adotados e ainda os assuntos relativos à biossegurança ou à bioética, a serem abordados.

Tabela 3. Exemplos de Setores que poderão ser beneficiados pelas ações do Programa de Biotecnologia.

SETORES		PESQUISA
Cadeias Produtivas	Fruticultura Olericultura Cacauicultura Cana-de-açúcar Plantas aromáticas e medicinais Plantas ornamentais	Fitossanidade Controle biológico Diagnóstico de doenças Cultura de ovários Cultura de embriões Cultura de protoplastos Transformação genética Marcadores moleculares Outras
	Ovino/caprino cultura Bovinocultura Suinocultura Ovinocultura Avicultura Laticínios	Reprodução Inseminação artificial Clivagem de células embrionárias Clonagem de embriões Transformação genética Medicamentos Pesquisa sobre fermentação láctica
Agricultura	Sementes, Fitossanidade Fixação de nitrogênio Plantio direto	Controle biológico Caracterização de agentes biológicos dotados de ação herbicida e pesticida Diagnóstico de doenças Transformação genética Marcadores moleculares
Saúde	Imunobiológicos Hemoderivados Medicamentos Biomateriais Fitoterápicos Reprodução Terapia gênica	Estudos de bancada (biologia molecular, imunologia, microbiologia) Purificação de proteínas (bioquímica) Estudos pré-clínicos (farmacologia) Inseminação artificial Técnicas do DNA-recombinante Clonagem e expressão de, Cultura de células.
Meio ambiente	Reflorestamento Fitossanidade Sanitarismo Biomassa	Micropropagação Transformação genética Biorremediação Biolixiviação.

DESENVOLVIMENTO	ESTRATÉGIAS/ INSTRUMENTOS	BIOSSEGURANÇA/ BIOÉTICA
<p>Kits-diagnóstico Vacinas Técnicas fermentativas Incubadoras de empresas Processos produtivos Scalling-up Bioindústrias OGMs mais produtivos e resistentes</p>	<p>Capital de risco Seed money Apoio direto Editais Bolsas (diversas modalidades)</p>	<p>Estudos toxicológicos e de equivalência nutricional. Acompanhamento pré e pós- mercado de produtos derivados de OGMs. Alergenicidade de produtos derivados de OGMs. Estudos de riscos na fase de pré-liberação no ambiente. Acompanhamento pós-liberação.</p>
<p>Clones, OGMs mais produtivos e resistentes Técnicas de fermentação Processos produtivos scalling-up Bioindústrias</p>		<p>Estudos toxicológicos e de equivalência nutricional. Acompanhamento pré e pós- mercado de produtos derivados de OGMs. Alergenicidade de produtos derivados de OGMs. Estudos de riscos na fase de pré-liberação no ambiente. Acompanhamento pós-liberação.</p>
<p>Bio-herbicidas e bio-pesticidas KITS-diagnóstico Sementes otimizadas OGMs mais produtivos e resistentes Processos produtivos Bioindústrias</p>		<p>Estudos toxicológicos e de equivalência nutricional. Acompanhamento pré e pós-mercado de produtos derivados de OGMs. Alergenicidade de produtos derivados de OGMs. Estudos de riscos na fase de pré-liberação no ambiente. Acompanhamento pós-liberação.</p>
<p>Estudos clínicos, Vacinas, Kits-diagnóstico, Substâncias farmacologicamente ativas, Extratos de plantas dotados de atividade farmacológica, Exame de paternidade, Reparo genético, Processos produtivos, Scalling-up, Bioindústrias</p>		<p>Estudos toxicológicos e de equivalência nutricional. Acompanhamento pré e pós-mercado de produtos derivados de OGMs. Alergenicidade de produtos derivados de OGMs. Estudos de riscos na fase de pré-liberação no ambiente. Acompanhamento pós-liberação.</p>
<p>Mudas propagadas livre de doenças, OGMs mais eficazes, Microrganismos mais específicos e produtivos, Bioindústrias</p>		<p>Estudos toxicológicos e de equivalência nutricional. Acompanhamento pré e pós-mercado de produtos derivados de OGMs. Alergenicidade de produtos derivados de OGMs. Estudos de riscos na fase de pré-liberação no ambiente. Acompanhamento pós-liberação.</p>

Ação 5

Biotecnologia para o uso sustentável da biodiversidade

O uso sustentável da biodiversidade é uma das maiores preocupações da sociedade moderna que, tendo adquirido maior consciência da importância estratégica da preservação da biodiversidade, tem exigido dos governos posturas coerentes para a proteção ambiental e para o uso dessa riqueza, mobilizando todos os segmentos sociais.

Os impactos provocados pelo desenvolvimento tecnológico e industrial, pela expansão das fronteiras agrícolas, o uso irrestrito de pesticidas, a devastação das florestas, o aumento das espécies em extinção, as denúncias de biopirataria e os riscos inerentes à transgênese, dentre outros, passam a compor os temas de debates entre países e organizações não governamentais, influenciando o processo decisório na busca de dispositivos e mecanismos para evitar o desequilíbrio ecológico.

Observa-se, por outro lado, que uma parcela significativa da sociedade acredita que a Biotecnologia utilizada criteriosamente como instrumento de promoção do desenvolvimento sustentável contribuirá para a solução de problemas que hoje representam riscos potenciais à sociedade e ao ambiente. A Biotecnologia poderá promover o aumento da produtividade agrícola, gerar novas técnicas de controle biológico, melhorar o teor nutritivo dos alimentos e possibilitar avanços no setor da terapêutica.

Uma vez que a Biotecnologia faz uso da biodiversidade com o objetivo de gerar produtos mais eficazes e de maior valor agregado, possibilita que o imenso potencial genético existente no País seja utilizado com maior eficácia e de diversas maneiras. Os recursos da biodiversidade podem ser aproveitados para fins industriais diversos, ampliando nossa capacidade produtiva, com maior absorção de mão-de-obra especializada. Além disso, a exploração racional da imensa variedade de espécies vegetais oferece diferentes oportunidades de utilização no campo do extrativismo, em benefício da sociedade, principalmente no setor terapêutico.

Atualmente, está sendo implementado e aperfeiçoado pelo Governo Brasileiro o aparato legal e institucional para regulamentar o acesso à biodiversidade e sua exploração em bases sustentadas por meio da Medida Provisória nº 2.186, de agosto de 2001, que dispõe sobre as condições para o acesso ao patrimônio genético brasileiro. A associação entre o acesso à biodiversidade e a transferência e o desenvolvimento conjunto de tecnologias será feita com base no fortalecimento do intercâmbio entre instituições brasileiras e instituições estrangeiras, da interação entre os setores público e privado. Sua consolidação envolverá o desenvolvimento de projetos e empreendimentos conjuntos de pesquisa científica e tecnológica, formação e treinamento de recursos humanos e estímulo ao estabelecimento de *joint ventures* para buscar novos processos e produtos derivados de recursos naturais. É necessário que também as empresas preparem-se para desempenhar adequadamente seu papel nessa relação.

Desde modo, serão apoiadas pesquisas para as seguintes linhas de atuação:

- Bioprospecção da fauna e da flora para identificação de espécies e organismos de interesse industrial;
- Pesquisas para a exploração sustentável da biodiversidade com o objetivo de obter produtos de aplicações diversas, tais como: fitoterápicos, especiarias, óleos essenciais e outros produtos extrativistas;
- Pesquisas na área de microbiologia visando encontrar novos microrganismos que possam ser usados em diferentes aplicações, como biolixiviação, biorremediação e produção de antibióticos;
- Domesticação de plantas e animais nativos com potencial para aplicação industrial
- Pesquisas destinadas à produção de cultivares mais resistentes a pragas, visando reduzir a utilização de pesticidas, e de maior produtividade;
- Pesquisas destinadas à produção de cultivares que respondam melhor a estresses abióticos (seca, inundação, salinidade, alto teor de alumínio, baixo teor de nitrogênio, altas temperaturas, geadas, maior insolação) com vistas ao aumento da

produtividade e qualidade nutricional.

- Projetos destinados a inovar e/ou otimizar *outputs* de cadeias produtivas que possam contribuir para gerar novos produtos, agregar valores ou diminuir perdas.

Ação 6

Cooperação Internacional como instrumento de desenvolvimento conjunto e transferência de tecnologias avançadas.

A cooperação internacional constitui-se em mecanismo eficiente para o desenvolvimento de pesquisas e projetos conjuntos em áreas tecnologicamente avançadas, podendo contribuir para tornar o setor da Biotecnologia brasileira mais competitivo.

O Brasil vem mantendo intensa cooperação com países desenvolvidos, principalmente na área da pesquisa básica, utilizando como instrumento o intercâmbio científico entre pesquisadores de instituições de pesquisa brasileiras e estrangeiras e o desenvolvimento de projetos cooperativos de pesquisa. Programas de pós-graduação no exterior, tanto o doutorado pleno como o sanduíche, pós-doutorado, bolsas para especialistas visitantes e estágios no exterior têm contribuído de maneira expressiva para fortalecer esse tipo de cooperação.

Os conhecimentos adquiridos, principalmente nas áreas de imunologia, microbiologia, farmacologia, bioquímica e biologia molecular têm possibilitado o desenvolvimento e a adaptação de várias técnicas com aplicações biotecnológicas diversas, tais como: marcadores moleculares, seqüenciamento de DNA e de proteínas, DNA recombinante, transgenia, análise conformacional de proteínas e modelagem molecular.

Na área de Biotecnologia, exemplos expressivos de cooperação podem ser citados, como o CBAB – Centro Brasileiro-Argentino de Biotecnologia, em execução há

mais de treze anos, promovendo inúmeros cursos de curta duração e o desenvolvimento de projetos conjuntos. A cooperação com a Alemanha, por meio de programas específicos como o GBF-Biotecnologia, e recentemente, com o BMBF; com a França, por meio da cooperação como o INSERM no setor de saúde, e CYRAD na área de pesquisa em agricultura; e ainda o LABEX/EMBRAPA que vem funcionando em estreita cooperação com o ARS/USDA. Pode-se citar também a cooperação existente entre o Programa Genoma Estrutural /FAPESP e o programa de âmbito mundial Genoma Humano. Entretanto, apesar dos resultados dessas cooperações serem satisfatórios, há necessidade de se dar maior atenção ao setor para um melhor aproveitamento das oportunidades.

Outras atividades de cooperação em Biotecnologia relacionadas aos Programas Multilaterais são os projetos com a Organização ds Estados Americanos (OEA), Organização Mundial de Saúde (OMS), Centro Internacional de Engenharia Genética e Biotecnologia (ICGEB), Secretariado da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), União Européia, dentre outras instituições e programas internacionais.

Nesta ação serão apoiadas atividades destinadas a:

- Fortalecer e expandir a cooperação internacional, na área de Biotecnologia, de modo a aproveitar ao máximo as oportunidades de intercâmbio para desenvolvimento conjunto e transferência de tecnologias avançadas;
- Apoiar a formação de recursos humanos para atuar na área de negociação internacional, contratos de bioprospecção e de transferência de tecnologia e propriedade intelectual;
- Desenvolver novas formas de indução destinadas a otimizar os resultados das cooperações, tanto bilaterais quanto multilaterais, com países onde a Biotecnologia está mais avançada e vem se destacando como instrumento de desenvolvimento socioeconômico e estratégico;

- Utilizar a cooperação internacional como instrumento para tornar mais eficiente a gestão biotecnológica;
- Adaptar à realidade brasileira modelos organizacionais e experiências bem sucedidas no campo empresarial, de modo a aproveitar a *expertise* já existente em alguns países na formação de bioindústrias de pequeno e médio porte e na organização de redes interativas e parques biotecnológicos;
- Apoiar a realização de missões, encontros internacionais, *workshops*, viagens de intercâmbio e estágios e projetos conjuntos.

Ação 7

Prospecção, monitoramento e estudos em Biotecnologia.

O avanço tecnológico e a dinâmica do processo de globalização têm acarretado uma série de mudanças nas relações entre países e empresas. Dessa forma, as competições envolvendo interesses tecnológicos e mercadológicos têm gerado grandes incertezas e dificuldades, tanto gerenciais quanto comerciais.

Diante desse novo cenário, os estudos prospectivos constituem-se em mecanismos eficazes para a análise das tendências, possibilitando prever o surgimento de novas tecnologias de pesquisa e de produção, bem como os seus desdobramentos em termos de impactos mercadológicos e dos riscos que lhes são inerentes.

O Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos desenvolveu, neste primeiro momento, uma série de estudos com o objetivo de avaliar o estado da arte da Biotecnologia no Brasil, com relação à formação de recursos humanos, infra-estrutura, comercialização de produtos biotecnológicos, incluindo tecnologias, empresas e resultados obtidos por meio da cooperação internacional (<http://www.mct.gov.br/biotecnologia>). Contudo, é necessária a manutenção de equipes efetuando constantemente a prospecção e a análise das tendências internacionais em termos de pesquisa

e aplicações industriais, além da questão relacionada à percepção pública em Biotecnologia.

Serão apoiadas as atividades destinadas a:

- Apoiar a realização de estudos prospectivos com o objetivo de analisar tendências de setores específicos da Biotecnologia no que se refere ao surgimento de tecnologias inovadoras, bem como as expectativas de mudanças nos segmentos industrial e mercadológico;
- Fomentar pesquisas destinadas à análise do mercado de produtos biotecnológicos com o objetivo de identificar tendências para o surgimento de novos nichos mercadológicos;
- Desenvolver mecanismos destinados ao monitoramento e à avaliação das atividades do Programa;
- Estimular a criação de espaços apropriados à discussão sobre questões relacionadas à ética na utilização da Biotecnologia, levando-se em consideração os impactos decorrentes das diferenças culturais, de modo a acompanhar os avanços científicos e tecnológicos e os debates éticos que vêm acontecendo tanto no País como no exterior.

Abrangência e mecanismos de implementação do Programa

O Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos desenvolverá ações envolvendo todas as regiões do País, buscando a participação dos vários segmentos da sociedade, tais como os institutos de pesquisas, as universidades, as empresas de diferentes categorias, as associações de classe e as sociedades científicas, e as Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (FAPs).

O público alvo a ser beneficiado diretamente pelo Programa é composto de pesquisadores, empresários atuantes no segmento de Biotecnologia, futuros empreendedores e, indiretamente, pela sociedade, usuária final dos produtos, processos e servi-

ços a serem gerados.

Dada a sua característica multidisciplinar e de impactos em diferentes setores industriais, o Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos possui interfaces com outros Programas existentes no Plano Plurianual do Governo Federal (PPA), alguns sob a coordenação e execução direta do MCT e suas agências e outros sob a responsabilidade de outros Ministérios.

De forma não exaustiva, foram identificados alguns Programas existentes no PPA, relacionados a seguir, cujas ações possuem interfaces com o Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos:

- Capacitação de Recursos Humanos para a Pesquisa – MCT
- Tecnologia Industrial Básica – MCT
- Expansão e Consolidação do Conhecimento Científico e Tecnológico – MCT
- Fomento a Pesquisa em Saúde – MCT
- Sociedade da Informação – MCT
- Ciência e Tecnologia para Gestão de Ecossistemas – MCT
- Sistemas Locais de Inovação – MCT
- Pesquisa e Desenvolvimento em Saúde – MS
- Ciência e Tecnologia para o Agronegócio – MCT
- Biodiversidade e Recursos Genéticos (BIOVIDA) – MMA
- PROBEM da Amazônia – MMA

Nesse universo de ações interativas e multidisciplinares, o Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos no PPA, em parceria com CNPq/MCT, FINEP/MCT, EMBRAPA, e FIOCRUZ, se propõe a contribuir na construção de uma sociedade baseada no desenvolvimento sustentável, devidamente organizada e estruturada científica e tecnologicamente para enfrentar os desafios impostos pela globalização.

Dentre os mecanismos para implementação das atividades listadas estão previstos o apoio direto a temas e assuntos de interesses prioritários, edital público, com especial atenção aos projetos de interesse nacional, relacionados a áreas e temas

previamente identificados, bolsas de diversas modalidades, auxílios individuais a pesquisa e demais mecanismos passíveis de serem aplicados.

A execução do Programa estará a cargo do MCT e de suas agências, CNPq e FINEP. Considerando a complexidade de ações e interfaces que o Programa possui, todas as parcerias serão incentivadas, como as com os outros Ministérios e instituições da esfera Federal – Ministério da Agricultura e Pecuária, Saúde, Meio Ambiente, Educação, Desenvolvimento Industrial, Justiça e Relações Exteriores, e suas instituições como EMBRAPA, FIOCRUZ, IBAMA, INPI, INMETRO, CAPES, dentre outras. Parcerias com os Estados e suas Fundações Estaduais de Apoio à Pesquisa, com as empresas e Pólos Tecnológicos, com as Associações de Classe e demais instituições com interesse em Biotecnologia serão centrais para a obtenção do sucesso do Programa.

Finalmente o MCT, considerando a importância da Biotecnologia para o desenvolvimento econômico e social, baseado na ampliação da competência técnico-científica, no fortalecimento da bioindústria e no uso sustentável da biodiversidade, está adotando medidas destinadas a ampliar a atuação do Programa, no qual a sociedade e, em especial a comunidade científica e empresarial possuem papel de destaque em todo processo.

Referências Bibliográficas

- ABRABI. Programa de Competitividade Industrial – Setor de Biotecnologia. Ministério da Fazenda, Departamento de Indústria e Comércio. Brasília, DF. 1990
- ANPROTEC. **As Incubadoras de Empresas no Brasil**. 2000
- Bull, A. T.; Holt, G.; Lilly, M.D. **Biotechnology. International trends and perspectives**. Organization for Economic Co-Operation and Development. 1982.
- Burril, G. S. **Biotech 99. Life Sciences into the Millenium**. The Biotechnology Industry Annual Report. Burrill & Co., San Francisco. 1999
- CTNBio. **Cadernos de Biossegurança 1. Legislação**. Assessoria de Comunicação Institucional. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. MCT. Brasília, DF. 245p. 2001.
- Carvalho, A. P. de. **Biotecnologia no Brasil e no Reino Unido: Possibilidades de Cooperação**. Seminário Brasil-Reino Unido, 18 e 19 de setembro de 1997, Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa de Relações Internacionais. <http://mre.gov.br/ipr>
- Cassiolato, J. E. & Lastres, H. M. M. **Globalização & Inovação Localizada**. IBICT/MCT. Brasília, DF. 799p. 1999
- Canhos, V. P., Umino, C.Y.; Manfio, G.P. Coleções de Culturas de Microrganismos. 2.000 (Documento apresentado à Coordenação Geral de Biotecnologia – MCT).
- Constanza, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, vol. 387, pg. 263,1997
- Ernst & Young & ABRABI, In. apud **Revista Forbes Brasil**, Ano 2, n.º 10, 14 de fevereiro de 2001.
- Ernst & Young. Economics Consulting and Quantitative Analysis. **The Economics Contributions of the Biotechnology Industry to the U.S. Economy**. Biotechnology Industry Organization. 11p. 2001. <http://www.bio.org>
- Estratégia Nacional de Biodiversidade Biológica. MMA. Grupo de Trabalho Temático

- 3 – GTT3. Brasília, DF.1998 (distribuição restrita)
- Fundação BIOMINAS/MCT. Parque Nacional de Empresas de Biotecnologia - Estudos de Biotecnologia. 2001. <http://www.mct.gov.br>.
 - Massey, A. **What is Biotechnology?** Biotechnology Industry Organization 2000. <http://www.bio.org>
 - Meis, L.; et al. Human resources and scientific productivity. **Scientometrics**, Vol. 41, p. 313-14. 1997
 - **Medida Provisória nº 2.186.16 de 23 de agosto de 2001** - Regulamenta o inciso II do § 1º e o § 4º do art. 225 da Constituição, os arts. 1º, 8º, alínea “j”, 10, alínea “c”, 15 e 16, alíneas 3 e 4 da Convenção sobre Diversidade Biológica, dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado, a repartição de benefícios e o acesso à tecnologia e a transferência de tecnologia para sua conservação e utilização, e dá outras providências.
 - National Biotechnology Development Program - “Biotech 2000”. Korean Initiative for Biotechnology Development (1994-2007). Ministry of Science and Technology. Republic of Korea.
 - OECD. Modern Biotechnology and the OECD. Policy Brief OECD. June .OECD Paris. 1999
 - PADCT. Documento Básico. Subprograma de Biotecnologia. Brasília, 1996.
 - PADCT – Relatório de Avaliação, 2000
 - Paugh, J. & Lafrance, J. C. Meeting the Challenge: U.S. Industry Faces the 21st. Century. The U.S. Biotechnology Industry. U.S. Depart. of Commerce Office Technology Policy. 1997
 - Projeto Diretrizes e Estratégias para Ciência, Tecnologia e Inovação no Horizonte de 10 Anos (PADCTI – 10), MCT, 1999.
 - Takahashi, T. **Sociedade da Informação no Brasil. Livro Verde.** MCT. Brasília, DF. 203p. 2000.

- Torres, A.C.; Ferreira, A.T.; Sá, F.G. de; Buso, J.A.; Caldas, L.S.; Nascimento, A.S.; Brígido, M.de M.; Romano, E. **Glossário de Biotecnologia Vegetal**. EMBRAPA. Brasília, DF. 128p. 2000.

■ Sites Consultados

- Agenda 21. <http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/capa/>
- ANPROTEC. Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos e Tecnologias Avançadas. 2000. <http://www.anprote.org.br>.
- Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras-ANPEI. 2001. <http://www.anpei.org.br>
- Biotechnology Industry Organization – BIO. 2001. <http://www.bio.org>
- Convention on Biological Diversity. 2001. <http://www.biodiv.org>
- **Diretório dos Grupos de Pesquisa**. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. 2001. <http://www.cnpq.br/gpesq3>
- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. 2001. <http://www.capes.gov.br>
- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP. 2001. <http://www.fapesp.br>

Anexo 1

Bases Conceituais da Biotecnologia

O termo Biotecnologia refere-se a um conjunto amplo de tecnologias habilitadoras e potencializadoras (*enabling technologies*) envolvendo a utilização, alteração controlada e a otimização de organismos vivos ou suas partes funcionantes, células e moléculas para a geração de produtos, processos e serviços diversos em saúde, *agribusiness* e meio ambiente, dentre outras áreas.

Muitas dessas tecnologias envolvem mudanças controladas do DNA em organismos, tendo sido pioneiras as técnicas desenvolvidas nos anos 70, por S. Cohen, H. Boyer e P. Berg (1973) nas universidades de Stanford e Califórnia, relacionadas com o DNA recombinante e isolamento de genes, por meio das quais as características de determinado organismo são alteradas pela inserção em seu DNA de genes de outros organismos. São de grande importância as técnicas de hibridoma de Kohler e Millstein (1978), que fundem células tumorais e células produtoras de anticorpos, resultando em anticorpos monoclonais (MAbs), usados na identificação de antígenos em diagnósticos, na produção de medicamentos ou ainda na detecção de microrganismos em alimentos. Essas tecnologias foram rapidamente difundidas e aplicadas à engenharia de proteínas e à produção de medicamentos.

Nos anos 1980/90, novas tecnologias foram implementadas, a exemplo do seqüenciamento automático de DNA e a técnica de sua amplificação, o PCR (*Polymerase Chain Reaction*) e permitiram o surgimento da genômica, com repercussões ainda não totalmente dimensionadas. Também importantes são as tecnologias de produção de DNA e RNA Antisense, que bloqueiam a expressão de genes que codificam proteínas, particularmente enzimas.

Recentemente, a técnica de mobilização, em estado sólido – os chamados microarranjos de DNA (*DNA micro array*) – está permitindo o estudo de genomas funcionais. As tecnologias de imobilização de proteínas, nos mesmos moldes, vai possi-

bilitar maiores avanços no estudo das interações proteína-proteína e proteína-fármacos. Essas tecnologias, ainda em implantação, abrirão caminho para novas técnicas de diagnósticos, de novos medicamentos e de controle da atividade biológica.

Mais recentemente ainda, a cultura de células tronco imortalizadas abrirá uma nova fronteira na terapêutica, através da engenharia de tecidos. Essa é uma área de fronteira, com amplas repercussões éticas e econômicas.

A chamada “Indústria de Biotecnologia” consiste na aplicação em escala industrial e empresarial dessas tecnologias referidas. Trata-se de uma “indústria” que vem crescendo rapidamente nos últimos anos, tendo duplicado seu tamanho no último decênio, passando de U\$ 8 bilhões de receita, em 1993, a U\$ 20 bilhões, em 1999, sendo que o volume total de negócios gerados neste último ano, no mundo, foi da ordem de U\$ 47 bilhões (Ernst & Young, 2000).

Existe uma tendência em classificar a Biotecnologia em três categorias distintas, dependendo do grau de sofisticação das atividades, valor agregado dos produtos e montante dos investimentos.

Categorias	Atividades
Alta Complexidade	Utilização de técnicas sofisticadas de base molecular, exigindo investimentos elevados e altos custos operacionais e de manutenção. Produtos de alto valor agregado.
Complexidade Intermediária	Utilização de tecnologias menos complexas, como, por exemplo, as técnicas de fermentação, preparados enzimáticos, cultura de tecidos, dentre outras; exigindo investimentos moderados, embora o controle operacional possa ser sofisticado. Produtos de valor agregado intermediário.
Baixa Complexidade	Utilização de tecnologias simples como, por exemplo, a produção de biogás, proteínas microbianas, fermentações mistas ou naturais; exigindo baixos investimentos e controle operacional simples. Produtos de baixo valor agregado.

Fonte: Burrell & G. Steven, 1999, Biotech 99. Life Science into the Millenium.

As técnicas biotecnológicas de complexidade baixa, intermediária e alta têm contribuído fortemente para o desenvolvimento socioeconômico.

Cabe ressaltar que o desenvolvimento das técnicas biotecnológicas, principalmente as de base molecular, ampliaram enormemente a capacidade de inovação, tornando o setor competitivo, estratégico e de reconhecida importância para a modernização da economia do País.

Programa de Biotecnologia
e Recursos Genéticos

PRODUÇÃO:

Assessoria de Comunicação Social do Ministério da Ciência e Tecnologia

Inova, Brasil!

A Ciência e a Tecnologia ajudam a criar um novo país

**MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

**GOVERNO
FEDERAL**
Trabalhando em todo o Brasil