

As externalidades brasileiras para o desenvolvimento da biotecnologia nacional

Fernanda Matias¹
Carine Teixeira²

Sumário: Introdução; 1 Biotecnologia; 1.1 Biodireito; 1.2 Bioética versus mercado; 1.3 Biodireito e sustentabilidade; Conclusão; Referências.

Resumo: O Brasil é um dos países com maior biodiversidade disponível. Também tem se destacado no cenário mundial pelo número e qualidade de publicações científicas. Além disso, é considerado um país estável política e economicamente, caminhando então para o desenvolvimento. Como medidas para o desenvolvimento, o governo lançou algumas medidas buscando acelerar o crescimento e o desenvolvimento do país, o chamado PAC, Programa de Aceleração do Crescimento, que são as chamadas externalidades positivas. Dentro deste pacote se encontra o programa de ação em ciência, tecnologia e inovação, PACTI, o qual busca estimular a interação entre universidade e empresas, aumentando, assim, o número de processos e produtos de alto valor agregado com capacidade competitiva no mercado internacional. Entre os setores considerados estratégicos está a biotecnologia. Muitas medidas têm sido tomadas a fim de estimular e regulamentar o uso desta tecnologia, os quais serão tratados neste trabalho, em especial a questão jurídica chamada de biodireito.

Palabras-chave: biotecnologia; ciência; externalidades.

Introdução

Externalidades são os efeitos positivos ou negativos de uma decisão tomada por um agente econômico e que atingem os outros agentes sem que estes tenham participado dessa decisão. No caso, são as ações do governo e suas

¹ Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e doutora em Biotecnologia pela Universidade de São Paulo. Universidade de São Paulo, Instituto de Ciências Biomédicas IV, Programa de Pós-Graduação Interunidades em Biotecnologia IPT-USP-Butantan. Av. Professor Lineu Prestes, 1730. São Paulo, São Paulo, Brasil, 05508-900. Telefone: 11 30917728. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Laboratório de Biotecnologia Industrial. Av. Professor Almeida Prado, 532. São Paulo, São Paulo, Brasil, 05508-901. Telefone: 11 37674581. fmbiobr@yahoo.com.br.

² Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões e está finalizando o curso de Pós-Graduação, grau de especialização em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas. Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Caixa Postal 354, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, 96001-970. crepinrs@bolcom.br.

conseqüências na sociedade. Como exemplos, temos as leis, incentivos à cultura, à inovação, à pesquisa e ao desenvolvimento do país. As externalidades positivas favorecem e auxiliam o desenvolvimento da sociedade e da nação, mas nem sempre essas externalidades são positivas e podem gerar muitas perdas e até pôr em risco a sociedade como um todo. É o que acontece quando uma fábrica polui o ar ou a água. Tentando diminuir as externalidades negativas o biodireito busca regulamentar as questões relacionadas ao meio ambiente e ao ser humano.

Muitas são as definições de biodireito, praticamente todas se referindo à condição e à qualidade de vida do ser humano. Neste trabalho, caracterizaremos o biodireito como o conjunto de normas jurídicas destinadas a disciplinar os conflitos que passaram a surgir em face do progresso técnico-científico, ou as regras necessárias que venham de encontro às ciências naturais e da vida, entre elas, medicina, biomedicina, biotecnologia, bionanotecnologia e biologia, e às novas tecnologias avaliando-se os riscos do uso destas tecnologias aos seres vivos e ao meio ambiente. Muitas destas regras são baseadas na ética e no moral considerados pelos seres humanos. Em outros casos, as normas serão regidas de acordo com a lei do mercado e no caso, sem avaliar a ética e/ou o moral. Serão consideradas aqui as leis que regulam as pesquisas e a comercialização de processos ou produtos provenientes de biotecnologia, assim como a fonte de muitos destes produtos, a biodiversidade.

Primeiramente iremos tratar das definições dadas para biotecnologia. Num segundo momento abordaremos as questões éticas e do mercado, a seguir considerações referentes às leis que integram o universo da biotecnologia e o biodireito, finalizando este trabalho com comentários considerados importantes.

1 Biotecnologia

Há várias definições sobre Biotecnologia. De acordo com Pisano (1990, p.238): biotecnologia é um corpo de conhecimentos e técnicas que usam seres vivos em um particular processo produtivo, enquanto Borém (2005) define Biotecnologia como o ramo da ciência que pesquisa a utilização de técnicas envolvendo materiais biológicos em benefício da sociedade. Exemplos: 1. tecnologia que gera produtos e processos de origem biológica; 2. espectro ou conjunto de tecnologias moleculares aplicadas ao estudo de microorganismos, plantas e animais.

Já na página da Wikipédia, a biotecnologia é definida como:

Biotecnologia é tecnologia baseada na biologia, especialmente quando usada na agricultura, ciência dos alimentos e medicina. A Convenção sobre Diversidade Biológica da ONU possui uma das muitas definições de biotecnologia: "Biotecnologia define-se pelo uso de conhecimentos sobre os processos biológicos e sobre as propriedades dos seres vivos, com o fim de resolver problemas e criar produtos de utilidade." A definição ampla de biotecnologia é o uso de organismos vivos ou parte deles, para a produção de bens e serviços. Nesta definição se enquadram um conjunto de atividades que o homem vem desenvolvendo há milhares de anos, como a produção de alimentos fermentados (pão, vinho, iogurte, cerveja, e outros). Por outro lado a biotecnologia moderna se considera aquela que faz uso da informação genética, incorporando técnicas de DNA recombinante. A biotecnologia combina disciplinas tais como genética, biologia molecular, bioquímica, embriologia e biologia celular, com a engenharia química, tecnologia da informação, robótica, bioética e o biodireito, entre outras.

Utilizando essas definições, o marco inicial da Biotecnologia pode ser considerado a descoberta da célula, em 1665 (Figura 1). Abaixo apresentamos a linha do tempo de descobertas nessa área.

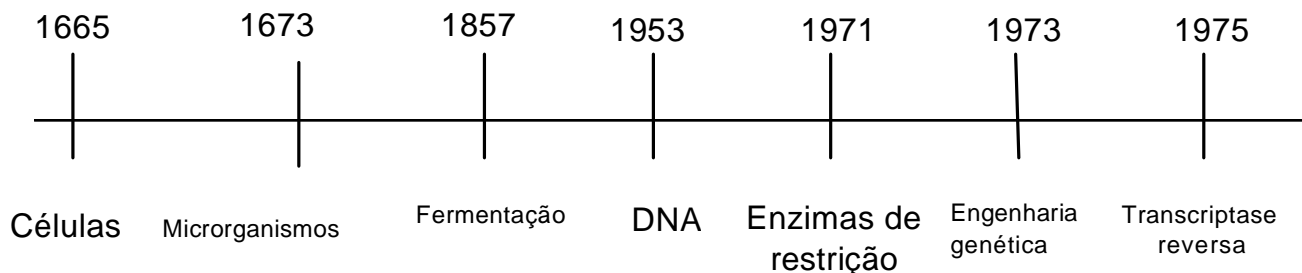


Figura 1: Linha do tempo com os maiores marcos da biotecnologia.

Este passeio, pela história das descobertas biotecnológicas da humanidade, nos leva sempre a verificar que o homem é incansável nesta busca e que não se satisfará jamais com o progresso ou com os resultados obtidos. Leite (1997) expôs em sua conferência denominada Da Bioética ao Biodireito: reflexões sobre a necessidade e emergência de uma legislação: Essa vontade de saber o *como* e o *porquê* das coisas, sob a intenção de melhor dominar a natureza e, com ela, o destino, é o apanágio do mundo racional ocidental – ininterruptamente levado adiante na pesquisa de uma verdade que certamente nunca será atingida – mundo que procura combater a finitude humana, subordinando a natureza às suas necessidades e desejos.

Por isso dizemos que as descobertas biotecnológicas estão estritamente relacionadas com o desenvolvimento e a evolução da ciência.

Tais conquistas e descobertas, conforme da Silva (2000) tiveram repercussão imediata na esfera biotecnológica. Com o desenvolvimento de equipamentos especializados e a produção industrial de insumos e reagentes, "democratizou-se" a pesquisa, o que permitiu que os estudos em biologia molecular, restritos anteriormente a um punhado de especialistas e instituições privilegiadas, se generalizassem e a capacidade de investigação se estendesse ao grande número de laboratórios e equipes em nível mundial. Novas biotecnologias se desenvolveram também como aplicações de interesse geral, tais como produtos de diagnóstico, técnicas de vacinação e de preparação de insumos químicos e biológicos, pela engenharia genética, técnicas de seleção e melhoramento de espécies vegetais e animais e a introdução da transgênese (transferência de informação genética de um organismo a outro, da mesma espécie ou de espécie diferente). As biológicas celular e molecular tiveram grande desenvolvimento e, nos últimos anos, vem atravessando a fase denominada genômica, em que os pesquisadores se concentram na descrição do seqüenciamento do repertório de genes de seres vivos (genomas), desde vírus e bactérias até o homem, e na identificação de genes responsáveis por características fenotípicas normais ou patológicas, com a perspectiva de decifrar e definir, nos próximos anos, as informações completas dos repertórios de genes típicos de cada espécie. Ao mesmo tempo, desenvolveu-se um capítulo próprio da informática, a bioinformática, que introduziu metodologias de análise das macromoléculas biológicas e de suas interações, permitindo a experimentação nas telas de computadores, com enorme economia de tempo e de complexas operações de bancada.

Zucker e Darby (1996, p. 12711) apontam que a maior parte das descobertas iniciais era feita por cientistas (acadêmicos com diversas publicações), mas comercializadas pelas pequenas novas empresas de biotecnologia (NEBs).

Essa característica particular das empresas de biotecnologia também é destacada por Cooke (p. 1, 2002): *nasceu a partir de laboratórios, a indústria é caracterizada por diversos **start ups** que demandam suporte universitário, transferência de tecnologia, agências de licenciamento, capitais de risco, parcerias com as grandes indústrias e regulamentação governamental, além de suporte político e industrial.*

No Brasil, em 2007 foram apontadas 71 empresas, grande maioria na região sudeste: São Paulo e Minas Gerais. Maioria em agricultura (22,5%) e insumos (21,1%), seguido de Saúde Animal (18,3%), Saúde Humana (16,9%), Meio Ambiente (14,1%), Bioenergia (4,2%), Misto (2,8%). 25 empresas ou 35,2% do conjunto total de biotecnologia correspondem às incubadas. 84,5% das empresas não têm patentes registradas no Brasil. Das 15,5% restantes, 10% têm

uma, 2,8% têm duas e apenas 2,8% têm três patentes depositadas (FUNDAÇÃO BIOMINAS, 2007).

De acordo com o levantamento feito pela Fundação Biominas, entidade privada de fomento à biotecnologia, o Brasil encerrou o ano de 2007 com 253 empresas na área de biociências. Os números mostram que o setor caminha, mesmo que de maneira lenta, para a expansão. A grande maioria dessas empresas tem estrutura de micro e pequenas empresas com faturamento anual de no máximo R\$ 1 milhão (75%) e empregam no máximo 19 funcionários (78,5%) (FUNDAÇÃO BIOMINAS, 2007).

Ainda, conforme informações prestadas pela Fundação Biominas (2007), o retrato do setor de biotecnologia brasileiro revela que as empresas do setor são jovens, já que 67,7% foram criadas na última década. O retorno financeiro se mostrou tarefa difícil de ser atingida: 44,4% afirmaram que tiveram, em 2007, faturamento de até R\$ 1 milhão. Outra fatia significativa, de 17,3%, disseram nunca terem alcançado nenhum faturamento.

Entretanto, apesar de estar entre os 10 maiores, ainda está muito longe dos primeiros colocados. Enquanto nos Estados Unidos as empresas de biotecnologia faturam 28,5 bilhões, no Brasil o faturamento é de 3,9 bilhões, segundo o estudo promovido pelo Instituto Inovação (2004).

Enfim, outra vez faremos uso das palavras de Leite (1997), que indaga, por assim dizer, o que todos queremos saber, quiçá: *Onde residirá o ponto de freio, a fronteira-limite, o sinal de cuidado e alerta, a proteção e a tutela contra os desmandos, a punição pelos excessos que possam advir deste tão impressionante desenvolvimento nas áreas científicas ou tecnológicas?*

Para Hironaka (2001), cabe à Bioética o papel de levantar as questões, registrar as inquietações, alinhar as possibilidades de acerto e de erro, de benefício e de malefício, decorrentes do desempenho indiscriminado, não-autorizado, não limitado e não-regulamentado de práticas biotecnológicas e biomédicas que possam afetar, de qualquer forma, o cerne de importância da vida humana sobre a terra. Mas o papel da Bioética certamente esgota-se aqui e a responsabilidade recai sobre o Biodireito, como se tem convencionado chamar.

1.1 Biodireito

A este, não cabe o direito de cercear o desenvolvimento científico, mas justamente o de traçar aquelas exigências mínimas que assegurem a compatibilização entre os avanços biomédicos que importam na ruptura de certos

paradigmas e a continuidade do reconhecimento da Humanidade, enquanto tal, e, como tal, portadora de um quadro de valores que devem ser assegurados e respeitados. (MARTINS-COSTA, 2001).

Sendo assim, o Biodireito pode ser definido como o conjunto de normas jurídicas destinadas a disciplinar os conflitos éticos e morais que passaram a surgir em face do progresso técnico-científico das ciências naturais e da vida. Isso inclui as pesquisas em genética, células-tronco, saúde humana, saúde animal, uso da biodiversidade, manutenção da vida. Verifica-se que de acordo com o avanço da ciência e da tecnologia há um aumento nos itens que definem o biodireito. As regras e valores buscam o equilíbrio entre a sociedade e o mercado, as duas forças preponderantes neste processo. De um lado temos a sociedade que pode se beneficiar ou não com as novas tecnologias e de outro temos o mercado que busca o lucro acima de ética e moral. Então o estado busca uma maneira de equilibrar estas forças regulamentando o uso e comercialização das novas tecnologias. Neste sentido faremos algumas colocações referentes às regras jurídicas implementadas pelo governo federal buscando o desenvolvimento do país em Biotecnologia e a regulamentação de pesquisa e comércio desta área.

No decreto de lei de número 6.041, de 8 de fevereiro de 2007, foi instituída a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia e criação do Comitê Nacional de Biotecnologia.

Art.1o Fica instituída a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia, na forma do Anexo a este Decreto, que tem por objetivo o estabelecimento de ambiente adequado para o desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos inovadores, o estímulo à maior eficiência da estrutura produtiva nacional, o aumento da capacidade de inovação das empresas brasileiras, a absorção de tecnologias, a geração de negócios e a expansão das exportações.

Neste decreto, ficam estabelecidas as áreas setoriais priorizadas e as áreas específicas.

Art. 1o § 1o As áreas setoriais priorizadas na Política de Desenvolvimento da Biotecnologia deverão ser objeto de programas específicos, contemplando as seguintes diretrizes: I - Área de Saúde Humana (...) II - Área de Agropecuária (...) III - Área Industrial (...) IV - Área Ambiental (...). Art. 1o §2o Para cada área setorial serão definidas as seguintes vertentes para a efetiva consolidação da biotecnologia e da bioindústria brasileiras: I - Alvos estratégicos (...) II - Áreas priorizadas (...) III - Áreas de fronteira da biotecnologia (...)

É interessante observar que o decreto 6.041/07 trata exclusivamente do desenvolvimento da área sem relacionar os cuidados de acordo com o anexo do decreto de lei da Política de Desenvolvimento da Biotecnologia, item 3.2.4.6 o qual trata de Bioética:

Estabelecer processos de consulta, análise e discussão permanente sobre as questões de natureza ética vinculadas à pesquisa e às aplicações biotecnológicas. Aperfeiçoar o processo de formulação e implementação de normas bioéticas, levando em consideração as normas internacionais de bioética. Fortalecer e aperfeiçoar o funcionamento da Comissão Nacional de Ética na Pesquisa e dos Comitês de Ética em Pesquisa das instituições científicas.

Neste item fica claro que as questões éticas ainda são muito pouco claras, sendo algumas questões delineadas na lei de Biossegurança, **lei de número 11.105, de 24 de março de 2005**. Esta lei regulamenta a pesquisa e comercialização de plantas transgênicas, proibindo a comercialização de plantas modificadas estéreis “*processo de intervenção humana para geração ou multiplicação de plantas geneticamente modificadas para produzir estruturas reprodutivas estéreis, bem como qualquer forma de manipulação genética que vise à ativação ou desativação de genes relacionados à fertilidade das plantas por indutores químicos externos*” (Art. 6º, parágrafo único). Também proíbe a pesquisa e desenvolvimento utilizando células-tronco embrionárias: “*Art. 6º, III – engenharia genética em célula germinal humana, zigoto humano e embrião humano; IV – clonagem humana (...)*”.

Observa-se que as regras quanto ao uso e comercialização de produtos de origem biotecnológica ainda são muito frágeis. Apenas alguns casos são regulamentados o descarte, a pesquisa e a comercialização, como no caso de transgênicos e células-tronco. O caso das terapias gênicas não é tratado em específico, sendo considerado apenas um OGM (Organismo Geneticamente Modificado) e tratado como tal. Isso significa que como qualquer outro tratamento farmacêutico, a terapia gênica poderá ser usada após a triagem e testes utilizados para qualquer outro medicamento como: experimentos em animais e posterior aplicação em um pequeno número de humanos. Obviamente busca-se utilizar os vetores com menor possibilidade de mutação espontânea, como o vírus HIV. O uso de vírus que afetam o sistema respiratório, como o influenza, pode aumentar o risco de instabilidade, já que estes vírus possuem uma taxa de mutação extremamente alta. Além disso, estes vírus possuem a capacidade de se espalhar pela população com rapidez. Num caso de instabilidade genética, não se poderia prever as conseqüências desta vacina. Este tema foi utilizado como pano de fundo no filme “Eu Sou a Lenda” no qual o vírus utilizado com a finalidade de curar o

câncer acaba causando mutações nos seres humanos e sendo transmitido através do ar à grande maioria destes, sendo alguns poucos seres humanos resistentes ao vírus.

Consoante ressalta Minahim (2005, p. 42) a preocupação com a regulação dos conflitos decorrentes do uso da biotecnologia tem conduzido a questionamentos que levam ao chamamento do Direito como recurso capaz de dar efetividade às diretrizes traçadas pela Bioética. Surge, então, o biodireito, que deve constituir em espaço de interação interdisciplinar e não em mais um ramo do ordenamento jurídico.

Defende, então, a autora, que é necessária a intervenção do legislador, ordenando condutas e definindo limites que não podem ser deduzidos das vagas formulações da bioética e que não podem ser deixados ao arbítrio de pesquisadores e profissionais de saúde (MINAHIM, 2005, p. 44). Com efeito, os novos fatos criados pela biotecnologia devem ter ingresso no direito como instância capaz de concretizar o “mínimo ético” desejado. Porém, adverte a autora que o direito, e especialmente o direito penal, não devem ser usados para coagir as pessoas em razão de sua posição moral, mas, por outro lado, não se pode refutar a estreita ligação entre direito e moral, “relação que pode ser constatada quando se considera que as máximas morais geram os costumes, os quais, por sua vez, servem como fonte material do legislador” (MINAHIM, 2005, p. 45).

Interessante aqui, transcrever as palavras de Séguin (2001):

O Operador do Direito apenas conseguirá libertar-se do emaranhado de impasses jurídicos levantados pela Biotecnologia e assumir sua obrigação de ordenar a sociedade com o auxílio do Biodireito se abandonar a arcaica concepção civilista-positivista e, quando perceber que o papel do Direito não é de pugnar pela sua ‘pureza’ e tradição, mas sim de aceitar a seu papel de ‘arte do bom e do justo’ só viáveis se aliado de uma visão de mundo que assuma a necessidade da interdisciplinariedade.

1.2 Bioética versus mercado

De um lado temos a bioética que por sua corrente filosófica busca regulamentar as leis com relação ao uso das novas tecnologias e do outro temos o mercado buscando regulamentar as leis com relação ao comércio destas tecnologias.

Devemos avaliar que pelas características filosóficas da bioética, nem sempre se chega a uma ação de fato, ou seja, chegar a um consenso rápido quanto às regras jurídicas necessárias para o uso de novas tecnologias, principalmente se

tiverem impacto direto na vida do ser humano. De outro lado, temos o mercado que busca novos processos e produtos e necessita de medidas regulatórias mais rapidamente. Sendo assim, cabe ao estado definir as prioridades legais a serem definidas levando em consideração os dois pontos de vista expostos acima. Neste caso, e buscando o desenvolvimento do país, leis tem sido criadas. Algumas já foram citadas com relação ao desenvolvimento e regulamentação de Biotecnologia. Neste parágrafo trataremos das questões de mercado relacionadas à exploração destas tecnologias.

Para o desenvolvimento de um capitalismo eficiente foi sugerido por Marx no *Manifesto Comunista* e compartilhado por Schumpeter posteriormente, a necessidade da existência constante de novos processos e produtos para a manutenção do sistema capitalista. A principal diferença entre seus pensamentos advinha da forma de obtenção do lucro. Enquanto Marx acreditava na mais valia e na exploração, Schumpeter acreditava no poder inovador e no espírito empreendedor do empresário capitalista. Com isso muitos modelos foram formulados entre eles o *demand-pull* e *technology push* (OLIVEIRA, 2001). Neste modelo, de um lado temos a ciência possibilitando novas demandas e do outro temos as forças de mercado empurrando as novas tecnologias. Também não pode ser descartada a sociedade que é o fator determinante na expressão máxima do capitalismo, pois absorve o que lhe é fornecido. Assim nascem as maiores invenções e por consequência as inovações. A principal diferença entre invenção e inovação é o valor tangível que as inovações possuem.

Buscando proteger as inovações foi criada a Lei de Propriedade Industrial, 9.279/96, a qual é definida no Art. 18.

Não são patenteáveis: I - o que for contrário à moral, aos bons costumes e à segurança, à ordem e à saúde públicas; II - as substâncias, matérias, misturas, elementos ou produtos de qualquer espécie, bem como a modificação de suas propriedades físico-químicas e os respectivos processos de obtenção ou modificação, quando resultantes de transformação do núcleo atômico; e III - o todo ou parte dos seres vivos, exceto os microorganismos transgênicos que atendam aos três requisitos de patenteabilidade - novidade, atividade inventiva e aplicação industrial - previstos no art. 8º e que não sejam mera descoberta. Parágrafo único. Para os fins desta Lei, microorganismos transgênicos são organismos, exceto o todo ou parte de plantas ou de animais, que expressem, mediante intervenção humana direta em sua composição genética, uma característica normalmente não alcançável pela espécie em condições naturais.

A lei de Biossegurança, 11.105/05 reforça a definição de OGM, os quais são passíveis de patentes, no Artigo 3:

§ 1o Não se inclui na categoria de OGM o resultante de técnicas que impliquem a introdução direta, num organismo, de material hereditário, desde que não envolvam a utilização de moléculas de ADN/ARN recombinante ou OGM, inclusive fecundação in vitro, conjugação, transdução, transformação, indução poliplóide e qualquer outro processo natural. § 2o Não se inclui na categoria de derivado de OGM a substância pura, quimicamente definida, obtida por meio de processos biológicos e que não contenha OGM, proteína heteróloga ou ADN recombinante.

Muitas são as possibilidades de desenvolvimento de parceria entre empresa e universidade promovendo o desenvolvimento do país. No Brasil têm sido criadas diversas formas de incentivo a esta interação através do sistema público de fomento buscando diminuir a interação entre empresas nacionais e universidades estrangeiras. Isso porque a maior parte das empresas brasileiras adotou um modelo de industrialização com baixa absorção de conhecimentos tecnológicos, e por conseqüência, baixo número de mestres e doutores (QUADROS et al., 2000). Junto aos programas de fomento, leis de incentivo à inovação (lei 10.973 de 2 de dezembro de 2004) que incentiva a inovação tecnologia e a pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e a lei de incentivos fiscais, também conhecida como lei do Bem (lei 11.196 de 21 de novembro de 2005) que consolida os incentivos fiscais onde as pessoas jurídicas podem usufruir de forma automática desde que realizem pesquisa tecnológica e desenvolvimento de inovação tecnológica.

Devido à diversidade biológica existente no Brasil, sua experiência em projetos como o álcool de cana-de-açúcar e o biodiesel como combustíveis, o país possui um amplo potencial biotecnológico. No entanto, a maior parte das pesquisas em biotecnologia ainda é feita em universidades e centros de pesquisa. Pelo caráter de alto grau de inovação, o desenvolvimento de processos e produtos se beneficia a partir de inovação aberta, ou seja, interação entre empresas e universidades. Neste caso, o grau de conhecimentos específicos necessários, assim como o grau de conhecimento das técnicas existentes ou do estado da arte se tornam importantíssimos. Como a biotecnologia é uma área bastante abrangente, ocorre de diferentes pesquisadores serem necessários para o desenvolvimento de cada produto ou processo. Além disso, os equipamentos também são específicos para cada fase do desenvolvimento do processo ou do produto, sendo que para fabricação em larga escala, muitos destes equipamentos não serão mais utilizados. Então a contratação de serviço especializado evita desperdício de dinheiro em: *i.* equipamentos que não serão reutilizados pela empresa; *ii.* Pesquisadores que podem se tornar obsoletos ao término do projeto.

Batalha *et al.* (2004) discutiram a capacitação e a formação de recursos humanos para a moderna biotecnologia no Brasil, ressaltando a importância

crescente de uma formação multidisciplinar para os profissionais envolvidos no assunto, diferentemente do cunho mais tradicional da formação das áreas de biologia e ciências da saúde e agrícola. Tal trabalho constituiu claro esforço de sistematização das informações de oferta e demanda desses profissionais no Brasil, oferecendo um diagnóstico geral do lado da oferta, e encontrando limitações na obtenção de dados a campo do lado da demanda.

E é no seio das intensas transformações contemporâneas que o conhecimento aloca-se como ponto central para o desenvolvimento humano, de forma a decidir definitivamente no comportamento social e a influenciar de maneira impar nações e seus cidadãos de modo geral (FARIA *et al.*, 2007).

Desta sorte, quando se pensa em montar equipe própria para o desenvolvimento de processos e produtos, uma empresa deve buscar uma equipe o mais multidisciplinar possível, onde os indivíduos possuam diferentes características de conhecimentos gerais e interesse em estudar e buscar novas soluções, ou seja, empreendedores.

1.3 Biodireito e sustentabilidade

Na ótica de Wilson (2002), hoje em dia, tornou-se necessária uma visão mais realista do progresso humano. Por toda parte, a superpopulação e o desenvolvimento desordenado estão destruindo os habitats naturais e reduzindo a diversidade biológica. No mundo real, governado igualmente pela economia natural e pela economia de mercado, a humanidade está travando uma guerra feroz contra a natureza. Se continuar assim, obterá uma vitória de Pirro, na qual primeiro sofrerá a biosfera e depois a humanidade.

Sob este ponto de vista, verifica-se que em tempos de sustentabilidade buscam-se alternativas para recuperação ambiental ou redução da degradação do meio ambiente. Neste sentido o país inicia a regulamentação do uso e manejo da biodiversidade, decreto de número 4.339 de 22 de agosto de 2002.

Art. 1o Ficam instituídos, conforme o disposto no Anexo a este Decreto, princípios e diretrizes para a implementação, na forma da lei, da Política Nacional da Biodiversidade, com a participação dos governos federal, distrital, estaduais e municipais, e da sociedade civil.

Deste decreto serão citados e comentados alguns parágrafos relatados no anexo.

No item 2 são definidos os princípios no qual são relatados que *a diversidade biológica tem valor intrínseco; as nações têm o direito soberano de explorar seus próprios recursos biológicos; as nações são responsáveis pela conservação de sua biodiversidade e por assegurar que atividades sob sua jurisdição ou controle não causem dano ao meio ambiente e à biodiversidade de outras nações ou de áreas além dos limites da jurisdição nacional; a conservação e a utilização sustentável da biodiversidade são uma preocupação comum à humanidade (...)*. É interessante que neste artigo se trata da relação homem natureza: *o homem faz parte da natureza e está presente nos diferentes ecossistemas brasileiros há mais de dez mil anos, e todos estes ecossistemas foram e estão sendo alterados por ele em maior ou menor escala.*

O item 5. trata da *promoção, de forma integrada, da conservação da biodiversidade e da utilização sustentável de seus componentes, com a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos, de componentes do patrimônio genético e dos conhecimentos tradicionais associados a esses recursos*. Os componentes são definidos no artigo 9:

I - Componente 1 - Conhecimento da Biodiversidade (...); II - Componente 2 - Conservação da Biodiversidade (...); III - Componente 3 - Utilização Sustentável dos Componentes da Biodiversidade (...). Este tem relação com o item 12.1 o qual tem como primeira diretriz a gestão da biotecnologia e da biossegurança. No qual são definidos: 12.1.1. Elaborar e implementar códigos de ética para a biotecnologia e a bioprospecção (...). 12.1.2. Consolidar a regulamentação dos usos de produtos geneticamente modificados (...). 12.1.3. Consolidar a estruturação (...) que tratam da utilização da biodiversidade (...). 12.1.4. Fomentar a criação e o fortalecimento de instituições nacionais e de grupos de pesquisa nacionais, públicos e privados, especializados em bioprospecção, biotecnologia e biossegurança (...). 12.1.6. Apoiar e fomentar a formação de empresas nacionais dedicadas à pesquisa científica e tecnológica, à agregação de valor, à conservação e à utilização sustentável dos recursos biológicos e genéticos. 12.1.7. Apoiar e fomentar a formação de parcerias entre instituições científicas públicas e privadas (...). 12.1.8. Apoiar e fomentar a formação de pessoal pós-graduado especializado em administração de negócios sustentáveis com biodiversidade (...). 12.1.9. Exigir licenciamento ambiental de atividades e empreendimentos que façam uso de Organismos Geneticamente Modificados(...). 12.1.10. Apoiar a implementação da infraestrutura e capacitação de recursos humanos dos órgãos públicos e instituições privadas para avaliação de conformidade de material biológico, certificação e rotulagem de produtos, licenciamento ambiental e estudo de impacto ambiental. IV - Componente 4 - Monitoramento, Avaliação, Prevenção e Mitigação de Impactos sobre a Biodiversidade (...) V - Componente 5 - Acesso aos Recursos Genéticos e aos Conhecimentos Tradicionais Associados e Repartição de Benefícios (...) o qual tem correspondência com o item 14 o qual trata da permissão ao acesso

controlado aos recursos genéticos, aos componentes do patrimônio genético e aos conhecimentos tradicionais associados com vistas à agregação de valor mediante pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico (...). 14.1. Primeira diretriz: Acesso aos recursos genéticos e repartição de benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos 14.2. Segunda diretriz: Proteção de conhecimentos, inovações e práticas de povos indígenas, de quilombolas e de outras comunidades locais e repartição dos benefícios decorrentes do uso dos conhecimentos tradicionais associados à biodiversidade. VI - Componente 6 - Educação, Sensibilização Pública, Informação e Divulgação sobre Biodiversidade (...) VII - Componente 7 - Fortalecimento Jurídico e Institucional para a Gestão da Biodiversidade (...) o qual tem relação com o item 16 que visa promover meios e condições para o fortalecimento da infra-estrutura de pesquisa e gestão, para o acesso à tecnologia e transferência de tecnologia, para a formação e fixação de recursos humanos, para mecanismos de financiamento, para a cooperação internacional e para a adequação jurídica visando à gestão da biodiversidade e à integração e à harmonização de políticas setoriais pertinentes à biodiversidade. 16.1. Primeira diretriz: Fortalecimento da infra-estrutura de pesquisa e gestão da biodiversidade (...). 16.2. Segunda diretriz: Formação e fixação de recursos humanos (...) 16.3. Terceira diretriz: Acesso à tecnologia e transferência de tecnologia (...). 16.4. Quarta diretriz: Mecanismos de financiamento. Integração, desenvolvimento e fortalecimento de mecanismos de financiamento da gestão da biodiversidade. 16.5. Quinta diretriz: Cooperação internacional (...). 16.6. Sexta diretriz: Fortalecimento do marco-legal e integração de políticas setoriais (...)

Como a biotecnologia é bastante ligada à biodiversidade, observa-se que o Brasil possui grande capacidade de gerar novos processos e novos produtos por via biotecnológica ou também pelas vias tradicionais de bioprospecção. No entanto uma forte política de desenvolvimento nesta área se torna necessário. Anteriormente foram citadas algumas leis que evidenciam o esforço do governo em desenvolver uma política forte nessa área estratégica, como o decreto 6.041/07, lei da Política de Desenvolvimento da Biotecnologia.

Ainda existe uma questão legal muito frágil com relação à biopirataria (exploração, manipulação e exportação ilegal da biodiversidade nacional). Algumas leis, decretos de leis e medidas provisórias tentando legalizar essas questões tem sido criadas. Mas se de um lado regulamentam as questões de biodiversidade para aqueles que seguem as regras, do outro não há como impedir a biopirataria por pessoas mal intencionadas. Isso acontece muito em comunidades indígenas da Amazônia, onde pesquisadores estrangeiros se inserem dizendo que vão estudar os costumes ou até mesmo à costurar e na realidade buscam microrganismos de interesse industrial. Não há como evitar alguns tipos de exportação já que bactérias presentes no solo podem ser exportadas ilegalmente em solas de sapatos supostamente sujas. Neste caso também não pode ser comprovada a má intenção da pessoa que carrega o material.

Faria *et al.* (2007) entendem que apesar de seus inúmeros benefícios, a biotecnologia tem provocado inúmeros debates e controvérsias. Seu futuro depende dos fatores econômicos e sociais que condicionam o desenvolvimento industrial. Um dos grandes entraves percebidos na implementação do processo biotecnológico em nosso país diz respeito ao risco inerente a essa modalidade de pesquisa. Tal tema é tão abrangente que nos remete pesquisadores ou não, a várias questões de aspecto jurídico, econômicos, políticos e principalmente do cunho ético.

Conclusão

O ser humano ultrapassou os limites aos quais evoluiu. A sobrevivência aumentou, o crescimento populacional se descontrolou e com isso veio a falta de um lugar digno para morar, falta alimento, a água está caminhando na mesma direção, tanto que dizem que quem tiver uma fonte potável de água será milionário, e a energia, ou falta de energia para todos, se torna um problema. Neste cenário, surge a biotecnologia com alternativas mais sustentáveis de desenvolvimento. E realmente ela até pode ser vista como a “salvadora do mundo” porque oferece recursos científicos e tecnológicos mais sustentáveis ao modelo de vida humano atual, mas como qualquer nova tecnologia, ninguém pode prever com certeza os riscos de alguns produtos. E isso é totalmente compreensível já que toda nova tecnologia é passível deste desconhecimento, total ou parcial. Quando a bomba atômica foi criada, todos sabiam o que estavam fazendo, mas não sabiam o tamanho do problema. A indústria química também não sabia que seus resíduos poderiam afetar os ecossistemas ou que a fumaça saindo dos canos das indústrias poluiria o ar e alguns destes gases poderiam destruir a camada de ozônio. Também as indústrias farmacêuticas e de alimentos não sabiam que as bactérias poderiam ficar resistentes com o uso indiscriminado de antibióticos. E nem teria como prever esses impactos até eles acontecerem. Os transgênicos, as células-tronco, a terapia gênica podem sim afetar negativamente a vida dos seres humanos, mas não temos como prever o real impacto destas tecnologias até o momento em que elas passarem a ser parte do nosso dia-a-dia. Podemos antecipar apenas alguns poucos impactos que nem sempre serão os reais impactos. Isso porque muitos desses levam décadas ou até gerações para se manifestar. É o caso dos *fast food* ou das comidas industrializadas que facilitaram o modo de vida atual, mas também criou a maior concentração de obesos no mundo. A tecnologia nos empurra a produzir as biotecnologias e a indústria está aceitando muito bem essas idéias. Então as forças mercadológicas nos levam a explorar esse novo ramo que se abre no mundo. E se formos testar o tempo necessário para ver o que acontece, o tempo passa, a tecnologia se torna obsoleta, sem valor de mercado. E nesse tempo, outra ciência se

destaca. Essa é a hora de explorar ao máximo a biotecnologia tanto na área científica quanto na área industrial. E, em minha opinião, teremos mais impactos positivos do que negativos. Só não temos como tempo para esperar e testar tudo até ter certeza que essas novas tecnologias não terão impacto nas nossas vidas porque é certo que terão, só não podemos prever o tipo e o tamanho do impacto.

Referências

BATALHA, M.; BONACELLI, M.; da SILVA, V. M.; BORRAS, M. **Pós-graduação e biotecnologia: formação e capacitação de recursos humanos no Brasil**. In: SILVEIRA, J.; POZ, M.; ASSAD, A. (Orgs.). Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil. Campinas: Unicamp, 2004.

BOREM, Aluizio. **Glossário de Biotecnologia**. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa, 2005.

COOKE, P. Regional Innovation Systems: General Findings and Some New Evidence from Biotechnology Clusters, **Journal of Technology Transfer**, Kluwer Academic Publishers. Manufactured in The Netherlands n. 27, p. 133–145, 2002.

FARIA, L. E. ; SANTOS, N. **Biotecnologia: implicações jurídicas e bioéticas**. In: 8º Congresso de Iniciação Científica e Pesquisa da UNAERP, 2007.

FUNDAÇÃO BIOMINAS. **Estudo biominas 2007: um instrumento facilitador do desenvolvimento de bionegócios no Brasil**. Coord. SOARES, E.E. Disponível em: <<http://win.biominas.org.br/estudobio/estudo/>> Acesso em 28/09/2009.

HIRONAKA, G. M. F. N. **Bioética e biodireito: revolução biotecnológica, perplexidade humana e prospectiva jurídica inquietante**, 2001. Disponível em: <<http://www1.jus.com.br/doutrina/texto.asp?id=4193>> Acesso em 22/09/2009.

INSTITUTO INOVAÇÃO. **Biotecnologia: as oportunidades que surgem a partir da "vida**. Radar do Inovação. 4 ed., 2004.

LEITE, E. O. **Da bioética ao biodireito: sobre a necessidade e emergência de uma legislação**. Comunicação oral, Simpósio de bioética e biodireito, Londrina (PR), maio de 1997 (não publicado).

MARTINS-COSTA, J. Bioética e dignidade da pessoa humana: rumo à construção do Biodireito, **Rev. Pós-Grad. Faculdade de Direito USP**, v. 3, p. 13-30, 2001.

MINAHIM, M. A. **Direito penal e biotecnologia**. São Paulo (SP), RT, 2005. Disponível em: <http://www.boletimjuridico.com.br/doutrina/texto.asp?id=1685> Acesso em 29/09/2009.

OLIVEIRA, G.B. Algumas considerações sobre inovação tecnológica, crescimento econômico e sistemas nacionais de inovação **Rev. FAE**, v. 4, n. 3, p.5-12, 2001

PISANO G. P., **The governance of innovation: Vertical integration and collaborative arrangements in the biotechnology industry.** Elsevier Science Publishers, 1990.

QUADROS, R.; BRISOLLA, S.; FURTADO, A.; BERNARDES, R. Força e fragilidade do sistema de inovação paulista. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, n. 3, 124-141, 2000.

SÉGUIN, E. **Biodireito**. 3 ed., Rio de Janeiro: Ed.: Lúmen Júris, 2001.

SILVA, L. H. P. da. Ciências biológicas e biotecnologia: realidades e virtualidades. **São Paulo Perspec.** v. 14, n. 3, pp. 60-67, 2000.

WIKIPÉDIA - <http://pt.wikipedia.org/wiki/Biotecnologia>

WILSON, E. O. **O futuro da vida: um estudo da biosfera para a proteção de todas as espécies, inclusive a humana.** Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

ZUCKER, L. G.; DARBY, M. R. **Star scientists and institutional transformation: patterns of invention and innovation in the formation of the biotechnology industry.** In. Science, Technology and the Economy. California, 1995.