

A Biotecnologia como formação profissional

Sandra Maria Morgado Ferreira

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

(s.morg@uol.com.br)

Luciana Calabro

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

(luciana.calabro@ufrgs.br)

Resumo: A Biotecnologia é apontada como área do futuro; vem despertando interesse dos pesquisadores e cientistas de institutos, universidades e indústrias e empresas. Para que ocorra o seu desenvolvimento, é necessário que os autores sociais estejam interagindo, conforme prevê a Política de Desenvolvimento para a Biotecnologia – PDB. O objetivo deste estudo foi demonstrar a necessidade de formar profissionais a nível de doutorado, na área da biotecnologia, para atuarem na docência, ciência e tecnologia, no Estado de Pernambuco. Para embasamento do tema, utilizou-se como fonte de pesquisa bibliográfica, livros, acesso a Plataforma Lattes e periódicos das bases de dados, como: *Scielo*, BDTD/Universidade Federal Rural de Pernambuco. Observou-se que no período de 2009 a 2019 as nucleadoras pernambucanas do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Rede Nordeste de Biotecnologia – PPGB-RENORBIO formaram 150 doutores, sendo: 40% na área de biotecnologia em saúde, 22,7% em agropecuária, 20,7% em industrial e 16,6% em recursos naturais e foram depositadas 97 patentes. Conclui-se a necessidade de preparar profissionais com forte embasamento científico nas áreas da biotecnologia, para que a biodiversidade existente no Nordeste brasileiro seja aproveitada de maneira consciente e lucrativa, a fim de beneficiar a sociedade economicamente, socialmente e culturalmente.

Palavras-Chave: Formação de Recursos Humanos; Biotecnologia; RENORBIO.

Biotechnology as vocational training

Abstract: Biotechnology is designated as an area of the future; has attracted interest from researchers and scientists from institutes universities and industries and companies. In order for its development to occur it is necessary that social authors are interact with the subject according to the Development Policy for Biotechnology - PDB. The objective of this study was to demonstrate the need to train professionals at the doctoral level in the area of biotechnology to work in teaching science and technology in the State of Pernambuco. In order to analyse the subject it was used as a source of bibliographical research books access to Lattes portal and periodicals of the databases such as: Scielo Scopus BDTD / Universidade Federal Rural de Pernambuco. It was observed that in the period from 2009 to 2019 the Pernambuco's universities from the Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Rede Nordeste de Biotecnologia – PPGB-RENORBIO trained 150 doctors, being: 40% in the area of biotechnology in health, 22,7% in agriculture, 20,7% in industrial and 16,6% in natural resources and 97 patents were filed. We conclude that there is a necessity to prepare professionals with a strong scientific base in the biotechnology areas so that the existing biodiversity in the Brazilian Northeast can be used in a conscious and profitable way, in order to benefit society economically, socially and culturally.

Keywords: Human Resources Training; Biotechnology; RENORBIO.

INTRODUÇÃO

A definição do que é Biotecnologia já foi objeto de várias proposições, porém, dentre muitas apresentadas na Convenção sobre Diversidade Biológica da ONU (1992), a que melhor se aplica é: “biotecnologia é qualquer aplicação tecnológica que usa sistemas biológicos, organismos vivos ou seus derivados, para criar ou modificar produtos e processos para usos específicos” (BRASIL, 2018). O professor Antonio Paes de Carvalho acrescentou que biotecnologia é “o conjunto de conhecimentos técnicos e métodos, de base científica ou prática, que permite a utilização de seres vivos como parte integrante e ativa do processo de produção industrial de bens e serviços” (CARVALHO, *apud* VILLEN, 2009).

Dessa forma, podemos dizer que a biotecnologia surge como um ambiente notadamente fértil, devido a sua natureza própria interdisciplinar e seu potencial de aplicação, tanto na ciência como nas indústrias, através da busca e da divulgação de conhecimentos teóricos e a aplicação dos mesmos em um campo de trabalho multidisciplinar, tais como: alimentos, agropecuária, energia, farmacêuticos e meio ambiente.

Há bem pouco tempo, a biotecnologia vem ocupando um espaço prioritário nos avanços científicos e tecnológicos; porém, os processos biotecnológicos já vêm sendo utilizados desde a antiguidade. O ponto de partida da biotecnologia moderna foi o surgimento da síntese química do ácido desoxirribonucleico (DNA) em 1967, com as novas técnicas de manipulação genética, a chamada revolução genética (VILLEN, 2009).

Considerada como uma relevante base produtiva e umas das áreas de investimento estratégico, visando a competitividade, inovação e sustentabilidade para a economia brasileira, a biotecnologia industrial tornou-se um componente expressivo para o desenvolvimento sustentável, sem prejuízo ao meio ambiente causado pela exaustão de recursos naturais, como por exemplo o aumento na produção de biocombustível de segunda geração, utilizando o plantio de florestas, de culturas como cana-de-açúcar, eucalipto e pinus para a produção, levou o Brasil, em apenas cinco anos, dar um salto de 140 milhões de litros produzidos (ABBI, 2016).

O conhecimento da biotecnologia, bem como a utilização coerente dos recursos oriundos da biodiversidade, são fatores importantes para o

desenvolvimento da mesma. Vale evidenciar que 42% de área da Região Nordeste é formada pelo semiárido, já incluída a caatinga, bioma exclusivamente brasileiro, único e ainda não totalmente conhecido (RENORBIO, 2018).

Corroborando com o pensamento acima, é de extrema importância que se tenha pessoas qualificadas para melhor aproveitar a biodiversidade encontrada no Nordeste do Brasil, propiciando uma exploração consciente e responsável da área, e dessa maneira promover o desenvolvimento regional (RENORBIO, 2018).

Realizar este estudo mostrando a necessidade de formar profissionais capacitados na área da biotecnologia, em Pernambuco, decerto se faz necessário refletir sobre o assunto, a fim de aprimorar a utilização de recursos biotecnológicos da Região Nordeste do Brasil, rica em biodiversidade.

Surge então a seguinte questão de pesquisa: Qual a necessidade de formar profissionais a nível de doutorado, na área da biotecnologia, para atuarem na docência, ciência e tecnologia, no Estado de Pernambuco?

Assim o objetivo deste estudo, foi avaliar a necessidade de formar profissionais a nível de doutorado, na área da biotecnologia, para atuarem na docência, ciência e tecnologia, no Estado de Pernambuco.

Metodologia

O presente estudo foi desenvolvido a partir de uma pesquisa descritiva, exploratória do tipo revisão bibliográfica, de caráter qualitativo, a qual buscou demonstrar a necessidade de formar profissionais a nível de doutorado, na área da biotecnologia, para atuarem na docência, ciência e tecnologia, no Estado de Pernambuco.

De acordo com Gil (2008), o estudo exploratório e descritivo é desenvolvido por meio de fontes diversas. Para tanto, a bibliografia de um determinado tema é um dos caminhos que os pesquisadores das Ciências Naturais possuem para aumentar o entendimento do que se estuda, e assim, fazer jus do instrumento para condensar o que já vem sendo investigado por outros ou resumir as informações existentes.

A pesquisa bibliográfica não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou

abordagem, chegando a conclusões inovadoras” (MARCONI; LAKATOS, 2006, p. 185).

O levantamento bibliográfico abrangeu a produção científica a respeito do tema da necessidade de formar profissionais a nível de doutorado, na área da biotecnologia, para atuarem na docência, ciência e tecnologia. Buscou-se artigos desta área, mais especificamente os relacionados à biotecnologia, ao RENORBIO e livros que fizessem referência ao tema escolhido.

As informações bibliográficas encontradas no site do PPG-RENORBIO, compôs a principal fonte de dados utilizada neste estudo. Reuniu-se vários conteúdos retirados de documentos, tais como: Regimento Geral do Programa, normas e resoluções.

Através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como também Biblioteca Digital de outras Universidades, pode-se obter dados que corroboraram para o desenvolvimento do tema.

Os periódicos selecionados foram todos os da área de biotecnologia indexados em bases de dados eletrônicas nacionais, internacionais e institucionais, tais como: SCIELO, BDTD da Universidade Federal Rural de Pernambuco, publicados até o ano de 2019, sendo utilizados os descritores: “biotecnologia e renorbio”, “biotecnologia no nordeste”, “avanços da biotecnologia”, “aplicação da biotecnologia”.

Os materiais foram classificados por meio dos seguintes aspectos: ano de publicação, tipo de documento (tese, dissertação, livro, artigo científico), foco do trabalho.

Com essas combinações de busca, foram usados como filtros as coleções brasileiras em todos os periódicos, pois optou-se por artigos que envolvesse temas relacionados com o Renorbio, com a opção do idioma português, realizadas em vários anos compreendidos entre os anos de 2009 a 2019.

Foram realizadas pesquisas na Plataforma Sucupira e Relatórios de Área e de Avaliações Quadrienais da CAPES, com a finalidade de obter o quantitativo de egressos oriundos do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Rede Nordeste de Biotecnologia que atua na formação de doutores no Nordeste Brasileiro, e que esteja atuando na docência, para tanto foi aplicado aos 77 egressos do período de 2012 a 2017, um instrumento de coleta de dados do tipo questionário

com perguntas fechadas, como também levantamento na Plataforma *Lattes* do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

Revisão de Literatura

Histórico da biotecnologia

Apesar do termo “biotecnologia” ter sido usado somente em 1919 pelo engenheiro húngaro Karl Ereky, como esclarece Ferro (2010), o primeiro registro que trata de processo biotecnológico remete há mais de 6.000 a.C., com a produção de bebidas alcoólicas, obtidas através de processos fermentativos, como o vinho (RENORBIO, 2018).

É sabido que os sumérios e os babilônios empregavam a fermentação de cereais para obtenção de bebida alcoólica, e que os egípcios passaram a utilizar o fermento, não só na fabricação de cerveja, como na produção de pães, aproximadamente em 2.000 a.C. Os agentes responsáveis, os microrganismos, apesar de serem utilizados, não eram conhecidos, e somente após serem visualizados em microscópio pelo pesquisador Antom Van Leeuwenhock, começaram a ser decifrados no século XVII (LIMA; MOTA, 2003).

Em 1876, Louis Pasteur demonstrou que a ação dos microrganismos é que causavam as fermentações, e essas eram determinadas por microrganismos específicos que viviam e se reproduziam na ausência de ar. Dessa forma, a teoria válida até o momento de que a fermentação se dava por um processo puramente químico, foi derrubada (BORZANI; SCHMIDELL; LIMA; AQUARONE, 2001).

Anos depois, em 1897, Eduard Buchner provou que, mesmo na ausência de organismos vivos, como as células de levedura macerada, foi possível a conversão de açúcar em álcool (VILLEN, 2009).

A biotecnologia moderna teve seu marco em 1967, com a síntese química do DNA realizada por *Kornberg*. Essas novas técnicas de manipulação genética do DNA permitem, entre outros exemplos, a produção da insulina humana, através de microrganismos enxertados com genes humanos determinantes da insulina, levando à produção industrial de insulina em substituição das utilizadas anteriormente nos tratamentos do diabetes. Essa nova técnica de aplicação da biotecnologia na engenharia genética, além de suprir produtos e processos tradicionais, pode

propiciar perspectivas de soluções de problemas de alimentação, energia e saúde, dentre outras (VILLEN, 2009).

A amplitude de tecnologias que utilizam, alteram e otimizam os organismos vivos, ou partes deles, com a finalidade de gerar serviços, processos e produtos, caracterizam a biotecnologia moderna, fazendo a conexão dos conhecimentos nas áreas de biologia, engenharia e química. Os resultados dessa interação vêm sendo empregados e aproveitados em inúmeros setores da sociedade, como meio ambiente, saúde e agroindústria (RENORBIO, 2018).

Considerada como uma área de intensa aplicação industrial, a biotecnologia no Brasil, por ser parte considerável das exportações nacionais, compõe grande parte da bem-sucedida economia do país. Sendo assim, o governo brasileiro a tem como uma área estratégica para investimento e para isso estabeleceu diretrizes e áreas prioritárias como: agropecuária, saúde, meio ambiente e indústria (RENORBIO, 2018).

Com a finalidade de desenvolver a Ciência e Tecnologia e Inovação (CT&I) em biotecnologia, o governo brasileiro estabeleceu diretrizes, incentivando a capacitação de recursos humanos, objetivando atender principalmente às demandas no setor industrial, ou seja, na bioindústria. Para isso, criou a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia, cujo objetivo geral é:

promover e executar ações com vistas ao estabelecimento de ambiente adequado para o desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos inovadores, estimular o aumento da eficiência da estrutura produtiva nacional, a capacidade de inovação das empresas brasileiras, absorção de tecnologias, a geração de negócios e a expansão das exportações (BRASIL, 2007).

Benefícios da implantação da biotecnologia para a sociedade e o impacto de sua ausência no desenvolvimento sócio-econômico-cultural na sociedade

O embasamento produtivo da economia do país é formado por uma parte acentuada da aplicação industrial de algumas esferas da biotecnologia, favorecendo as exportações nacionais. Em países desenvolvidos, as empresas investem em pesquisa, o que não ocorre em países em desenvolvimento como o Brasil, em que as pesquisas são desenvolvidas basicamente na esfera do governo, em instituições

públicas, com pouquíssima participação das empresas, e isso prejudica a competitividade que deve existir em biotecnologia, pois é através dessa competitividade que as inovações tecnológicas surgem (RENORBIO, 2018).

Jesus, Oliveira e Nolasco (2014) afirmam que os produtos, serviços e técnicas obtidos com a aplicação da biotecnologia melhora e promove a qualidade de vida e o bem-estar social da população, através dos impactos gerados nas economias locais provocados pelas inovações, pelo crescimento da competitividade e aumento mercadológico das empresas. A falta desses torna o país menos competitivo e, conseqüentemente, menos desenvolvido.

O setor industrial, além de utilizar técnicas inovadoras em diversas áreas da biotecnologia, também gera fármacos para o tratamento de doenças humanas e animais, e diferentes produtos utilizados na reprodução e propagação de animais e plantas, melhoramento de alimentos, tratamento de resíduos e empregados na sustentabilidade da biodiversidade (RENORBIO, 2018). Observa-se que o crescimento dessas técnicas está sendo acelerado, fato proveniente da interação existente entre as áreas da biotecnologia com os diferentes setores da ciência e da tecnologia. No futuro, os processos utilizados atualmente passarão a ser substituídos por técnicas inovadoras e sofisticadas, que propiciarão soluções para diversos casos tidos como insolúveis nos dias atuais, como por exemplo a terapia gênica para doenças degenerativas (GUSMÃO; SILVA; MEDEIROS, 2017).

É de fundamental importância que a vigilância seja rigorosa e a sociedade brasileira esteja ciente dos desafios oriundos das novas tecnologias, desenvolvidas em todas as áreas da biotecnologia, quanto às questões de natureza ética, de biossegurança no âmbito da saúde humana como no meio ambiente, ao acesso da inclusão social, dos direitos aos povos indígenas e locais e distribuição das benfeitorias e direito ao conhecimento adquirido de qualidade e, por fim, com a participação social (BRASIL, 2007).

Segundo Freire (2014), é necessária a existência de um setor produtivo com a finalidade de transformar a pesquisa acadêmica e científica em bens e serviços, para que ocorra o desenvolvimento da biotecnologia, além da criação de um espaço institucional que forneça garantias ao empresário e à população de uma maneira geral, quanto à segurança, em decorrência dos riscos próprios dos trabalhos pesquisados e produzidos no campo da biotecnologia.

Os estudos de Felipe (2007) relatam que, através de ações bem planejadas de políticas públicas, o governo poderia modificar o cenário atual de não aproveitamento dessas inovações decorrentes das produções científicas oriundas da biotecnologia, por intermédio de parcerias com o setor industrial privado, culminando com o desenvolvimento tecnológico ao longo prazo e constante.

A Lei de Inovação Tecnológica criada pelo governo, em 2004, tendo como objetivo principal estimular as parcerias entre instituições acadêmicas e o setor produtivo brasileiro, deliberou eixos importantes como: ambiente propício a parcerias entre universidades, institutos de pesquisas e empresa; estimular as instituições de ciência e tecnologia a participarem de processo de inovação e estimular as empresas a inovarem (BRASIL, 2004). Apesar disso, as universidades, os institutos de pesquisas e as empresas têm sentido dificuldade em colocar em prática essa interação e, por conseguinte os resultados positivos esperados caem por terra. (NEGRI; KUBOTA, 2018).

Continuando a análise, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), através de estudos a respeito das inovações tecnológicas e seus impactos na produção das empresas brasileiras, bem como a geração de empregos no setor, constatou que empresas investidoras em produtos diferenciados oriundos de investimento em pesquisa e desenvolvimento, alcançam maior rentabilidade nas vendas, além de beneficiar o trabalhador (NEGRI; KUBOTA, 2018).

Capacitação de profissionais e melhor utilização de recursos biotecnológicos da Região Nordeste do Brasil e a geração de emprego a partir disso.

É fundamental que profissionais da área estejam devidamente qualificados para o melhor aproveitamento de recursos biotecnológicos encontrados na Região Nordeste brasileira, com a finalidade de contribuir na geração de produtos e processos que poderão ser patenteáveis, pois de acordo com Felipe (2007) isso resultará em um crescimento da produção e, conseqüentemente, um aumento das exportações, ampliando desta forma as fronteiras do país para a realidade mundial.

As Regiões Sul e Sudeste do país reúnem a grande maioria de profissionais qualificados no setor da biotecnologia, segundo Mendonça e Freitas (2009), essas regiões concentram quase a metade dos grupos de pesquisa nas áreas de agrárias, biológicas e um percentual menor nas outras áreas, como ciências exatas e da terra,

e ciências da saúde. Já na Região Nordeste esse percentual é pouco mais que 15%, com uma relativa importância nas áreas de ciências exatas e da terra, e engenharias.

Corroborando com esse pensamento, Trigueiro (2010) nos diz que os processos que abraçam o desenvolvimento da Biotecnologia são concentradas nas mãos dos pesquisadores das áreas de Biológicas, Agrárias e Ciências da Terra e Exatas, o que não condiz com a realidade da Região Nordeste onde ainda apresenta um frágil quadro na formação de recursos humanos.

Segundo Telles (2003), é imprescindível investir em capacitação de profissionais em biotecnologia, a fim de saberem utilizar os elementos legais que facilitam a proteção dos resultados de suas pesquisas, ficando, assim, prontos para suprir as necessidades da inovação tecnológica, visando atingir a sociedade com os resultados alcançados em sua pesquisa.

Inúmeras propostas com objetivo de integralização do Nordeste, através da biotecnologia, foram conjecturadas, porém a primeira medida de apoio formal ao RENORBIO ocorreu com a celebração do Protocolo de Cooperação firmada entre os Secretários de Ciência e Tecnologia dos Estados do Nordeste. Deste modo, em 26 de novembro de 2004, através da Portaria do Ministério da Ciência e Tecnologia nº 598, foi criada a Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO, com sua estrutura e funcionalização baseados na normatização do Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT e, a partir disso, determinou os seguintes objetivos:

Acelerar o processo de desenvolvimento da Região Nordeste, integrando esforços de formação de recursos humanos ao desenvolvimento científico e tecnológico, para produzir impacto socioeconômico e permitir a melhoria da qualidade de vida de sua população com a participação efetiva de instituições onde a biotecnologia têm liderança;

Melhorar o desempenho da C&T do NE com a realização de atividades que promovam a transformação do sistema de C&T em um sistema eficiente para inovação, através de atividades que promovam níveis mais apropriados de investimento em P&D&I e a utilização mais profícua de recursos humanos e físicos pelo setor privado;

Por meio do estabelecimento de uma rede, que articule diversos setores da sociedade, ampliar a massa crítica de pesquisadores, provocando um efeito multiplicador na geração de emprego para profissionais altamente qualificados e aumento da qualidade e relevância da produção científica e tecnológica em áreas relacionadas à biotecnologia, bem como de sua transferência para a sociedade, com vistas à inovação e ao interesse social e econômico da região (RENORBIO, 2018).

A Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO - criou o Núcleo de Pós-Graduação em Biotecnologia - NPGB, visando aumentar a formação de pessoas com forte base científica e, dessa maneira, suprir as necessidades do setor empresarial, como também do setor acadêmico e com isso vencer o desafio enfrentados pela Região Nordeste quanto ao desenvolvimento tecnológico oriundos da biotecnologia (RENORBIO, 2018).

Com isso, um Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – PPGB, ligado à RENORBIO, foi criado depois de várias negociações entre os Pró-Reitores de Pesquisa e Pós-Graduação, Diretores e pesquisadores das instituições dos Estados do Nordeste e o Estado do Espírito Santo, estabelecendo, assim, uma base de pesquisa para a RENORBIO. O curso foi aprovado pelo Conselho Técnico-Científico (CTC) da Capes, com conceito 5, composto por quatro áreas de concentração: agropecuária, saúde, industrial e recursos naturais (RENORBIO, 2018). O reconhecimento do curso foi oficializado através da Portaria nº 1.999 de 20 de dezembro de 2006, tendo sido renovado nas avaliações seguintes (2010, 2013 e 2017), mantendo o conceito 5 (BRASIL, 2016).

A RENORBIO pretende executar projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação – P&D&I que tragam desenvolvimento da região, fazendo uso de ferramentas e competência científica, a fim de estimular a grande maioria de profissionais de biotecnologia e áreas afins, em prol do desenvolvimento da região. Ao longo prazo, é esperado que o RENORBIO atinja um nível de excelência e relevância capaz de internalizar e desenvolver avançadas tecnologias, que possam ser amplamente aplicadas em todas as áreas da biotecnologia, que venham a fortalecer o desenvolvimento da biotecnologia na Região Nordeste (RENORBIO, 2018).

O Programa de PPGB-RENORBIO é constituído por todos os Estados da Região Nordeste e o Estado do Espírito Santo. Em cada estado existe um representante estadual, designando como Ponto Focal, onde está sediada a Universidade Nucleadora e suas Instituições Associadas. No Estado de Pernambuco existe o Ponto focal Pernambuco com duas Nucleadoras: UFRPE e UFPE. A Nucleadora UFRPE possui as seguintes instituições associadas: Universidade Católica de Pernambuco-UNICAP, Universidade de Pernambuco-UPE, Universidade

Federal do Vale do São Francisco-UNIVASF e o Instituto Agrônomo de Pernambuco–IPA.

Importância da implantação de Programas de Pós-Graduação em Biotecnologia para a formação de profissionais capacitados para o desenvolvimento social-econômico-cultural da Região Nordeste.

A formação de recursos humanos capacitados e investimentos sólidos são, em grande parte, responsáveis pelo desenvolvimento de um país tecnológico e inovador, porém esse investimento deverá ser constante. O Brasil, um país em desenvolvimento, acreditou que, investindo em pesquisas acadêmicas, as mesmas resultariam automaticamente em bens e produtos, o que não vem ocorrendo, pois não basta investimentos de recursos públicos, sendo necessário ter o apoio do setor empresarial, para que esse tão almejado desenvolvimento tecnológico e inovador reflita na nossa realidade. Com exceção dos estados do sul e sudeste, o desenvolvimento em ciência, tecnologia e inovação não está proporcionando esse crescimento, pois não existe um investimento no setor, principalmente em formação de recursos humanos, que pudesse atuar nos diversos segmentos do setor tecnológico, tanto público como privado, constantemente e ao longo do tempo (FELIPE, 2007).

Vários esforços foram feitos para que o Brasil tivesse um aumento na formação de recursos humanos, a fim de compor a ciência e a tecnologia do país. A partir do II Plano Básico para o desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (PBDCT), a formação de recursos humanos passa a ser prioridade nas áreas que compõem a biotecnologia tradicional, e, com isso, profissionais vão sendo formados com o intuito de atuar em técnicas inovadoras da chamada biotecnologia moderna nas próximas décadas (AUCÉLIO; SANT'ANA, 2006). Com o propósito de intensificar o percentual de profissionais capacitados em biotecnologia, na década de 2000, os programas de ciência e tecnologia voltados para este fim foram mais atuantes durante a inclusão do Programa Nacional de Biotecnologia e Recursos Genéticos (BRASIL, 2002).

A Política de Desenvolvimento para a Biotecnologia (PDB), estabelecida pelo Decreto nº 6.041, de 08 de fevereiro de 2007, estrutura as áreas de meio ambiente, indústria, agropecuária e saúde, com ações que promovem infraestrutura, investimentos, marcos regulatórios e recursos humanos. As políticas de C&T&I,

utilizando as bases constituídas pela PDB, estabeleceram um setor de excelência da biotecnologia no Nordeste, a fim de instalar a competitividade do setor produtivo, bem como a formação de recursos humanos para o setor (BRASIL, 2007).

Contudo, a contribuição científica brasileira no cenário internacional deve ter um crescimento, e para isso se faz necessário motivar novos cientistas a fazerem parte do Sistema Nacional de Pós-Graduação Brasileiro. A formação de recursos humanos com uma base científica consistente é um desafio importante a ser percorrido para suprir as pendências no setor acadêmico e empresarial, objetivando o desenvolvimento tecnológico (RENORBIO, 2018).

Em 2004, o Governo Federal estabeleceu o Fórum da Competitividade em Biotecnologia, onde foram identificadas as demandas existentes, como a falta de recursos humanos no campo da biotecnologia, e a oportunidade de atuar na crescente indústria de biotecnologia do Brasil. Baseado nessa demanda existente, a RENORBIO, visando a suprir essas demandas, instituiu um programa de pós-graduação, a fim de atingir seus objetivos, assegurando que todas as suas atividades e investimentos elevassem a atuação na área da biotecnologia (RENORBIO, 2018).

Vale ressaltar, que apesar do programa de pós-graduação da RENORBIO ter criado a sua primeira turma em 2006, somente em 2008 a CAPES integralizou a área de Biotecnologia, e a partir de então, 21 programas com a temática de biotecnologia, alocados em outras áreas, foram incorporados na área de Biotecnologia, além do surgimento de novos programas na nova área (BRASIL, 2017).

De acordo com a CAPES, a área de Biotecnologia foi criada, objetivando transmitir conhecimentos gerados, incentivar a produção científica e o desenvolvimento tecnológico, e desta forma cooperar com o aumento da competitividade do país, como também da criação de produtos e processos de inovação (BRASIL, 2017).

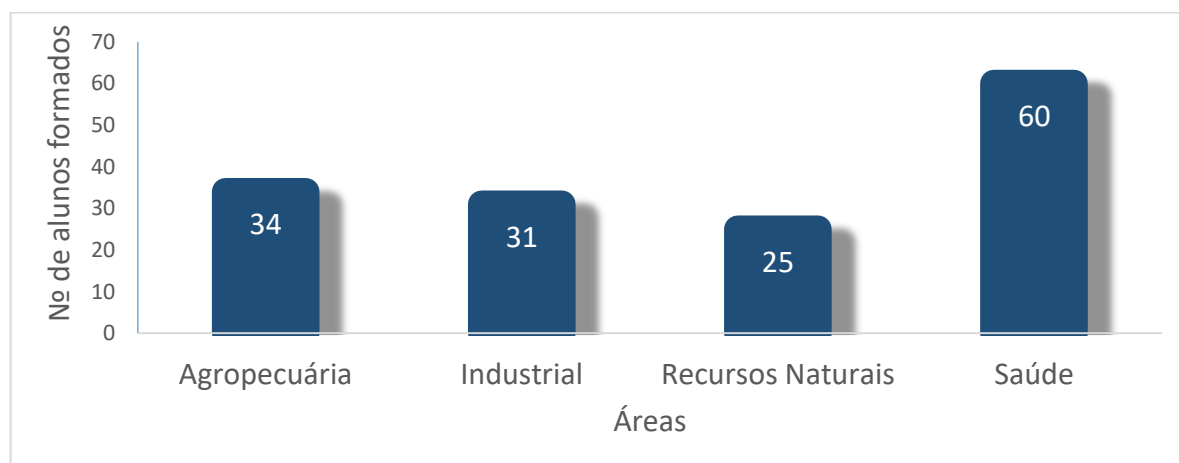
A RENORBIO, visa executar projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação – P&D&I que tragam desenvolvimento da região, fazendo uso de ferramentas e competência científica, a fim de estimular a grande maioria de profissionais de biotecnologia e áreas afins, em prol do desenvolvimento da região. Ao longo prazo, é esperado que o RENORBIO atinja um nível de excelência e relevância capaz de internalizar e desenvolver avançadas tecnologias, que possam

ser amplamente aplicadas em todas as áreas da biotecnologia e que fortaleçam o desenvolvimento da biotecnologia na Região Nordeste (RENORBIO, 2018).

De acordo com levantamento realizado nos acervos do PPGB-RENORBIO, a pesquisadora constatou que desde a primeira turma do programa em 2006 até o início do ano de 2019, formou-se no Estado de Pernambuco 150 doutores fortemente embasados cientificamente nas áreas de concentração em Biotecnologia Industrial, Recursos Naturais, Saúde e Agropecuária, ofertadas pelo programa.

A Figura 1 demonstra o quantitativo, por área de concentração, da formação desses 150 doutores. A área de concentração em saúde é a que tem o maior índice de formados, 60 doutores, que corresponde a 40% do total, seguida da área de concentração em Agropecuária, Industrial e Recursos Naturais com respectivamente 34 (22,7%), 31 (20,7%) e 25 (16,6%) doutores formados.

Figura 1 – Formação de Doutores em Biotecnologia – PPGB-RENORBIO/Pernambuco no Período 2009 – 2019



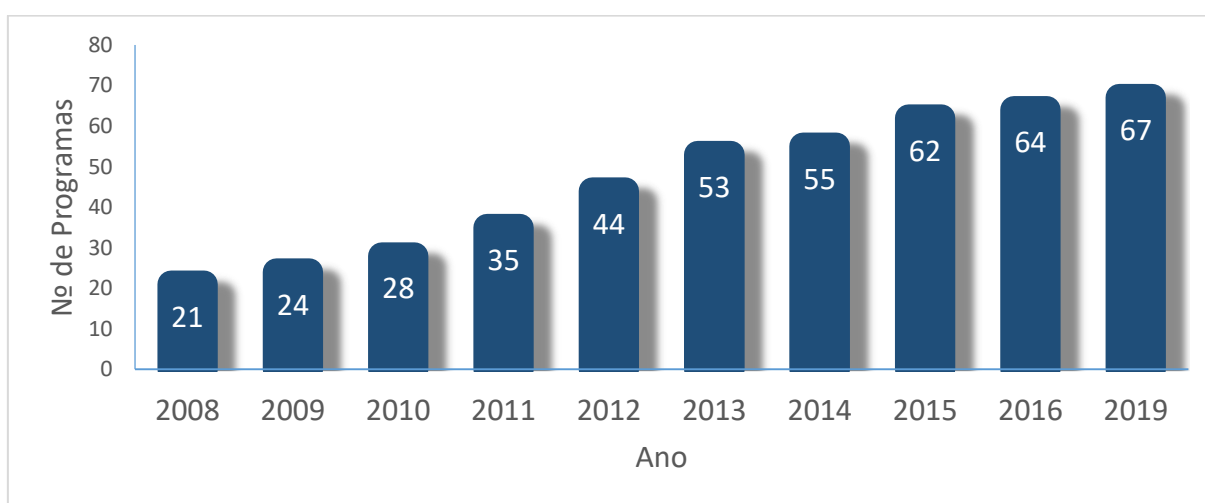
Fonte: Coordenações das Nucleadoras UFPE e UFRPE, 2019.

Foi no Ponto Focal Pernambuco, em 2009, que se formou o primeiro doutor em biotecnologia oriundo do PPGB-RENORBIO. Hoje o mesmo vem desempenhando suas funções como professor/pesquisador em uma instituição de ensino superior.

Verifica-se na Figura 2, que de acordo com o Relatório de Área – Biotecnologia, está ocorrendo um expressivo e constante crescimento da competência científica de recursos humanos proveniente da pós-graduação nos setores da saúde humana e animal, industrial, agronegócio e ambiente que compõem a Biotecnologia. Isso se deve ao crescimento impactante que os

programas de pós-graduação em biotecnologia estão tendo, pois em 2008, ao iniciar a área de biotecnologia, contava-se apenas com 21 programas, e nos dias de hoje conta com 67 programas, o que demonstra que em 11 anos houve um crescimento de 319% (BRASIL, 2019).

Figura 2 – Evolução do número total de Programas de Pós-Graduação da área de Biotecnologia a cada ano.



Fonte: Documento de Área – Biotecnologia – CAPES - 2019

Em 2008, quando a área foi criada, os programas estavam distribuídos regionalmente da seguinte forma: 10 no Sudeste, 4 no Sul, 3 no Nordeste, 2 no Norte e 2 no Centro-Oeste (BRASIL, 2017). Em 2019, no último Relatório de Área da CAPES, os programas de pós-graduação estavam assim distribuídos regionalmente: 28 no Sudeste, 17 no Nordeste, 12 no Sul, 6 no Norte e 4 no Centro-Oeste (BRASIL, 2019).

Como mencionado anteriormente, a Região Nordeste possui atualmente 17 programas de pós-graduações, assim divididos: 7 mestrados acadêmicos, 2 doutorados acadêmicos, 4 mestrados/doutorados acadêmicos, 3 mestrados profissionais e 1 mestrado/doutorado profissional (BRASIL, 2019).

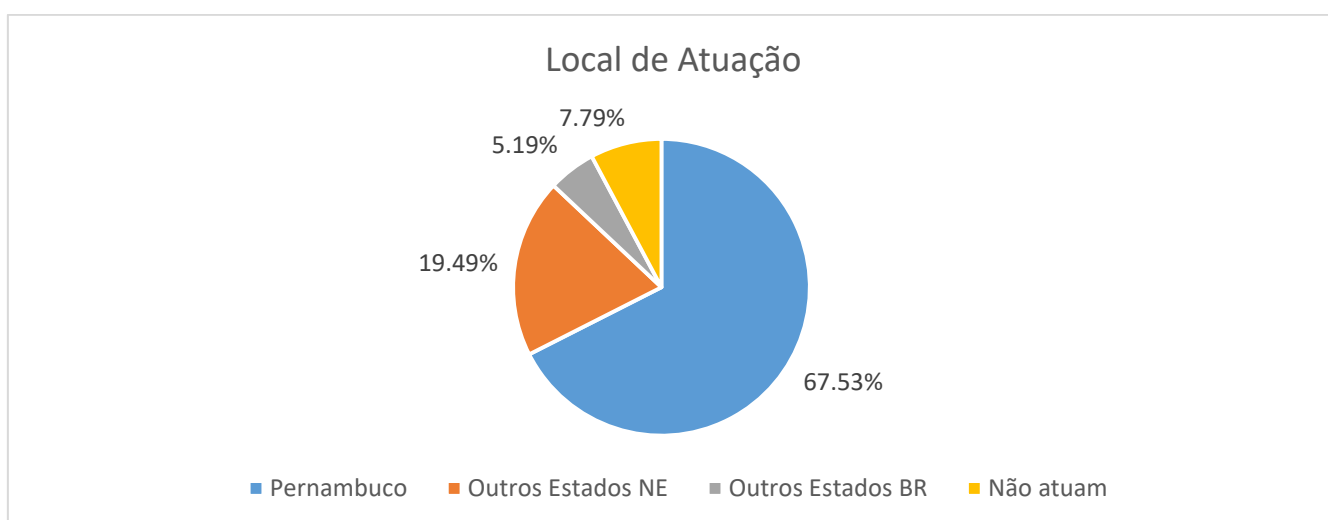
Neste montante de 67 programas na área da biotecnologia, 7 são em forma associativa, sendo que 3 desses constituem grandes redes: a BIONORTE na Região Norte, a RENORBIO na Região Nordeste e a Pró Centro-Oeste no Centro Oeste,

juntos estão contribuindo para reduzir as desigualdades regionais, como também contribuir para o desenvolvimento das regiões envolvidas (BRASIL, 2019).

Com o crescimento dos programas houve um aumento significativo nos docentes da área da biotecnologia. Ao iniciar a área em 2008, os docentes colaboradores eram em número de 242, em 2018 este número passou para 444 docentes, já nos docentes permanentes estes números passaram de 525 em 2008 para 1.373 em 2018. Esse acréscimo é refletido na grande e relevante demanda de formação de recursos humanos na área, considerada estratégica para o país. A evolução do número de discentes formados no Mestrado Acadêmico até 2018 foi de 1.162, já no Mestrado Profissional este montante foi de 164. Em relação a evolução ocorrida em 2018 dos discentes formados no doutorado acadêmico foi de 2.169.

Dando ênfase ao resultado do questionário aplicado aos 77 egressos do PPGB-RENORBIO, no Estado de Pernambuco, no período de 2012 – 2017, quanto ao local de atuação dos mesmos e levando em consideração pesquisa realizada nos currículos dos mesmos da Plataforma *Lattes* do CNPq, podemos constatar que a grande maioria dos doutores formados durante este período (67,53%) estão atuando no estado de Pernambuco, enquanto que 19,49% estão atuando em outros estados da Região Nordeste, 5,19% atuam em outros estados do país e 7,79% não estão atuando (Figura 3).

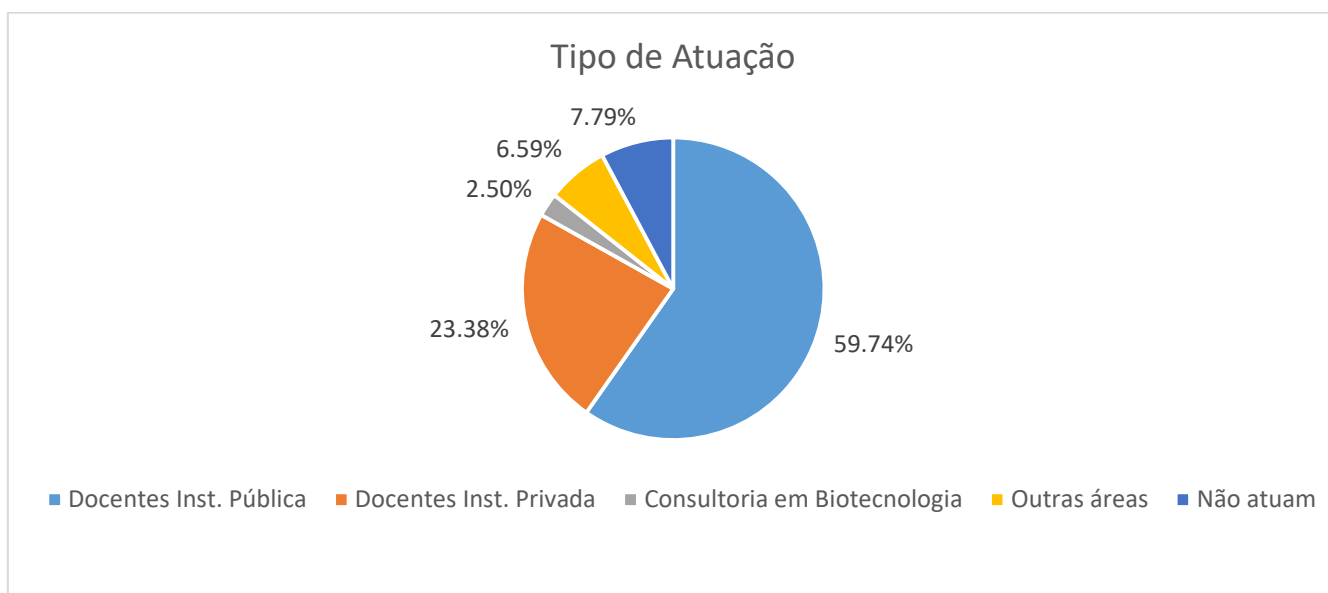
Figura 3 – Local de Atuação dos Doutores formados pelo PPGB-RENORBIO/UFRPE



Fonte: Autoras, 2020

Pode-se constatar na Figura 4, que a grande parte dos que estão trabalhando, 83,12% estão exercendo a docência e pesquisa, destes 59,74% são docentes em instituições públicas de ensino, e 23,38% são docentes em instituições privadas de ensino. Os outros 16,88% estão assim distribuídos: 2,5% dos egressos estão atuando em consultoria na área da biotecnologia ou como profissionais autônomos, 6,59% estão atuando em outras áreas e 7,79% ainda não possuem vínculo empregatício.

Figura 4 – Tipo de Instituição onde os doutores formados pelo programa estão atuando



Fonte: Autoras, 2020

De acordo com Brasil (2012), o número de egressos que veem atuando na docência é superior aos que optam por atuar nas empresas tecnológicas. Isso deve-se ao fato da criação de novas Universidades e Unidades Acadêmicas no país e conseqüentemente novas vagas para professores, visando atender aos Programas de Expansão Universitária. No Estado de Pernambuco, aproximadamente 13 *campi* avançados das universidades estaduais e federais, bem como diversas universidades particulares, atualmente estão atuando no interior pernambucano.

Sabe-se que a produção científica não causa automaticamente a produção tecnológica, fato este corroborado pelo baixo número de patentes depositadas pelos institutos de pesquisa e universidades brasileiras no exterior (FELIPE, 2007).

Segundo relatório anual da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO), o Brasil estava na 19ª posição em depósito de patentes, em 2014, portanto é necessário aumentar o número de patentes, pois este é um dos fatores que medem o grau de inovação de um país (ANPROTEC, 2014).

No que tange ao levantamento das patentes depositadas pelo PPGB-RENORBIO, no período de 2010 a 2018, 534 patentes foram depositadas. Desse total, 97 patentes depositadas foram originadas das teses dos alunos do PPGB-RENORBIO, em Pernambuco (RENORBIO, 2018). Constata-se, assim, a necessidade de aumentar o número de patentes para que possamos acelerar a inovação do nosso país.

Apesar de existirem empresas que agregam aos seus produtos inovações oriundas da biotecnologia e, conseqüentemente, aumento na rentabilidade beneficiando empresa e empregado, ainda é pequeno o percentual de empresas adeptas. Talvez pela falta de robustez na implantação de um Sistema Nacional de Inovação que passe confiança às empresas investidoras, a exemplo de países que obtiveram crescimento significativo de seus produtos no comércio internacional, depois que foram adotadas políticas educacionais e de ciência, tecnologia e inovação, proporcionado ganhos no padrão de vida da população da Finlândia e da Coréia do Sul (NEGRI; KUBOTA, 2018).

No Brasil, segundo Felipe (2007), a inovação biotecnológica enfrenta desafios quanto à adaptação aos termos de acordo com a Lei, como a capacitação de profissionais qualificados na área, a falta de consistência nos investimentos e nas parcerias entre os setores públicos e privados, para que se tenha um desenvolvimento estimulador do setor e com isso possa competir com produtos inovadores de outros mercados, em busca da internacionalização dos nossos produtos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notório que os benefícios causados pela utilização de produtos e processos derivados das várias áreas da biotecnologia, alguns podendo ser patenteáveis, trazem benefícios para a humanidade, tanto na saúde e alimentação humana e animal, como no meio ambiente e na indústria. Mas, para que sejam desenvolvidos

esses benefícios e que posteriormente a sociedade venha a usufruir, é necessário que governo, universidades e institutos de pesquisa se mantenham presentes com constantes parcerias entre si.

O aproveitamento da biotecnologia na Região Nordeste do Brasil ainda precisa ser desenvolvido com maior intensidade, haja vista o número pequeno de empresas do setor que operam na região e também a carência de profissionais capacitados na área, que precisam ser supridos para que não ocorra tanto desperdício do potencial existente na região.

Em se tratando de formação de docentes na área da biotecnologia, não tem como negar o conceituado trabalho que vem sendo desenvolvido pelos Programas de Pós-Graduação da área, ressaltando a contribuição valorosa do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da RENORBIO, ao que diz respeito a propagação do conhecimento científico por meio da docência, artigos e patentes, no Estado de Pernambuco e nos outros Estados do Nordeste do Brasil.

Ainda se faz necessário aumentar o percentual de pessoal qualificado para crescimento do aproveitamento consciente da biotecnologia no Nordeste, precisamente em Pernambuco. Ainda existe um grande espaço a ser conquistado no desenvolvimento da biotecnologia, principalmente na docência, com pessoas qualificadas que possam transmitir conhecimento científico, visando fomentar a educação e cultura, capital intelectual para a sociedade.

Neste contexto, o Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Rede Nordeste de Biotecnologia, desde 2007, vem formando pessoal devidamente qualificado, a fim de diminuir esta lacuna existente na docência, porém sabemos que não adianta as universidades e instituições de ciência e tecnologia desenvolverem pesquisas, cujo resultado pode gerar patentes de bens e serviços, se não tiver o apoio do governo e das empresas/indústrias para o desenvolvimento da mesma.

Ainda tem muito que mudar, se quisermos atingir um nível de excelência de inovação em biotecnologia e seu desenvolvimento, pois é necessário que os agentes sociais envolvidos interajam de tal forma que proporcione crescimento no setor.

REFERÊNCIAS

ABBI. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL. **A contribuição da biotecnologia industrial ao desenvolvimento brasileiro: o potencial do etanol de segunda geração e as alavancas para a sua viabilização.** [São Paulo]: ABBI, 2016. Disponível em: http://www.abbi.org.br/wp-content/uploads/2018/02/ABBI_Proposta_de_Valor_E2G_26dez2016_Final.pdf. Acesso em: 15 maio 2019.

ANPROTEC. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ENTIDADES PROMOTORAS DE EMPREENDIMENTOS INOVADORES (Brasil). **Brasil é o penúltimo em ranking de patentes.** Disponível em: <http://anprotec.org.br/site/2014/04/brasil-ocupa-penultima-posicao-em-ranking-de-patentes/>. Acesso em: 2 abr. 2019.

AUCÉLIO, José Gilberto; SANT'ANA, Paulo José Péret de. **Trinta anos de políticas públicas no Brasil para a área de biotecnologia.** Parcerias Estratégicas, Brasília, v. 11, n. 23, p. 251-268, dez. 2006. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/296. Acesso em: 20 mar. 2019.

BORZANI, Walter; SCHMIDELL, Willibaldo; LIMA, Urgel de Almeida; AQUARONE, Eugênio. **Biotecnologia industrial.** São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 1

BRASIL. **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Relatório de Avaliação – Biotecnologia – Período 2013 a 2016 – Avaliação Quadrienal 2017.** [Brasília]: CAPES, 2017. Disponível em: <http://capes.gov.br/images/stories/download/avaliacao/relatorios-finais-quadrienal-2017/20122017-BIOTECNOLOGIA-quadrienal.pdf>. Acesso em 29 ago. 2019.

BRASIL. **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Documento de Área - Área 48 – Biotecnologia – 2019.** [Brasília]: CAPES, 2019. Disponível em: <https://capes.gov.br/avaliacao/sobre-as-areas-de-avaliacao/76-dav/caa4/4654-biotecnologia>. Acesso em 04 jan. 2020.

BRASIL. **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Plataforma Sucupira.** [Brasília]: CAPES, 2016. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/programa/viewProgramma.jsf?popup=true&cd_programa=22003010017P5. Acesso em 01 set. 2020

BRASIL. Decreto nº 6.041, de 8 de fevereiro de 2007. **Institui a política de desenvolvimento da biotecnologia,** cria o Comitê Nacional de Biotecnologia e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6041.htm. Acesso em: 26 abr. 2019.

BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. **Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/10.973.htm. Acesso em 26 abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Programa de biotecnologia e recursos genéticos: definição de metas.** [Brasília]: MCT, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção da diversidade biológica.**

[Brasília]: MMA, 2018. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/conven%C3%A7%C3%A3o-da-diversidade-biol%C3%B3gica.html>. Acesso em: 21 fev. 2019.

FELIPE, Maria Sueli Soares. **Desenvolvimento tecnológico e inovação no Brasil:** desafios na área de biotecnologia. Novos estudos CEBRAP, São Paulo, n. 78, p. 11-14, jul. 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-33002007000200002>. Acesso em: 27 mar. 2019.

FERRO, Emer Suavinho. **Biotecnologia translacional:** hemopressina e outros peptídeos intracelulares. Estudos avançados, São Paulo, v. 24, n. 70, p. 109-121, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142010000300008. Acesso em: 19 mar. 2019.

FREIRE, Carlos Eduardo Torres. **Biotecnologia no Brasil:** uma atividade econômica baseada em empresa, academia e Estado. São Paulo, 2014. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8132/tde-14012015-180416/publico/2014_CarlosEduardoTorresFreire_VOrig.pdf. Acesso em: 28 de mar. 2019

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. [São Paulo]: Atlas, 2008.

GUSMÃO, Alexandre Oliveira de Meira; SILVA, Antonio Rodrigues da; MEDEIROS, Mauro Osvaldo. **A biotecnologia e os avanços da sociedade.** Biodiversidade, Rondonópolis, v. 16, n. 1, p. 135-154, 2017. Disponível em: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/4979>. Acesso em: 16 mar. 2019.

JESUS, Josias Alves; OLIVEIRA, Édivo de Almeida; NOLASCO, Jéssyka Fernandes. **Biotecnologia e desenvolvimento regional:** uma análise do Nordeste brasileiro. Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas, Vitória da Conquista, ano 10, n. 15, p. 99-120, jan./jun. 2014. Disponível em: <http://periodicos.uesb.br/index.php/cadernosdeciencias/issue/view/164/showToc> Acesso em: 20 mar. 2019.

LIMA, Nelson; MOTA, Manoel. **Biotecnologia:** fundamentos e aplicações. Portugal: Lidel, 2003.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico:** procedimentos básicos, pesquisa bibliografia, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2006

MENDONÇA, Marco Aurélio Alves de; FREITAS, Rogério Edivaldo. **Biotecnologia:** perfil dos grupos de pesquisa no Brasil. [Rio de Janeiro]: Ipea, 2009.

NEGRI, João Alberto de; KUBOTA, Luis Claudio (Org.) **Políticas de incentive à inovação tecnológica no Brasil.** Brasília: IPEA, 2018.

RENORBIO. Rede Nordeste de Biotecnologia. 2018. Disponível em: <http://www.renorbio.org>. Acesso em: 1 mar. 2019.

TELLES, José Luiz. **Bioética, biotecnologias e biossegurança**: desafios para o século XXI. In: VALLE, Silvio; TELLES, José Luiz (Org.). Bioética e biorrisco, abordagem transdisciplinar. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. p. 171-201.

TRIGUEIRO, Michelangelo Giotto Santoro. **Formação de recursos humanos em áreas estratégicas de inovação no Brasil**: contribuição para a construção de uma agenda. In: FORMAÇÃO de recursos humanos em áreas estratégicas de ciência, tecnologia e inovação. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010. p. 17-94. Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Livro_Formacao_RH_2010_6366.pdf. Acesso em: 20 mar. 2019.

VILLEN, Rafael Almudi. **Biotecnologia-histórico e tendências**. [2009]. Disponível em: <http://www.hottopos.com/regeq10/rafael.htm>. Acesso em: 20 mar. 2019.