



**Harvard
Business
Review**
BRASIL



Iniciativa:

mei

MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL
PELA INOVAÇÃO

UM RELATÓRIO DA **HARVARD BUSINESS REVIEW ANALYTIC SERVICES**

BIOECONOMIA

Uma Agenda Para o Brasil



Parceria:



Confederação Nacional da Indústria

CNI. A FORÇA DO BRASIL INDÚSTRIA



BIOECONOMIA

Uma Agenda Para o Brasil



SELO DE
CONFORMIDADE

Mapa Estratégico
DA INDÚSTRIA
2013-2022

CNI

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida desde que citada a fonte.

© 2013. CNI. Confederação Nacional da Indústria

© 2013. HBR-BR. Harvard Business Review-Brasil

CNI

Gerência Executiva de Política Industrial – GEPI

C748b

Confederação Nacional da Indústria.

Bioeconomia: uma agenda para o Brasil. – Brasília: CNI, 2013.

40 p. : il.

ISBN 978-85-7957-101-5

1.Bioeconomia. I. Título.

CDU: 606

CNI Serviço de Atendimento ao Cliente – SAC

Confederação Nacional da Indústria Tels.: (61) 3317-9989 / 3317-9992

Setor Bancário Norte sac@cni.org.br

Quadra 1 – Bloco C

Edifício Roberto Simonsen

70040-903 – Brasília – DF

Tel.: (61) 3317-9000

Fax: (61) 3317-9994

<http://www.cni.org.br>



CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Robson Braga de Andrade
Presidente

Diretoria de Desenvolvimento Industrial
Carlos Eduardo Abijaodi
Diretor

Diretoria de Serviços Corporativos
Fernando Augusto Trivellato
Diretor

Diretoria de Educação e Tecnologia
Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti
Diretor

Diretoria de Políticas e Estratégia
José Augusto Coelho Fernandes
Diretor

Diretoria de Relações Institucionais
Mônica Messenberg Guimarães
Diretora

Diretoria Jurídica
Hélio José Ferreira Rocha
Diretor

Diretoria de Comunicação
Carlos Alberto Barreiros
Diretor

INSTITUTO EUVALDO LODI - IEL

Paulo Afonso Ferreira
Diretor Geral

Paulo Mol Júnior
Superintendente e Diretor de Inovação

INFINITY & HARVARD BUSINESS REVIEW BRASIL

Daniela Carvalho
Diretora Geral - Infinity
Diretora de Eventos - HBR Brasil

Rodrigo Seiji Ootani
Diretor de Pesquisa
Coordenador do Fórum de Bioeconomia – HBR Brasil

Débora de Bem
Diretora de Arte – HBR Brasil

AGRADECIMENTO

Agradecimento especial às instituições que participaram dos workshops preparatórios para construção da Agenda de Bioeconomia.

Associação Brasileira de Produtores de Fibras Artificiais e Sintéticas – AgroBio · AMGEN · BCME Consulting · BRF Innovation Center · Centro de Biologia Molecular e Engenharia Genérica – UNICAMP · Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais – CTBE · Federação das Indústrias do Espírito Santo · Fundação Parque Zoológico de São Paulo · Fundo Pitanga · Geneal – Genética e Biotecnologia Animal · GranBio · IBM Research · Instituto de Ciências Biomédicas – USP · Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI · Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol · Novozymes Latin America Ltda · Prospectiva Consultoria Brasileira de Assuntos Internacionais · Synthetic Biotechnology · Tecnovax do Brasil · Universidade Federal de Pernambuco – UPE · Universidade São Paulo – USP · Valor Partners · Viscofan do Brasil · ZCBS Advogados.

CNI

Gerência Executiva de Política Industrial – GEPI
Pedro Alem Filho
Gerente-Executivo

Diana de Mello Jungmann
Coordenadora de Propriedade Intelectual
Coordenadora Geral do Fórum de Bioeconomia
Autora e Revisora de Conteúdo

Maria Cláudia Nunes Pinheiro
Coordenadora do Fórum de Bioeconomia
Revisora de Conteúdo

Samuel da Silva Lemos
Equipe Técnica

Gerência Executiva de Meio Ambiente e Sustentabilidade – GEMAS

Shelley de Souza Carneiro
Gerente-Executivo

Elisa Romano Dezolt
Coordenadora do Fórum de Bioeconomia
Revisora de Conteúdo

Diretoria de Políticas e Estratégia – DIRPE
José Augusto Coelho Fernandes
Diretor de Políticas e Estratégia
Revisor de Conteúdo

Diretoria de Serviços Corporativos – DSC
Área de Administração, Documentação e Informação – ADINF
Maurício Vasconcelos de Carvalho
Gerente-Executivo

Gerência de Documentação e Informação – GEDIN
Mara Lucia Gomes
Gerente de Documentação e Informação

Alberto Nemoto Yamaguti
Estrutura Pré e Pós Textual

IEL

Diretoria de Inovação – DI
Paulo Mol Júnior
Diretor de Inovação

Luis Gustavo Delmont
Coordenador do Fórum de Bioeconomia

Beni Olej

Autor e Consultor

Claudio R. Frischtak
Autor e Consultor

Joaquim Machado
Autor e Consultor

Juan Enriquez
Autor e Consultor

Simone Nunes Ferreira
Autora e Consultora

Bernardo Gradin
Revisor de Conteúdo

INFINITY & HARVARD BUSINESS REVIEW BRASIL

Rodrigo Seiji Ootani
Autor e Revisor de Conteúdo



Introdução

A bioeconomia surge como resultado de uma revolução de inovações aplicadas no campo das ciências biológicas. Está diretamente ligada à invenção, ao desenvolvimento e ao uso de produtos e processos biológicos nas áreas da saúde humana, da produtividade agrícola e da pecuária, bem como da biotecnologia. Envolve, por isso, vários segmentos industriais.

As oportunidades para o crescimento mundial da bioeconomia estão relacionadas ao aumento da população e ao seu envelhecimento, à renda per capita; à necessidade de ampliação da oferta de alimentos, saúde, energia e água potável; bem como às questões que envolvem as mudanças climáticas.

Esse cenário indica uma expansão na demanda global por bens e serviços nas próximas décadas, o que representa possibilidade de o país se firmar como uma potência competitiva no setor. Isso exige, porém, planejamento e políticas assertivas, que busquem melhores alternativas no uso de recursos naturais e de tecnologias, e na organização da atividade econômica, sem comprometer a sustentabilidade do ecossistema. A presente agenda de bioeconomia tem o objetivo de apontar caminhos a seguir.

No âmbito da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), a Confederação Nacional da Indústria (CNI) lançou, em 2011, uma agenda para estimular a inovação no Brasil. Entre os pontos estratégicos destacados, estão os temas associados à biotecnologia e à biodiversidade. Dando sequência à iniciativa da MEI, em outubro de 2012 a CNI realizou, em parceria com a Harvard Business Review Brasil (HBR Brasil), o “Fórum de Bioeconomia: Desenvolvendo uma Agenda para o Brasil”. O evento foi o primeiro debate multissetorial e internacional sobre o assunto no país, traduzindo o desejo da indústria brasileira de avançar nos aspectos econômico, social e ambiental do desenvolvimento da bioeconomia no Brasil.

O interesse dos participantes em aprofundar a discussão motivou a CNI e a HBR-Brasil a prosseguir e promover o 2º Fórum no ano seguinte. Naquela ocasião, o desafio seria propor uma agenda de bioeconomia para o Brasil. Para alcançar tal objetivo, as entidades organizaram, no primeiro semestre de 2013, três debates. Consultores especializados, representantes de empresas, membros da academia e funcionários do governo discutiram o assunto, fornecendo subsídios para a construção desta agenda.

Para analisar o cenário brasileiro da bioeconomia e identificar oportunidades e entraves, além de validar o potencial de expansão do segmento no país, foi feita uma pesquisa de campo inédita, que contou com a contribuição de 369 especialistas, executivos e interessados no assunto. O resultado da sondagem está incluído neste trabalho.

Temos, assim, a satisfação de apresentar à sociedade o documento *Bioeconomia: Uma Agenda para o Brasil*. O texto tem uma linguagem moderna e objetiva, e se baseia nas contribuições recebidas nos três debates, nos relatos e experiências de profissionais renomados no país e no exterior, bem como em literatura técnica atual.

O documento está alinhado com o Mapa Estratégico da Indústria 2013-2022. Lançado pela CNI, o mapa aponta caminhos que a indústria e o Brasil devem percorrer para aumentar os níveis de produtividade e de eficiência, e alcançar um elevado grau de competitividade, respeitando os critérios de sustentabilidade. O nosso desejo é que esta agenda sirva como instrumento de referência para ampliar a discussão e a ação no âmbito empresarial, acadêmico e governamental, contribuindo para o desenvolvimento da bioeconomia no Brasil.

Boa leitura.

Robson Braga de Andrade
Presidente da Confederação Nacional da Indústria (CNI)



Capítulo 1: A Bioeconomia Emergente

Nos últimos trinta anos, uma boa parte do dinheiro gerado no mundo dependeu de uma única fórmula: o preço de processamento do código digital, que cai pela metade a cada dezoito meses ao mesmo tempo em que a potência dos aparelhos digitais se duplica... Em um primeiro momento, a transição do mundo analógico, que usava agulhas em fonógrafos para tocar música, produtos químicos para revelar fotos, automóveis que eram basicamente mecânicos, foi muito lenta. Ainda em 2006, somente 6% dos dados do mundo eram digitais. Hoje, essa porcentagem é de 99%. Foram os países com negócios que entenderam essa “onda”, e nela surfaram com êxito, que se tornaram ricos e poderosos. Essa é a onda que levou a feudal Coréia e Cingapura a se tornarem países do primeiro mundo em apenas três décadas. É uma onda que grande parte da América Latina não conseguiu pegar.

É fácil parecer inteligente quando você compreende, e navega, uma tendência que sistematicamente duplica a cada dezoito meses durante décadas. Nem toda empresa ou iniciativa será um sucesso, mas de modo geral, a possibilidade de ter sucesso é muito maior do que se tentar dobrar o PIB de um país apostando em setores que crescem à taxa de 3 a 5% ao ano, como os relativos à agricultura, aço, bebidas ou cimento. Isso não significa que não se possa ter um conjunto de empreendedores e empresas muito bem sucedidas e criativas nessas áreas, mas que é difícil duplicar o emprego e a produção em um país em que as atividades são limitadas por tendências de crescimento relativamente baixas em termos mundiais.

No entanto, como ocorreu na transição analógica para a digital, as tendências gerais de crescimento no mundo são de dois dígitos. Assim, é possível ter uma economia como a da Índia, qualificar alguns dos indivíduos mais capazes, e transformá-la no segundo maior produtor de software do planeta. Isso, em contrapartida, leva a um crescimento de 9 a 12% na economia em geral, apesar das imensas dificuldades de infraestrutura, educação, política, segurança regional e burocracia. Um alto índice de crescimento possibilita e reduz muitos erros econômicos.

Então, quando o Brasil, que já saboreou os frutos de uma certa reestruturação — investimentos em infraestrutura e educação, produção de bens primários e democratização — começa a pensar em como poderá dobrar sua renda geral e continuar aumentando intensamente a classe média... deverá deparar-se com uma questão primordial: quais são as tendências mais dinâmicas, relativamente previsíveis e sustentáveis o suficiente para justificarem uma aposta?

Felizmente, a tecnologia e as descobertas vêm evoluindo tão rápido que há muitas formas, muitas áreas, muitas descobertas que podem levar um país, em apenas uma geração, a sair da pobreza e ganhar o status de país desenvolvido. A Coreia foi inteligente, ambiciosa, estratégica e esforçada para “surf” na crista da primeira onda de produção digital descentralizada. O esforço foi concentrado o suficiente, e a excelência educacional boa o suficiente, para que o país passasse a ser competitivo e, depois, dominar parcialmente setores inteiros do mercado. De repente, as empresas japonesas, então líderes nas áreas de aço, navios, veículos, computadores, TV e telefone começaram a enfrentar uma forte concorrência, o que gerou um novo conjunto de nomes bem conhecidos no mundo: Samsung, LG, Hyundai, SK

O Brasil compreendeu e enfrentou parcialmente essa transição, por meio de tecnologias de ponta da Embraer, da Petrobras e de poderosos conglomerados financeiros e agrícolas. No entanto, apesar da abertura de alguns caminhos e exemplos, ainda está longe de ter uma empresa digital líder mundial no setor de tecnologia da informação e comunicação (TIC). A maior parte das universidades do país, seus alunos e empresários não estavam preparados, e não entenderam a velocidade em que se processaria a revolução, nem até onde ela iria.

Assim, quando mais uma vez ingressamos em uma imensa revolução de como e onde as coisas são feitas, é especialmente importante que o Brasil compreenda e desempenhe um papel primordial



BIOECONOMIA

Uma Agenda Para o Brasil

nas ciências da vida. Vejam, estamos uma vez mais em um período de rápidas mudanças na linguagem; agora entendemos não apenas de que forma a vida é codificada (genoma, DNA), como também como copiar esse código da vida (clonagem). Por sermos capazes de clonar, uma vez encontrada a fórmula correta para uma bactéria, alga ou animal, podemos reproduzi-la repetidas vezes. Assim sendo, se formos capazes de criar uma bactéria que produz uma vacina, será fácil produzir muitas vacinas em curto espaço de tempo. O mesmo ocorre com cepas específicas de milho ou soja, e isso também será verdade se for possível programar algas para produzirem combustível ou produtos químicos.

Mas a verdadeira mudança, o acelerador chave, surgiu alguns anos atrás. Não somente somos capazes de ler e copiar o código da vida (DNA), como também podemos editá-lo. Inicialmente, esse processo se dá de uma forma desajeitada e trabalhosa, mas, à medida que ele acelera, à medida que desenvolvemos técnicas padronizadas de edição e montagem, o mundo se modifica de maneira fundamental. Isso significa que, de uma maneira padronizada e replicável, começaremos a programar células, bactérias, algas, sementes, para a produção de uma ampla gama de produtos. Significa que podemos industrializar códigos vitais.

E à medida que as curvas de custos colapsam e a produção aumenta, é possível observar, nas ciências da vida, um fenômeno semelhante ao que ocorreu no código digital. No início, o código digital era uma linguagem obscura utilizada por *nerds*, ao passo que hoje é uma linguagem onipresente, utilizada por todos no mundo inteiro.

Hoje não são somente produtos farmacêuticos caros, de longo prazo e complexos que emergem do código da vida. A maioria dos cultivos é assim. Há um conjunto muito amplo de produtos processados por meio das ciências da vida, como, por exemplo, cosméticos, rações animais, combustíveis, animais, armazenamento e processamento de informações, couros, vacinas, vitaminas, corantes, plásticos e uma variedade de outros produtos. Algumas das maiores empresas do mundo já dependem do código da vida para os seus insumos fundamentais, métodos de produção e produtos.

Essa tendência é absolutamente crítica para o Brasil. Muito do que o Brasil produz, os setores onde o país é competitivo, os produtos que ele exporta, tudo já está sendo alterado pelas ciências da vida. E decisões para que se bloqueiem produtos gerados por meio destas ciências, que impeçam o país de se tornar um importante polo de pesquisa na área, de não atrair alguns dos mais brilhantes doutores e professores do mundo para trabalharem com universidades e empresas brasileiras... bem, isso seria um grave erro.

É possível se ter uma ideia do que pode acontecer simplesmente observando as diferentes políticas seguidas pelo Brasil e pela Argentina em relação a culturas de plantas geneticamente modificadas. A atitude brasileira foi muito mais prudente e conservadora, mas as margens das *commodities* agrícolas são da espessura de uma lâmina. Assim, quando o país vizinho começa a adotar amplamente tecnologias que reprimem os usos de fertilizantes, reduzem o uso de pesticidas, diminuem as exposições à seca, e/ou aumenta a produtividade por acre, aí ocorre uma rápida erosão na competitividade. Isso, no fim, gerou um mercado negro de sementes porque, mesmo com uma política agrícola em geral mais racional no Brasil, e um ambiente governamental muito mais amigável aos negócios do que o da Argentina, os ganhos em tecnologia, acumulados ano após ano, tornaram-se sérios direcionadores de vantagem competitiva.

E este é apenas um exemplo. Se o Brasil não lançar iniciativas para treinar, investir, construir parcerias estratégicas, buscar desenvolvimento, pesquisa, crescimento e aplicação destes códigos da vida em suas universidades e modelos de negócios empresariais, o país deve encontrar sérios problemas para manter as eventuais vantagens competitivas em setores igualmente amplos, como calçados, vestuário, frutas, grãos, energia, produtos químicos, medicina, estética e tecnologia da informação.

O código da vida está começando a permear, alterar, e impulsionar cada vez mais áreas da economia. E é importante que a América Latina compreenda, adote, se adapte e passe a ter um papel de liderança nessas mudanças da mesma forma como fizeram, décadas atrás, Taiwan, Cingapura, a



Coreia e partes da Índia com o emergente código digital.

O nacionalismo genético tem pouco futuro num mundo conectado em redes. Países que afastam pesquisadores e com processos de concessão de vistos burocráticos deixam de atrair cérebros brilhantes para trabalhar e alavancar o campo das ciências e, nesse mesmo sentido, políticas que visem manter os dados da biosfera brasileira como “patrimônio exclusivo” é um suicídio, pois os meios de comunicação global dificilmente permitirão isso. Essas medidas apenas servirão para garantir que estes cérebros brilhantes, que novas pesquisas, que novas descobertas, e que empresas, se mudem para outros países.

Existem muitos motivos pelos quais o Brasil pode e deve ser um líder nas ciências da vida. Antes de mais nada, conta com uma população jovem, inteligente e trabalhadora. Com um enfoque mais seletivo, treinamento, apoio, conectividade e imigração, essa população pode tornar-se um eixo fundamental em pesquisas e implantação dessas novas tecnologias. Mas com a burocracia é muito mais fácil dizer “não”. É muito mais fácil ter medo de tomar decisões firmes por ações promissoras e negligenciar os custos por não agir no momento correto. Isso é uma realidade constante em economias emergentes diante de novos riscos e novos desafios. E assim, quando chegar a hora em que todos esses erros se mostrarem fatais e quando as ciências da vida se estabelecerem como a principal linguagem do Século 21, será tarde demais. Os novos *hubs* globais de tecnologia, os vencedores, aqueles que anteviram o surgimento dessa nova linguagem e a absorveram e a aplicaram inteligentemente, estarão em um estado tecnológico muito distante para serem alcançados.

As sementes de uma comunidade científica das ciências da vida já estão brotando no Brasil, mas ainda é uma comunidade que precisa de ajuda, amor, apoio, paciência, recursos e orientação. Há poucas empresas que, apesar dos obstáculos, saíram-se bem; a Embraer está no caminho, por assim dizer. Mas um, dois, três, uma dúzia de empreendedores e empresas de sucesso é muito pouco, dada a importância para a economia brasileira de produtos que sejam naturais e orgânicos. Naturais e orgânicos no sentido de serem feitos pela natureza, por química orgânica, por diversas empresas processadoras de alimentos, rações, fibras, produtos químicos para uma infinidade de usos.

Portanto, prestem atenção aos estudos de casos, propostas e oportunidades apresentadas neste documento. Foram escritos por pessoas que conhecem o Brasil muito melhor do que eu. Pessoas que querem que seu país crie e seja líder em uma nova economia. Pessoas que querem apostar naquilo que é o mais difícil de alcançar: a mudança. O mais fácil, em um país abundante em tantos recursos e oportunidades como o Brasil, seria ignorar a controvérsia, a complexidade, e os meios abstratos que permeiam os temas relacionados às ciências da vida. Isso seria um erro imperdoável...

Juan Enriquez

Criador do conceito de “Bioeconomia”



Capítulo 2: Bioeconomia em Tempos da Terceira Revolução Industrial

A bioeconomia surge como um novo paradigma para o desenvolvimento sustentável no longo prazo para o século 21. O seu fator determinante envolve a rápida ampliação das possibilidades trazidas pelas ciências biológicas e seus usos para resolver problemas complexos e desta magnitude.

Vencer este desafio requer conhecimento e planejamento estratégicos dos governos, empresas, academia e da sociedade civil, globalmente. É essencial a estruturação de um marco regulatório inovador e adequado para que a bioeconomia aconteça. O estabelecimento de uma agenda política para as biociências deve garantir boas práticas de governança, cooperação internacional e competitividade para que as inovações biotecnológicas possam contribuir para novos e melhores produtos, beneficiando vários aspectos da existência humana.

De acordo com o estudo da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2009), o desenvolvimento da bioeconomia deverá ser impactado pelo apoio público à regulação, propriedade intelectual, atitude social e ao esforço de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D&I). As bases para a sua criação passam pelo conhecimento avançado dos genes e dos processos celulares complexos, do uso de biomassa renovável e da integração multissetorial da biotecnologia aplicada.

A Bioeconomia do presente

Possivelmente, nada contextualize melhor a já chamada “Terceira Revolução Industrial” do que o desenvolvimento de novos e inúmeros polímeros para as impressoras 3D; o desenvolvimento de novas enzimas, prébióticos, probióticos e gastronomia molecular; os procedimentos de previsão (*forecasting*) de mídias sociais e os novos conhecimentos sobre a biossíntese em leveduras e suas aplicações no campo dos biocombustíveis, assim como o desenvolvimento de redes neurais artificiais (“*perceptrons*” químicos autônomos) capazes de aprendizagem e ilimitada aplicabilidade como biossensores. As recentes publicações científicas sobre engenharia de circuitos gênicos, linguagem de programação biológica e edição de genomas, levam a Biologia Sintética muito além daquilo que se previa há apenas poucos anos.

No contexto da manufatura e da produção industrial já se admite como fato que esta Revolução tenha como base as tecnologias de “*3-D Printing*”, “*Big Data*” e “*Pattern Recognition*” (reconhecimento de padrões), componentes absolutamente contemporâneos de uma nova produção industrial que vem reformulando também a infraestrutura e a logística da produção e comercialização de bens no mundo.

Sendo assim, o planeta está no limiar de uma nova revolução tecnológica, possivelmente de amplitude e impacto muito maiores daqueles proporcionados nas últimas três décadas pelas novas tecnologias de informação e comunicação (TICs). Estas, na realidade, são apenas algumas das ferramentas para a transformação disruptiva proporcionada pelo desvendamento do código genético.

O conceito chave pode ser assim formulado: o código genético deverá ser nas próximas décadas, a base da criação da riqueza econômica das nações. A diversidade e a variabilidade gênica natural, consequência das inúmeras possibilidades recombinatórias dos genes, aliada às modernas técnicas da biologia molecular para programação gênica, oferecem ao mundo uma fonte praticamente inesgotável para a engenharia e manufatura de novos produtos biológicos.

Esta nova revolução muda mais uma vez o paradigma da economia: a linguagem do mundo moderno migra do código digital binário [0-1] para o código genético [A-T-C-G] contido no DNA.

Evolução da Linguagem de Programação





Para o país, a captura das oportunidades advindas deste novo paradigma de desenvolvimento supõe um compromisso do Estado Brasileiro a ser expresso em uma Política Nacional para Bioeconomia. Para tal, é necessário um coerente alinhamento de prioridades, investimento e modernização do marco regulatório que efetivamente promova e desenvolva ações de impactos na ciência, tecnologia e inovação e das políticas de suporte ao desenvolvimento empresarial nas áreas abrangidas pela chamada bioeconomia¹.

Destaque do Universo da Bioeconomia

| Biотecnologia Industrial | Produção Primária | Saúde Humana |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Processo e produção: químicos, plásticos, enzimas Aplicações ambientais: biorremediação, biossensores, métodos de diminuição impactos ambientais Produção de biocombustíveis | Cruzamento e melhoramento de plantas e animais Aplicação veterinária | Terapêutica Diagnóstica Farmacogenética Alimentos funcionais Equipamentos médicos |

Fonte: OCDE, 2009.

Por que uma Política Nacional de Bioeconomia?

Primeiro, pelas múltiplas dimensões do desafio: a) o impacto no médio e longo prazo das novas descobertas na esfera da biologia sintética, cujas implicações para a sociedade certamente transcendem mesmo o que se esperaria de inovações caracterizadas como radicais; b) a abrangência e complexidade das tecnologias e ferramentas usadas na pesquisa científica e tecnológica, além da rapidez do progresso, de modo que a corrente de inovações se avoluma a uma taxa possivelmente sem paralelo; e c) o conjunto praticamente ilimitado de produtos e serviços que irão surgir, fruto da convergência entre as ciências biológicas, físicas e as engenharias.

Segundo, pelas oportunidades abertas ao Brasil por força das suas vantagens comparativas de fronteira: a) maior biodiversidade do planeta; b) os menores custos na produção de biomassa, principalmente de cana-de-açúcar; e c) a agricultura tropical avançada, calcada na aplicação da ciência e da tecnologia.

Terceiro, pelas escolhas difíceis entre objetivos legítimos — por um lado minimizar os riscos da introdução de novos produtos à saúde humana e ao meio ambiente; por outro promover a atividade econômica em uma área que necessita de agilidade, velocidade, flexibilidade, em um contexto de mudanças aceleradas no plano científico-tecnológico. Nesta perspectiva, há questões a serem consideradas: coordenação entre as políticas de governo e sua articulação com a legislação complexa e desatualizada, e a rigidez formal das instituições do setor público, no plano das contratações e aquisição de bens e serviços, que as impede de explorar sua potencialidade.

E **quarto**, pela fragilidade da cultura de inovação nos meios empresarial e científico-acadêmico, além das incipientes parcerias com as empresas. Isto é particularmente crítico em biotecnologia, pela necessidade, em muitos casos, da existência de forte proximidade entre o cientista e o empreendedor.

¹ A elaboração desta agenda se baseia no documento da OCDE (2009) na qual divide a Bioeconomia em três frentes: biotecnologia industrial, produção primária e saúde humana.



Capítulo 3: Agenda para o Desenvolvimento da Bioeconomia no Brasil

O ponto de partida da Agenda é reconhecer que o desenvolvimento de soluções inovadoras no campo das biociências é ancorado no conhecimento. Torna-se necessário fortalecer e ampliar a base de recursos humanos e a infraestrutura laboratorial para perseguir linhas de pesquisas avançadas relacionadas principalmente com a biologia sintética, genômica, proteômica e de biomateriais.

O objetivo é gerar uma massa crítica de pesquisadores qualificados para que novos talentos e lideranças científico-tecnológicas possam emergir no Brasil. Neste sentido, talvez seja necessário criar ou reforçar, em bases competitivas e meritocráticas, um conjunto mais restrito de grupos de pesquisa altamente qualificados, facilitando sua articulação com instituições internacionais de alto renome, de modo que esses grupos também se tornem referência na fronteira da bioeconomia.

A bioeconomia é uma oportunidade real para o país. Deve contemplar interesses do Estado Brasileiro, alinhados com os setores empresarial, acadêmico e a sociedade civil, pautando-se pelo respeito à sustentabilidade e a conservação dos recursos naturais, além de garantir a competitividade da indústria nacional frente no mercado global.

A abordagem da Universidade de Wageningen na Holanda para a cadeia de valor em Bioeconomia possui elementos importantes para um país como o Brasil, dado o seu perfil, conforme se constata pela figura que segue.

Cadeia de Valor em Bioeconomia

(baseado no esquema da Universidade de Wageningen, Holanda)



De modo geral, a regulação no plano da bioeconomia é complexa, por vezes excessivamente burocratizada. Sua reformulação é possivelmente um dos elementos críticos para o país produzir ciência e tecnologia de qualidade e gerar riqueza. É essencial que esta política garanta as condições estruturais, por meio de colaborações regionais e internacionais e que tenha a flexibilidade necessária de adaptação às novas oportunidades que ainda estão por vir.

A bioeconomia precisa do pesquisador-empREENDEDOR-inovador, da formação de grupos científicos multidisciplinares capazes de se relacionar eficaz e eficientemente com o mundo empresarial. É preciso remover as barreiras de transferência do conhecimento científico-tecnológico do ambiente

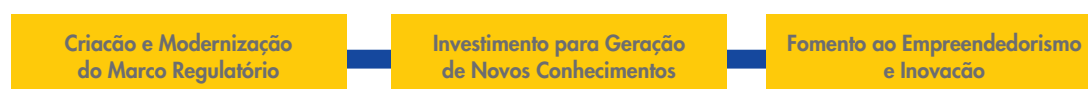


acadêmico para o ambiente empresarial. É preciso ampliar o conhecimento sobre estratégias de proteção, comercialização e gestão de bens de propriedade intelectual, com destaque para as patentes.

Os setores abrangidos pela bioeconomia se contrapõem àqueles mais tradicionais ou com características de produtividade mais ligadas ao capital físico, uma vez que seu maior diferencial é o capital humano e o conhecimento de fronteira, sobre os quais novas empresas e segmentos de mercados serão criados.

Em síntese, a ambição de constituir um vibrante setor de bioeconomia no Brasil — com base nas suas vantagens comparativas — será modulada pelas restrições no plano do conhecimento; pelo desafio de estabelecer um marco regulatório avançado, pró-ciência, inovação e produção; e pelas condições de entorno capazes de impulsionar uma base ainda frágil de cientistas e tecnólogos empreendedores e inovadores.

Bases da agenda para Bioeconomia





Capítulo 4: Agenda Comum para o Desenvolvimento das Três Dimensões da Bioeconomia no Brasil

A agenda de desenvolvimento da bioeconomia para o Brasil, no âmbito das suas três dimensões básicas: biotecnologia industrial, setor primário e saúde humana, passa pela necessidade de o Estado priorizar ações que sirvam como uma plataforma única, que conjugada com ações específicas para cada área possa gerar importantes resultados científicos, tecnológicos e empresariais, traduzidos em benefícios sociais, econômicos e ambientais para o país. A seguir são apresentadas as ações convergentes, consideradas críticas para o desenvolvimento da bioeconomia brasileira.

Ações Convergentes e Críticas para o Desenvolvimento da Bioeconomia Brasileira

| | |
|-----|---------------------------------------------------------|
| # 1 | Modernização do marco regulatório |
| # 2 | Aumento dos investimentos em P & D & I |
| # 3 | Adensamento da base científico-tecnológica |
| # 4 | Ampliação e modernização da infraestrutura laboratorial |
| # 5 | Estímulo ao empreendedorismo |
| # 6 | Disseminação da cultura de inovação |

1. **Modernização do Marco Regulatório para a Bioeconomia**

CONTEXTO ATUAL

O marco regulatório com impacto direto sobre os setores da bioeconomia necessita de aprimoramento. Adequar e modernizar este conjunto de leis, decretos, regulamentos e normas significa uma ação direta do Estado para articular com diferentes órgãos governamentais, com visões e enfoques próprios. Neste sentido, merecem especial atenção a legislação de acesso ao patrimônio genético e repartição de benefícios, a de biossegurança, de defesa sanitária, de inovação e de propriedade intelectual.

A principal desvantagem da atual estrutura regulatória para as atividades em bioeconomia é a insegurança jurídica. É preciso minimizá-la, de modo que a estabilidade regulatória garanta uma constância das regras e o estabelecimento de conceitos não ambíguos, permitindo aos usuários do



sistema (academia e empresas) antecipar o impacto e a legalidade de suas decisões, bem como facilitar o entendimento das ações públicas.

PROPOSTAS

- **Aprimorar o Marco Regulatório de Acesso a Recursos Genéticos e Repartição de Benefícios.** A MP 2.186-16/01 traz implicações práticas diretas sobre o desenvolvimento de pesquisa, de novas tecnologias e de novos produtos obtidos a partir dos recursos genéticos e dos conhecimentos tradicionais associados, bem como impacta diretamente as questões ligadas à sua comercialização. A melhoria desse marco deve se concentrar na desburocratização imediata do acesso ao patrimônio genético; na definição de critérios objetivos para a repartição de benefícios; no incentivo à P&D&I; e no estímulo à regularização das atividades em desacordo com a legislação vigente. Premissas a serem levadas em consideração na nova lei:
 - O patrimônio genético é bem de uso comum do povo, cabendo à União gerir tanto o patrimônio genético quanto o acesso ao conhecimento tradicional associado, na forma da Lei Complementar nº 140/11;
 - Na natureza, o patrimônio genético possui valor econômico em potencial — valor econômico real somente ocorre na forma de insumos, produtos ou processos;
 - A obrigação da repartição de benefícios decorre da exploração econômica do produto ou processo resultado de P&D&I com patrimônio genético, podendo ser na forma de contrato, instituição de fundos, projetos ou outras modalidades;
 - Deve haver alternativas às modalidades de repartição de benefícios;
 - Deve haver incremento das políticas de incentivo de P&D&I para os setores que utilizam a biodiversidade;
 - A utilização da biodiversidade para pesquisa ou exploração do patrimônio genético deve ser feita de maneira sustentável, de forma a garantir a conservação da diversidade biológica e o equilíbrio dos ecossistemas onde foi feito o acesso;
 - Deve haver tratamento diferenciado para os setores de agroindústria, considerando os tratados internacionais vigentes, tal como o TIRFAA, bem como as características particulares de P&D&I da agricultura;
 - O novo marco regulatório brasileiro não deverá impactar negativamente a competitividade da indústria brasileira.
- **Aperfeiçoar a Lei de Biossegurança (Lei 11.105/2005)**, que estabelece as normas de segurança e mecanismos de fiscalização sobre a construção, o cultivo, a produção, a manipulação, o transporte, a transferência, a importação, a exportação, o armazenamento, a pesquisa, a comercialização, o consumo, a liberação no meio ambiente e o descarte de organismos geneticamente modificados (OGMs) e seus derivados. Pontos críticos:
 - Usar de forma eficiente a legislação de biossegurança associada à pesquisa, produção e comercialização de OGMs.
 - Rever a proibição das Tecnologias Genéticas de Restrição de Uso (*Genetic Use Restriction Technologies - GURTs*), uma vez que estas tecnologias constituem uma importante ferramenta biotecnológica para o controle do fluxo gênico (escape gênico) de culturas transgênicas que poderão ser utilizadas como biofábricas, por exemplo.
 - Fortalecer a atuação da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), implementando medidas de incentivo para a participação ativa dos membros da Comissão.
 - Agilizar o processo de análise da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio).
- **Revisar as Resoluções Normativas 02 de 2006 e 05 de 2008 da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CNTBIO**, conforme abaixo:
 - Estabelecer fluxos de aprovação diferenciados para os OGM's, de acordo com a classe a



BIOECONOMIA

Uma Agenda Para o Brasil

que pertencem (Classe 1 até Classe 4), objetivando dar celeridade à liberação comercial de OGMs que comprovadamente não apresentem riscos para saúde humana e animal;

- Estabelecer critérios de operação em contenção compatíveis com a operação em escala industrial e não apenas na escala laboratorial.

- **Atualizar a Lei de Propriedade Industrial (Lei 9279/1996)**, de modo a:

- Ampliar a proteção patentária para produtos biotecnológicos, permitindo inclusive o patenteamento de substâncias ou materiais extraídos de seres vivos e que atendam aos requisitos de patenteabilidade.
- Agilizar o processo de exame e concessão de patentes pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), dotando-o de meios para trabalhar dentro de prazos de padrão internacional.

- **Revisar a Lei de Inovação (Lei 10.973/2004)** para:

- Possibilitar a adoção de mecanismos contemporâneos de transferência de tecnologias desenvolvidas em projetos conjuntos entre a academia e o setor empresarial, garantindo a adequada segurança jurídica e gestão comercial desta atividade, bem como dos direitos de propriedade intelectual e remunerações por eventuais ganhos econômicos de produtos derivados do esforço colaborativo;
- Para permitir que equipamentos usados, incluindo plantas piloto possam ser importados com isenção de IPI se forem comprovadamente dedicados a fins de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Esta possibilidade é atualmente vedada pela Portaria MDIC 235/2006.

- **Alterar a Lei do Bem (Lei 11.196/2005)** para que a legislação de incentivos possa:

- Permitir que os dispêndios com pesquisa tecnológica, desenvolvimento e inovação possam ser abatidos efetivamente em dobro.
- Indicar que o valor que exceder o lucro real e a base de cálculo da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) possa ser aproveitado em períodos posteriores (até três anos).
- Eliminar qualquer restrição para a contratação de outras empresas para a realização de P&D externo, ainda que não tributadas pelo lucro real, deixando claro que o benefício fiscal da Lei do Bem só poderá ser utilizado pelo contratante.
- Substituir a subvenção para contratação de mestres e doutores por um dispositivo que permita às empresas abaterem em dobro as despesas adicionais com pessoal dedicado exclusivamente às atividades de P&D&I.
- Alterar a legislação para permitir a utilização da subvenção econômica para despesas de capital.

2.

Aumento dos investimentos em P&D&I

CONTEXTO ATUAL

Países como Coréia, Estados Unidos e a Alemanha vem ampliando os gastos em P&D&I mesmo em cenário adverso imposto pela crise econômica. O Brasil precisa ampliar seus gastos nesta área e incorporar medidas que reforcem a competitividade e a inovação no longo prazo em suas políticas de recuperação.

Apesar de o Brasil contar com instituições e instrumentos para apoiar o processo de inovação, os gastos em P&D&I continuam tímidos e os Fundos Setoriais não induziram mudanças significativas na inovação. Os gargalos são mais relacionados à sustentabilidade, escala e operação dos instrumentos. Para que a bioeconomia possa se desenvolver no país é necessário que o governo estabeleça um



compromisso com a inovação nas áreas das biociências, assegurando dotação orçamentária adequada e sem contingenciamento para o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e suas agências.

A oferta de recursos para pesquisa e desenvolvimento por parte das agências de fomento tem melhorado significativamente nos últimos anos, mas a parcela do PIB investida em P&D ainda é muito baixa. Por parte do governo, além dos editais públicos, o aporte de capital para investimento e os incentivos fiscais e tributários representam um importante incentivo. No entanto, o investimento em P&D também precisa fazer parte da agenda do setor empresarial, tradicionalmente voltado para a captação de recursos públicos.

PROPOSTAS

- Implantar mecanismos adequados, baseados em negociações abertas e transparentes, de apoio a projetos estratégicos de grande impacto nas áreas abrangidas pela bioeconomia que mobilizem cadeias produtivas, universidades e institutos tecnológicos, a partir de objetivos claros, com alocação adequada de recursos.
- Promover uma sistemática de encomenda de projetos para o desenvolvimento de plataformas demonstradoras de tecnologia nas áreas relacionadas à bioeconomia.
- Adotar sistemáticas de acompanhamento da implementação e da avaliação dos resultados de grandes projetos, que tornem transparente para a sociedade e órgãos de controle os benefícios deste tipo de aplicação de recursos.
- Apoiar o desenvolvimento de um sistema financeiro de suporte às Pequenas e Médias Empresas (PMEs) de base tecnológica, por meio da constituição de uma indústria de capital de risco, integrando e fortalecendo as ações do BNDES e FINEP (BNDESpar, Inovar e Prime).
- Ampliar e fortalecer as ações de mobilidade de pesquisadores amparadas na Lei de Inovação, por meio de linhas de crédito e de apoio ao capital semente, nos moldes do Inovar e do Criatec.
- Adotar a modalidade de aval governamental para financiamento de projetos de desenvolvimento tecnológico. Mecanismo semelhante ao usado pelo governo americano para minimizar o uso de recursos públicos maximizando o número de projetos apoiados. Hoje o Brasil opera quase exclusivamente com financiamento governamental (via BNDES ou FINEP).
- Incluir a Biotecnologia como setor estratégico para o país no Plano Brasil Maior. Efetuar a inclusão da biotecnologia na “Diretriz Estruturante 2 — Ampliação e Criação de Novas Competências Tecnológicas e de Negócios” colocando-a ao lado dos setores de TIC’s, Defesa e Aeroespacial. Embora a dimensão estruturante 2 já contemple a indústria farmacêutica, o Setor de Biotecnologia é maior do que a indústria de medicamentos. A inclusão do setor de biotec no plano Brasil Maior permitirá que todas as medidas de desoneração e estímulo ao investimento que estão sendo tomadas para outros setores sejam estendidas para Biotecnologia.

3.

Adensamento da base científico-tecnológica

CONTEXTO ATUAL

A maior parte das pesquisas e da produção científica deriva do sistema de pós-graduação, que, no Brasil, encontra-se num patamar de organização considerável, com métricas definidas de produção, e processos permanentes de avaliação centralizados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A criação de novos programas, de modo geral, surge a partir de demandas espontâneas e, na grande maioria, é de perfil acadêmico. Esta política gera grande adensamento de pesquisadores com mestrado e doutorado (formados no Brasil ou no exterior) no próprio ambiente



BIOECONOMIA

Uma Agenda Para o Brasil

acadêmico, que então se organizam para criar novas pesquisas e programas. Propostas de formulação de currículos, com conteúdo programático estratégico para as atuais e futuras necessidades do país, baseadas em interação com o setor empresarial são pouco frequentes. O resultado é um distanciamento entre a oferta de pesquisadores capacitados em áreas basicamente acadêmicas *versus* a demanda por pesquisadores capacitados em áreas estratégicas de alto valor agregado no mercado.

PROPOSTAS

- Ampliar a oferta de programas de excelência de graduação e pós-graduação com enfoque para os três setores da bioeconomia.
- Criar programas modernos e multidisciplinares com currículos que envolvam áreas como biologia, física, química, bioengenharia e design, empreendedorismo, inovação, propriedade intelectual e ambiente regulatório.
- Formar um novo perfil de pesquisador-empresendedor, consistente com a demanda por profissionais em bioeconomia, inclusive para ser absorvido pelo setor empresarial, dentro de um horizonte de 15-20 anos, para que se consolide uma estratégia eficiente de investimentos em infraestrutura e recursos humanos.
- Incentivar parcerias entre grupos de pesquisas acadêmicas e de empresas, para desenvolvimento de teses e projetos tecnológicos de interesse do setor produtivo.
- Promover a criação de corredores de inovação nas três áreas da bioeconomia, conectando os centros brasileiros de excelência com centros de excelência no exterior.
- Ampliar as ações e programas de intercâmbio internacional, como o Programa Ciência sem Fronteiras e as bolsas-sanduíche, para aquisição de competências em áreas específicas e estratégicas para a bioeconomia.

4.

Ampliação e modernização da infraestrutura laboratorial

CONTEXTO ATUAL

É inegável que, no Brasil, a disponibilização de recursos para a ciência e tecnologia aumentou consideravelmente nos últimos anos. As principais agências governamentais de fomento (FINEP e CNPq) e as fundações estaduais de amparo à pesquisa têm contribuído diretamente para melhoria dos laboratórios de pesquisa brasileiros. As chamadas públicas dos editais PROINFRA, da FINEP, representam, por sua vez, o principal instrumento para que as instituições científicas possam ampliar e modernizar seu parque tecnológico. A expansão das pesquisas na área das biociências, seja no ambiente acadêmico seja no empresarial, depende de uma sofisticada infraestrutura laboratorial, com equipamentos modernos e insumos de qualidade. Para tanto é necessário maior fomento e ampliação dessas infraestruturas dentro de padrões de classe mundial de pesquisa e desenvolvimento.

PROPOSTAS

- Aumentar investimentos governamentais para a recuperação, modernização e ampliação da plataforma de laboratórios nas áreas do conhecimento da bioeconomia.
- Incentivar a utilização, em caráter multiusuário, de equipamentos especializados e estratégicos dos centros de pesquisas de forma a otimizar investimentos locais e regionais em infraestrutura.
- Estimular a adoção de boas práticas laboratoriais para disseminar uma nova cultura na operacionalização dos laboratórios acadêmicos.
- Incentivar a obtenção de certificações laboratoriais, dentro de normas regulatórias nacionais



e internacionais, para a produção de dados de pesquisas confiáveis, que possam servir de base para o processo de desenvolvimento de produtos, acarretando em ganho de tempo e redução de custos.

5.

Estímulo ao empreendedorismo

CONTEXTO ATUAL

A experiência internacional aponta para a importância dos pequenos empreendimentos na produção de inovações, como por exemplo, na área biotecnológica. As incubadoras de empresas associadas às instituições acadêmicas e aos parques tecnológicos têm um imenso potencial para possibilitar que o conhecimento e os produtos desenvolvidos nas bancadas laboratoriais se tornem produtos viáveis para o mercado.

No entanto, grande parte das empresas incubadas falha ao fazer a transição da pesquisa para o mercado, no estágio de desenvolvimento do produto, o que tem sido denominado como “vale da morte”. Os motivos para este insucesso incluem a falta de experiência em negócios por parte dos empreendedores acadêmicos, a ausência de infraestrutura que facilite a transição para uma escala industrial e os elevados custos necessários para atender às exigências regulatórias.

PROPOSTAS

- Fortalecer, expandir e dotar os parques tecnológicos e as incubadoras de empresas com um sistema “inteligente”, de forma a oferecer, além do espaço físico, recursos materiais, financeiros e humanos adequados para dar suporte ao planejamento, decisões comerciais e questões relacionadas ao direito de propriedade intelectual aos empreendimentos “incubados”. Devem ainda prover unidades compartilhadas de escalonamento e produção, bem como orientar os empreendedores sobre a necessidade de cumprimento de etapas regulatórias essenciais para seu negócio.
- Estabelecer uma rede de execução de ensaios e testes, aproveitando o potencial de competências das próprias instituições acadêmicas, contribuindo para racionalizar e baratear os custos de desenvolvimento de produtos inovadores.
- Ampliar e adequar linhas de fomento a novos negócios da bioeconomia com recursos públicos ou privados para promover o desenvolvimento de ideias e invenções em produtos viáveis técnica e comercialmente, inclusive nas incubadoras e parques tecnológicos.
- Promover eventos entre empreendedores acadêmicos e empresários para divulgação de portfólio de ofertas e demandas tecnológicas e ampliar as possibilidades de parcerias e investimentos.
- Criar uma política pública específica para o etanol celulósico, como uma estratégia para modernizar o setor de açúcar e álcool no Brasil e estimular os investimentos. A política pública deveria contemplar condições especiais para financiamento de biorrefinarias.

6.

Disseminação da cultura da inovação

CONTEXTO ATUAL

A promoção da cultura da inovação é essencial para assegurar maior competitividade à indústria



BIOECONOMIA Uma Agenda Para o Brasil

nacional e fomentar a criação de uma rede de empresas e uma cadeia produtiva de base biotecnológica.

O marco regulatório brasileiro para inovação tecnológica possui três pilares: incentivo à inovação na empresa; estímulo à participação de instituições de ciência e tecnologia no processo de inovação; e constituição de ambiente propício às parcerias estratégicas entre universidade, institutos tecnológicos e empresas. Esta última dimensão - a integração entre empresas e institutos de pesquisa e universidades - continua sendo um dos grandes gargalos da inovação no país, com relativamente poucos casos de sucesso de transferência de tecnologias que se transformaram em produtos no mercado.

PROPOSTAS

- Regularizar os dispositivos que visam promover o uso integrado de mecanismos de fomento à P&D&I empresarial e de compras governamentais e os novos instrumentos de promoção de parcerias estratégicas entre universidades, institutos tecnológicos e empresas, incentivando o uso de regras do direito privado.
- Fortalecer os núcleos de inovação tecnológica (NIT) das instituições de pesquisa e dotá-los com a autonomia necessária, além de recursos humanos, financeiros e materiais próprios para que atuem como catalisadores de atividades de transferência de tecnologia.
- Introduzir novos instrumentos de desoneração de investimentos adequados às especificidades da bioindústria.
- Mapear e divulgar, dentro dos ambientes acadêmico e empresarial, os núcleos de competência, infraestrutura laboratorial, demandas por pesquisas estratégicas nas áreas da bioeconomia e as oportunidades de financiamentos de maneira a fomentar parcerias.
- Desburocratizar as entidades de pesquisa do setor público, principalmente no que tange as regras comuns de contratação, inconsistentes com a realidade competitiva e dinâmica da bioeconomia.
- Promover uma ampla revisão do arcabouço legal que rege as relações das instituições públicas de pesquisa com a iniciativa privada, envolvendo os órgãos controladores como as Procuradorias da União, a Controladoria Geral da União, a Advocacia Geral da União e o Tribunal de Contas da União, com o objetivo de garantir a segurança jurídica e o estabelecimento de parcerias ágeis, eficientes, transparentes e plenamente respaldadas em todos os níveis.

Capítulo 5: Uma Agenda para a Biotecnologia Industrial

CONTEXTO ATUAL

Dentre todas as descobertas e inovações recentes em biologia molecular que abrem novas possibilidades para o campo da biotecnologia industrial, possivelmente nenhuma é de maior impacto do que aquela que permite a reprogramação de funções gênicas, isoladamente ou como parte de circuitos gênicos.

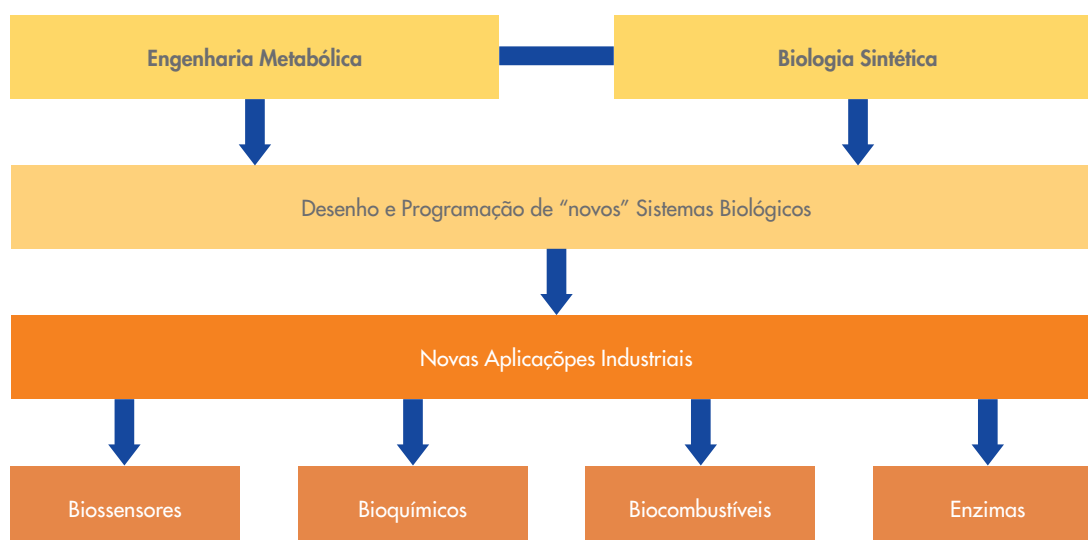
Enzimas passaram a ser entendidas como comutadores ou relês de alta capacidade cognitiva. Assim, a reprogramação funcional de componentes ou seções do genoma e do metabolismo celular pode ser obtida por meio do desenvolvimento de linguagens de programação biológica, certamente o mais impactante campo de estudos e aplicações em bioeconomia industrial. Essa linguagem de programação biológica, importante tanto para organismos naturais como para organismos oriundos da biologia sintética *in silico* ou *in vivo*, é capaz de definir, interligar, editar e operar processos celulares em escala genômica.

O poder dos sistemas biológicos reside principalmente na sua rica diversidade e complexidade evolutiva. A habilidade em desenhar racionalmente novos sistemas biológicos oferece a promessa de



extensas aplicações para o setor de biotecnologia industrial, em termos de polímeros, enzimas e biosensores. No que se refere ao desenvolvimento de polímeros para aplicações médicas e industriais, as bactérias podem sintetizar uma ampla gama desse componente por meio de funções biológicas diversas. O entendimento dos processos fundamentais de regulação da expressão gênica bacteriana tem criado oportunidades para abordagens de engenharia metabólica e de proteínas para aumentar a eficiência e customizar a produção de polímeros tais como polissacarídeos, poliaminas, poliésteres e polianidridos. Espera-se que biopolímeros renováveis possam substituir grande parte do mercado de polímeros sintéticos, dada a disponibilidade crescente de novos sistemas genéticos e técnicas de engenharia metabólica.

Possibilidades da Biotecnologia Industrial



No que tange as aplicações da biotecnologia industrial, ao país interessa sobremaneira a produção de biocombustíveis, especificamente a obtenção de etanol a partir da cana de açúcar e do milho. Dois processos de biologia sintética podem ser utilizados para a produção de biocombustíveis: o primeiro deles por meio de enzimas sintéticas que operam na celulose da biomassa para a obtenção de açúcares fermentáveis; o segundo pelo design de microrganismos que possam produzir o biocombustível diretamente. No caso das enzimas sintéticas, um típico modelo de biorrefinaria pode produzir praticamente qualquer tipo de combustível ou outro produto químico industrial. Isso ocorre por meio do desenvolvimento de organismos sintéticos para biossíntese direta ou indireta de novas moléculas (sejam polímeros, enzimas ou biocombustíveis). Da mesma forma, o design de leveduras para a conversão de açúcares de plantas em uma série de moléculas de interesse industrial passa a contar agora com um procedimento de engenharia genética com potencial real de sínteses “de novo”.

Um modelo de produção de energia é a síntese de ácidos graxos que podem ser refinados como combustíveis pelas algas. Há um número considerável de instituições e empresas que desenvolvem aplicações em escala industrial desses organismos, com foco no biocombustível derivado de processos de biologia sintética. A utilização da engenharia genética para a produção de etanol por algas, a partir de gás carbônico, água e luz solar, é, de fato, uma aproximação aos mecanismos usuais de



BIOECONOMIA

Uma Agenda Para o Brasil

geração de energia do planeta. Esta via pode atingir níveis de produção seis vezes maiores do que aqueles obtidos com o processamento da cana-de-açúcar e dezesseis vezes maiores do que os obtidos com o processamento do milho.

DESAFIOS

Em um contexto de tamanha complexidade, não é trivial sugerir propostas específicas para a biotecnologia industrial, até mesmo pelo fato de que não há uma alavanca clara que possa impulsionar o segmento, como existe no caso da produção primária e da saúde humana. Com relação a produção primária, uma das vantagens comparativas da agricultura brasileira é a existência de um conjunto de instituições de primeira linha voltadas à pesquisa aplicada e ao desenvolvimento tecnológico. Em saúde humana, o governo, por intermédio do Sistema Único de Saúde (SUS) e do programa de compra de fármacos, tem um poder de indução possivelmente sem paralelo no país.

A biotecnologia industrial se apoia em dois elementos centrais: a biodiversidade brasileira (relevante também no caso das outras dimensões da bioeconomia), e, principalmente, na competitividade na produção de biomassa. Nesta perspectiva, o foco da agenda em biotecnologia industrial estaria ligado ao aproveitamento da biomassa por tecnologias e métodos avançados.

O país necessita reforçar suas competências em tecnologias de DNA recombinante para biomassa. Atualmente já há esforços e resultados significativos com o uso de biotecnologia não convencional em novos cultivares, a exemplo do eucalipto, soja e milho, assegurando a forte posição do país na área agrícola-florestal. Esses esforços são geralmente organizados sob a forma de redes colaborativas entre universidades e empresas, sob a coordenação de uma instituição de elevada credibilidade e são impulsionados por empresas privadas que visam resultados materiais em tempo hábil. A rede do projeto Genoliptus, por exemplo, engloba 11 universidades e 14 empresas, sob a coordenação da Embrapa.

Da mesma forma que a Embrapa é a instituição líder na aplicação de técnicas avançadas de biotecnologia na agricultura e a Fiocruz o é na área de saúde, não há instituições que supram as necessidades de coordenação de atores públicos e privados na área de biotecnologia industrial. Ademais, a massa crítica de cientistas e técnicos está nas universidades e institutos de pesquisa, basicamente voltada para a área de saúde. Finalmente, estão ausentes interlocutores capazes de dar voz às necessidades da biotecnologia industrial, potencialmente central na economia brasileira nos próximos anos.

O desafio do país é aproveitar de forma inteligente suas vantagens comparativas na área de biotecnologia industrial com base na inovação ao longo da cadeia de valor.

PROPOSTAS

- Ampliar a divulgação sobre biotecnologia, seus processos e produtos, visando a diminuir as barreiras de percepção negativa quanto a esta área da ciência.
- Formar grupos de especialistas (*think tanks*) para desenvolver pensamento estratégico e de formulação de cenários (*forecasting*) sobre biologia sintética, engenharia metabólica e outros temas importantes para que a biotecnologia industrial avance no país.
- Estabelecer uma macropolítica para os biocombustíveis no âmbito do Governo Federal, que incentive a produção nacional.
- Envolver a sociedade na construção de legislação e sensibilizar os legisladores quanto à natureza e à segurança dos processos e produtos biotecnológicos.
- Fomentar a decisão de investimentos privados, por meio de iniciativas que permitam compatibilizar os diferentes tempos entre as agendas do setor privado, das instituições públicas de pesquisa e do Governo.
- Incentivar a abordagem de “zoneamento por aptidão” do país no que se refere às áreas da bioeconomia, em termos de produção de *commodities* e de estabelecimento de nichos, tanto em relação ao atendimento do mercado interno quanto para a exportação de bens.



Capítulo 6: Uma Agenda para a Saúde Humana

CONTEXTO ATUAL

O setor da saúde humana é fortemente baseado na ciência. A intensidade das pesquisas e produção de conhecimento reflete-se de modo evidente na geração crescente de novos produtos na área. Com base neste potencial de inovação, vale destacar algumas áreas portadoras de futuro e de impacto para a melhoria da qualidade de vida das populações.

Na área terapêutica, a tradicional síntese química de medicamentos vem sendo superada com a incorporação de tecnologias de desenvolvimento de biomedicamentos. Grande parte das terapêuticas mais promissoras atualmente são moléculas ou produtos biologicamente derivados (proteínas, anticorpos, vacinas, células-tronco). Este arsenal de biomedicamentos traz novas possibilidades para tratar doenças crônico-degenerativas como o câncer, infecções tropicais, doenças órfãs e doenças negligenciadas, trazendo maiores possibilidades de acesso da população a essas tecnologias de saúde.

Com os recursos da farmacogenômica, toda uma nova era de medicina personalizada começa a se delinear. A intensa diminuição dos custos para utilização das ferramentas de identificação, sequenciamento e comparação de genes tem o potencial de ser utilizadas para prever a resposta individual a determinados tratamentos. Assim, a previsibilidade de resposta terapêutica de grupos de indivíduos começa a ser substituída pelas condições individuais específicas. Selecionando-se os parâmetros de tratamento individualizado, seremos capazes de otimizar os recursos de alta complexidade e custo, assim como oferecer melhores chances de sucesso terapêutico.

A produção de kits de diagnóstico e equipamentos médicos baseados em anticorpos monoclonais, proteínas recombinantes e biossensores derivados de técnicas de biologia celular e molecular, vem cada vez mais revolucionando a capacidade de diagnóstico. A criatividade na utilização destes recursos, aproximando a biologia do design, das engenharias e da informática, permite alcançar grande sensibilidade e especificidade seja para a detecção precoce, monitoramento ou mesmo tratamento das diversas condições clínicas.

Os nutraceuticos podem também servir como ferramentas para uma fecunda estratégia para as políticas públicas de saúde, com produtos alimentares biofortificados ou desenhados especificamente para atender às necessidades dietéticas ou com a agregação de vitaminas, sais minerais, vacinas ou elementos para a prevenção e tratamento de doenças.

Possibilidades da Biotecnologia Industrial



O Brasil estabeleceu o maior sistema público de saúde do mundo, com acesso universal a produtos, serviços e insumos, gerando demanda para compra e incorporação de tecnologias cada vez mais complexas e custosas. A era da Bioeconomia pode se tornar uma oportunidade para a ampliação e a consolidação da competência brasileira em importantes setores da saúde, representando também



BIOECONOMIA Uma Agenda Para o Brasil

a abertura de novas oportunidades em outros mercados, combinando o desenvolvimento científico, tecnológico, social e econômico.

De modo geral, a trajetória de um produto destinado à saúde humana até sua disponibilização no mercado é uma das mais longas, exigentes e custosas dentre todos os setores da economia, por isso considerado um dos segmentos de maior valor agregado.

Um produto ou processo identificado na pesquisa básica como relevante para a saúde humana deve ter seu papel definido em provas de conceito e passar por diversas etapas de avaliação. A chegada de um novo composto ao mercado é resultado da triagem de milhares de outros, que vão sendo descartados ao longo do processo. Este pode ser desdobrado em quatro etapas: pesquisa básica ou descoberta; etapas pré-clínicas; etapas clínicas; registro e pós-comercialização. Cada uma destas etapas exige competências e infraestrutura específicas.

Produtos para Saúde Humana: Fases do Processo de Inovação



Uma parte relevante da etapa de descoberta ou pesquisa básica é realizada nas instituições de pesquisa, em particular nas universidades e institutos de ciência e tecnologia públicos. A cultura de pesquisa no país é focada na produção científica, ou seja, número de publicações. Aliado a este cenário, também existe desinformação sobre estratégias de proteção do conhecimento por meio do sistema de propriedade intelectual, nos ambientes acadêmico e de pesquisa brasileiros. No caso de pesquisas com potencial de gerar produtos inovadores, a publicação científica feita sem levar em consideração estratégias de proteção pode, por exemplo, inviabilizar a concessão de uma patente. A falta de mecanismos institucionais de estímulo explica, em parte, porque o país, que tem uma produção científica considerável, possui relativamente poucas patentes. Já nesta etapa, observa-se ainda a ausência de uma cultura de Boas Práticas Laboratoriais (BPL) e certificações, muitas vezes impedindo que os dados produzidos sejam aceitáveis segundo padrões internacionais.

As chamadas provas de conceito e os testes exploratórios servem para descartar o mais cedo possível os produtos sem sucesso ou com problemas relativos à segurança e eficácia estimadas. Assim, antes de proceder aos ensaios pré-clínicos, pode-se proceder a uma triagem para a seleção dos melhores produtos possíveis, implicando em redução de tempo e custos nas etapas posteriores.

Os testes exploratórios são muito mais baratos e têm um mercado significativo, no sentido de atuar como um filtro inicial. As competências e facilidades para a execução desses testes encontram-se disseminados nas instituições de pesquisa. Estas precisam ser continuamente mapeadas e amplamente divulgadas para as comunidades acadêmicas e empresariais, uma vez que poderiam facilitar enormemente o processo de desenvolvimento de novos produtos.

Compostos, produtos ou processos que se tornam promissores na fase de pesquisa básica devem passar pelo desenvolvimento em provas de conceito, em ensaios pré-clínicos e clínicos. No que se refere aos ensaios pré-clínicos, em particular, o cenário brasileiro é extremamente deficiente. Vale esclarecer que os testes pré-clínicos se referem ao conjunto de ensaios requeridos pelas autoridades regulatórias para comprovação da segurança e da eficácia de produtos destinados à saúde humana, antes da autorização



para que se efetuem testes em humanos. A potencial toxicidade e os efeitos adversos observados, em organismos vivos ou sistemas *in vitro*, constituem o principal objetivo desta etapa de desenvolvimento.

Existe uma grande probabilidade de um composto promissor, que apresente problemas de segurança ou eficácia, ser descartado ainda nesta etapa. Estima-se que menos de 1% dos novos compostos desenvolvidos chegue efetivamente às etapas posteriores. A qualidade e eficiência dos testes pré-clínicos, ao identificar e eliminar produtos e processos inapropriados significa uma redução expressiva nos investimentos posteriores necessários para cumprir as demais etapas.

DESAFIOS

A efetiva adoção de políticas públicas para o desenvolvimento da Bioeconomia depende em grande parte da integração das ações dos diversos órgãos e instâncias governamentais, nas três esferas: federal, estadual e municipal. Em particular na área de saúde humana, normas, legislações e programas de incentivo encontram-se dispersos em ministérios, secretarias e agências, tornando o caminho tortuoso, duplicando e prejudicando a obtenção de resultados.

Todos os planos, ações e programas executados precisam de metas temporais definidas, com indicadores claros de progresso e revisão periódica para ajustes.

Para propiciar um considerável avanço da tecnologia nacional na área da saúde humana, além das questões convergentes para as demais áreas da bioeconomia já destacadas anteriormente, o Brasil precisa implantar, modernizar e expandir centros de pesquisa de classe mundial focados, principalmente, nas áreas estratégicas para a saúde pública; promover projetos de cooperação com centros internacionais de referência e excelência, bem como estabelecer parcerias bem sucedidas com o setor empresarial. Tais ações contribuirão diretamente para consolidar novas competências, bem como garantir a prestação de serviços na cadeia de desenvolvimento tecnológico e suas adequações aos requisitos regulatórios, transformando os resultados de pesquisas promissoras em produtos eficientes e eficazes para promover a saúde e o bem estar do cidadão.

Requisitos para a Estruturação de um Ambiente Promissor para o Desenvolvimento de Inovação em Saúde Humana

| | |
|-----|------------------------------------------------------------------------|
| # 1 | Rede de centros de avaliação pré-clínica* |
| # 2 | Rede de centros de experimentação animal* |
| # 3 | Rede de laboratórios de métodos alternativos para ensaios pré-clínicos |
| # 4 | Rede de laboratórios para ensaios exploratórios* |
| # 5 | Rede de pesquisa clínica* |
| # 6 | Rede de farmacovigilância* |

(*) Certificada e harmonizada com padrões internacionais



BIOECONOMIA

Uma Agenda Para o Brasil

PROPOSTAS

- Modernizar e alinhar o marco legal e a atuação regulatória na área de saúde humana para garantir a segurança e a eficácia dos produtos, sem que se tornem barreiras à inovação e à introdução de produtos no mercado, desencorajando os investimentos.
 - Modernizar a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para que tenha maior agilidade, disponha de regras claras, sistemas informatizados, amplie a divulgação de guias e manuais específicos e garanta um diálogo permanente para reduzir tempos e custos das empresas no desenvolvimento de novos produtos.
 - Promover a cultura regulatória por parte das empresas nacionais e da academia, no sentido de atender às exigências da ANVISA de modo mais efetivo, uma vez que grande parte dos dossiês de submissão de registro tramita por um tempo prolongado, em função de exigências técnicas e documentais que não são satisfatoriamente atendidas.
 - Criar núcleos de inteligência regulatória, com a participação de instituições acadêmicas e empresariais, que organizadas em rede, poderiam identificar pontos de estrangulamento e validar métodos alternativos, além de responder de forma cooperativa às demandas de assistência regulatória.
- Monitorar a mudança no paradigma de atenção à saúde para que se possam antever importantes mudanças nos conceitos, gestão do sistema de saúde, métodos e oferta de insumos e serviços para a saúde, incluindo a crescentemente incorporação de procedimentos de alta tecnologia, atenção individualizada, capacidade de regeneração de órgãos, tecidos e funções e prevenção de doenças. Estas transformações têm importantes implicações e possivelmente irão requerer:
 - Adotar um registro único de saúde do cidadão, contemplando as informações de nascimento, crescimento e desenvolvimento, doenças prévias, histórico de reação a medicamentos e perfil farmacogenômico.
 - Desenvolver e incorporar tecnologias de alta complexidade alinhadas às iniciativas públicas e privadas para o enfrentamento das questões contidas na Agenda Nacional de Prioridades de Pesquisa do SUS, inclusive com a utilização do poder de compras do sistema público de saúde para alavancar iniciativas inovadoras.
 - Aumentar o grau de coordenação entre as diferentes instâncias nos planos da regulação, financiamento à pesquisa, produção e compras governamentais de modo que se realize no país o potencial da bioeconomia na saúde humana.
- Implantar centros de avaliação pré-clínicos, certificados e harmonizados internacionalmente, capazes de realizar ensaios *in vitro*, com animais de experimentação ou com métodos alternativos que auxiliem na tomada de decisões, por parte dos pesquisadores, para prosseguir no desenvolvimento de produtos médicos promissores.
- Estimular, apoiar e financiar centros de experimentação animal de padrões internacionais de acreditação para preencher a grande lacuna, considerada como gargalo no desenvolvimento de produtos para a saúde humana no país.
- Estimular, apoiar e financiar a implantação de centros e laboratórios que ofereçam métodos alternativos para ensaios pré-clínicos, considerados também prioritários para atender às demandas do setor, incorporando a tendência global de substituir ensaios realizados em animais por métodos *in vitro* alternativos.
- Desenvolver e divulgar amplamente no país um portfólio digital (atualizado periodicamente), com nomes e contatos das instituições e prestadores de serviços com competência e das instalações laboratoriais adequadas para a execução de testes exploratórios para a triagem e seleção inicial de substâncias e princípios ativos promissores, implicando em redução de tempo e custos nas etapas posteriores do processo de desenvolvimento de um novo produto.
- Promover a pesquisa básica para estudos de levantamentos taxonômicos, mapeamentos e



inventários da biodiversidade brasileira, com vistas ao desenvolvimento de produtos para a promoção da saúde.

- Fortalecer e ampliar a Rede Nacional de Pesquisa Clínica em Hospitais de Ensino, resultante da parceria entre os Ministérios da Saúde e da Ciência, Tecnologia e Inovação, principalmente quanto à incorporação de recursos humanos qualificados em áreas como de epidemiologia, estatística, assuntos regulatórios e gestão de projetos inovadores, além dos próprios profissionais da área de saúde para incrementar a prestação de serviços para os estudos clínicos da fase I à fase IV, atendendo às demandas crescentes do sistema público de saúde e da indústria brasileira.
- Estabelecer uma sólida rede de pesquisa em assuntos regulatórios, que permita identificar pontos de estrangulamento do processo e propiciar a divulgação de métodos e procedimentos alternativos validados, capazes de fornecer respostas satisfatórias às exigências, sem comprometer os requisitos de segurança e eficácia dos produtos.
- Utilizar o poder de compra do Estado para incentivar a incorporação de tecnologias de fronteira, como por exemplo, nas pesquisas com células-tronco, bancos de células e de tecidos, contribuindo diretamente para o desenvolvimento de produtos e processos inovadores, que poderão representar um grande diferencial para o Brasil na incorporação de tecnologias previsíveis nos próximos anos, dentro de um mercado privilegiado, garantindo o retorno dos investimentos necessários.
- Promover e apoiar a farmacovigilância para reduzir as taxas de morbidade e mortalidade associada ao uso de novos medicamentos, por meio da detecção precoce de problemas de segurança desses produtos para os pacientes, além de melhorar a seleção e o uso racional dos medicamentos pelos profissionais de saúde.
- Estabelecer canais de comunicação perene e eficaz com a sociedade, levando em conta suas percepções, aspirações, ansiedades reais ou imaginárias, no planejamento e execução das políticas públicas sobre P&D&I à saúde, bem como, sobre a introdução e comercialização de novos produtos.

Capítulo 7: Uma Agenda para a Produção Primária

CONTEXTO ATUAL

O Brasil tem uma oportunidade ímpar de participar de maneira ainda mais significativa da bioeconomia no âmbito da produção primária. Já em 2010 o PIB do agronegócio representava 22% da riqueza produzida no país e, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), deve alcançar 25% em 2014.

Particularmente no caso do setor primário, o desenvolvimento da bioeconomia fortalece a interrelação entre a agricultura e a indústria. Neste sentido, a mudança da matriz de energia para fontes biológicas renováveis, bem como a oferta de matérias primas e moléculas bioativas para os mais variados ramos industriais prometem ampliar o leque de utilidades de sistemas biológicos, criando oportunidades para que a agricultura ocupe cada vez mais espaço dentre as indústrias mais sofisticadas do mundo.

Em 2007, o Brasil instituiu uma Política de Desenvolvimento da Biotecnologia que, no caso da agroindústria, busca estimular a geração de produtos agropecuários estratégicos visando novos patamares de competitividade e a segurança alimentar, mediante a diferenciação de produtos e a introdução de inovações que viabilizem a conquista de novos mercados. Neste contexto, a agroindústria inclui a agricultura, a pecuária e serviços relacionados, produção florestal, a pesca e a aquicultura.



BIOECONOMIA Uma Agenda Para o Brasil

O desenvolvimento das bioindústrias requer muito investimento e políticas públicas adequadas. Nesse sentido, algumas áreas específicas devem ser priorizadas. As aplicações das áreas de fronteira no setor de agroindústria abrangem os seguintes tópicos: biorreatores, biotecnologia florestal, reprodução vegetal assistida (agricultura tropical), organismos geneticamente modificados, reprodução animal assistida (marcadores moleculares para bovinos), coleta e conservação de germoplasma, plantas resistentes a estresses abióticos e bióticos, biotecnologia azul, bioprospecção (melhoramento de plantas para a resistência a estresse hídrico e genes para a produção de proteínas em plantas ou para resistência a doenças).

Áreas de Fronteiras para o Agronegócio

Biotecnologia azul

Bioreatores

Reprodução vegetal assistida

Reprodução animal assistida

Biotecnologia florestal

Coleta e conservação de germoplasma

Plantas resistentes a estresses abióticos e bióticos

Organismos geneticamente modificados

Bioprospecção

DESAFIOS

A importância da bioeconomia e a pressão por sistemas produtivos ambientalmente sustentáveis apontam para a necessidade de se dinamizar os processos de conservação, caracterização, agregação de valor e uso de recursos genéticos vegetais, animais e microbianos.

Como quinto maior país do mundo em termos de extensão territorial, o Brasil possui um enorme potencial para as atividades da agricultura, pecuária e ecologia, podendo se beneficiar muito pela adoção das ferramentas de biotecnologia. Possui localização privilegiada na região tropical, com alta incidência de energia solar, regime pluviométrico adequado e conta com grandes reservas de terras, o que possibilita planejar o uso agrícola em bases sustentáveis, sem comprometer os grandes biomas terrestres.



Vantagens Comparativas do Brasil para Atividades do Agronegócio

5º País em extensão territorial [8.514.215km]

13,7% Reserva de água doce do planeta

Detentor de plataforma tecnológica de agricultura tropical

Grande capacidade de produção

Um dos maiores desafios para o Brasil tem sido a agregação de valor à sua importante produção agrícola. Contudo, como já mencionado, para usufruir dos benefícios da bioeconomia são necessários marco regulatório estável e seguro, infraestrutura adequada, investimentos público e privado contínuo em P&D&I, formação de recursos humanos com foco nas demandas das indústrias, além de políticas creditícias e tributárias adequadas.

PROPOSTAS

Rever a Lei de proteção a cultivares (Lei nº 9.456/97) para:

- Ampliar a abrangência da proteção a cultivares, para qualquer gênero e espécie vegetal que seja, cumulativamente, distinta, homogênea e estável.
- Ampliar o alcance do direito do obtentor, coibindo a comercialização indevida de cultivar protegido e regulando de forma mais precisa as exceções a esse direito.
- Ampliar o desenvolvimento de técnicas de melhoramento na produção de peixes e organismos marinhos com aplicação alimentícia e farmacêutica (biotecnologia azul), visando a garantir uma produção aquícola sustentável, integrando-se o uso de linhagens melhoradas e avaliadas sob o ponto de vista da oferta de dietas adequadas, com baixo impacto ambiental, biossegurança e rastreabilidade.
- Incrementar o desenvolvimento de plantas, animais, bactérias ou fungos geneticamente modificados, utilizados como biorreatores na produção de novos bioprodutos em larga escala para diversos ramos da indústria. Dentre as aplicações de biorreatores, incluem-se: produção de proteínas de uso farmacológico e industrial expressas em tecidos vegetais, a produção de enzimas de emprego industrial, a fabricação de suplementos alimentícios e polímeros, como o colágeno, a seda da aranha e plásticos biodegradáveis.
- Consolidar conhecimento sobre a reprodução assistida por marcadores moleculares, de modo a usufruir dos benefícios econômicos e socioambientais apresentados pelas linhas de pesquisa, tanto na atividade de pecuária como de plantas tropicais.
- Ampliar o uso da biotecnologia florestal, no qual o Brasil é líder mundial, e apoiar a implementação de políticas governamentais que favoreçam a mudança de percepção relativa às florestas plantadas, considerando-as como unidades de produção de fibras.
- Construir e manter bancos de germoplasma, insumos críticos para o contínuo desenvolvimento



BIOECONOMIA **Uma Agenda** **Para o Brasil**

do agronegócio nacional, que permitam maior acesso e conservação dos organismos, além de seu uso em programas de melhoramento genético.

- Aumentar investimentos em tecnologias que produzam plantas resistentes a estresses abióticos e bióticos, permitindo incremento na produtividade de culturas comerciais.
- Estruturar programa de infraestrutura em biotecnologia destinado a fomentar a implantação e aperfeiçoamento de: laboratórios de P&D&I, coleções biológicas (bancos de germoplasma, microrganismos, animais, vegetais, coleções zoológicas e herbários).
- Estimular, por intermédio de financiamento em condições favorecidas, as empresas nacionais de melhoramento genético vegetal, visando aumentar a participação desse setor neste mercado.
- Apoiar a estruturação de empresas prestadoras de serviço para realização de testes de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade (DHE), exigidos pela Legislação de Proteção de Cultivares.



Capítulo 8: Pesquisa Quantitativa

O atual cenário da bioeconomia no país

Entre junho e julho de 2013 a Harvard Business Review Brasil (HBR Brasil) em parceria com a Confederação Nacional da Indústria (CNI) conduziu a primeira pesquisa sobre a bioeconomia no Brasil. Para execução dessa pesquisa, houve participação de 369 especialistas, executivos e interessados no assunto, bem como aqueles que não detinham conhecimento específico sobre o tema com o objetivo de analisar o estágio de maturidade do país em relação não só ao entendimento e conhecimento sobre o que é de fato a bioeconomia, mas para avaliar o nível de competitividade e potencial de crescimento que temos.

É sabido que o Brasil possui em seu território uma das maiores reservas de recursos naturais do mundo. Como país, sua fauna e flora superam o continente europeu em relação à diversidade e volume, porém, também é realidade a defasagem entre a maturidade da economia e geração de produtos socioeconômicos provenientes da exploração consciente, inteligente e sustentável de tal biodiversidade se compararmos com alguns países do velho continente, por exemplo, a Inglaterra e a Alemanha.

Como já mencionado anteriormente por Juan Enriquez, responsável por cunhar o termo “Bioeconomia” durante o período em que atuou e fundou o Projeto de Ciências da Vida na Harvard Business School, com o também especialista no assunto Rodrigo Martinez (Estrategista de Ciências da Vida da IDEO, EUA), a compreensão de que as ciências biológicas, assim como a revolução tecnológica, dará possibilidade aos países como o Brasil de se tornarem líderes mundiais em segmentos de alto valor agregado na cadeia de valor e também naqueles em que o país já se destaca, como o agronegócio e mineração.

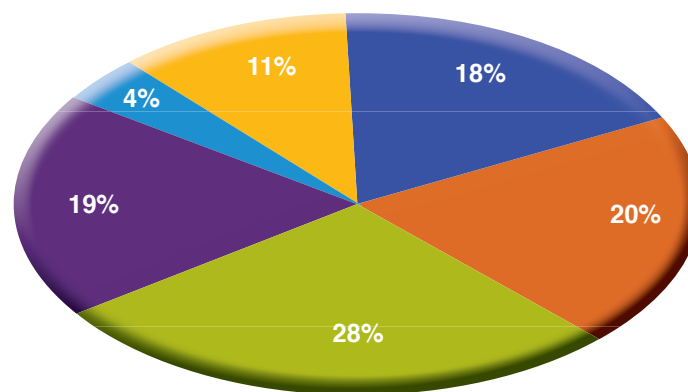
Um fator que pôde ser apontado como possível justificativa para tal disparidade entre o potencial do país no assunto e a sua realidade é a falta de conhecimento por parte dos brasileiros sobre o tema. Cerca de 50% dos participantes da pesquisa detêm pouco ou nenhum conhecimento sobre a bioeconomia e como ela afeta e afetará não só a economia, mas também o comportamento da sociedade quanto ao uso de recursos naturais e o consumo de seus derivados (**figura 1**). Ainda mais crítico é o fato de que muitos desses representam instituições diretamente inseridas em setores da cadeia de valor da bioeconomia e onde a biotecnologia desempenha um papel crucial no negócio.

Além disso, 68% dos respondentes classificam o país como pouco competitivo e com baixa maturidade nas áreas relacionadas (**figura 2**), por deficiências que vão desde a baixa qualificação da mão de obra, e por vezes a sua escassez, até a falta de segurança jurídica para o investimento em pesquisa e desenvolvimento. Atrrelado a estes pontos foram adicionadas questões como a complexidade e burocracia demasiada do marco regulatório para a análise e concessão de patentes de novos produtos, mencionado por um executivo de uma grande empresa produtora de aço, bem como a dificuldade no acesso a biodiversidade brasileira devido, mais uma vez, à falta de segurança jurídica e complexidade de seu marco regulatório.



**Qual é o seu nível de conhecimento sobre o tema Bioeconomia?
Em uma escala de 1 a 5, sendo 5 total entendimento**

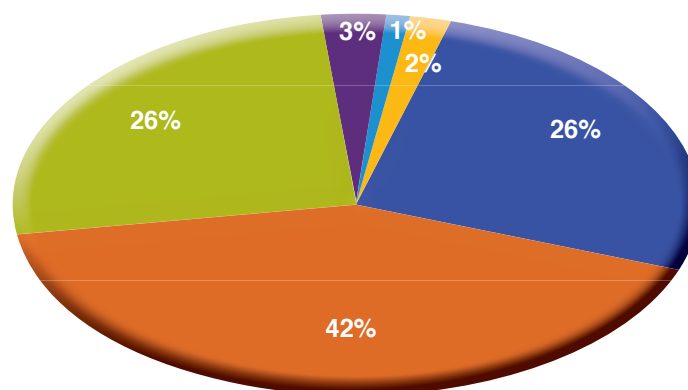
■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não conheço o tema



(Figura 1)

**Em sua opinião, qual é o grau de maturidade e competitividade do Brasil em relação
à Bioeconomia? Em uma escala de 1 a 5, sendo 5 maduro e competitivo**

■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não informado



(Figura 2)



Por que ainda não damos o próximo passo?

Em virtualmente todos os setores da economia os grandes gargalos que inibem, dificultam e atrasam o crescimento e o desenvolvimento são considerados estruturais, aqueles onde o setor primário precisa agir para causar impacto, seja ele positivo ou negativo. Tais gargalos não são exclusivos do Brasil e em alguns casos o país demonstra avanços consideráveis, mesmo estando entre os últimos colocados no *Doing Business Index*, desenvolvido pelo Banco Mundial/IFC, para comparar os países por nível de facilidade ou dificuldade para se iniciar ou operar um negócio. A identificação das principais barreiras para o avanço da bioeconomia foi questionada aos participantes da pesquisa e conclusão é de que elas não estão fora desta realidade. O Brasil está na 130ª posição no índice, figurando apenas na frente da Índia (132ª) dentre as nações que compõem os BRICS. África do Sul (39ª), Rússia (112ª) e China (91ª) estão melhores classificadas.

É evidente que a performance das empresas que aqui atuam também está relacionada a fatores e indicadores internos, como capacidade instalada para produção, ambiente e tecnologia adequada para fomentar a inovação, falta de processos definidos para a execução da estratégia, entre muitos outros e, comparativamente, salvo exceções, a produtividade nacional (o Brasil está na 56ª posição do ranking de competitividade 2013/2014 do *World Economic Forum*) é inferior a de países como Holanda (5º) e Inglaterra (10º).

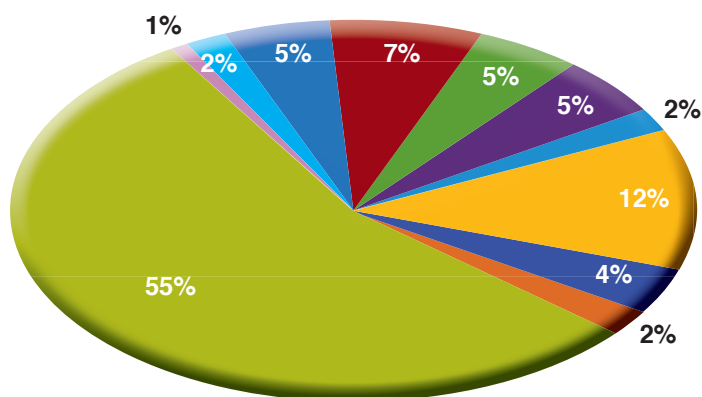
Entretanto, são realmente a ineficiência e aparente inércia da administração pública em prover um ambiente de negócios favorável ao empresário, empreendedor e pesquisador brasileiro as principais causas apontadas para justificar o baixo nível de competitividade do país e das instituições que aqui atuam (**Figura 3**). Marco regulatório inadequado, confuso e complexo, infraestrutura básica precária, falta de investimentos por parte do governo, entre outros, foram indicados como barreiras críticas.

Tal cenário se concretiza no sentimento pessimista dos participantes da pesquisa realizada pela Harvard Business Review Brasil em parceria com a CNI onde aproximadamente 40% dos respondentes indicam um período acima de 12 anos para que o Brasil se torne uma potência em bioeconomia e em indústrias derivadas do uso de ciências da vida (**Figura 4**). A falta de investimentos em biotecnologia e projetos de pesquisa e desenvolvimento de produtos derivados do acesso à biodiversidade pode ser vista também, não exclusivamente, como reflexo desse ambiente desfavorável e adverso (**Figura 5**).



Qual é o principal entrave para o desenvolvimento da bioeconomia no Brasil?

- Falta de capital humano qualificado e especializado
- Marco regulatório confuso e complexo
- Infraestrutura básica precária para o desenvolvimento de uma indústria de ponta
- Falta de investimento por parte do poder público em pesquisa e desenvolvimento
- Falta de segurança jurídica para a iniciativa privada que deseja investir em pesquisa e desenvolvimento
- Falta de sinergia entre iniciativa privada, governo e academia
- Falta de uma política federal para o setor
- Ausência de integração entre as várias instâncias governamentais
- Todas as opções acima
- Nenhuma das opções acima
- Não informado

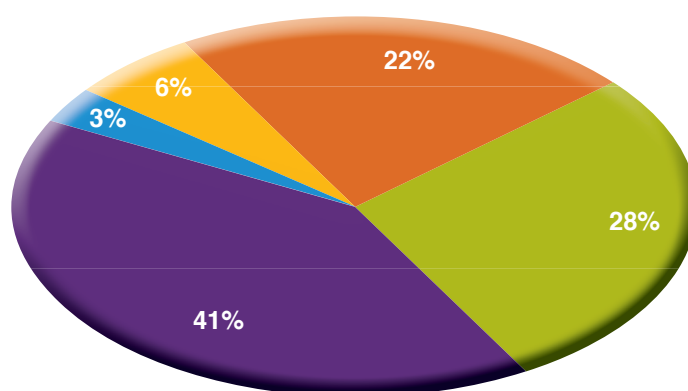


(Figura 3)



Em qual período de tempo você espera que o Brasil se torne uma potência na Bioeconomia?

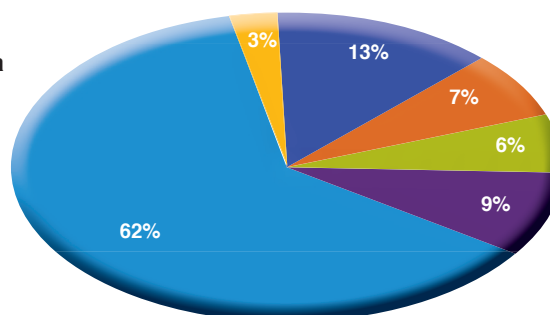
■ 0-3 anos ■ 4-8 anos ■ 9-12 anos ■ Mais do que 12 anos ■ Não informado



(Figura 4)

Qual é a expectativa de investimento de sua empresa/organização em Biotecnologia ou pesquisa em produtos e serviços provenientes do acesso à Biodiversidade para os próximos 5 anos?

■ Até R\$ 500.000
■ Entre R\$ 500.001 e R\$ 2.000.000
■ Entre R\$ 2.000.001 e R\$ 5.000.000
■ Mais de R\$ 5.000.001
■ Não existe um orçamento para investimentos em Biotecnologia
■ Não informado



(Figura 5) Nota: Empresas que não fazem parte da cadeia de valor da bioeconomia fizeram parte da pesquisa



BIOECONOMIA Uma Agenda Para o Brasil

Potencial de crescimento e futuro da bioeconomia

De acordo com dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) o Brasil detém o posto de país com a maior biodiversidade do planeta, com mais de 20% das espécies da terra em seu território. Porém, o país se encontra em um paradoxo. Mesmo com tal variedade e abundância muito do que é produzido, principalmente em atividades relacionadas ao agronegócio, é proveniente de espécies exóticas, ou aquelas que importamos de outras nações.

O agronegócio sozinho representa mais de 22% do PIB brasileiro com expectativa de chegar a 25% em 2014 segundo o MAPA, porém especialistas em competitividade mencionam a importância de promover o desenvolvimento de setores da economia onde o valor agregado dos seus produtos e serviços estejam no topo da cadeia de valor, como o que aconteceu em Singapura, Coréia do Sul e Índia,

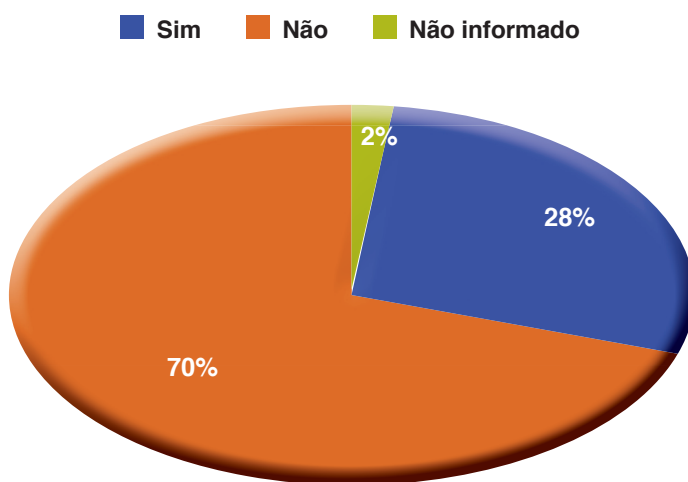
Este cenário representa o potencial que o Brasil tem em se tornar uma das grandes potências mundiais, caso consiga superar os entraves apontados na pesquisa, pois o espaço para melhoria é amplo e imprescindível. Em adição a estes pontos, o fator conhecimento e interesse de todos os setores da sociedade (iniciativa privada, governo e sociedade civil) sobre os riscos de não investir no desenvolvimento de políticas e práticas modernas de uso dos recursos provenientes da biodiversidade e no desenvolvimento de produtos e serviços que estejam no topo da cadeia de valor, é de extrema importância, uma vez que constatamos que aproximadamente 70% dos participantes da pesquisa conduzida pela Harvard Business Review Brasil e CNI mencionaram que o tema não faz parte de discussões e de iniciativas de suas instituições (**Figura 6**).

O fator investimento em pesquisa e desenvolvimento e no fomento da inovação em setores de alto valor agregado como biomedicina, energia e combustíveis alternativos, biotecnologia aplicada à produção de alimentos, entre muitos outros, aparece como prioridade na pesquisa realizada pela HBR Brasil e CNI (**Figura 7**). Em linha com esta demanda está a necessidade do Brasil investir nos mecanismos para viabilizar tal transformação (**Figura 8**). Como citado por uma executiva de um importante polo tecnológico e de inovação do país: “investimento em infraestrutura física e de recursos humanos e o incentivo tributário para a produção de alto valor agregado” fazem parte das políticas públicas que precisam ser endereçadas pelo governo como prioridade.

Apesar do sentimento negativo demonstrado no resultado desta pesquisa é possível identificar avanços no desenvolvimento de um ambiente mais propício e favorável no que tange a bioeconomia e sua evolução no país. Iniciativas como a Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI) liderada pela CNI e sua Agenda de Inovação marcam uma liderança empresarial importante frente aos desafios da manutenção da competitividade da indústria nacional. Também vale ressaltar a recém estabelecida EMBRAPPII (Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial), derivada de uma parceria entre a CNI e o Governo Federal para fomentar projetos inovadores conjuntos entre centros de pesquisas e empresas. O programa Ciência Sem Fronteiras é um importante passo para a aquisição, em outros países, de competências tecnológicas estratégicas para o Brasil e melhoria da formação de recursos humanos de nível superior. A classificação de empresas de capital nacional como a Natura e a Bug Agentes Biológicos entre as mais inovadoras do mundo por rankings internacionais também são indicadores de que estamos no caminho certo, mas a pesquisa reitera que muito ainda há a ser feito.



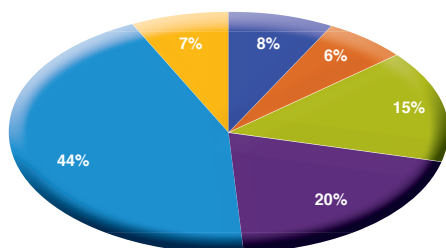
A Organização/Empresa em que trabalha participa de discussões ou iniciativas de fomento ao desenvolvimento da bioeconomia no país?



(Figura 6)

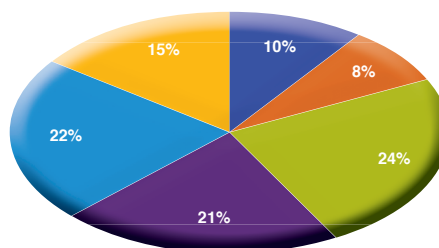
Genética Molecular

■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não informou



Epigenética

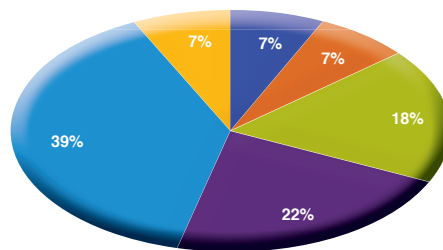
■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não informou





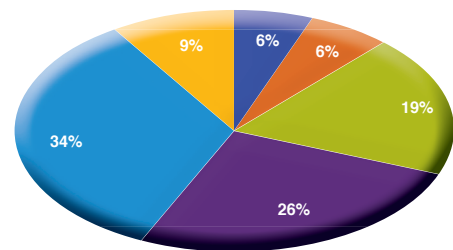
Biologia Molecular

■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não informou



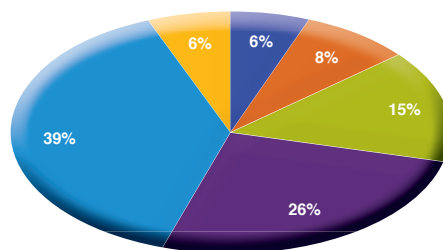
Biologia de Sistemas

■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não informou



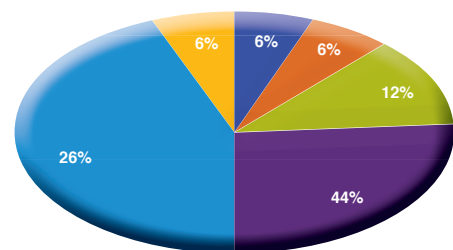
Química Orgânica

■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não informou



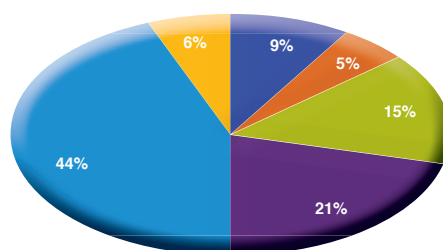
Bioquímica

■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não informou



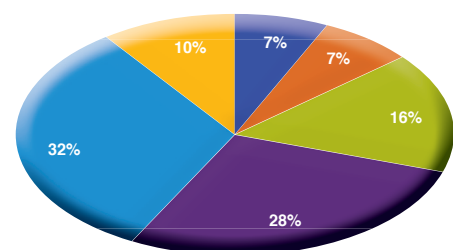
Genética

■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não informou



Biologia Sintética

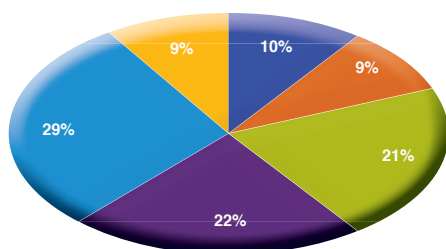
■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não informou





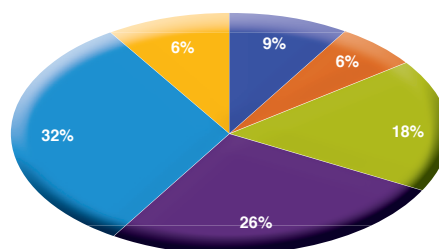
Evolução "in vitro"

■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não informou



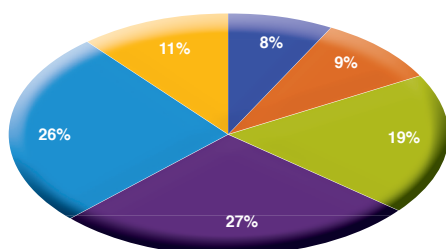
Engenharia de circuitos gênicos

■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não informou



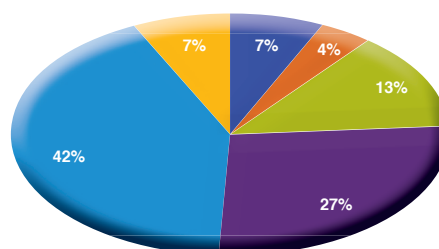
Metagenômica

■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não informou



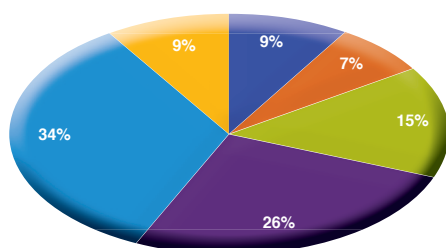
Biorrefinarias

■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não informou



Edição de Genomas

■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não informou



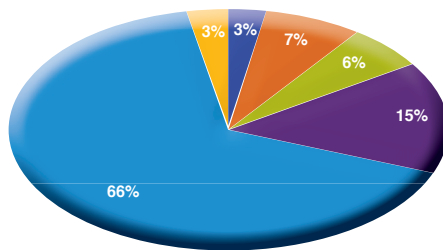
(Figura 7) Que importância relativa (1=pouco importante; 5=muito importante) você atribuiria aos seguintes conhecimentos e tecnologias, em termos de sua contribuição para a Bioeconomia do Brasil nos próximos cinco anos?



BIOECONOMIA Uma Agenda Para o Brasil

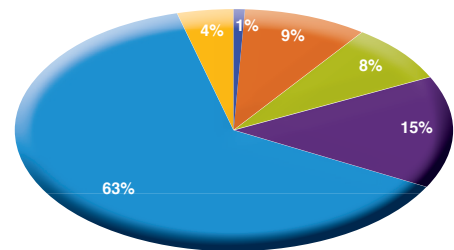
Investimento em pesquisa e desenvolvimento e em programas para a inovação

■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não informou



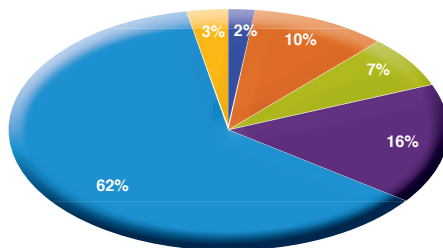
Investimento para o capital humano

■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não informou



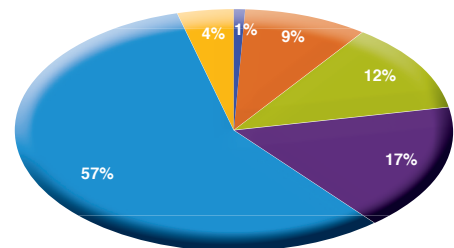
Desburocratização e modernização de políticas públicas para acesso à biodiversidade e proteção à propriedade intelectual e inovação

■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não informou



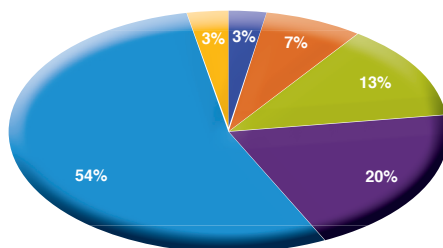
Fomento à parceria entre empresas e universidades

■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não informou



Incentivo à parcerias entre o país e outras economias para o intercâmbio de capital intelectual

■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ Não informou



(Figura 8) Em ordem de relevância, quais são as áreas prioritárias para alavancar a bioeconomia no Brasil? [pontuar de 1 a 5, sendo 5 o mais importante]



Referência Bibliográfica

ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial e CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Visão de Futuro e Agenda INI – Biotecnologia: 2008-2025. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Estudo/Estudo%20Prospectivo%20Biotecnologia.pdf>Acesso em: 27 mai. 2013.

Agapakis, C. Biological Design Principles for Synthetic Biology. Dissertation. Division of Medical Sciences. Harvard University. 2011

Bezerra, A. R. et al. Reversion of a fungal genetic code alteration links proteome instability with genomic and phenotypic diversification. Proceedings of the National Academy Sciences. 2013. USA. www.pnas.org/cgi/doi/10.173/npas.1302094110

BRASIL. Decreto n. 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. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6041.htm . Acesso em: 27 mai. 2013.

BRASIL. Decreto n. 6.476, de 5 de junho de 2008. Promulga o Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura, aprovado em Roma, em 3 de novembro de 2001, e assinado pelo Brasil em 10 de junho de 2002. 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6476.htm. Acesso em: 27 mai. 2013.

BRASIL. Lei n. 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. 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.973.htm . Acesso em: 27 mai. 2013.

BRASIL. Lei n. 11.105, de 24 de março de 2005. Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB, e dá outras providências. 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11105.htm . Acesso em: 27 mai. 2013.

BRASIL. Lei n. 11.196, de 21 de novembro de 2005. Institui o Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia da Informação - REPEIS, o Regime Especial de Aquisição de Bens de Capital para Empresas Exportadoras - RECAP e o Programa de Inclusão Digital; dispõe sobre incentivos fiscais para a inovação tecnológica; e dá outras providências. 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11196.htm . Acesso em: 27 mai. 2013.

BRASIL. Lei n. 9.279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9279.htm. Acesso em: 27 mai. 2013.

BRASIL. Lei n. 9.456, de 25 de abril de 1997. Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9456.htm . Acesso em: 27 mai. 2013.

BRASIL. Medida Provisória n. 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 transferência de tecnologia para sua conservação e utilização, e dá outras providências. 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/2186-16.htm. Acesso em: 27 mai. 2013.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.

Conferências nacional, regionais e estaduais, e Fórum Municipal de C,T&I.

Consolidação das recomendações da 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável.



BIOECONOMIA Uma Agenda Para o Brasil

Deis, B.D. Optimization of a novel two-stage whole-cell enzyme production and lignocellulose hydrolysis reactor design. Dissertation. Boise State University. 2012

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária. Fábio Gelape Faleiro et alli (editores técnicos). 2011. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/916213> Acesso em: 27 mai. 2013.

Engler, A. C. Synthesis and Testing of Novel Polypeptides for Biological Applications. Massachusetts Institute of Technology. 2011

Flowers, D. C. Predicting Enzyme Targets for Optimization of Metabolic Networks under Uncertainty. Master's Thesis, University of Tennessee, 2012. USA

Frazer, I. Form and Fungus: can mushrooms help us get rid of Styrofoam ? The New Yorker. May 20, 2013

Livro Azul. 4ª. Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o desenvolvimento Sustentável. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010

Livro Branco da Inovação Tecnológica. BNDES 2012

Marco Legal da Inovação Tecnológica. Conjunto de Leis e Decretos Federais. BNDES 2012

MIT Comments on the Economy Blueprint. MIT Office for Research. 2011

Moraes F. P. e Colla L. M. / Revista Eletrônica de Farmácia Vol 3 (2), 99-112, 2006

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. The Bioeconomy to 2030: Designing a policy agenda. 2009. Disponível em <http://www.scribd.com/doc/110908179/OCDE-The-Bioeconomy-to-2030-Designing-a-Policy-Agenda> Acesso em: 27 mai. 2013.

Partow, S. Novel Synthetic Biology Tools for Metabolic Engineering of *Saccharomyces cerevisiae*. PhD Thesis. Department of Chemical and Biological Engineering. Chalmers University of Technology. Goteborg. Sweden. 2012

Rehm, B.H.A. Bacterial polymers: biosynthesis, modifications and applications. Nature Reviews Microbiology. 28 June 2010

The European Bioeconomy in 2030. White Paper: Delivering sustainable growth by addressing the Grand Societal Challenges. Disponível em www.becoteps.org;

The Materials Genome Initiative for Global Competitiveness. The National Science and technology Council. 2011

The Third Revolution: the Convergence of the Life Sciences, Physical Sciences, and Engineering. MIT Washington Office. 2011

Umesh, P. et al. Programming languages for synthetic biology. Syst. Synth. Biol. (2010) 4: 265 - 269

USA National Bioeconomy Blueprint. The White House. 2012

Zhuang, W. Controlled nanostructures of synthetic and biological polymers investigated by scanning force microscopy techniques. Dissertation. Fach. Chemie. Humboldt - Universität zu Berlin

<http://www.mpa.gov.br/index.php/pescampa/apresentacao> @ acesso em 28.08.13

<http://www.nationmaster.com/country/br-brazil/agr-agriculture> @ acesso em 28.08.13

http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=2599:catid=28&Itemid=23 @ acesso em 28.08.13

<http://www.doingbusiness.org/rankings> @ acesso em 20.08.2013

<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira> @ acesso em 20.08.2013

http://www3.weforum.org/docs/GCR2013-14/GCR_Rankings_2013-14.pdf @ acesso em 20.08.2013





Iniciativa:

mei

MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL
PELA INOVAÇÃO

ISBN 978-85-7957-101-5



9 788579 571015



**Harvard
Business
Review**
BRASIL

Parceria:



Confederação Nacional da Indústria

CNI. A FORÇA DO BRASIL. INDÚSTRIA