

Análise e organização da informação nas instituições: definição de temas prioritários em biotecnologia e genética

Kilma Gonçalves Cezar

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq, Brasília, DF, Brasil
kilmagc@gmail.com

Luciana Inácia Gomes

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq, Brasília, DF, Brasil
lig.gomes@gmail.com

Carlos Alberto Pittaluga Niederauer

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq, Brasília, DF, Brasil
capn53@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.26512/rici.v13.n1.2020.24753>

Recebido/Recibido/Received: 2019-05-21

Aceitado/Aceptado/Accepted: 2019-11-07

ARTIGOS

Resumo: A atualidade de sobrecarga de informação, do cenário de escassez de recursos para CT&I e do contexto legal e socioeconômico do Brasil motivaram o uso de um procedimento metodológico de análise e organização de informações. Por meio desse método foi possível definir temas prioritários que se traduzem em questões que suscitam atenção e interesse de gestores e cientistas, bem como em atividades tecnológicas e econômicas estratégicas para o Brasil, no âmbito da biotecnologia e genética. O procedimento de análise e organização de informação consistiu na utilização do modelo de Hélice Tríplice para a coleta das informações, e na realização de dinâmica de grupo, no uso da Matriz GUT e na realização de Seminários institucionais para análise, tratamento, priorização e organização das informações. O uso deste procedimento com informações relevantes e de qualidade a partir de fontes de formais contribuiu para tomada de decisões estratégicas nas instituições e para a estrutura e elaboração de novas ações no âmbito da CT&I.

Palavras-chave: análise da informação. organização da informação. decisão estratégica. ciência. tecnologia. inovação.

Analysis and Organization of Information in Institutions: definition of priority topics in biotechnology and genetics

Abstract: The current information overload, the scenario of scarce resources for ST&I and the legal and socioeconomic context of Brazil motivated the use of a methodological procedure of analysis and organization of information. Through this method it was possible to define priority themes that translate into issues that highlight the attention and interest of managers and scientists, as well as in strategic technological and economic activities for Brazil, in the scope of biotechnology and genetics. The procedure of information analysis and organization consisted in the use of the Triple Helix model for the collection of information, in the carrying out of group dynamics, in the use of the GUT Matrix and in the achievement of institutional Seminars for analysis, treatment, prioritization and organization of information. The use of this procedure with relevant and quality information from formal sources

helped in improving the strategic decisions in institutions and for the structure and elaboration of new actions in the field of ST&I.

Keywords: analysis of information. organization of information. strategic decision. science. technology. innovation.

Análisis y Organización de la Información en las Instituciones: definición de temas prioritarios en biotecnología y genética

Resumen: La actualidad de sobrecarga de información, del escenario de escasez de recursos para CT&I y del contexto legal y socioeconómico de Brasil motivó el uso de un procedimiento metodológico de análisis y organización de informaciones. Por medio de este método fue posible definir temas prioritarios que se traducen en cuestiones que suscita atención e interés de gestores y científicos, así como en actividades tecnológicas y económicas estratégicas para Brasil, en el ámbito de la biotecnología y genética. El procedimiento de análisis y organización de información consistió en la utilización del modelo de Hélice Triple para la recolección de las informaciones, y en la realización de dinámica de grupo, en el uso de la Matriz GUT y en la realización de Seminarios institucionales para análisis, tratamiento, priorización y organización de las información. El uso de este procedimiento con informaciones relevantes y de calidad a partir de fuentes de formales contribuyó a la toma de decisiones estratégicas en las instituciones ya la estructura y elaboración de nuevas acciones en el ámbito de la CT& I.

Palabras clave: análisis de la información. organización de la información. decisión estratégica. ciencia. tecnología. innovación.

1 Introdução

A queda de investimento em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT& I) que vem ocorrendo por parte do governo federal¹ ao longo dos últimos anos, projeta um cenário de retrocesso, não só para a ciência brasileira, mas para nosso desenvolvimento social e econômico. Por outro lado, o *Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação*² desburocratiza e estimula as parcerias entre o setor privado e as instituições de pesquisa científica e tecnológica. Este cenário, limitante pelo prisma do financiamento à CT& I, e estimulante pelo viés das parcerias público-privadas, instiga as organizações a investirem na informação estratégica e no conhecimento para ampararem a gestão organizacional. Isto tem motivado a busca por inovações organizacionais que visem a assegurar a maximização da eficiência, eficácia e efetividade na produção de resultados.

As inovações organizacionais consistem, de modo geral, no desenvolvimento de procedimentos metodológicos nos quais a informação estratégica e o conhecimento firmam-se como insumos vitais. Para Barbieri e Álvares (2004) as inovações organizacionais buscam introduzir o uso da informação estratégica e do conhecimento em ações que demandem o

¹ Investimentos no setor caíram de R\$ 8,4 bilhões em 2014 para R\$ 3,2 bilhões para 2017. Para 2018, a previsão é de R\$ 2,7 bilhões. Ver <http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/CIENCIA-E-TECNOLOGIA/546380-CORTES-NO-ORCAMENTO-DE-CIENCIA-E-TECNOLOGIA-PODEM-INVIABILIZAR-PESQUISAS.html> acessado em Maio/2018.

² Ver Decreto n. 9.283 de 07/02/2018 que regulamenta a Lei 13.243 de 11/01/2016. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9283.htm acessado em 21/05/2018.

aperfeiçoamento da alocação de recursos, o gerenciamento de interesses organizacionais, a antecipação de riscos, e a conquista de vantagens competitivas.

Para Gerstein (1993), os modelos de gestão das organizações seguem o eixo principal da sociedade da informação, pois se utilizam de conhecimentos e informações como meio de enfrentar a complexidade do ambiente organizacional, as demandas governamentais e as expectativas da sociedade.

Voltando ao contexto de CT&I e atrelando-o ao cenário de demanda pelo desenvolvimento sustentável, de aumento da expectativa de vida e do crescimento populacional, bem como ao de crescente participação na economia de produtos biotecnológicos e oriundos de manipulação genética evidencia-se as áreas da biotecnologia e da genética como componentes básicos para o desenvolvimento do País. Isto demanda aos tomadores de decisão do governo, da academia e dos setores empresariais assegurarem a continuidade das ações estratégicas e criarem novas ações envolvendo essas áreas de conhecimento.

Sendo o Brasil o maior detentor da biodiversidade do Planeta e esta a principal matéria-prima da biotecnologia e da genética, entende-se que a definição de temas prioritários no âmbito dessas áreas de conhecimento pode se traduzir em atividades tecnológicas e econômicas estratégicas para o Brasil. E isso, permitirá o avanço na fronteira do conhecimento e um viés transversal ao sistema produtivo e econômico do Brasil.

O campo do conhecimento da biotecnologia e genética inclui diferentes disciplinas, com níveis de complexidade distintos, e capacidade comum de atuação sobre organismos vivos voltada para aplicações tecnológicas e econômicas. E, essas aplicações se mostram como elemento essencial de suporte à vida e ao mesmo tempo de valor para o futuro, pois contribuem para o crescimento da produtividade brasileira com consequências positivas na competitividade mundial, no enfrentamento dos desafios científicos e tecnológicos, além de atuar diretamente sobre o bem-estar da população brasileira³.

Logo, a definição de temas prioritários para a biotecnologia e genética pode otimizar os investimentos em ações e propostas estratégicas. Entretanto, essa ação esbarra no problema contemporâneo de sobrecarga da informação⁴.

A diluição dos polos de transmissão de informações, o complexo contexto de fluxos de informações, sendo estes constantes e caóticos, e o acesso imediato e fácil a uma grande

³ Ver artigo acerca dos impactos da Biotecnologia na sociedade

<http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/4979>, acessado em Maio/2018.

⁴ *Information overload* reflete o estado de sobrecarga da informação, pois sobre um único assunto, há quantidade excessiva de textos, *sites*, comentários, fóruns, *e-books*, pdf de artigos, fotos, vídeos, *slideshares*. Para conferir: <https://blog.scielo.org/blog/2015/05/18/lidando-com-a-sobrecarga-de-informacao/#.XF576tQrK8o> acessado em Janeiro-2019.

quantidade de informações na era digital configura uma sobrecarga de dados e informação, para além da finalidade racional. (CUNHA, 2016).

Esse conjunto de circunstâncias caracteriza o novo paradigma informacional, o qual fundamenta a sociedade da informação. A lógica está na alta penetrabilidade da informação, do conhecimento e da inovação nas relações econômicas, sociais e humanas, na reversibilidade dos processos e produtos a partir do uso de tecnologias, na estrutura organizada em redes sociais e eletrônicas, na globalização das atividades econômicas e na convergência de tecnologias envolvendo diferentes áreas de conhecimento (CASTELLS, 1999).

Diante do exposto, e considerando o cenário de escassez de recursos para CT&I, bem como o contexto legal e socioeconômico do País, é que se firmou como objeto de estudo deste artigo a utilização de um procedimento metodológico de análise e organização de informações com capacidade de extrair as principais idéias e informações. O resultado esperado é a definição de temas prioritários, no âmbito da biotecnologia e genética, de forma a auxiliar o processo de tomada de decisão.

O artigo está dividido em dois tópicos, além da introdução e da conclusão. O primeiro apresenta o referencial analítico que gerou a formulação do problema. O segundo traz o procedimento ora utilizado. Este procedimento está subdividido em três partes. A primeira parte contempla o método utilizado para o levantamento das áreas estratégicas na esfera 'Governo'. A segunda parte apresenta o '*modus operandi*' utilizado para a coleta, análise, tratamento e organização da informação com priorização dos temas, a partir do conhecimento oriundo da 'Academia'. Já a terceira, o meio encontrado para se dispor de informações estratégicas do 'Setor Produtivo'. Por fim, a conclusão.

2 Formulação do Problema

O progresso científico da biotecnologia e genética tem resultado em revoluções tecnológicas em setores econômicos diversos. É exemplo a indústria alimentícia, a farmacêutica, de bioenergia, a agropecuária e a ambiental. São exemplos a geração de produtos de qualidade alimentar para humanos e animais com características superiores, a multiplicação e reprodução de espécies animais, inclusive com a possibilidade do uso da transgenia e a produção de moléculas de grande interesse industrial.

Também devem ser destacados os benefícios em setores como a saúde humana, obtidos com a era da genômica e seus desdobramentos nas pesquisas com células-tronco, no tratamento de doenças crônicas como o câncer, no estudo da epidemiologia das doenças infecciosas e na inovação médica. O meio ambiente também se beneficia, com os avanços na recuperação de solos e no tratamento de resíduos.

A convergência e a transversalidade da genética e biotecnologia, entre si e com diversas áreas do saber científico e tecnológico é uma das mais destacadas características da era contemporânea do conhecimento. Abordagens integradas entre nanotecnologia, biotecnologia, tecnologia da informação, genética aplicada e ciências cognitivas potencializam o avanço no enfrentamento de desafios econômicos, ambientais e sociais do País.

Associando essas características ao conjunto de megatendências na ciência e tecnologia, para um futuro até 2030, espera-se haver manutenção da revolução tecnológica, integrando a biotecnologia, a nanotecnologia, as TIC (informação e comunicação) e as tecnologias dos materiais em ritmo acelerado. Esse movimento resultará no surgimento de novas tecnologias em diversas áreas do conhecimento, refletindo-se na melhoria de qualidade de vida. Conhecido como *NBICconvergence*, essa área surge como uma possibilidade técnica para aumentar o potencial biológico, ou seja, aumento da qualidade de vida dos seres humanos (ROCKEFELLER FOUNDATION, 2010; DYNKIN, 2011).

Assim, genética e biotecnologia se apresentam como protagonistas nas atividades de pesquisa, desenvolvimento e são geradoras de inovação, além de serem tendências tecnológicas em países desenvolvidos, assim como nos não desenvolvidos, mas que dispõem de ampla biodiversidade, como o Brasil. Elas são tidas como potencializadoras de tecnologias portadoras de futuro, cujas aplicações têm contribuído para a estruturação de novos sistemas econômicos e sociais⁵.

A relevância dessas temáticas tem influenciado ações governamentais. É possível verificar, nos últimos quinze anos uma concertação de ações alinhadas ao cenário contemporâneo no âmbito do governo federal, conforme descrito abaixo.

Em 14/09/2004 foi instituído o Fórum de Competitividade de Biotecnologia⁶ sob a coordenação conjunta do então Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), do Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), do Ministério da Saúde (MS), e do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), enquanto ferramenta estratégica no contexto do Programa “Competitividade das Cadeias Produtivas” constante do PPA 2004-2007. Além desses Ministérios o Fórum contou com a participação de representantes da sociedade civil, da academia e do setor empresarial, cujo objetivo foi identificar alvos estratégicos e áreas de fronteira no segmento da Biotecnologia que se mostrassem favoráveis ao aumento da competitividade da indústria brasileira.

⁵ Ver publicação da Confederação Nacional da Indústria CNI - A indústria 2027 disponível no link <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-2027/> acessado em Maio/2017.

⁶ Ver sobre o Fórum de Competitividade de Biotecnologia http://www.redetec.org.br/wp-content/uploads/2015/02/tr01_rh.pdf acessado em Maio/2018.

Nessa mesma direção de definição de estratégias para o avanço da Biotecnologia nacional, em 08/02/2007, por meio do Decreto 6041 foi instituída a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia⁷ tendo entre alguns dos objetivos listados na normativa, o de estabelecer um ambiente propício para o desenvolvimento de processos e produtos biotecnológicos inovadores. Esse Decreto também criou o Comitê Nacional de Biotecnologia para coordenar a implementação da Política de Desenvolvimento da Biotecnologia, além das ações voltadas para o desenvolvimento, com ênfase na bioindústria brasileira.

Na contramão da iniciativa acima, há o de contingenciamento de recursos para CT&I, por parte do Governo Federal. O orçamento do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação (MCTIC) tem sofrido reduções constantes, que afetam não só o que o Brasil produziu de pesquisa, mas principalmente projetos. As entidades científicas e acadêmicas nacionais vêm continuamente, alertando para o fechamento de laboratórios, descontinuidades de pesquisas, evasão de pesquisadores, e a desistência de jovens promissores de ingressarem na carreira científica⁸. Em audiência pública no Senado Federal a Academia Brasileira de Ciências expôs que os cortes orçamentários se revelam como uma “bomba atômica” que afetará gerações futuras⁹.

Pelo exposto, é fato que a biotecnologia e a genética são áreas portadoras de futuro. É também fato que a queda de investimentos federais em CT&I é uma ameaça ao desenvolvimento econômico e social da nação. Por outro lado, o Marco Legal de CT&I traz perspectivas positivas ao setor. Por exemplo, universidades e instituições públicas de pesquisa brasileiras terão mais incentivos para a criação de parcerias com o setor privado. Diante deste cenário, entendeu-se ser necessário definir temas prioritários da biotecnologia e da genética que não poderiam sofrer interrupção e descontinuidade de pesquisas e de formação de recursos humanos.

3 O Procedimento de análise e organização da informação

A definição de temas prioritários da biotecnologia e da genética, enquanto portadoras de futuro é entendido como um processo de demarcação da fronteira do conhecimento.

⁷ Ver Decreto 6041 de 08/02/2007 o qual Institui a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia, cria o Comitê Nacional de Biotecnologia e dá outras providências. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6041.htm acessado em Maio/2018.

⁸ Ver *Carta aberta à sociedade brasileira*. <http://portal.sbpcnet.org.br/noticias/em-carta-aberta-entidades-pedem-resolucao-urgente-da-crise-na-cti-e-no-ensino-superior/> acessado em Maio/2018.

⁹ Ver <http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/CIENCIA-E-TECNOLOGIA/537869-DEBATEDORES-DEFENDEM-PROIBICAO-DE-CONTINGENCIAMENTO-DE-RECURSOS-PARA-CIENCIA-NO-ORCAMENTO-DE-2018.html> acessado em Maio/2018.

Assim, considerando a enorme variedade de conhecimentos e informações que fundamentam essas áreas, e sabendo-se que o paradigma tecno-econômico atual é baseado na informação¹⁰, que o tratamento e a organização dessa informação permitem agregar valor e torná-la estratégica¹¹ e que é imposto ao processo produtivo o uso da ciência e tecnologia¹², entende-se que para o levantamento e a definição de temas prioritários para o setor de Biotecnologia e Genética deve-se recorrer para a coleta de informações, inicialmente, a fontes de informação oriundas de Instituições Governamentais, enquanto eixo estruturante do desenvolvimento. Em seguida, à Academia, enquanto instituição criadora do conhecimento, assim como o setor produtivo como parceiro estratégico para a inovação. O modelo da Hélice Tríplice¹³ desenvolvido por Henry Etzkowitz e Loet Leydesdorff na década de 1990 se mostra adequado para a coleta de informação.

O modelo de Hélice Tríplice é tratado pelos autores Henry Etzkowitz e Chunyan Zhou (2017) como um processo dinâmico para a inovação que envolve as esferas institucionais: universidades, indústrias e governo, e que se vale do conhecimento, consenso e inovação.

“... Quando os representantes da universidade, da indústria e do governo, assim como outros protagonistas, são convocados para discutir os problemas e potencialidades regionais, pode nascer uma nova dinâmica de inovação e empreendedorismo. Quando esses espaços de “conhecimento” e “consenso” se unem, o palco está pronto para a adaptação e invenção de novas metodologias para o desenvolvimento econômico e social baseado no conhecimento...” (ETZKOWITZ &ZHOU, p. 30, 2017)

Assim, após a escolha do modelo de Hélice Tríplice para coleta da informação, parte-se para o processo de análise da informação, detalhado a seguir, de forma que este possa ser facilmente replicado.

3.1 Plano de Ação para Análise e Organização da Informação

3.1.1 Governo

O plano de ação para análise e organização da informação envolveu três esferas institucionais: Governo, Academia e Setor Produtivo.

¹⁰ O novo paradigma informacional fundamenta a sociedade contemporânea e está associado às mudanças nas relações entre Estado, sociedade e economia cuja lógica está na coleta, gestão e disseminação de informações e de conhecimentos para a tomada de decisão (CASTELLS, 1999).

¹¹ A informação tratada se transforma em conhecimento e este é utilizado como subsídio para a tomada de decisão, estando esta voltada para a antecipação de riscos, conquista de vantagens competitivas e para a maximização da eficiência, eficácia e efetividade na produção dos resultados desejados, no caso de empresas públicas (BECKMAN & LIEBOWITZ: 1998).

¹² Para a OCDE (1999), a importância que um país efetivamente dispensa à ciência e tecnologia influencia o seu grau de desenvolvimento, e as inter-relações entre conhecimento científico e inovações técnicas agregam valor aos mais diversos produtos.

¹³ Metodologia para examinar pontos fortes e fracos locais e preencher lacunas nas relações entre universidades, indústrias e governos, com vistas a desenvolver uma estratégia de inovação bem-sucedida e para criação de novos conhecimentos. Ver: Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142017000200023, acessado em Maio/2018.

A primeira esfera institucional trabalhada foi 'Governo' tratada como eixo estruturante do desenvolvimento. Foi escolhido como método para coletar a diversidade de informações, uma dinâmica de grupo usando a técnica de *brainstorming* e considerando o conhecimento e as experiências de servidores especialistas no fomento de CT&I envolvendo Genética e Biotecnologia.

Cada participante justificou e contextualizou suas idéias, conhecimento e experiência considerando o histórico do fomento e o contexto socioeconômico do País. A partir dessas informações, foram definidas questões que suscitam atenção de gestores. Essas foram apreciadas criticamente, levando em conta, o estado da arte da pesquisa ora relacionada, permitindo com isso que ao final da apreciação alguns dessas questões se mostrassem/traduzissem em temas prioritários, conforme seguem:

- Genômica e Proteômica

- gerar e expandir o conhecimento sobre: vias de sinalizações, processos epigenéticos, proteínas reguladoras, modificações pós-tradicionais, estados fisiológicos e fisiopatológicos de células e organismos, relações entre diferentes organismos e potencialidades da biodiversidade brasileira na busca de produtos naturais bioativos.
- identificar alvos moleculares para desenvolvimento de fármacos, de vacinas, de métodos diagnósticos para estudos de aperfeiçoamento genético ou de engenharia de proteínas em biotecnologia, incluindo mecanismos de edição genômica com ferramenta de CRISPR.
- estudar a associação entre diferentes organismos, como na relação parasita hospedeiro, para o entendimento de doenças humanas ou de animais ou vegetais de interesse da agropecuária, assim como as associações benéficas entre microrganismos e plantas, de grande interesse para a agricultura.
- estudar as secreções e venenos da fauna e flora brasileiras, na busca de produtos naturais bioativos com potencialidade em aplicações medicinais ou biotecnológicas.
- desenvolver estratégias para seleção, caracterização e expressão de proteínas, bem como estratégias e metodologias de manipulação da expressão gênica, visando a obtenção de novos produtos ou processos com potencial de aplicação nas áreas de saúde, agricultura, indústria e meio ambiente.
- contribuir para o desenvolvimento de novas tecnologias mais eficazes e/ou de custo mais baixo, possibilitando a geração de produtos acessíveis à população.

- Genética da Biodiversidade

- Estudar e aplicar diferentes abordagens genéticas visando o entendimento da biodiversidade, da bioprospecção e da preservação das espécies, minimizando seu risco de extinção, bem como de seu potencial biotecnológico, (Ex. produção de espécies nativas de peixes em escala industrial).

- Genética Aplicada à saúde pública

- estudo da epidemiologia e dos defeitos congênitos (doenças raras).
- estudo de doenças crônicas como o câncer.
- genética do envelhecimento

- Biotecnologia aplicada para a Saúde Pública

Constitui-se por atendimento de demandas em Saúde Pública atual a partir de ações de fomento em pesquisa e desenvolvimento de produtos e processos capazes de gerar conhecimento e soluções urgentes frente ao surgimento e re-emergência de doenças infecciosas (DENGUE, ZIKA, CHICUNGUNYA, FEBRE AMARELA, MALÁRIA) no Brasil. Nesse sentido, pretende-se fomentar e/ou expandir plataformas tecnológicas existentes para:

- Novas Drogas Terapêuticas
- Vacinas e *kits* para Diagnóstico

- Biotecnologia Industrial

O uso da biotecnologia na substituição dos processos existentes torna as indústrias mais eficientes e amigas do meio ambiente, contribuindo para a sustentabilidade industrial.

- Engenharia metabólica (enzimas industriais e outros bioativos)
- Biocombustíveis
- Biopolímeros, Bioplásticos, Biorremediação, Resinas e Tintas
- Melhoria na produtividade agrícola

- Nanobiotecnologia Aplicada

- Biotecnologia em Pesquisas com células-tronco

- Bioinformática

- Apoio ao desenvolvimento de novos conhecimentos em bioinformática computacional; fortalecimento e consolidação dos grupos existentes em bioinformática, bem como o apoio ao desenvolvimento de softwares e serviços especializados para a medicina inovativa e agropecuária do futuro.
- - Métodos alternativos à experimentação animal
- Fomentar e/ou expandir plataformas tecnológicas existentes para aplicação de testes de segurança *in vitro* e computacionais já substitutos de testes convencionais de animais de laboratório.

As questões acima definidas consistem em temas, intrinsecamente inovadores, envolvendo as áreas de conhecimento, quais sejam, genética e biotecnologia, os quais não se esgotam e podem contribuir para o atendimento de demandas para o desenvolvimento científico e tecnológico do País.

3.1.2 Academia

Para a coleta e tratamento das informações originárias da Academia, foi constituído um Grupo de Trabalho em Biotecnologia e Recursos Genéticos (GT-BIOTEC). O Grupo foi composto por pesquisadores renomados nas respectivas áreas, cujo objetivo é trazer a visão e as prospecções da Academia, atreladas ao contexto socioeconômico do País e ao estado da arte da pesquisa científica, relativas às áreas de biotecnologia e genética. A tarefa do GT-BIOTEC foi conformar um rol de temas prioritários e de ações estratégicas na formação de recursos humanos e no fomento à pesquisa, com o foco no desenvolvimento do País.

Para a análise e refinamento das informações ora coletadas, foi elaborado um formulário para cada um dos membros do GT-BIOTEC indicar temas prioritários. O Grupo seguiu as diretrizes do método de priorização de processos denominado Matriz GUT¹⁴. cujos aspectos analisados são: Gravidade, Urgência e Tendência, onde a sigla é representada pela primeira letra de cada um desses aspectos.

Assim, o preenchimento do formulário – GT-BIOTEC seguiu os moldes da Matriz GUT. Isto facilitou a análise, o tratamento e a priorização das informações. Para o preenchimento do referido formulário os membros da academia foram informados da importância de ao indicar os temas, assinalar a pontuação correspondente às colunas Gravidade (G), Urgência (U) e Tendência (T), com *score* de 1 a 5, conforme a orientação constante do formulário. Em relação aos temas indicados, para cada um deles, os pesquisadores participantes deveriam indicar 3 pesquisadores referência no tema em questão, inclusive sendo permitida a auto indicação, que contribuíram na definição final dos referidos temas.

Cada membro/pesquisador indicou até dez temas que considerava prioritários com justificativa amparada pelo cenário legal e socioeconômico do País.

Para o tratamento das informações constantes do formulário - GT BIOTEC, primeiramente houve uma compilação, consolidação, e catalogação, respectivamente, dessas, o que gerou a criação de um quadro geral temático considerando o ranqueamento dos 'pesos' atribuídos e correspondentes às colunas Gravidade (G), Urgência (U) e Tendência (T).

A formação desse quadro geral culminou na definição e priorização de temas. A partir dessa priorização, procedeu-se à análise e sistematização destes, relacionando-os a grandes áreas do conhecimento e, em seguida, a subáreas. Após essa fase, houve o esmiuçamento e tipificação dos temas, gerando com isso o delineamento de linhas de pesquisa para cada uma dessas áreas e subáreas, ora relacionadas, conforme apresentado a seguir, o que se traduziu em atividades tecnológicas e econômicas que atuam na fronteira do conhecimento.

Biotecnologia Industrial

I. Bioprocessos: produzir em escala industrial os processos controlados por transformações biológicas envolvendo células vivas de natureza microbiana, animal ou vegetal nos seguintes sub-temas:

- Produção sustentável de alimentos funcionais;
- Produção de biomoléculas por via microbiana com aplicabilidade como defensivos agrícolas;
- Transformação de biomassa em materiais renováveis e biopolímeros;

¹⁴ Segundo Grimaldi & Mancuso(1994), a técnica de GUT foi desenvolvida com o objetivo de orientar decisões mais complexas, isto é, que envolvem muitas informações.

- Melhoramento genético de plantas, animais e microorganismos que poderão servir como biorreatores (biofábricas) para a produção de bioprodutos terapêuticos, fitoterápicos e medicinais, utilizando tecnologia de edição de genomas (CRISPR) e indução e controle da expressão gênica;
- Obtenção e purificação de proteínas recombinantes em escala industrial visando a produção de vacinas e kits para diagnóstico de doenças tropicais

II. Biorrefinaria:

- Células combustíveis de óxido sólido (SOFC) e o etanol para uso na geração de energia elétrica.
- Biologia sintética de microrganismos para uso nas rotas biotecnológicas da biorrefinaria.
- Conversão química de biomassa vegetal na geração de energia térmica, elétrica e biocombustíveis (bioetanol, biodiesel, biohidrogênio e biometano).

III. Produção de enzimas industriais:

- Desenvolvimento de coquetéis enzimáticos competitivos para processamento da biomassa lignocelulósica e produção de etanol de segunda geração (celulósico).
- Enzimas na alimentação de animais e agricultura;
- Substituição de processos químicos por processos enzimáticos nos setores de alimentos, cosméticos e química fina.
- Biocatálise e Biotransformação: desenvolvimento de compostos quirais na química fina e indústria farmacêutica, usando a diversidade microbiana e enzimática e de substratos naturais;

Biotechnologia aplicada à saúde humana e animal

I. Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT): ações estruturadas nos eixos de promoção da saúde: diagnóstico, prevenção, tratamento e vigilância.

II. Produção de Biofármacos ou medicamentos biológicos para doenças crônicas: vacinas, anticorpos monoclonais, enzimas, hormônios etc.

III. Promoção da pesquisa de novos métodos *in vitro* e de modelos *in vivo*, a partir de animais geneticamente modificados, para estudo de doenças complexas e para ensaios pré-clínicos de produtos biotecnológicos (vacinas, quimioterápicos, produtos nanotecnológicos, fitoquímicos etc.) para desenvolvimento por BPL.

IV. Produção de Fitoterápicos.

V. Produção de Prébióticos, Probióticos, Simbióticos e Bioativos.

VI. Terapia celular

Formação de Recursos Humanos

I. Melhoria do ensino primário e médio no Brasil de forma a otimizar a formação no ensino superior e dar suporte à competitividade do País no mercado internacional.

II. Estimular formação de recursos humanos nas seguintes áreas:

- Biorrefinarias;
- Engenharia de Bioprocessos;
- Empreendedorismo, Gestão em Biotecnologia, Propriedade Intelectual e Legislação para fortalecimento da bioindústria brasileira;
- Formação de pessoal para atuação nos Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT);
- Escalonamento de produção em condições de Boas Práticas de Fabricação (BPF), validação de produtos e auxílio na condução de processos de licenciamento de novos produtos nos órgãos de controle;
- Viabilizar capacitação técnica em colaboração entre centros de pesquisa e desenvolvimento em Biotecnologia - Redes de soluções biotecnológicas para desafios futuros.

Biotecnologia aplicada à agropecuária

I. Engenharia genética com prospecção de novos genes em plantas dos biomas cerrado e caatinga com tolerância a estresses abióticos (seca, salinidade e calor) e inserção de novas competências em plantas já cultivadas, cuja cadeia produtiva seja relevante em termos nacionais e para cenários de aquecimento global.

II. Estratégias biotecnológicas (plantas geneticamente transformadas, microrganismos úteis em controle biológico ou ainda defensivos agrícolas de origem biológica) visando à proteção de vegetais de doenças patogênicas.

III. Obtenção de novos produtos de alto valor comercial, oriundos das principais cadeias produtivas (soja, café, cana-de-açúcar, milho etc.) com uso de ferramentas da biotecnologia e engenharia de bioprocessos.

IV. Programa de pesquisa em Cana Energia. A Cana Energia tem produtividade três vezes maior que a cana de açúcar, que alcançou o seu platô, e precisa ser compreendida em relação à robustez, produtividade, pragas e doenças.

V. Edição de genomas para melhoramento genético vegetal e animal, possibilitando a inserção de novas características de interesse comercial (biofábricas).

VI. Melhoramento genético para a domesticação da Macaúba para a cadeia de produção de óleo vegetal.

VII. Reprodução animal: desenvolvimento das melhores qualidades da raça, das características morfológicas aparentes do animal, como também o seu potencial reprodutor.

Uso Biotecnológico da Biodiversidade

I. Desenvolvimento de novos compostos antimicrobianos e antifúngicos: prospectar novas substâncias de origem marinha e dos biomas brasileiros, úteis no uso direto ou como coadjuvante nos tratamentos, como peptídeos antimicrobianos nativos ou com modificações derivadas por engenharia de proteínas. Desenvolver sistemas de produção desses peptídeos testes.

II. Bioprospecção da biodiversidade brasileira nos sub-temas:

- Identificar a biodiversidade brasileira quanto a genes, proteínas e metabólitos com potencial biotecnológico aplicados: à saúde (diagnóstico, prognóstico e tratamento de doenças); indústria (novos catalisadores) e meio ambiente (biorremediação/biodegradação);
- Avaliar potencial biotecnológico da diversidade microbiana marinha da costa brasileira (Biotecnologia Azul).
- Identificar rotas metabólicas da diversidade microbiana sob condição de estresse ambiental na obtenção de produtos e processos biotecnológicos;

Biotecnologia Ambiental

I. Bioindicadores de monitoramento, modelagem e simulação ambiental dos recursos hídricos, do ar e do solo.

II. Biolixiviação e recuperação de minérios

III. Biorremediação com uso de microorganismos e plantas em ecossistemas impactados pelas atividades industriais, da agropecuária e da mineração.

Marcos Regulatórios e Políticas Públicas

I. Apoiar a formação de redes de P&D em áreas portadoras de futuro: biologia sintética, nanobiotecnologia e biomimética;

II. Dar continuidade ao apoio das redes de pesquisa voltadas para o conhecimento da biodiversidade e/ou biotecnologia criadas pelo MCTIC: RENORBIO, BIONORTE, PRÓ-CENTRO OESTE, PROBIO, entre outras;

III. Harmonização das diferentes legislações nacionais e internacionais que se referem à área de desenvolvimento de novos produtos bioindustriais.

Genética Aplicada à Biotecnologia – Engenharia Genética

I. Medicina individualizada baseada em painéis genéticos pré-definidos e exomas da população brasileira, de forma a aumentar a eficácia dos protocolos e tratamentos hoje importados e originados a partir populações européias ou norte-americanas em sua maioria.

II. Edição de genomas

Infraestrutura

I. Rede de Plantas Piloto - criação, organização e suporte.

O País carece de Plantas Piloto que possam colaborar e/ou prestar serviços para instituições públicas/privadas, que não tem recursos ou tempo para tal, nas diversas áreas como: biofarmacêutica, biorrefinaria, produção de extratos/óleos, entre outras.

II. Plataformas de Equipamentos Multiusuários.

Garantia e racionalização de recursos para manutenção e técnicos qualificados para o bom funcionamento dos equipamentos.

Esses temas prioritários subsidiaram a elaboração de um programa temático, associando as atividades tecnológicas e econômicas com as referidas linhas de pesquisa, tendo como foco assegurar a continuidade das pesquisas e da formação de recursos humanos estratégicos. Esse programa temático foi intitulado –INOVA-GENBIOTEC¹⁵.

Ao fim do processo de definição dos temas prioritários foi constatada a convergência entre os temas definidos no âmbito da esfera institucional ‘Governo’ e os levantados pelos membros da Academia, a partir do Formulário GT-BIOTEC e da Matriz GUT. Os temas prioritários definidos no âmbito da esfera Governo estão contidos nos apresentados pela Academia. Entretanto, os temas tratados pela Academia, extrapolam o material produzido a partir das discussões da esfera Governo. Ficou claro que, por meio do acesso ao conhecimento acadêmico, de pesquisadores renomados, descortina-se o conhecimento de fronteira, e esse conhecimento foi o que permitiu associar atividades tecnológicas e econômicas com as referidas linhas de pesquisa.

¹⁵ O INOVA-GENBIOTEC consistiu no Programa Avançado de Inovação Tecnológica em Genética e Biotecnologia - Fase I – Biotecnologia Industrial, elaborado pela equipe da Coordenação de Biotecnologia e Recursos Genéticos – COBRG no âmbito da Diretoria de Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde – DABS do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

3.1.2 Setor Produtivo

Em relação às informações oriundas do setor produtivo, privado e estatal, escolheu-se como ferramenta para coleta e tratamento dessas informações a realização de Seminários, com discussões. Essa metodologia foi pensada, com o objetivo de estabelecer um fórum de discussão acerca das expectativas, tendências e demandas do ‘mercado’ a partir do setor produtivo.

Os seminários tiveram como objetivo unir o mercado e a ciência para juntos trilharem um caminho que facilitasse o governo, a academia e o setor produtivo a melhor enfrentar os desafios científicos e tecnológicos, no caso em específico os relacionados à Genética e a Biotecnologia, uma vez que estes impactam a produtividade, competitividade e o desenvolvimento do País.

Assim, foram incluídos na programação ‘Ciclo de Seminários MCTIC’ de 2018, três seminários, com debates, envolvendo as áreas de biotecnologia e genética. O primeiro seminário teve como título “CNPq: Fomentando Ciência, Tecnologia e Inovação”. O segundo foi o “Simpósio Centro Brasileiro-Argentino de Biotecnologia de Temas Atuais – INOVAÇÃO”. O terceiro seminário, que ocorreu no segundo semestre de 2018 teve o título “A Indústria da Biotecnologia: Desafios Científicos, Tecnológicos e Legais”.

No primeiro seminário participaram o Diretor de Cooperação Institucional do CNPq e o Coordenador do Núcleo de Futuros da Universidade de Brasília. O debate permeou a discussão em torno da geração de riquezas no País, enquanto estoque de bens e serviços à disposição da sociedade, por meio da CT&I. O segundo Seminário ocorreu em comemoração aos 30 anos do programa de integração regional entre Brasil, Argentina, com participação do Uruguai, o Centro Brasileiro-Argentino de Biotecnologia (CBAB), conhecido em espanhol pela sigla CABBIO. As entidades participantes foram a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii), a Associação Brasileira de Biotecnologia Industrial (ABBI), a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), a *L’Oréal Research&Innovation*, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), a Rede Sul-BIOTEC e a Universidade Federal do Amazonas. Este seminário foi bastante elucidativo no sentido de apresentar a realidade de cada um dos atores envolvidos no desenvolvimento estratégico da Genética e da Biotecnologia brasileiras. As empresas públicas e as empresas de base tecnológica trataram esses temas como definidores de tecnologias-chave que impactam a competitividade da ciência e da indústria brasileira, e justificaram que sendo temas estratégicos para o País, demandam a formação de redes de P&D, e maior aporte de recursos financeiros para a produção de produtos tecnológicos. O terceiro Seminário teve como foco de debate de desafios do setor biotecnológico por meio de interlocução direta entre três grupos de atores: os dirigentes do

governo em órgãos de fomento (MCTIC, CNPq e FINEP) e órgão reguladores (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CNTBio); de representação associativa das empresas de biotecnologia (Parque Tecnológico de Brasília – BIOTIC e Associação Brasileira de Biotecnologia Industrial - ABBI); e dirigentes de empresas de biotecnologia e base tecnológica (GranBio, Janssen – Johnson & Johnson, Aché, Orygen, Regenera e Easythings (Start Up/Biotic). Como legado do Seminário ficou o entendimento mútuo da importância e urgência em ações e atuações de direcionamento à desburocratização, à indução de pesquisas e à formação de parcerias entre o setor produtivo e academia com o objetivo de transformar o conhecimento científico em produtos e impulsionar o desenvolvimento da economia brasileira.

A realização dos referidos seminários permitiu a apropriação do conhecimento de temas, alguns deles relacionados especificamente à genética e à biotecnologia, como voltados para o avanço da ciência, tecnologia e inovação do País. A partir disso, coube condensar as informações extraídas dos Seminários, e confrontá-las com os temas prioritários já levantados pelo ‘Governo’ e ‘Academia’.

Esse ‘confronto’ permitiu confirmar o ranqueamento dos temas prioritários, balizar a definição das linhas de pesquisa e de atividades econômicas e tecnológicas as quais ensejam a proposição de ações futuras de investimento, de cooperação científica e tecnológica, bem como subsidiar políticas voltadas para o desenvolvimento do País.

4 Conclusão:

O procedimento metodológico de análise e organização de informações, utilizado no âmbito deste estudo foi aplicado para definição de temas prioritários nas áreas de biotecnologia e genética, e consistiu em: i) uso do modelo de Hélice Tríplice para demarcar a fronteira do conhecimento, considerando a coleta de informação das esferas Governo, Academia e Setor Produtivo, ii) realização de dinâmica de grupo usando a técnica de *brainstorming* para exposição e discussão de temas e prospecções conectadas ao cenário legal e socioeconômico do País, iii) definição do Formulário GT-BIOTEC baseado na Matriz GUT para coleta e priorização das temáticas, e iv) realização de Seminários institucionais para disseminar o conhecimento do setor produtivo e respectivos gargalos e demandas.

O uso desse procedimento subsidiou o processo decisório com informações relevantes, de qualidade, oriundas de fontes de informações formais. Isto permite que gestores aperfeiçoem recursos para assegurar a continuidade de pesquisas e o desenvolvimento de produtos tecnológicos destacados na fronteira do conhecimento, e transversais ao sistema produtivo e econômico do Brasil. Implica também na formação de recursos humanos estratégicos, em temas portadores de futuro. A consequência é que o

conhecimento assume papel preponderante na definição de propostas para o desenvolvimento da CT&I.

Por meio do procedimento metodológico foi possível delimitar temas estratégicos, com características intrinsecamente inovadoras, transversais e disruptivas. Foi possível, também, levantar demandas urgentes e congruentes da Academia e do Setor Produtivo, e com isso elaborar e propor aos tomadores de decisão procedimentos, diretrizes e produtos, envolvendo as áreas de biotecnologia e genética, como o Programa Avançado de Inovação Tecnológica em Genética e Biotecnologia, citado ao longo deste artigo.

Por fim, diante do exposto, o resultado alcançado com a aplicação do procedimento de análise e organização de informações confirma sua funcionalidade. O uso da hélice tríplice, a disposição de fóruns de discussões entre especialistas e realização de seminários envolvendo *stakeholders*, ou seja, fontes formais de informações, combinadas entre si, e com o mesmo objetivo, qual seja: levantar informação estratégica para uma tomada de decisão com menos risco de insucesso, foram capazes de contribuir para melhorias de decisões no âmbito de C&T.

Referências

BARBIERI, J. C.; ÁLVARES, A. C. T. Inovações nas organizações empresariais. In: BARBIERI, J.C. (Org.). **Organizações**. Rio de Janeiro: FGV, 2004. p.41-63.

BECKMAN, T; LIEBOWITZ, J. **Knowledge organizations: what every manager should know**. Boca Raton, FL: CRC Press, 1998.

CASTELLS, Manuel **A Sociedade em Rede**. São Paulo: Paz e Terra, [vol. I de A Era da Informação: economia, sociedade e cultura], 1999.

CUNHA, Karenine Miracelly Rocha da **informação à comunicação: acontecimentos do jornalismo**. Curitiba: Editora Appris, 2016.

DYNKIN, Alexandre A. **Strategic Global Trends Outlook 2030**. Moscou: IMEMO, 2011. Disponível em: <https://www.imemo.ru/files/File/en/publ/2011/11001.pdf> Acessado em: 10 abril-2019.

ETZKOWITZ, Henry & ZHOU, Chunyan. Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 90, p. 23-48, 2017. ISSN 0103-4014. <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142017.3190003> Acessado em: 10 maio-2018.

GERSTEIN, M. S. Das burocracias mecânicas às organizações em rede: uma viagem arquitetônica. In: NADLER, D. A.; Gerstein, M. S.; Shaw, R. B. (Org.). **Arquitetura organizacional: a chave para a mudança empresarial**. Rio de Janeiro: Campus, 1993. p. 11-38.

GRIMALDI, R. & MANCUSO, J. H. **Qualidade Total**. São Paulo: Folha de SP, 1994.

OCDE. **Managing National Innovation Systems**. Paris: OCDE, 1999.

ROCKEFELLER FOUNDATION. **Scenarios for the future of technology and international development**. New York: The Rockefeller Foundation; GBN, 2010. Disponível em: rockefellerfoundation.org/uploads/files/bba493f7-cc97-4da3-add6-3deb007cc719.pdf Acessado em: 10 Abril 2019.