

DA AGRICULTURA À PANDEMIA: A EVOLUÇÃO DOS TERMOS BIOSSEGURANÇA, BIOPROTEÇÃO E BIODEFESA

Daniel Vidal Pérez¹

Samira Scoton²

Claudio Rodrigues Corrêa³

RESUMO

Oseventosde11desetembrode2001,seguidospelosataquescom antraz nos Estados Unidos, e pela epidemia da COVID-19, evidenciaram a vulnerabilidade da sociedade a organismos naturalmente gerados ou liberados com intenção de causar danos e até morte. O uso de tecnologias “duais” nos estudos de biologia sintética também alertou para a questão da manipulação genética e da possibilidade de seu uso para criação de armas biológicas. Ademais, o mundo globalizado favorece disseminação não intencional de patógenos naturais com graves prejuízos para a vida animal, vegetal e humana. Neste contexto, criaram-se terminologias que, por serem oriundas, basicamente, dos Estados Unidos, enfrentam, principalmente, barreiras linguísticas ao serem traduzidas para diversos idiomas mundo afora. Nesse artigo, objetiva-se apresentar as definições dos principais conceitos relacionados ao tema: biossegurança (“biosafety”), bioproteção (“biosecurity”) e biodefesa (“biodefense”). Este trabalho inova ao apresentar um panorama da evolução cronológica desses termos, feito por extensa revisão bibliográfica e análise bibliométrica, no recorte temporal da década de 1990 até 2020. Espera-se que a correta definição desses termos auxilie na formulação de uma Estratégia Nacional mais robusta, visto que a área de Biossegurança e Bioproteção foi elencada como uma das seis áreas prioritárias de infraestruturas críticas brasileiras.

Palavras-chave: Defesa Biológica; Segurança Biológica; Bioterrorismo.

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Rio de Janeiro - RJ, Brasil. E-mail: daniel.perez@embrapa.br — ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4336-2223>.

² Escola Superior de Guerra (ESG), Rio de Janeiro - RJ, Brasil. E-mail: samirascoton@gmail.com — ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5677-481X>.

³ Centro Universitário da Serra dos Órgãos (UNIFESO), Teresópolis - RJ, Brasil. E-mail: correa7claudio@gmail.com — ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2952-9648>.

INTRODUÇÃO

Entre as 1415 espécies de organismos infecciosos conhecidas por serem patogênicas para humanos, 61% são zoonóticas, ou seja, podem ser transmitidas entre humanos e animais (TAYLOR; LATHAM; WOOLHOUSE, 2001). Nossa crescente interdependência com os animais e seus produtos pode muito bem ser o fator de risco mais crítico para a saúde e bem-estar humanos em relação às doenças infecciosas (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013). Além disso, não se pode descartar o efeito da poluição, notadamente dos resíduos plásticos, que podem carregar e transferir patógenos por diversos meios, inclusive o mar, e entre continentes (SCOTON; CORRÊA; PÉREZ, 2021).

Diferentes fatores podem contribuir para o surgimento de novos patógenos, destacando-se o aumento das viagens de longa distância e o transporte de animais, o que facilita, sobremaneira, o movimento de vetores exóticos e dos patógenos que eles carregam ao redor do mundo (MURPHY, 1999; WAAGE; MUMFORD, 2008; HEIKKILÄ, 2011). Neste sentido, é importante ressaltar, no caso brasileiro, a formação histórica do mundo atlântico, com ênfase nas trocas comerciais, nos fluxos migratórios e nas transferências ecológicas em escala global (PETROCCHI, 2022).

Os eventos de 11 de setembro de 2001 e os subsequentes ataques com antraz através do serviço postal norte americano tornaram os formuladores de políticas dos EUA e o público, mais conscientes da vulnerabilidade a que somos submetidos quando organismos são liberados com a intenção de causar danos significativos (MEYERSON; REASER, 2002; MATISHAK, 2009; FRANCO; BOURI, 2010; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2010).

Muitas nações estavam, inicialmente, céticas sobre a ameaça biológica, o que pode ter contribuído para uma má definição e implementação do termo biossegurança desde 2001 (MALAKOFF, 2004). Uma possível explicação encontra-se nos processos de securitização, em especial no que se refere à temática do meio ambiente e saúde, que se desenvolvem de maneira parcial e limitada tendo em vista as articulações de poder e status na arquitetura do sistema internacional (MARRONI; DE CASTRO; VIOLANTE, 2018). Outra possível explicação se encontra no fato de que as questões de biossegurança não constavam da grade curricular universitária (WHITBY; DANDO, 2010). Pesquisas realizadas em cursos de ciências da vida em universidades da Europa, Japão, Israel, Austrália, China, Índia, Indonésia, Malásia, Nova

Zelândia, Filipinas, Coreia do Sul, Cingapura, Tailândia e Taiwan mostraram que menos de 3% das universidades pesquisadas ofereciam algum tipo de módulo específico de biossegurança e, em todos os casos, isso era opcional para os alunos (WHITBY; DANDO, 2010).

Os Estados Unidos da América (EUA), recentemente, apresentaram seu plano estratégico de Biodefesa (THE WHITE HOUSE, 2018). Brasil (2020), entre outras disposições, elenca Biossegurança e Bioproteção como uma das 06 áreas prioritárias de Infraestruturas Críticas do governo brasileiro, determinando a elaboração da Política Nacional de Biossegurança e Bioproteção.

O objetivo deste artigo é, portanto, oferecer um panorama da evolução conceitual de Biossegurança, Bioproteção e Biodefesa no mundo como forma de contribuir para as futuras pesquisas nessa área.

1 - MATERIAIS E MÉTODOS

O termo “biosecurity” foi popularizado pelos Estados Unidos da América, que o introduziu, inicialmente, com uma conotação marcadamente de proteção de rebanhos e cultivos contra patógenos de animais e plantas, respectivamente. Em seguida, em função do aumento das ameaças biológicas, notadamente a partir de 2000, inseriram-se outras conotações a esse termo. Neste novo contexto, surgem, também, os termos “biodefense”, “biosafety” e “biocontainment”. No entanto, ao traduzir tais termos para outras línguas, ocorreram uma série de problemas que levaram a definições diferentes na literatura mundial (MALAKOFF, 2004; KOBLENTZ, 2010; BURNETTE et al., 2013). Desta forma, buscou-se, através de um levantamento dos principais documentos internacionais sobre o tema, elencar, propriamente, essas diferenças a fim de apoiar, futuramente, o governo brasileiro a rever sua política de biodefesa (BRASIL, 2013), a qual precisa ser atualizada a fim de incluir os modernos desenvolvimentos da tecnologia genética com caráter “dual” e os ensinamentos oriundos do combate à pandemia da COVID 19 (U.S. DEPARTMENT OF DEFENSE, 2023).

Não é objeto do presente trabalho buscar à exaustão as definições de biossegurança, bioproteção e biodefesa. O que se pretende é estabelecer uma evolução cronológica dos termos. Assim, o recorte desta pesquisa é da década de 1990 até 2020. Neste contexto, só são considerados os materiais bibliográficos obtidos a partir da integração das palavras-chave: *biosecurity*; *biosafety*; *biodefense* e das respectivas traduções ao português.

A pesquisa é exploratória, já que não se verificou estudo nacional que aborde a importância da definição correta dos termos biossegurança, bioproteção e biodefesa para a Segurança Nacional. A discussão a respeito de tais definições mostra-se relevante visto que somente se pode pensar na construção de uma Estratégia Nacional se os termos estiverem consolidados. Para isso, foi realizada análise bibliográfica nas bases da Web of Science, Scopus, Scielo, Pergamon e Google Acadêmico. Todas essas bases estão disponíveis via: CAPES, no caso da Web of Science e Scopus; Escola Superior de Guerra (ESG) e Escola de Guerra Naval (EGN), no caso da Pergamon; ou são gratuitas (livres), no caso da Scielo e do Google Acadêmico.

Também se realizou uma análise bibliométrica com o programa Dimensions (<https://app.dimensions.ai>) para os 3 principais termos (palavras-chave) que são alvo deste artigo, a saber: “biosecurity”, “biosafety” e “biodefense”.

Com base no material bibliográfico levantado, foram identificados estudos que trazem real contribuição para a melhor definição dos termos biossegurança, bioproteção e biodefesa no contexto da Segurança Nacional.

2 - DISCUSSÃO

Até recentemente, o termo “biosecurity” era usado nos Estados Unidos, principalmente, para descrever uma abordagem relacionada à prevenção ou diminuição da transmissão de doenças infecciosas nas culturas agrícolas e na pecuária (HORN; BREEZE, 1999; MEYERSON; REASER, 2002; MALAKOFF, 2004).

Doenças Infecciosas Emergentes (EID)⁴ são produtos tanto da globalização quanto das mudanças no uso da terra e do clima (WILSON, 1995; CROWL ET AL., 2008; WU ET AL., 2017; ESSL et al., 2020) e representam um desafio particular para a “biosecurity” (CHYBA 1998, DASZAK et al. 2000; KUMAR et al., 2019; BLACK; BARTLETT, 2020).

Os termos “biosecurity” e “biosafety” passaram a ser amplamente discutidos após o atentado às Torres Gêmeas, nos EUA, em 11 de setembro de 2001. Isto porque, logo após esse acontecimento, foram identificados casos de incidentes com Antraz em seis estados dos EUA (Missouri, Indiana, Nova Iorque, Nova Jersey, Washington e Florida), resultando na contaminação de 22 pessoas, das quais, 5 morreram. Outras 30 mil pessoas tiveram que ser tratadas com antibióticos e prédios tiveram que ser descontaminados, gerando

⁴ Abreviatura em inglês.

o gasto estimado de 320 milhões de dólares (GERSTEIN, 2017, p. 4). Além do elevado investimento para conter os efeitos desse ataque, o governo dos EUA também precisou conter o sentimento de medo causado à população.

Esses atentados terroristas culminaram na iniciativa norte-americana de criar o *Department of Homeland Security* (DHS) que, dentre outras funções, seria responsável por prevenir e reduzir as vulnerabilidades a ataques terroristas, bem como minimizar os danos advindos de possíveis ataques (UNITED STATES OF AMERICA, 2002). Com isso, a partir de 2001, os EUA passaram a preocupar-se com ataques envolvendo material biológico, desenvolvendo uma estrutura governamental com a finalidade de evitar novos casos e capaz de enfrentar os que viessem a acontecer.

Desde a criação do DHS, uma série de diretivas também foi criada, a maioria relacionada à palavra bioterrorismo e associada a assuntos de “biosecurity” e “biosafety”. Um exemplo foi o *BioShield Act*, criado em 2004 (UNITED STATES OF AMERICA, 2004), um documento aditivo ao *Public Health Service Act*, que prevê medidas de flexibilização e melhoria de infraestrutura dos Institutos Nacionais de Saúde, a fim de prevenir e proteger a população em caso de ataques químicos, radiológicos ou nucleares. O *BioShield Act* prevê a Estratégia Nacional de Estoque (*Strategic National Stockpile*), cujo objetivo seria manter um estoque de medicamentos, vacinas e outros produtos biológicos que visassem atender a população em caso de emergências advindas de ataques bioterroristas; e o Fundo Especial de Reserva (*Special Reserve Fund*) para contramedidas de biodefesa (*biodefense countermeasures*) (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2004). Observa-se que, embora esse documento esteja associado a casos envolvendo “biosecurity”, esse termo não é citado, mantendo-se o enfoque em “biodefense”.

Desde 2001, “biosecurity” é um termo que ainda está evoluindo na medida que seu uso vai variando entre países que utilizam diferentes grupos temáticos na sua aplicação (FAO, 2003; HINCHLIFFE; BINGHAM, 2008; MAYE et al., 2012; MILEY, 2020). Além disso, nota-se que o termo se traduz mal em algumas línguas (FAO, 2003; NAÇÕES UNIDAS, 2003; KOBLENTZ, 2010) ou, que em certas línguas, só há uma palavra que denote tanto “biosecurity” quanto “biosafety” (FAO, 2003; KOBLENTZ, 2010; NORDMANN, 2010). Na verdade, em várias referências bibliográficas a palavra “biosecurity” é usada de forma intercambiável com a palavra “biosafety” (NORDMANN, 2010; BURNETTE et al., 2013).

De fato, há pelo menos quatro áreas onde o termo está sendo usado atualmente:

- *A área agrícola e ambiental*: Inicialmente, a “biosecurity” foi utilizada para descrever uma abordagem para prevenir ou diminuir a transmissão de doenças infecciosas e pragas que ocorrem, naturalmente, nas lavouras e na pecuária. A definição foi posteriormente expandida para incluir ameaças à economia e ao meio ambiente por organismos exóticos invasores (HORN; BREEZE, 1999; MEYERSON E REASER, 2002; KOBLENTZ, 2010);

- *Terrorismo*: Uma resposta à ameaça do terrorismo biológico no final da década de 1990 (HINCHLIFFE; BINGHAM, 2008; KOBLENTZ, 2010);

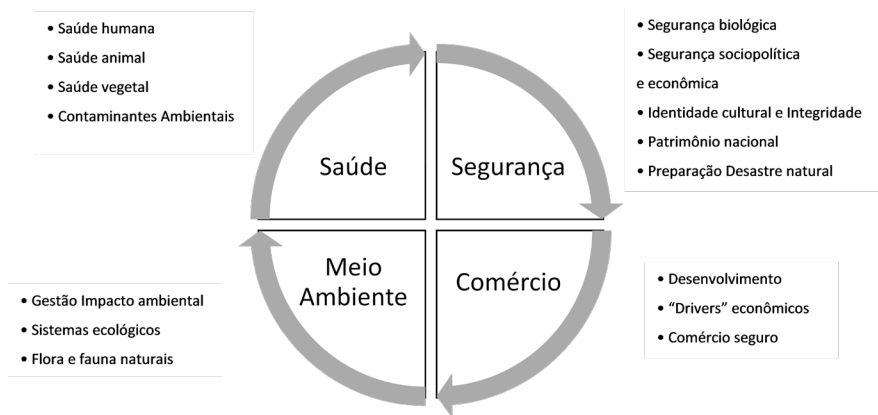
- *Laboratório*: “Pesquisa de uso duplo ou dual” que reflete a preocupação com os resultados mal aplicados da pesquisa científica, principalmente na biotecnologia, o que poderia representar uma ameaça à saúde pública, segurança, culturas agrícolas e outras plantas, animais, meio ambiente ou material (MATISHAK, 2009; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2010; GÓMES-TATAY, HERNÁNDEZ-ANDREU, 2019);

- *Campo científico*: que define a “biosecurity” como “segurança contra o uso inadvertido, inadequado ou intencional malicioso ou malévolo de agentes biológicos ou biotecnologia potencialmente perigosos, incluindo o desenvolvimento, produção, estocagem ou uso de armas biológicas, bem como surtos de doenças recém-emergentes e epidêmicas”⁵ (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2006).

Koblentz (2010) sugere que a questão da definição poderia ser amenizada pelo uso adequado de adjetivos para descrever as definições mais específicas de “biosecurity”, como “biosecurity” agrícola e “biosecurity” laboratorial. Ou definindo claramente o contexto em que o termo é usado (BURNETTE et al., 2013). A FAO (2016) tentou representar a maioria dos princípios primários incluídos na abordagem da biossegurança (Figura 1).

⁵ Tradução nossa.

Figura 1⁶: Esquema de interligação de componentes da “biosecurity” (bioproteção) a partir das diversas perspectivas de saúde, meio ambiente, comércio e segurança, com diversos subcomponentes.



Fonte: FAO, 2016, p. 7.

No entanto, uma gama diversificada de definições pode dificultar a priorização dos formuladores de políticas entre as distintas ameaças representadas pelos riscos biológicos e, por conseguinte, a alocação de recursos em conformidade com os temas (KOBLENTZ, 2010; RAVI et al., 2019).

Heikkilä (2011) corrobora essa suposição quando observa que a economia pode estar relacionada à “biosecurity” de muitas maneiras, uma vez que vários tipos de impactos poderiam ser, pelo menos, medidos em termos econômicos. Além do mais, as próprias políticas de “biosecurity” têm implicações econômicas. E a priorização ocorre em vários níveis hierárquicos (HEIKKILÄ, 2011).

Nenhuma das políticas de “biosecurity” e “biosafety”, até agora, foi projetada para lidar com uma fronteira emergente e intrincada entre fluxos de trabalho experimentais computacionais e biotecnologia, ou seja, “ciberbiosecurity” (PECCOUD et al., 2017; MURCH et al., 2018). Ou seja, as políticas atuais não protegem os países contra danos criados quando sistemas computacionais e dependentes de tecnologia da informação são ameaçados ou corrompidos (DUNCAN et al., 2019; MILLET, DOS SANTOS, MILLETT, 2019). Peccoud et al. (2017) mostraram exemplos em que computadores foram comprometidos pela codificação de *malware* em sequências de DNA e ameaças biológicas foram sintetizadas usando dados disponíveis publicamente.

⁶ Tradução nossa.

2.1 - PRINCIPAIS DEFINIÇÕES DE “BIOSECURITY” E “BIOSAFETY”

Inúmeros são os artigos que definem os termos “biosecurity” e “biosafety”. No entanto, a maioria tende a reproduzir definições de textos básicos que serão, então, alvo de análise. A tabela 1 lista as principais definições que servem de base para a maioria da literatura especializada nesse tema.

Tabela 1⁷: Principais definições de “biosecurity” (bioproteção) e “biosafety” (biossegurança) encontradas em literatura.

Fonte	Biosecurity	Biosafety
Meyerson and Reaser, 2002	“[...] englobam esforços para evitar danos tanto de introduções intencionais quanto não intencionais de organismos à saúde humana e infraestrutura e ao meio ambiente, bem como o às indústrias agrícolas e pecuárias”	-----
FAO, 2003	“[...] descreve, de forma geral, o processo e o objetivo de gerenciar os riscos biológicos associados à alimentação e à agricultura de forma holística”	“[...] refere-se à introdução, liberação e uso de organismos geneticamente modificados.”
FAO, 2007	“[...] é uma abordagem estratégica e integrada que engloba os marcos políticos e regulatórios (incluindo ferramentas e atividades) para análise e gerenciamento de riscos relevantes à vida e à saúde humanas, animais e vegetais, e riscos associados ao meio ambiente.”	-----
United Nations, 2008.	“[...] refere-se às medidas de proteção, controle e responsabilização implementadas para evitar a perda, roubo, uso indevido, desvio ou liberação intencional de agentes biológicos e toxinas e recursos relacionados, bem como acesso não autorizado, retenção ou transferência de tal material” (p.4).	“[...] refere-se a princípios, tecnologias, práticas e medidas implementadas para evitar a liberação acidental ou não e da exposição a agentes biológicos e toxinas. [...]” (p. 4).
Matishak, 2009	“[...] envolve métodos ativos para evitar bioterrorismo ou outras liberações, intencionais ou não intencionais, de doenças.”	“[...] é geralmente definido como medidas destinadas a evitar a liberação de agentes infecciosos dentro de um laboratório ou do ambiente externo.”
U.S. Department of Health and Human Services, 2009	“[...] a disciplina que aborda a segurança dos agentes microbiológicos e toxinas e as ameaças representadas à saúde humana e animal, ao meio ambiente e à economia por uso indevido ou liberação deliberada” (p. 6).	-----
Biosecurity Emergency Preparedness Working Group, 2013	“[...] é o gerenciamento dos riscos para a economia, o meio ambiente e a comunidade, da introdução, surgimento e dispersão de pragas e doenças.”	-----
Center for Biosecurity and Biopreparedness, 2015	“Um conjunto de medidas preventivas para proteger humanos, animais e plantas contra o uso malicioso, direta ou indiretamente, de agentes biológicos, partes dele ou suas toxinas” (p. 268).	“Um conjunto de medidas preventivas, incluindo procedimentos e uso adequado de instalações de contenção laboratorial, para prevenir a infecção não intencional do pessoal das instalações e da população em geral” (p. 268).

⁷ Tradução nossa.

Public Health Agency of Canada, 2015 e 2018	“Medidas de segurança destinadas a prevenir a perda, roubo, uso indevido, desvio ou liberação intencional de patógenos, toxinas e outros ativos relacionados (por exemplo, pessoal, equipamentos, material não infeccioso e animais)” (p. XIV e 55).	“Princípios de contenção, tecnologias e práticas que são implementadas para evitar a exposição não intencional a materiais e toxinas infecciosas ou sua liberação acidental” (p. XIV e 55).
PHAC, 2016	“Medidas de segurança destinadas a prevenir a perda, roubo, uso indevido, desvio ou liberação intencional de patógenos, toxinas e outros ativos relacionados (por exemplo, pessoal, equipamentos, material não infeccioso e animais)” (p. 285)	“[...] envolve a aplicação consistente de medidas de segurança para minimizar ou prevenir danos ao pessoal de laboratório, ao pessoal que ocupa o prédio onde está o laboratório, ao público em geral, à população animal e ao meio ambiente resultantes da exposição ao material infeccioso, aos animais infectados ou às toxinas manuseadas em uma zona de contenção” (p.2). “Princípios de contenção, tecnologias e práticas que são implementadas para evitar a exposição não intencional a materiais e toxinas infecciosas, ou sua liberação acidental” (p. 284).
Kumar et al., 2019	“[...] é uma abordagem estratégica e integrada que engloba a política e os marcos regulatórios para análise e gestão de riscos relevantes à vida e à saúde humanas, animais e vegetais, e riscos associados ao meio ambiente”	-----
Liang et al., 2019	-----	“[...] geralmente faz referência aos fatores humanos ou não humanos relacionados ao organismo que podem representar ameaças ou riscos à estabilidade social, à economia nacional, à saúde pública e ao meio ambiente.
Qin and Sun, 2019	“[...] refere-se à prevenção da liberação intencional de agentes biológicos.”	“[...] refere-se, principalmente, à prevenção da liberação não intencional de agentes biológicos, tomando medidas de precaução específicas.”
Brasil, 2013	“[...] conjunto de ações que visam a minimizar o risco do uso indevido, roubo e/ou a liberação intencional de material com potencial risco à saúde humana, animal e vegetal”	“[...] conjunto de ações destinadas a prevenir, controlar, reduzir ou eliminar riscos inerentes às atividades que possam, de forma não intencional, comprometer a saúde humana, animal, vegetal e o ambiente”

Fonte: autores.

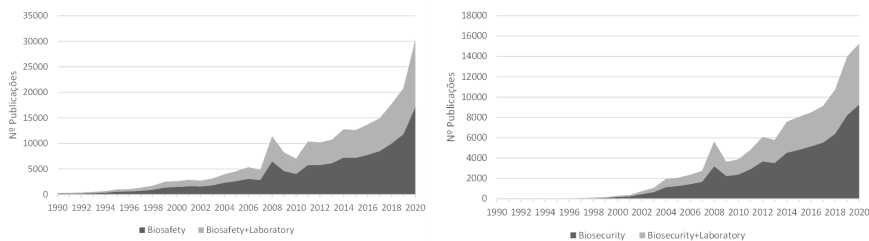
Em princípio, o que se observa é que a questão da separação entre uso intencional e não intencional, base da diferenciação, no Brasil, dos dois termos (BRASIL, 2013), na realidade, não é comum a toda literatura. Em vários casos, o termo “biosecurity” tem sido aplicado de forma mais ampla, abrangendo esforços para evitar danos tanto de introduções intencionais quanto não intencionais de organismos à saúde humana e à infraestrutura e ao meio ambiente,

bem como às indústrias agrícolas e pecuárias (MEYERSON; REASER, 2002; HINCHLIFFE; BINGHAM, 2008).

Além disso, em documento recente, o *United States government global health security strategy* (2019) cita “biosafety” e “biosecurity” sempre de forma conjunta, a exemplo da página 13, em que se define que “As áreas técnicas de ‘biosafety’ e ‘biosecurity’ visam reduzir o risco da propagação deliberada e acidental de patógenos perigosos para populações humanas e animais”.

Desde os ataques com Antraz nos EUA, em 2001, a maioria dos casos reportados de contaminação biológica têm ocorrido exatamente nas instalações laboratoriais criadas para a pesquisa com agentes biológicos patogênicos (KAISER, 2007; BIPARTISAN COMMISSION ON BIODEFENSE, 2015; WURTZ et al., 2016). Com isso, desenvolveu-se uma cultura de definir “biosecurity” e “biosafety” no âmbito da gestão de laboratórios. A figura 2 corrobora tal afirmação ao apontar um grau de aderência dos termos “biosecurity” e “biosafety” com o termo “laboratory”, em análise bibliométrica realizada no período de 1990 a 2020, de, respectivamente, 64% e 77%. Outro dado interessante, foi o súbito aumento de publicações verificado em 2008. Estes resultados, provavelmente, estão relacionados à crise econômica global, iniciada em 2007, com a crise do SubPrime americano (CLAPP; HELLEINER, 2012). As crises econômicas e, por conseguinte, de alimentos, como foi a crise de 2007/2008, podem motivar os indivíduos a adulterar intencionalmente *commodities* agrícolas e alimentos para obter ganhos econômicos (EUROPEAN PARLIAMENT, 2013; NNAMANI; MBAEYI-NWAOHA, 2023).

Figura 2: Resultados da pesquisa bibliométrica no programa Dimensions, no período de 1990 a 2020, envolvendo os termos “biosecurity” (bioproteção) e “biosafety” (biossegurança) com o termo “laboratory” (laboratório).



Em contrapartida, as principais definições encontradas em literatura dos termos “biosecurity” e “biosafety” associados a “laboratory” são coerentes (WHO, 2004; WHO, 2006; UNITED STATES OF AMERICA, 2009; EUROPEAN

COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, 2011; ABSA INTERNATIONAL, 2020; WHO, 2020). Em princípio, o que se verifica é que o termo “biosecurity” se aplica mais à gestão interna dos laboratórios e à prevenção da liberação intencional de patógenos e toxinas. Já “biosafety” se aplicaria à interação com o meio externo e à prevenção da exposição não intencional a patógenos e toxinas, o que pode envolver, até os domicílios daqueles que trabalham nos laboratórios (Mancon; Mileto; Gismondo, 2018), fato que ficou mais notório com a pandemia da COVID-19 (ORTIZ et al., 2020).

2.2 - BIOSSEGURANÇA E BIOPROTEÇÃO NO BRASIL

A preocupação com a questão de ataques biológicos, desde a Primeira Guerra Mundial, foi o princípio norteador para a discussão sobre biossegurança no Brasil e no mundo. Por isso, desde o início, existe uma forte presença das Forças Armadas na promulgação de normativos a respeito do assunto. Nesse contexto, cita-se, inicialmente, o Protocolo de Genebra, assinado em 17 de junho de 1925, que previa a proibição do uso em guerra de gases asfixiantes, venenosos ou outros gases e métodos bacteriológicos de guerra. No entanto, o mesmo só foi promulgado no Brasil em 1970, através do Decreto nº 67.200/1970. Em seguida, surgiu a Convenção para a Proibição do Desenvolvimento, Produção e armazenamento de Armas Bacteriológicas ou de Toxinas e sua Destruição, que entrou em vigor a partir de 26 de março de 1975, e internalizado pelo Decreto nº 77.374/1976.

As principais normativas que envolvem os termos Biossegurança e Bioproteção encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2: Legislação brasileira pertinente ao tema Biossegurança (“Biosafety”), Bioproteção (“Biosecurity”) e Biodefesa/Defesa Biológica em ordem cronológica.

Legislação	Finalidade/Objetivo	Órgão
Portaria nº 22/1987	Defesa contra ataques químicos, biológicos e nucleares: Manual de Campanha.	3ª Subchefia/Estado Maior do Exército
Portaria nº 19/1989	Plano de Implantação da Política de Defesa Química, Biológica e Nuclear.	5ª Subchefia/Estado Maior do Exército
Lei nº 8.974/1995 [Revogada]	Estabelece normas para o uso das técnicas de engenharia genética e liberação no meio ambiente de organismos geneticamente modificados, autoriza o Poder Executivo a criar, no âmbito da Presidência da República, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, e dá outras providências.	Casa Civil
Portaria nº 036/2002 [Revogada]	Aprova a Diretriz de Implantação do Sistema de Defesa Química, Biológica e Nuclear.	Estado Maior do Exército
Portaria nº 23/2003	Constitui, no âmbito da Secretaria-Executiva da Câmara de Relações Exteriores e de Defesa Nacional, um Grupo de Trabalho de Biodefesa (GTB).	Gabinete de Segurança Institucional

Portaria nº 1.683/2003	Instituir, no âmbito do Ministério da Saúde, a Comissão de Biossegurança em Saúde.	Ministério da Saúde
Lei nº 11.105/2005	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. Revoga a Lei nº 8.974/1995.	Casa Civil
Portaria nº 248/2005	Cria o Comitê de Assessoramento em Biossegurança com o objetivo de acompanhar os temas relacionados aos Organismos Geneticamente Modificados (OGM) e seus derivados, no campo de suas competências	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Decreto nº 5.591/2005	Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.105/2005, que estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização relativos a Organismos Geneticamente Modificados (OGM).	Casa Civil
Portaria normativa nº 1104/2007	Institui a Comissão de Biossegurança no âmbito da administração central do Ministério da Defesa.	Ministério da Defesa
Portaria nº 090/2009	Aprova o Manual de Campanha C 20-1 – Glossário de Termos e Expressões para uso no Exército (4ª Edição, 2009).	Estado Maior do Exército
Portaria nº 3.204/2010	Aprova Norma Técnica de Biossegurança para Laboratórios de Saúde Pública; Cria Comissão de Biossegurança em Saúde (CBS); Especifica os requisitos gerais de Biossegurança, para a competência em realizar atividades laboratoriais.	Ministério da Saúde
Portaria nº 204/2012	Aprova a Diretriz para Atualização e Funcionamento do Sistema de Defesa Química, Biológica, Radiológica e Nuclear do Exército. Revoga Portaria EME-Res nº 036/2002.	Estado Maior do Exército
Portaria normativa nº 585/2013	Aprova as Diretrizes de Biossegurança, Bioproteção e Defesa Biológica do Ministério da Defesa.	Ministério da Defesa
Portaria nº 207/2013.	Aprova a Diretriz de Biossegurança, Bioproteção e Defesa Biológica do Exército.	Estado Maior do Exército
Portaria nº 038/2016.	Aprova o Manual de Campanha EB70-MC-10.233 Defesa Química, Biológica, Radiológica e Nuclear (1ª Edição, 2016).	Comando de Operações Terrestres/Exército Brasileiro
Lei nº 13.341/2016.	Dá nova redação ao artigo 27 da Lei nº 10.683/2003, ao incluir, entre os assuntos que constituem as áreas de competência do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, a política nacional de biossegurança (subitem g). Dá nova redação ao artigo 29 da Lei nº 10.683/2003, ao integrar a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança na estrutura do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (subitem IV)	Casa Civil
Portaria nº 54/2017	Aprova o Caderno de Instrução de Defesa Química, Biológica, Radiológica e Nuclear (1ª Edição, 2017)	Comando de Operações Terrestres/Exército Brasileiro
Portaria nº 53/2018 [revogada]	Constitui o Grupo de Trabalho (GT) de Biossegurança e Bioproteção que tinha entre outras finalidades a de propor a Política Nacional de Biossegurança e Bioproteção.	Gabinete de Segurança Institucional
Portaria nº 55/2018 [revogada]	Constitui o Grupo de Trabalho (GT) de Biossegurança e Bioproteção que tinha entre outras finalidades a de propor a Política Nacional de Biossegurança e Bioproteção. Revoga a Portaria nº 53/2018.	Gabinete de Segurança Institucional

Portaria nº 112/2018	Institui, no âmbito da Agência Brasileira de Inteligência (ABIN), o Programa Nacional de Articulação entre Empresas, Governo e Instituições Acadêmicas para a Prevenção e Mitigação do Risco de Eventos Químicos, Biológicos, Radiológicos e Nucleares selecionados (PANGEIA), com a finalidade de antecipar fatos e situações relacionados à disseminação de agentes selecionados, em apoio à Atividade de Inteligência Estratégica e de Contra-inteligência.	Gabinete de Segurança Institucional
Portaria nº 73/2019	Revoga a Portaria GSI nº 55/2018.	Gabinete de Segurança Institucional
Portaria nº 189/2019	Institui Comissão Permanente de Gestão de Riscos Biológicos e Biossegurança em Laboratórios da Rede Nacional de Laboratórios Agropecuários que manipulem agentes biológicos e suas partes, vírus e suas partes e príons de interesse em saúde animal - COMBioLAB (Art. 1º).	Secretaria de Defesa Agropecuária/MAPA
Resolução nº 7/2020	Dispõe sobre os Grupos Técnicos da Câmara de Relações Exteriores e Defesa Nacional do Conselho de Governo, dentre eles, o que institui o Grupo Técnico de Segurança de Infraestruturas Críticas para pesquisa, identificação, levantamento e avaliação de ameaças e vulnerabilidades na área prioritária de Biossegurança e Bioproteção (Art. 40).	Gabinete de Segurança Institucional
Portaria Normativa nº 90 /2020	Dispõe sobre a Comissão de Biossegurança do Ministério da Defesa.	Ministério da Defesa
Decreto nº 10.531/2020	Institui a Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil no período de 2020 a 2031, que dentre os desafios e orientações apresentados, aponta o fortalecimento de estratégias, estruturas e processos relacionados com a biossegurança (2.3.3).	Poder Executivo

Fonte: autores.

A Lei nº 8.974/1995 foi a primeira que lidava diretamente com o tema de Biossegurança (BRASIL, 2010), sendo revogada pela Lei nº 11.105/2005. Entretanto, não consta nesses diplomas a definição de Biossegurança. Tal definição, no Brasil, aparece em uma publicação da Fiocruz, de 1996 (TEIXEIRA; VALLE, 1996):

A Biossegurança é o conjunto de ações voltadas para a prevenção, minimização ou eliminação de riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços, riscos que podem comprometer a saúde do homem, dos animais, do meio ambiente ou a qualidade dos trabalhos desenvolvidos.

Oficialmente, o termo biossegurança só foi definido pela Portaria Normativa nº 585 de 7 de março de 2013 do Ministério da Defesa, o mesmo documento em que aparece, pela primeira vez, o termo bioproteção.

Brasil (2019, 21) já observava que:

É importante salientar que a biossegurança e a bioproteção mitigam diferentes riscos e são complementares, ambos objetivam prevenir a disseminação dos agentes biológicos para os quais se identifica riscos potenciais de contaminação [...].

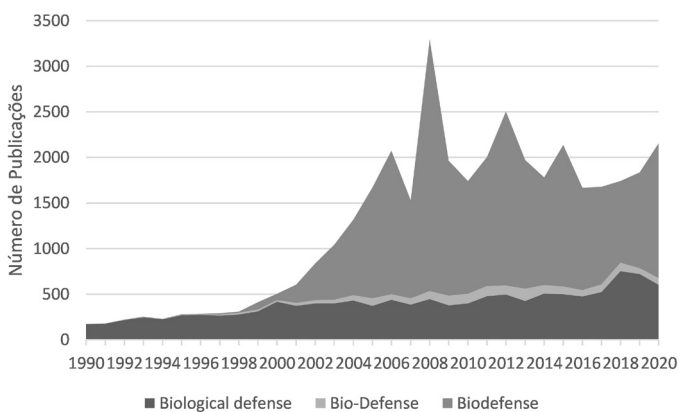
Por isso, desde o I Simpósio Interinstitucional de Biossegurança e Bioproteção, realizado em 2018, os especialistas já apontavam para a necessidade de elaboração de uma proposta de política nacional de biossegurança e bioproteção abrangente para o país (BRASIL, 2019). Nesse contexto, convergiram para esse tema e sua realização a Portaria nº 53/2018 do Gabinete de Segurança Institucional (GSI), revogada pela Portaria nº 55/2018 do GSI, revogada pela Portaria nº 73/ 2019 do GSI.

Atualmente, esse tema se reveste de maior importância devido a determinação como uma das 6 áreas prioritárias consideradas como infraestruturas críticas do Brasil (RESOLUÇÃO GSI/PR Nº 7/2020), o que acabou por revogar a Portaria nº 73/2019. Isto posto, fica patente a necessidade de estender a questão da biossegurança/bioproteção do escopo original de Organismos Geneticamente Modificados (BRASIL, 2019) para incluir, por exemplo, agentes biológicos naturais que possuam risco potencial à saúde, a exemplo da atual pandemia da COVID-19.

2.3 - BIODEFESA

O termo defesa biológica é encontrado em textos anteriores a introdução do termo biodefesa, ou bio-defesa, que tem sua maior aplicação a partir do século 21, como pode se observar na análise bibliométrica realizada pelo software Dimensions (Figura 3).

Figura 3: Resultados da pesquisa bibliométrica no programa Dimensions, no período de 1990 a 2020, envolvendo os termos “biodefense”, “bio-defense” e “biological defense”.



Em princípio, a aplicação original do termo defesa biológica estava relacionada a uma estratégia de cunho militar de preparação de contramedidas para possíveis ataques usando organismos biológicos e, até mesmo, o próprio desenvolvimento dessas armas (SMART, 2001).

A assinatura da Convenção sobre a Proibição do Desenvolvimento, da Produção e do Armazenamento das Armas Bacteriológicas ou Tóxicas e Sobre a Sua Destruição, em 1972, levou ao abandono dessa estratégia de ataque, pelo menos, nos EUA e seus aliados (BLUE RIBBON STUDY PANEL ON BIODEFENSE, 2015). Somente os projetos de pesquisa para o desenvolvimento de defesa médica continuaram, a fim de preparar as forças militares norte-americanas contra um potencial ataque com armas biológicas (RIEDEL, 2004).

Contudo, o ataque por Anthrax em solo norte-americano, em 2001 (SCHNEIDER, 2002; CENTER FOR COUNTERPROLIFERATION RESEARCH, 2003; POULIN, 2009), desencadeou o retorno da questão de biodefesa, no que concerne à preocupação com o uso de agentes biológicos em atos de terrorismo ou guerra, o que pode ser verificado pelo aumento da inflexão da curva de produção bibliográfica sobre esse tema desde então (Figura 3). Também corrobora essa observação a publicação, pelo então Presidente Bush, da Diretiva Presidencial “Biodefesa para o século 21”, em que fica clara a preocupação com ataques biológicos em território norte-americano (Bush, 2002).

A partir da administração Obama (KOBLENTZ, 2012; LEWIS, 2015), no entanto, observa-se uma mudança na caracterização do termo, agora estabelecido, de biodefesa (Figura 3), saindo do campo meramente

militar e englobando: “biovigilância (“biosurveillance”), monitoramento de ameaças, não proliferação e controle de armas biológicas, contraterrorismo, biossegurança e bioproteção, desenvolvimento de contramedidas médicas, planejamento e preparação médica e atividades de resposta e recuperação”⁸ (UNITED STATES OF AMERICA, 2021). GAO (2017, 2)⁹ descreve a mudança de visão da biodefesa:

Proteger humanos, animais, plantas, alimentos e meio ambiente (ar, solo e água) de efeitos potencialmente catastróficos de eventos biológicos intencionais ou naturais implica em inúmeras atividades realizadas dentro e entre vários órgãos federais e seus parceiros não federais.

E essa mudança se consagra com a publicação, em 2018, no período Trump, da Estratégia Nacional de Biodefesa (DIEULIIS ET AL., 2019; LINGLING, 2019) e na literatura que veio, posteriormente, a exemplo do livro de Singh; Kuhn (2019). Cabe observar que o agronegócio também foi destaque nessa nova estratégia (Rudolph et al., 2019).

Assim, fica caracterizado que tanto biossegurança quanto bioproteção passam a ser parte da biodefesa (UNITED STATES OF AMERICA, 2021) e, normalmente, considerados conjuntamente (THE WHITE HOUSE, 2018, 14, 2.4).

2.4 - DEFESA BIOLÓGICA OU BIODEFESA NO BRASIL

Assim como ocorreu com a Biossegurança, a preocupação com a questão de ataques biológicos foi o princípio norteador para a discussão sobre defesa biológica no Brasil¹⁰. Em princípio, pode-se dizer que a primeira citação oficial de defesa biológica ocorreu na Portaria nº 22/1987, pela 3ª Subchefia do Estado Maior do Exército, ao publicar o Manual de Campanha para fins de defesa contra-ataques químicos, biológicos e nucleares. Porém, em função de seu escopo, foi a Portaria nº 019/1989, da 5ª Subchefia do Estado Maior do Exército, que definiu o Plano de Implantação da Política de Defesa Química, Biológica e Nuclear no Brasil.

⁸ Tradução nossa.

⁹ Tradução nossa.

¹⁰ As principais normativas que envolvem os termos Defesa Biológica ou Biodefesa encontram-se, em ordem cronológica, na Tabela 2.

Fora do campo militar, a questão de biodefesa só foi alvo de nova legislação através da Portaria nº 23/2003, do GSI da Presidência, que constitui, no âmbito da Secretaria-Executiva da Câmara de Relações Exteriores e de Defesa Nacional, um Grupo de Trabalho de Biodefesa (GTB). Porém, ao contrário do que se observou nos EUA, pode-se dizer que, no Brasil, a questão da biodefesa cedeu lugar à da Biossegurança e Bioproteção pela publicação da Portaria nº 55/2018, do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência que instituiu o Grupo de Trabalho de Biossegurança e Bioproteção (GT-BIO). Brasil (2019, 87) aponta que

um dos encaminhamentos do III Seminário do Ministério da Defesa e do Seminário de Biossegurança em Saúde do Ministério da Saúde, em 2017, foi a criação do Grupo de Trabalho de Biossegurança e Bioproteção como substituto do GT de Biodefesa.

Assim mesmo, são dignos de nota:

a) a criação do Centro de Estudos de Biodefesa do IBEx, que foi concebido para atender demandas dos grandes eventos promovidos pelo Brasil na última década e idealizado para apoiar o país nas ações de biodefesa (Brasil, 2019);

b) a criação do Centro de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica da Marinha do Brasil, no Rio de Janeiro, em 2015; e

c) o projeto Segurança Integrada e Defesa Nacional, aprovado, no âmbito da CAPES, pelo Edital 15/2019 - Programa de Cooperação Acadêmica em Defesa Nacional (Procad – Defesa) que possui a área temática de Gestão e Governança em Biossegurança.

CONCLUSÃO

A segurança biológica ou “biosecurity” tem uma longa história na agricultura dos EUA e, neste contexto, referia-se às medidas destinadas a diminuir a transmissão de doenças infecciosas na agricultura e pecuária.

Contudo, sua definição veio evoluindo, com o passar do tempo, para englobar a preocupação com o potencial risco do uso de armas biológicas ou de toxinas de origem biológica, principalmente no contexto de guerras assimétricas com grupos terroristas. E, assim, sua definição começou, também, a se misturar/confundir com a definição

de “Biosafety” que, historicamente, esteve relacionada com a incerteza dos riscos da evolução da biotecnologia dos OGM e com a garantia de segurança de laboratórios biológicos.

Na literatura internacional, verifica-se, também, uma mistura dos significados dos dois termos. Isto se deve, provavelmente, às particularidades linguísticas na hora da tradução dos textos em inglês, principalmente porque muitas línguas só possuem uma palavra para significar os dois termos.

A história da guerra biológica acompanha o ser humano desde a Antiguidade até o presente. E, com isso, outro termo tem sido usado para expressar a preocupação humana com a questão do uso de agentes biológicos: a defesa biológica ou biodefesa. No entanto, esse termo evoluiu de um conceito puramente militar, originalmente, em função da mudança do escopo das ameaças biológicas da atualidade.

Com o transporte moderno cada vez mais rápido e a globalização do comércio, ameaças não intencionais à segurança nacional passaram a incluir patógenos que podem se espalhar rapidamente, atravessar a barreira biológica entre espécies animais e humanos, devastar sistemas agrícolas, causar medo e perda de comércio e/ou turismo, impactar a segurança da cadeia de fornecimento de alimentos e impor danos econômicos.

Vários surtos no atual século 21 destacaram a necessidade de aumentar as capacidades para enfrentar eventos biológicos naturais que poderiam resultar em danos significativos à saúde humana, animal e vegetal, economias e sociedade, haja visto a pandemia da COVID-19.

Nesse novo contexto, a biodefesa requer esforços multidisciplinares complexos e sofisticados, cujo sucesso é dependente da coordenação entre governo, academia e indústria. Uma liderança efetiva centralizada é necessária para alinhar esses esforços.

No caso brasileiro, ao contrário da tendência mundial, o termo biodefesa cedeu espaço, na legislação, às questões de biossegurança e bioproteção que, atualmente, representam uma das seis áreas prioritárias para Infraestruturas Críticas. Além disso, há um foco na questão dos OGM, havendo necessidade de ampliar esse escopo para outras situações, a exemplo dos riscos associados a pandemias naturais e doenças infecciosas reemergentes.

FROM AGRICULTURE TO THE PANDEMICS: THE EVOLUTION OF THE TERMS BIOSAFETY, BIOSECURITY AND BIODEFENSE

ABSTRACT

The events of September 11, 2001, followed by anthrax attacks in the United States, and the COVID-19 epidemic, evidenced society's vulnerability to natural or released organisms with intent to cause harm and even death. The use of "dual" technologies in synthetic biology studies also sparked the sign of danger of genetic manipulation and its possible misuse in the development of bioweapons. Moreover, the globalized world favors unintentional spread of natural pathogens with serious damage to the animal, plant, and human life. In this context, a framework of terminologies was created. Since they come from the United States, it faces barriers when translated into other languages. Therefore, the objective of this article is to present the definitions of the main concepts related to this subject: biosafety, biosecurity, and biodefense. This article innovates by presenting an overview of the chronological evolution of these terms, made by extensive bibliographic review and bibliometric analysis, in the time frame from the 1990s to 2020. It is expected that the correct definition of these terms will help in the formulation of a National Strategy, since the Biosafety and Bioprotection area has been listed as one of the six priority areas of Critical Brazilian Infrastructures.

Keywords: Biological Defense; Biological Security; Bioterrorism.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION FOR BIOSAFETY AND BIOSECURITY INTERNATIONAL. **Biosafety and the profession**. ABSA International, 2020. Disponível em: https://absa.org/wp-content/uploads/2017/01/ABSA_Biosafety_and_the_Profession.pdf. Accessed on: 14 jul. 2020.
- BIOSECURITY EMERGENCY PREPAREDNESS WORKING GROUP. **Biosecurity emergency management: glossary**. v. 1.0 – 17, August 2013. Disponível em: <https://www.agriculture.gov.au/sites/default/files/sitecollectiondocuments/biosecurity/partnerships/nbc/bem-glossary.pdf>. Accessed on: 24 mar. 2020.
- BIPARTISAN COMMISSION ON BIODEFENSE. **A national blueprint for biodefense: leadership and major reform needed to optimize efforts**. Bipartisan. Washington, DC: Commission on Biodefense, 2020. Disponível em: <https://biodefensecommission.org/wp-content/uploads/2015/10/NationalBluePrintNov2018-03.pdf>. Accessed on: 12 jan. 2021.
- BLUE RIBBON STUDY PANEL ON BIODEFENSE. **A national blueprint for biodefense: leadership and major reform needed to optimize efforts – Bipartisan report of the blue ribbon study panel on biodefense**. Washington, DC: Hudson Institute, 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Biossegurança em saúde: prioridades e estratégias de ação**. Brasília: Ministério da Saúde, Organização Pan-Americana da Saúde, 242 p., 2010.
- BRASIL. **Portaria Normativa nº 585/MD**, de 7 mar. 2013. Aprova as diretrizes de biossegurança, bioproteção e defesa biológica do Ministério da Defesa. 2013. Disponível em: http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/30415391/do1-2013-03-11-portaria-normativa-n-585-md-de-7-de-marco-de-2013-30415387-30415387. Acesso em: 14 nov. 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação Geral de Laboratórios Agropecuários. **Manual de termos e glossário em biossegurança**.

Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2017, 10p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos em Saúde. Departamento de Gestão e Incorporação de Tecnologias e Inovação em Saúde. **Construindo a política nacional de biossegurança e bioproteção: ações estratégicas da saúde/Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos em Saúde, Departamento de Gestão e Incorporação de Tecnologias e Inovação em Saúde.** Brasília: Ministério da Saúde, 2019, 152p.

BURNETTE, R.N.; HESS, J.E.; KOZLOVAC, J.P.; RICHMOND, J.Y. Defining biosecurity and related concepts. In: BURNETTE, R.N. **Biosecurity: understanding, assessing, and preventing the threat.** Chapter 1. p.1-16. New Jersey: John Wiley & Sons, 2013.

BUSH, George W. **Biodefense for the 21st Century.** June 12, 2002. Disponível em: <https://www.hsdl.org/?view&did=446666>. Accessed on: 09 mar. 2021.

CENTER FOR BIOSECURITY AND BIOPREPAREDNESS. **An efficient and practical approach to biosecurity.** Copenhagen: Center for biosecurity and biopreparedness, 2015. Disponível em: https://internationalbiosafety.org/wp-content/uploads/2019/08/Efficient_Practical_Approach_to_Biosecurity.pdf. Accessed on: 14 jul. 2020.

CENTER FOR COUNTERPROLIFERATION RESEARCH. **Toward a national biodefense strategy: challenges and opportunities.** Washington, D.C.: National Defense University, 2003.

CHYBA, C.F. **Biological terrorism, emerging diseases, and national security.** New York: Rockefeller Brothers Fund Project on World Security, 1998. Disponível em: https://www.rbf.org/sites/default/files/Biological_Terrorism.pdf. Accessed on : 29 jul. 2020.

CLAPP, J.; HELLEINER, E. Troubled futures? The global food crisis and the politics of agricultural derivatives regulation. **Review of international political economy**, Londres, v.19, n.2, p.181-207, 2012.

CORREA, C. R.; CAGNIN, C. H. Prospective games for defence strategic

decisions in Brazil. **Foresight**, v. 18, n. 1, p. 4-23, 2016. DOI: 10.1108/FS-07-2014-0047.

DASZAK, P.; CUNNINGHAM, A.A.; Hyatt, A.D. Emerging infectious diseases of wildlife-threats to biodiversity and human health. **Science**, v. 287, p. 443-449, 2000.

DIEULIIS, Diane; RAO, Venkat; BILLINGS, Emily A.; MEYER, Corey B.; BERGER, Kavita. Biodefense policy analysis - A systems-based approach. **Health security**, v.17, n.2, p. 83-99, 2019.

DUNCAN, S.E. *et al.* Cyberbiosecurity: a new perspective on protecting U.S. food and agricultural system. **Frontiers in bioengineering and biotechnology**, v.7, n. 63, 2019.

ESSL, F.; LENZNER, B.; BACHER, S. *et al.* Drivers of future alien species impacts: an expert-based assessment. **Glob. Change Biol.** 14 July 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1111/gcb.15199?download=true>. Accessed on: 29 jul. 2020.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **Laboratory Biorisk Management Standard CWA 15793**. European Committee for Standardization; Brussels, 2011. Disponível em: ftp://ftp.cenorm.be/CEN/Sectors/TCandWorkshops/Workshops/CWA15793_September2011.pdf. Accessed on: 16 jul. 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Biosecurity in food and agriculture**. FAO Committee on Agriculture, 17th session, March 31– April 4, COAG/2003/9. Roma: FAO, 2003. Disponível em: <http://www.fao.org/tempref/unfao/bodies/coag/coag17/Y8453e.doc>. Accessed on: 31 mar. 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **FAO biosecurity toolkit**. Roma: FAO, 2007, p. 139.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The biosecurity approach: a review and evaluation of its application by FAO, internationally and in various countries**.

Roma: FAO, 2016. Disponível em: https://www.ippc.int/static/media/files/irss/2016/09/09/Review_of_biosecurity_approaches_FINAL_report.pdf. Accessed on: 03 abr. 2020.

FRANCO, C.; BOURI, N. Environmental decontamination following a large-scale bioterrorism Attack: federal progress and remaining gaps. **Biosecurity and bioterrorism: biodefense strategy, practice, and science**, 2010, v. 8, n. 2, p. 107-117.

GERSTEIN, Daniel M. **Federal research and development for agricultural biodefense**. Santa Monica: RAND Corporation, 2017.

GLENN, J.C.; GORDON, T.J.. **Future international environmental security issues and potential military requirements over the period of 2010 to 2025**. Washington, D.C.: Army Environmental Policy Institute (AEPI-IFP-1201A), 2001. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a593164.pdf>. Accessed on: 29 jul. 2020.

GÓMEZ-TATAY, L.; HERNÁNDEZ-ANDREU, J.M. Biosafety and biosecurity in Synthetic Biology: a review. **Critical reviews in environmental science and technology**, v. 49, n.17, p. 1587-1621, 2019.

HEIKKILÄ, J. Economics of biosecurity across levels of decision-making: a review. **Agron. Sustain. Dev.**, v. 31, p. 119-138, 2011.

HORN, F. P. BREEZE, R. G. 1999. Agriculture and food security. **Ann. N.Y. Acad. Sci**, p. 9-17, 1999.

HINCHLIFFE, S.; BINGHAM, N. Securing life: the emerging practices of biosecurity. **Environment and Planning A**, v. 40, p. 1534-1551, 2008.

KAISER J. Pathogen work at Texas A&M suspended. **Science**, July 2, 2007. Disponível em: <https://www.sciencemag.org/news/2007/07/pathogen-work-texas-am-suspended#:~:text=In%20an%20unprecedented%20step%2C%20federal,cases%20of%20exposure%20last%20year>. Accessed on: 12 jan. 2021.

KOBLENTZ, G. Biosecurity reconsidered: calibrating biological threats

and responses. **International Security**, v. 34, p. 96-132, 2010.

KOBLENTZ, Gregory. From biodefense to biosecurity: the Obama administration's strategy for countering biological threats. **International Affairs**, v.88, n.1, p. 131-148, 2012.

KUMAR, K.; YADAV, J.; RAO, N. History, concept and components of biosecurity. In: Naresh, R.K. (Chief editor). **Advances in agriculture sciences**, v. 19, p. 187-200, 2019.

LEWIS, Douglas R. **The shaping of United States biodefense posture**. Alabama: USAF Center for Unconventional Weapons Studies, 2015. Disponível em: <https://www.hsdl.org/?view&did=767774>. Accessed on: 01 abr. 2021.

LIANG, H.; XIANG, X.; MA, H. *et al.* History of and suggestions for China's biosafety legislation. **Journal of biosafety and biosecurity**, v. 1, n. 2, p. 134-139, 2019.

LINGLING, YE. The United States issues national biodefense strategy. **Journal of biosafety and biosecurity**, 2019.

MALAKOFF, D. Biosecurity goes global, **Science**, v. 305, p. 1706-1707, 2004.

MANCON, A.; MILETO, D.; GISMONDO, M.R. The global threats from naturally occurring infectious diseases. **Defence against bioterrorism**, v. 23, p.13-24, 2018.

MATISHAK, M. **White House, scientists discuss biological threats**. 2009. Disponível em: <https://www.nti.org/gsn/article/white-house-scientists-discuss-biological-threats/>. Accessed on: 31 mar. 2020.

MAYE, D.; DIBDEN, J.; HIGGINS, V.; POTTER, C. Governing biosecurity in a neoliberal world: comparative perspectives from Australia and the United Kingdom. **Environment and planning A**, v. 44, p. 150-168, 2012.

MEYERSON, L.A.; REASER, J.K. Biosecurity: moving toward a comprehensive approach. **BioScience**, v. 52, n. 7, p. 593-600, 2002.

- MILEY, K. Global health biosecurity in a vulnerable world – an evaluation of emerging threats and current disaster preparedness strategies for the future. In: Masys, A.J.; Izurieta, R.; Ortiz, M.R. **Global health security: recognizing vulnerabilities, creating opportunities**. Cham: Springer nature, p.79-102, 2020.
- MILLETT, KATHRYN; DOS SANTOS, EDUARDO; MILLETT, PIERS D. Cyber-biosecurity risk perceptions in the biotech sector. **Frontiers in bioengineering and biotechnology**, v.7, n. 136, 2019.
- MURCH, R.S.; SO, W.K.; BUCHHOLZ, W.G.; RAMAN, S.; PECCOUD, J. Cyberbiosecurity: An emerging new discipline to help safeguard the bioeconomy. **Frontiers in bioengineering and biotechnology**, v.6, n.39, 2018.
- MURPHY, F.A. The threat posed by the global emergence of livestock, food-borne, and zoonotic pathogens. **N.Y. Acad. Sci**, v. 894, p. 20-27, 1999.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Globalization, biosecurity, and the future of the life sciences**. Washington, DC: The National Academies Press, 2006. <https://doi.org/10.17226/11567>.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Understanding biosecurity: protecting against the Misuse of science in today's world**. Washington, DC: The National Academies Press, 2010. <https://doi.org/10.17226/13341>.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Workforce needs in veterinary medicine. **Veterinarians in wildlife and ecosystem health**. Washington, DC: The National Academies Press, 2013. Chapter 7. p. 128-154. <https://doi.org/10.17226/13413>.
- NORDMANN, B. D. Issues in biosecurity and biosafety. **International journal of antimicrobial agents**, v. 36, p. 66-69, 2010. Supl. 1.
- ORTIZ, MIGUEL REINA *et al.* Biosafety at home: how to translate biomedical laboratory safety precautions for everyday use in the context of COVID-19. **Am. J. Trop. Med. Hyg.**, v. 103, n.2, p. 838-840, 2020.
- PECCOUD, J.; GALLEGOS, J.E.; MURCH, R.; BUCHHOLZ, W.G.;

RAMAN, S. Cyberbiosecurity: from naive trust to risk awareness. **Trends biotechnol**, v. 36, p. 4-7, 2017

POULIN, D. A U.S. **Biodefense strategy primer**. Livermore: Lawrence Livermore National Laboratory, 2009. Disponível em: <https://www.hsdll.org/?view&did=20273>. Accessed on: 01 abr. 2021.

PUBLIC HEALTH AGENCY OF CANADA. **Canadian biosafety standard**. 2nd Edition. Ottawa: PHAC, 2015. Disponível em: <https://www.canada.ca/content/dam/phac-aspc/migration/cbsg-nldcb/cbs-ncb/assets/pdf/cbsg-nldcb-eng.pdf>. Accessed on: 24 ago. 2020.

PUBLIC HEALTH AGENCY OF CANADA. **Canadian biosafety handbook**. 2nd Ed, Ottawa: PHAC, 2016. Disponível em: <https://www.canada.ca/content/dam/phac-aspc/migration/cbsg-nldcb/cbh-gcb/assets/pdf/cbh-gcb-eng.pdf>. Accessed on: 15 jul. 2020.

PUBLIC HEALTH AGENCY OF CANADA. **Canadian biosafety guideline – conducting a biosecurity risk assessment**. Ottawa: PHAC, 2018. Disponível em: <https://www.canada.ca/content/dam/phac-aspc/documents/services/canadian-biosafety-standards-guidelines/guidance/canadian-biosafety-guidelines/Biosecurity%20RA%20Guide%206May2019.pdf>. Accessed on: 24 ago. 2020.

QIN, Q.; SUN, Y. A global biosafety strategy research framework with specific implications for China. **Journal of biosafety and biosecurity**, v. 1, n. 2, p. 105-112, 2019.

RAVI, S.J.; *et al.* Establishing a theoretical foundation for measuring global health security: a scoping review. **BMC Public health**, v. 19, p. 954-962, 2019.

RIEDEL, STEFAN. **Biological warfare and bioterrorism: a historical review**. BUMC PROCEEDINGS, v. 17, p. 400-406, 2004.

RUDOLPH, ALAN; *et al.* Lincoln's biodefense strategy: protecting the agricultural base. **Health security**, v.17, n.1, p. 80-81, 2019.

SCHNEIDER, BARRY R. U.S. Bio-defense readiness: thoughts after September 11th". In: DAVIS, Jim A.; SCHNEIDER, Barry R. **The gathering biological warfare storm**. Alabama: USAF Counterproliferation Center, 2002.

SINGH, SUNIT K.; KUHN, JENS H. **Defense against biological attacks**. Cham, Switzerland: springer nature, 2019. v. 2. eBook.

SMART, JEFFERY K. History of chemical and biological warfare: an American perspective. In: ZAJTCHUK, Russ (ed.). **Medical aspects of chemical and biological warfare**. Washington, DC: Office of The Surgeon General Department of the Army, 2001. Disponível em: <https://www.hsdl.org/?view&did=1018>. Accessed on: 17 fev. 2021.

TAYLOR, L.H.; LATHAM, S.M.; WOOLHOUSE, M.E. Risk factors for human disease emergence. **Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.**, v. 356 p. 983-989, 2001.

TEIXEIRA, Pedro; VALLE, Silvio. **Biossegurança: uma abordagem multidisciplinar..** Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1996.

THE WHITE HOUSE. **The national biodefense strategy**. 18 set. 2018. Disponível em: <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2018/09/National-Biodefense-Strategy.pdf>. Accessed on: 17 fev. 2021.

UNITED NATIONS. **Meeting of the states parties to the convention on the prohibition of the development, production and stockpiling of bacteriological (biological) and toxin weapons and on their destruction. Report of the meeting of states parties, document BWC/MSP/2003/MX/4, Part II**. Geneva. United Nations, 2003. Disponível em: [https://www.unog.ch/80256EDD006B8954/%28httpAssets%29/C1DE5C56FB84CA19C12577830056E654/\\$file/bwc_msp.2003_mx_04_Part_II.pdf](https://www.unog.ch/80256EDD006B8954/%28httpAssets%29/C1DE5C56FB84CA19C12577830056E654/$file/bwc_msp.2003_mx_04_Part_II.pdf). Accessed on: 24 abr. 2020.

UNITED NATIONS. Meeting of the states parties to the convention on the prohibition of the development, production and stockpiling of bacteriological (biological) and toxin weapons and on their destruction. **Report of the meeting of states parties, document BWC/MSP/2008/5**. 12 Dec 2008. Disponível em: http://www.opbw.org/new_process/msp2008/

BWC_MSP_2008_5_E.pdf. Accessed on: 14 jul. 2020.

UNITED STATES OF AMERICA. **Homeland security act of 2002**. Washington D.C.: USA, 2002. Disponível em <https://www.dhs.gov/homeland-security-act-2002>. Accessed on: 13 nov. 2019.

UNITED STATES OF AMERICA. **Bioshield act of 2004**. Washington D.C.: USA, 2004. Disponível em <https://www.congress.gov/108/plaws/publ276/PLAW-108publ276.pdf>. Accessed on: 13 nov. 2019.

UNITED STATES OF AMERICA. **United States government global health security strategy**. Washington D.C.: USA, 2019. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2019/05/GHSS.pdf>. Accessed on: 15 jul. 2020.

UNITED STATES OF AMERICA. **Department of health and human services**. 5th ed. Department of Health and Human Services. Disponível em: <https://www.cdc.gov/labs/pdf/CDC-BiosafetyMicrobiologicalBiomedicalLaboratories-2009-P.PDF>. Accessed on: 15 jul. 2020.

UNITED STATES OF AMERICA. **Frequently asked questions: national biodefense strategy**. Department of health and human services, 2009. Disponível em: <https://www.phe.gov/Preparedness/biodefense-strategy/Pages/faqs.aspx>. Accessed on: 17 fev. 2021.

UNITED STATES OF AMERICA. **Biodefense: federal efforts to develop biological threat awareness**. Government Accountability Office (GAO). Washington, DC: GAO, 2017.

WAAGE, J.K.; MUMFORD, J.D. Agricultural biosecurity. **Phil. Trans. R. Soc. B**, v. 363, p. 863-876, 2008.

WHITBY, S.; DANDO, M. Effective implementation of the BTWC: the key role of awareness raising and education. **Bradford review conference paper nº 26**. University of Bradford, Bradford, 2010. Disponível em: http://www.opbw.org/sbtwc/RCP_26.pdf. Accessed on: 08 abr. 2020.

WILSON, M.E. Travel and the emergence of infectious diseases.

Emerging infectious diseases, v.1, n. 2, p39-46, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **laboratory biosafety manual**. 3rd ed. Geneva: World Health Organization, 2004. Disponível em: <http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/en/Biosafety7.pdf>. Accessed on: 08 abr. 2020

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Biorisk management: laboratory biosecurity guidance**. Geneva: World Health Organization, 2006. Disponível em: https://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/WHO_CDS_EPR_2006_6.pdf?ua=1. Accessed on: 14 jul. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Laboratory biosafety manual**. 4th ed. Geneva: World Health Organization, 2020. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1323419/retrieve>. Accessed on: 14 jan. 2021.

WU, T.; *et al.* Economic growth, urbanization, globalization, and the risks of emerging infectious diseases in China: a review. **Ambio**, v. 46, p.18-29, 2017.

WURTZ, N.; PAPA, A.; HUKIC, M., DI CARO, A. *et al.* Survey of laboratory-acquired infections around the world in biosafety level 3 and 4 laboratories. **Eur J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.**, v. 35, p. 1247-1258, 2016.

* Recebido em 05 de março de 2023, e aprovado para publicação em 18 de julho de 2023.

