



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO E SAÚDE  
GRADUAÇÃO EM BIOMEDICINA**

**VICTOR HUGO DIOGO BARBOZA**

**BIOTERRORISMO E SUAS PERSPECTIVAS EM SAÚDE PÚBLICA**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado no formato de artigo científico ao UniCEUB como requisito para a conclusão do Curso de Bacharelado em Biomedicina. Orientador: Prof. DR. Bruno Silva Milagres.

**BRASÍLIA**

## BIOTERRORISMO E SUAS PERSPECTIVAS EM SAÚDE PÚBLICA

VICTOR HUGO DIOGO BARBOZA\*

BRUNO SILVA MILAGRES\*\*

### **Resumo**

A utilização de patógenos com finalidade bélica vem sendo observada desde a Era antes de cristo e poderia ter sido considerada uma página virada com o fim da Guerra Fria. No entanto, o crescimento de diferentes grupos e organizações terroristas aumentou a ameaça do uso dessas armas, no intuito de desestabilizar governos e economias, promovendo caos e pânico na população. O presente trabalho aborda os principais agentes biológicos com potencial bélico, trazendo estratégias de defesa de um modo genérico, com o intuito de limitar a extensão da ameaça bioterrorista contra as nações. Nesse contexto foram abordados elementos chave para o estudo estratégico do combate ao bioterrorismo, como vigilância sindrômica, vigilância em tempo real, vigilância laboratorial, vigilância de zoonoses, biosensores e modelagem matemática de avaliação de riscos. Nesse sentido, percebeu-se que os métodos clássicos de vigilância epidemiológica adotados por alguns países como o Brasil não tem eficácia nesse tipo de situação.

**Palavras-chave: Bioterrorismo. Biodefesa. Saúde Pública. Epidemiologia.**

\*Graduando do curso de biomedicina do Centro Universitário de Brasília- UniCEUB

\*\*Biólogo, epidemiologista do Ministério da Saúde e professor do curso de biomedicina do Centro Universitário de Brasília- UniCEUB

## BIOTERRORISM'S PERSPECTIVE IN PUBLIC HEALTH

### **Abstract**

The utilization of pathogens with warlike purpose has been observed since the Era before Christ and could have been considered a page turned towards the end of the Cold War. Nonetheless, the growth of different terrorist groups and organizations has increased the threat of the use of these weapons in order to destabilize governments and economies, causing chaos and panic in the population. The present work approach the main biological agents with military potential, bringing defense strategies in a generic way, in order to bound the extent of the bioterrorist threat against the nations. Under this circumstances, the key elements worn for this strategic study of the fight against bioterrorism, such as syndromic surveillance, real-time surveillance, laboratory surveillance, zoonoses surveillance, biosensors and mathematical modeling of risk assessment were discussed. Therefore, it was noticed that the classical methods of epidemiological surveillance adopted by some Countries like Brazil, do not have effectiveness in this type of situation.

**Key words: Bioterrorism. Biodefense. Public health. Epidemiology.**

## 1.Introdução

Terrorismo é definido como o uso de força e violência contra pessoas ou propriedades para intimidar ou coagir um governo, população civil ou qualquer segmento dela, em prol de objetivos políticos ou sociais. O termo terrorismo independe da arma que possa estar sendo usada, podendo ser armas tradicionais, agentes químicos, nucleares, radiológicos e biológicos ( OTAN, 2016).

Bioterrorismo é uma forma de terrorismo onde de maneira intencional há liberação de agentes biológicos como bactérias, vírus ou outros tipos de micro-organismos. Isso também vale para a guerra biológica com a diferença que, em bioterrorismo esses agentes são liberados na população civil enquanto que na guerra biológica eles são utilizados como armas contra as tropas inimigas (CDC, 2009).

O uso de agentes biológicos como arma de guerra é um artifício antigo. Embora não seja fácil de identificar e definir a época quando começou, evidências reportam que na Era antes de Cristo, por volta do ano 590, na primeira guerra sagrada na Grécia eram utilizados cadáveres de animais para contaminar a água dos poços da cidade. Essa estratégia era também utilizada pelos Romanos e Persas (PIRES, 2016).

Durante a primeira guerra mundial, armas foram projetadas para disseminação de agentes biológicos contra populações civis, gado e recursos agrícolas de países em conflito. Por exemplo, agentes secretos alemães inocularam doenças em cavalos e em gado na França. Após a primeira guerra mundial, já em 1925, um acordo internacional assinado pela Bélgica, Canadá, França, Grã-Bretanha, Itália, Holanda, Polônia e União Soviética denominado Protocolo de Genebra proibiu o uso de armas bacteriológicas, embora, no momento, seu uso fosse relativamente menos importante que o das armas químicas já que era mais incerto ( RAYMOND, 2017).

No período entre guerras (primeira e segunda guerra mundial), a pesquisa nesta área continuou, particularmente no Reino Unido com antraz, mas foi o Japão, durante a guerra sino japonesa, que realizou trabalhos muito avançados neste campo na China, onde, de 1937 a 1945, "a unidade 731" comandada pelo general médico Shiro Ishii, teve por missão criar novas armas bacteriológicas, estima-se que cerca de 260 mil chineses morreram com testes destes agentes biológicos utilizados com finalidade bélica, sendo a maioria infectada com *Yersinia pestis*. No final da Segunda Guerra Mundial, os resultados

deste projeto foram transmitidos aos americanos em troca de uma anistia ( RAYMOND, 2017).

A Guerra Fria promoveu programas de produção e pesquisa de armas biológicas em larga escala, particularmente nos Estados Unidos e na URSS, que levaram a avanços significativos na capacitação e no desenvolvimento de armas biológicas, porém, a partir da década de 1970, essa tendência foi revertida, com a busca de um acordo entre as principais potências para controlar e eliminar a ameaça dessas armas. Este progresso foi realmente anunciado pela declaração unilateral dos Estados Unidos em 1969 para abandonar o desenvolvimento e produção desse tipo de armamento. Em 10 de abril de 1972, a Convenção sobre a Proibição do Desenvolvimento, Produção e Armazenamento de Armas Bacteriológicas e de Toxinas foi aberta para assinatura e entrou em vigor em 26 de março de 1975 (CICV, 2017).

No entanto, os casos de uso de agentes biológicos, intencionais ou acidentais foram relatados em várias ocasiões, como o de Sverdlovsk na URSS em 1979, onde muitos casos fatais devido à difusão na atmosfera de esporos de *bacillus anthracis* foram comprovados. Entre 1975 e 1983, casos de intoxicação causada pela chamada "chuva amarela" também foram relatados no Sudeste Asiático, Laos e Camboja (FRANCE, 2000).

Apesar da Convenção, a proliferação de programas de armas biológicas, como o projeto "Costa" na África do Sul ou o projeto iraquiano trazido à luz após a Guerra do Golfo, ainda é uma grande preocupação, especialmente se associada a ameaça terrorista. Esta questão não foi atendida de forma satisfatória até agora, porque não existe um mecanismo confiável para o controle e verificação do desenvolvimento desse tipo de arma, e ainda hoje, pelo menos alguns países são suspeitos por terem um programa de armas biológicas consequente do colapso da antiga União Soviética, dos estoques de microorganismos e da tecnologia remanescentes do seu programa de desenvolvimento de armas biológicas (ASSEMBLÉE DE L'UNION DE L'EUROPE OCCIDENTALE, COMMISSION DE LA DÉFENSE, 2001).

Em se tratando de Brasil, por mais que não haja divulgação, tem-se histórico de eventos biológicos intencionais como a utilização deliberada do vírus da varíola para com os índios, fato ocorrido no Maranhão em 1815 durante uma visita dos índios "canelas finas", quando as autoridades locais lhe presentearam com brindes e roupas previamente contaminadas por doentes, fato relatado pelo antropólogo Mércio Gomes, no livro "Os

Índios e o Brasil”. Existe suspeita do emprego de agentes patológicos, mesmo que por meio de técnicas simples, causadores de doenças como tuberculose, varicela, sarampo, varíola, contra diversas tribos indígenas que habitavam áreas de extração de borracha no Estado do Mato Grosso entre 1957 e 1963 (DAVIS, 1978).

Outro ocorrido foi relatado por Davis (1978) estudando os índios no Brasil ao pesquisar os arquivos do Ministério do Interior, foi a introdução consciente da tuberculose entre tribos do norte da bacia amazônica entre 1964 e 1965.

Por mais que qualquer parasita, bactéria ou vírus tenham potencial para serem utilizados como armas por terroristas, existem alguns agentes biológicos que vem sendo reconhecidos ao longo do tempo com sua preferência. A razão para esses agentes serem preocupantes é baseada em sua biodisponibilidade e a facilidade com que eles podem ser disseminados (FURTADO, 2008).

O presente trabalho tem como objetivo definir as características de potenciais eventos de bioterrorismo e os níveis de periculosidade associados a saúde coletiva, descrevendo contramedidas e estratégias para tais situações de risco, bem como requisitos para infraestrutura e logística necessárias.

## **2. Metodologia**

Trata-se de um estudo de revisão bibliográfica narrativa realizado a partir de consultas em bases de dados como Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Elibrary.ru, PUBMED, ScienceDirect, BIREME, MEDLINE, NCBI, Google acadêmico Biblioteca Virtual em Saúde (BVS/BIREME) e Scientific Electronic Library Online (SciELO), aos principais Protocolos e Diretrizes de Biossegurança do Brasil e do mundo, a manuais das Forças Armadas e aos Tratados Internacionais sobre Guerra Biológica e sobre proibição do desenvolvimento, produção e armazenamento de armas biológicas.

Os descritores utilizados inicialmente foram: Agentes Biológicos, Bioterrorismo, Epidemia e Guerra biológica, atribuindo-se a pesquisa por meio dos idiomas português, inglês, alemão, francês, árabe, russo e espanhol e mandarim.

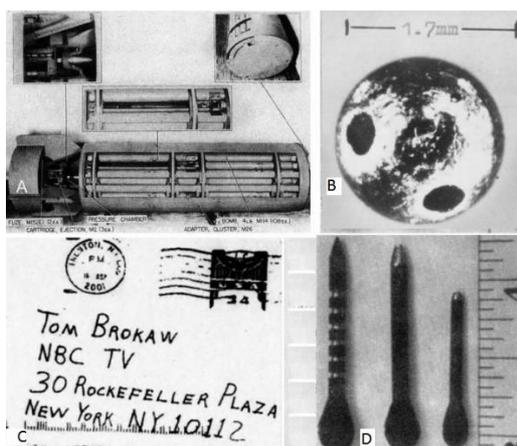
Foram selecionados artigos publicados entre 1960 e 2017. Com essa base, houve um resultado maior de referências, garantindo a detecção da maioria dos trabalhos publicados dentro dos critérios pré-estabelecidos.

Foram incluídos todos os artigos originais que tinham como tema bioterrorismo, guerra biológica, armas biológicas, saúde pública, epidemiologia, epidemiologia forense, microbiologia, microbiologia forense. Foram excluídos conteúdos generalistas e estudos microbiológicos que não contemplem o proposto no tema.

### 3.Desenvolvimento

Estudos sugerem que o primeiro ato bioterrorista conhecido ocorreu em agosto de 1984, quando membros da seita Rajnisis infectaram saladas de vegetais em uma cadeia de lanches, resultando a contaminação por *Salmonella* de 753 pessoas, nenhuma das quais morreu (TOROK et al.,1997). Nos últimos anos, vários grupos terroristas e indivíduos usaram, ou tentaram usar, armas biológicas, entre 1990 e 1995, a seita japonesa Aum Shinrikyo tentou em vão, várias vezes, espalhar agentes biológicos na forma de aerossóis. E, ultimamente, no final de 2001, nos Estados Unidos, terroristas deliberadamente espalharam o esporos de *bacillus anthracis* através de cartas, matando cinco pessoas e levando os médicos a prescreverem antibióticos para 30 mil pessoas (BUDOWLE, 2002). Aspectos gerais de armas biológicas utilizadas em guerras podem ser observadas na figura 1(SUPOTNISKY, 2013).

**Figura 1. Armas biológicas utilizadas em guerras, assassinatos e ataques terroristas**



Fonte: (SUPOTNISKY, 2013).

Legenda:A) Bomba biológica americana modelo M33, B) Munição extraída de um soldado búlgaro em 1978 contendo ricina, uma toxina vegetal com alto poder de letalidade, C) Envelope da carta com esporos de *bacillus anthracis* do atentado terrorista nos Estados Unidos da América, D) elementos retirados dos serviços de inteligência americanos, projetados para assassinatos individuais com a ajuda de agentes químicos ou biológicos.

Entre as razões profundas para o surgimento do bioterrorismo na segunda metade do século XX, pode-se notar o desenvolvimento intensivo das ciências naturais, especialmente a medicina e a biologia, o aumento do número total e qualificações de especialistas nestes campos e a disponibilidade de informações científicas para vários setores da sociedade. O indicador de progresso científico e tecnológico nesta área pode ser percebido com um número crescente de publicações científicas dedicadas a problemas médicos e biológicos (MILLER, 2001).

Cenários onde os resultados da pesquisa científica bem-intencionada podem ser usados tanto para propósitos bons como prejudiciais, originam o que agora é amplamente conhecido como o "dilema de dupla utilização" e tem havido um crescente debate sobre a natureza de dupla utilização de pesquisas biológicas em particular. Um exemplo desse tipo de pesquisa foi o estudo, publicado na Science em 2005, que utilizou técnicas de genômica sintética (semelhante à utilizada no estudo da poliomielite) para "reconstruir" o vírus da gripe espanhola, que matou entre 20 e 100 milhões de pessoas em 1918-1919. Embora pesquisas sobre a reconstrução de um vírus possam facilitar o desenvolvimento de medicamentos e vacinas que protejam contra uma grande pandemia de gripe, um vírus também pode ser usado para fins criminosos por organizações terroristas (TERRANCE, 2005).

Estudos desse tipo despertam controvérsias substanciais, dadas as suas implicações para a fabricação de armas biológicas. A publicação de estudos como esses, alertam terroristas para novas formas de produzir armas biológicas e fornecem instruções explícitas para fazê-lo (MICHAEL, 2013).

### 3.1. Bioterrorismo

Apesar do risco na manipulação de material biológico patogênico sem o devido conhecimento, praticamente todos os materiais necessários para a obtenção de agentes biológicos podem ser adquiridos de forma legal. Isso foi claramente demonstrado pelos estudos realizados pela CIA (Agência de Inteligência Americana) e pelo Departamento de Defesa dos EUA, com o nome de código "Clear Vision", durante o qual uma instalação de produção de armas biológicas foi construída a partir dos equipamentos e materiais comercialmente disponíveis. De acordo com representantes do Pentágono (inteligência militar dos Estados Unidos), esses estudos apenas demonstraram a possibilidade de um

estado separado ou de um regime terrorista desenvolverem armas biológicas sendo particularmente acessíveis, além de serem mais viáveis monetariamente, pois para matar 50% de um quilômetro quadrado custa 2 mil dólares para armas tradicionais, 800 dólares para armas nucleares e 1 dólar para arma biológica (MILLER, 2001).

Além disso o risco biológico tem uma natureza diferenciada, e seus efeitos tem três particularidades a serem notadas. A primeira delas é que a etiologia da doença não será evidente, o segundo problema é que em alguns desses agentes em particular, haverá a necessidade de avaliar a sensibilidade à agentes anti-microbianos, particularmente no caso de bactérias as quais terroristas poderão manipulá-las geneticamente com a finalidade de torná-las resistentes a antibióticos, e o terceiro ponto é que uma serie de patógenos suspeitos podem ser contagiosos o que requer uma estratégia de isolamento de pacientes suspeitos e infectados (SPENCER, 2001).

Tem-se ainda peculiaridades em relação às características (quadro1) do patógeno a ser escolhido para compor a arma biológica.

**Quadro 1. Características gerais de um patógeno para que possa ser utilizado como arma biológica.**

1	Tempo de incubação apropriado (o tempo de incubação deve ser previsível)
2	Alta infectividade, toxicidade, virulência (mesmo as doses menores devem ser efetivas),
3	Alta morbidade / mortalidade (um efeito letal na população-alvo ou um alto número de pacientes);
4	Capacidade de armazenamento / aerossolidade / estabilidade ambiental (os microorganismos devem ser resistentes, biologicamente estáveis, bem como armazenável e dissemináveis na área alvo via aerossóis ou insetos, podendo ser espalhados facilmente e rapidamente);
5	Produção rápida em grandes quantidades;
6	Diagnóstico difícil/poucas possibilidades de proteção e terapia.

Fonte:(SCHAFER, 2002).

O efeito de uma arma biológica não pode ser definido exatamente. Em um ataque com agentes biológicos são analisados muitos fatores em conjunto para determinar sua potência e seu potencial risco, sendo estes elencados no quadro 2.

**Quadro 2. Fatores de determinação do potencial de risco:**

1	A natureza do veículo de disseminação utilizado e o grau de infectividade, virulência, Patogenicidade, letalidade, estabilidade e tempo de incubação do patógeno ;
2	A eficiência do sistema de implantação do patógeno no armamento;
3	A quantidade de patógeno liberado
4	O método de liberação;
5	Os fatores que afetam o grau de infectividade, virulência, letalidade, patogenicidade do agente empregado durante a sua disseminação, bem como a sua liberação (por exemplo, condições de intemperismo, temperatura externa, força e direção do vento, medidas de proteção e defesa, etc.);
6	A força da concentração do agente biológico liberado no ar;
7	O grau de defensividade ou sensibilidade / vulnerabilidade do organismo alvo

Fonte:(ZUMDER, 2008)

Embora diferentes agentes biológicos tenham diferentes sensibilidades a ações externas, todos eles têm uma certa perda durante a explosão da bomba ou durante a pulverização do aerossol que há de ser calculada para estimar-se o potencial efeito do armamento. Após essa etapa devem ser avaliadas as condições para a sobrevivência do patógeno, como: temperatura, luz, umidade, poluição do ar, força do vento e precipitação (chuva, neve). Condições climáticas desfavoráveis podem afetar muito o efeito dos agentes, já uma noite clara com um pouco de vento, por outro lado, asseguraria que a nuvem de aerossóis permanecesse estável e a concentração do patógeno permanecesse alta, aumentando a probabilidade das pessoas inalarem os agentes patogênicos em dose necessária, se infectando e apresentando a patologia após o período de incubação (BARNABY, 2002)

Ataques muito abrangentes podem ser realizados com armas biológicas. Algumas décadas atrás, a propagação de experiências com micro-organismos mostrou que é facilmente possível contaminar uma área de 100.000 quilômetros quadrados utilizando um avião se as condições do vento forem apropriadas, contudo o potencial de destruição das armas biológicas é difícil de estimar porque a sua eficácia, como já descrita anteriormente, pode depender de vários fatores, porém na pior das hipóteses, milhares de mortes e dezenas de milhares de pessoas podem se encontrar infectadas dentre a população sob ataque. O potencial de danos é teoricamente demonstrado no quadro 3. Assumido que seja um ataque em que 50 kg de agentes patogênicos são aerolisados sob condições climáticas estáveis em uma cidade com 1.000.000 milhão de habitantes (SCHAFER, 2002)

### **Quadro 3. Efeito teórico de dano das armas biológicas.**

Patologia	Alcance (KM)*	Leatalidade	Morbidade
VEE*	1	400	35.000
Brucelose	10	500	100.000
Peste	10	55.000	100.000
Fevre Q	>20	150	125.000
Tularemia	>20	30.000	125.000
Antraz	>20	95.000	125.000

Fonte:(SHAFFER, 2002)

Legenda: VEE\* vírus da encefalite equina venezuelana.

#### ***3.1.1.Principais micro-organismos envolvidos:***

A classificação mais usada para os microrganismos, é a do Centro de controle de doenças dos Estados Unidos(CDC) onde são classificadas em grupos A, B e C. Essa classificação e feita de acordo com a severidade, a ação e a capacidade de disseminação do patógeno. A classe “A” é caracterizada como a dos micro-organismos mais perigosos e com propriedades mais satisfatórias que são: mais fáceis de serem disseminadas de pessoa a pessoa; alta mortalidade; maior impacto na saúde publica, a classe “B” é de prioridade moderada que possui uma taxa mediana em questão de disseminação,

morbidade e baixa taxa de mortalidade, já a classe “C” é considerada de patógenos emergentes que teriam fácil disponibilidade, de fácil produção e disseminação e com alto potencial de morbomortalidade (CDC, 2009).

### ***3.1.2 Agentes com histórico de utilização como armamento***

Os agentes biológicos selecionados foram armados para fins de guerra ou foram realmente usados no bioterrorismo. Esses agentes são susceptíveis de causar o impacto mais significativo, e podem ser considerados os mais adequados. No entanto, isso não quer dizer que os agentes que não foram citados são totalmente inofensivos, apenas são menos adequados (WHO, 2004).

#### ***3.1.2.1 Bacillus anthracis***

Causador do antraz, ele é um bacilo Gram positivo formador de esporos muito estáveis que se mantem viáveis por muitos anos no solo. Sua dose infectiva varia entre 8.000 a 50.000 esporos. Ele possui alta taxa de letalidade e é encontrado facilmente na natureza e a resistência que os esporos possuem os permitem sobreviver a condições adversas, como água, extremos de temperatura, aerosol, entre outros fatores, o que o torna um potencial micro-organismo a ser usado em bioterrorismo (FRANZ, 2001)(INGLESBY, 2002) (CDC, 2014).

#### ***3.1.2.2 Brucella sp***

Causadora da Brucelose, ela é um coco-bacilo gram negativo não formador de esporos, que se mantem viável *in natura* no solo e na água por até 6 semanas, e se estiverem em forma de pó resistem até 10 semanas. Sua dose infectiva varia entre 10 e 100 organismos. Sua propensão para transmissão aérea e indução de doença debilitante crônica que requer regimes de antibióticos combinados para tratamento, sua abundância em todo o mundo e suas características clínicas vagas que desafiam o diagnóstico clínico rápido são algumas das características que se aplicam ao potencial de ar do patógeno (YOUNG, 2010).

### **3.1.2.3 *Burkholderia mallei***

Bactéria bacilar gram negativa com alta estabilidade ambiental causadora de uma doença chamada mormo ou lamparão. É um candidato provável para guerra biológica e bioterrorismo, porque apenas poucos micro-organismos bastam para desencadear a doença, além do fato que ela pode ser aerolisada, o que a tornaria letal (NEUBAUER, 2009).

### **3.1.2.4 *Burkholderia pseudomallei***

Bacilo gram negativo saprofítico com grande resistência ambiental causador da miloidose. Sua transmissão pessoa à pessoa é rara porém possível, seu período de incubação varia de 10 a 14 dias. Devido a sua resistência, estabilidade, facilidade de obtenção no meio ambiente, sua fácil manipulação, seus sintomas se assemelham aos da gripe e possuir um período de incubação longo, esta bactéria se enquadra no rol dos potenciais agentes bioterroristas (DANCE, 2004).

### **3.1.2.5 *Yersinia pestis***

É um cocobacilo gram negativo causador da peste (pneumônica, bubônica e septicêmica), sobrevive por mais de um ano no solo, mas se liberada por aerossol é viável apenas por uma hora. A forma de disseminação mais compatível com o bioterrorismo seria via aerossol, pois atingiria o objetivo primário com a peste pneumônica e causaria infecções secundárias de peste bubônica devido aos animais infectados pelo aerossol dispersado no ambiente pois a peste é uma zoonose. Além do fato que sem diagnóstico precoce e terapia em menos de 24 horas, a peste pneumônica geralmente é fatal (BRASIL, 2013).

### **3.1.2.6 *Coxiella burnetii***

A febre Q é causada pela *coxiella burnetii*, um patógeno intracelular obrigatório que se replica apenas dentro dos vacúolos lisossomais das células hospedeiras, preferencialmente os macrófagos. Sua forma esporulada é extremamente resistente ao calor, à pressão e a muitas soluções de limpeza. Isso permite que os germes vivam no ambiente por longos períodos em condições difíceis. Em contrapartida, a doença que causa em seres humanos geralmente não é prejudicial, embora possa ser debilitante

temporariamente. O organismo é extremamente infeccioso, e seu potencial como agente de guerra biológica está relacionado diretamente com sua capacidade de infectar pessoas com facilidade. Um único organismo é capaz de produzir infecção e doença em seres humanos (PORTER, 2011).

### **3.1.2.7 *Fransisella tularensis***

A tularemia é causada pela *fransisella tularensis*, bactéria cocobacilar gram negativa que resiste por semanas em água, solo ou carcaças, e anos em carne congelada. A sua dose infectiva varia entre 10 a 50 organismos, e não é transmitida pessoa a pessoa. É uma das bactérias patogênicas mais infecciosas conhecidas, pois requer apenas inoculação ou inalação de dez unidades formadoras de colônia para causar doenças. Os seres humanos podem ser infectados através de uma variedade de exposições ambientais e podem desenvolver uma doença grave que pode ser fatal. Como resultado, é considerada uma arma biológica em potencial devido ao seu extremo contágio, facilidade de propagação e sua capacidade de causar doenças e morte (PENN, 2010).

### **3.1.2.8 *Clostridium Butulinum***

O botulismo é causado por uma toxina potente produzida pela bactéria *clostridium butulinum*. A toxina é a substância mais venenosa conhecida pela raça humana. Estimativas baseadas em estudos levam a crer que um grama dessa toxina, teoricamente, poderia trazer a óbito em média, um milhão de pessoas. A bactéria tem como característica gram positivo, formadora de esporo que são encontrados naturalmente no solo. As toxinas botulínicas representam uma grande ameaça como armas biológicas, pois elas são extremamente potentes e letais, além de algumas delas serem relativamente fáceis de produzir e transportar (STEVENS, 2011).

### **3.1.2.9 *Staphylococcus enterotoxina B:***

Toxina produzida pela bactéria *staphylococcus aureus*, resistente ao congelamento e inativada a 100°C, sua dose infectiva é de 0,03 µg/pessoa. Seu período de incubação varia de 3 a 12 horas em caso de inalação e de 4 a 10 horas em caso de ingestão. Os principais sintomas são febre, calafrios, dispnéia, tosse não produtiva, dor de cabeça, mialgia, dor

torácica retrosternal. O seu índice de letalidade é baixo, porém essa toxina é facilmente aerolisada devido a sua estabilidade e a ingestão em quantidades elevadas podem induzir o ser humano a síndrome do choque tóxico que é potencialmente letal, fato que a torna uma possível arma biológica (RUSNAK, 2004).

### **3.1.2.10 *Varíola major:***

*Varíola* é uma das infecções mais antigas da humanidade. O patógeno evoluiu de um vírus de um roedor através de um intermediário hospedeiro e adaptou-se em humanos (WHITLEY, 2003). Esse vírus é um dos mais perigosos patógenos que os bioterroristas poderiam usar pois ele é extremamente contagioso e fatal com frequência, além de se espalhar por inalação, e ter uma resistência ambiental de até 1 ano (em forma de aerossol ou impregnado em tecido). Sendo outrora responsável por centenas de milhões de mortes antes da vacinação em massa, até ser erradicada (MINISTÈRE DE LA SANTÈ, 2006).

### **3.1.2.11 *VEE( vírus da encefalite equina venezuelana)***

O como o nome já sugere ele causa a encefalite equina venezuelana, sua transmissão se dá pelos mosquitos *Aedes* e *Psorophora*,. O VEE é um agente particularmente atraente devido à sua infecciosidade (apenas 10 a 100 patógenos são necessários para infectar uma pessoa) e sua eficácia como agente incapacitante. As infecções por VEE raramente são fatais, mas causam sintomas graves semelhantes à influenza e, portanto, podem ser difíceis de diagnosticar. As febres de encefalopatia causam inflamação do cérebro e efeitos colaterais a longo prazo, como danos ao sistema nervoso. Um potencial ataque biológico usando vírus VEE seria através da via aerossolizada, mas seria mais eficaz durante os períodos em que os mosquitos são mais ativos. O VEE também pode ser disseminado em forma líquida ou seca estável (MARKOFF, 2010).

## **3.2. Biodefesa**

A biodefesa compreende os métodos, planos e procedimentos envolvidos no estabelecimento e execução de medidas defensivas (detecção, proteção, descontaminação e manejo médico) e de contra ataque biológico (OTAN, 1996).

No cenário de um ataque bioterrorista, o passo mais importante é a identificação do evento. A causa de uma doença ou mesmo a ocorrência de algo incomum pode ser muito difícil de determinar, especialmente se os casos iniciais forem poucos. Qualquer surto pequeno ou grande de doença deve ser avaliado como um potencial ataque bioterrorista. Os médicos nos departamentos hospitalares e profissionais da saúde podem desempenhar um papel vital no reconhecimento inicial de um potencial ataque. A familiaridade com os agentes infecciosos de maior prioridade pode acelerar o diagnóstico e o gerenciamento inicial, levando a uma resposta bem sucedida à saúde pública a tal ataque. No quadro 4 pode-se observar os principais aspectos de um ataque bioterrorista (WHO, 2004).

#### **Quadro 4. Sinais de um ataque bioterrorista**

1	A presença de uma grande epidemia com maior número de pacientes do que o esperado
2	A forma mais grave da doença do que era esperado no caso desse patógeno e também a maneira incomum de exposição
3	Doença não convencional para uma determinada área geográfica, ocorre fora da estação normal, favorável à sua transmissão ou na ausência da possibilidade de transferência natural.
4	O conjunto de epidemias simultâneas de várias doenças.
5	Um surto de uma doença que afeta humanos e animais, como muitos microorganismos potencialmente patogênicos para o último.
6	Estirpes ou variantes incomuns de microorganismos ou suas variedades resistentes aos antibióticos, diferenciam radicalmente daqueles que normalmente circulam em uma determinada localidade.
7	Uma maior incidência de casos entre aqueles que foram expostos em certas áreas, por exemplo, dentro de edifícios quando um agente foi liberado ou, inversamente, uma menor incidência entre aqueles que estavam dentro de estruturas seladas se o aerossol fosse pulverizado de fora.
8	A declaração do terrorista sobre o uso de um agente biológico.
9	A presença de evidência direta do uso de agente biológico com a detecção de meios técnicos apropriados, munições ou outros sinais de intenção maliciosa.

Fonte:(WHO, 2004).

Os sistemas de vigilância em saúde pública voltados ao bioterrorismo requerem três principais características: pontualidade, alta sensibilidade e especificidade e análise de rotina de dados. A pontualidade do diagnóstico é vital, pois a eficácia da maioria dos

tratamentos depende da detecção precoce. Para o efeito, a digitalização e a comunicação de dados de vigilância melhoraram a detecção em comparação com os métodos manuais. É necessária uma alta sensibilidade, pois, sem isso, os sistemas podem deixar de detectar casos de doenças relacionadas ao bioterrorismo, o que pode resultar em atrasos no diagnóstico. No extremo oposto, sistemas com especificidade inadequada podem ter falsos alarmes frequentes, o que resultará em respostas de saúde pública dispendiosas. A sensibilidade e a especificidade são inversamente proporcionais e encontrar o equilíbrio ideal entre estas duas características para qualquer sistema de vigilância é algo complexo (BRAVATA, 2004).

A detecção precoce de agentes biológicos é de suma importância para o gerenciamento de qualquer ataque, seja intencional ou natural. Portanto, sistemas de detecção rápida para eventos desse tipo são essencialmente necessários para diminuir os efeitos de um ataque. No entanto, a pronta detecção e identificação é dificultada pela fácil disseminação e alta letalidade de alguns dos patógenos (CENCIARELLI, 2013).

Os sintomas causados pelo ataque biológico na população podem aparecer em horas, dias ou mesmo semanas. Além disso, é muito difícil distinguir esses sintomas de infecções comuns que prevalecem na sociedade na ausência de diagnóstico definitivo. Portanto, a gestão médica das vítimas pode ser ineficaz. Os métodos tradicionais para identificação consomem muito tempo e não podem fornecer os resultados em tempo real (IQBAL, 2000).

A vigilância epidemiológica é reconhecida como o instrumento de saúde coletiva mais importante para a identificação de eventos de saúde pública de interesse global, particularmente doenças infecciosas emergentes. E a informação gerada pelos sistemas de vigilância são tão úteis no reconhecimento e resposta a doenças infecciosas emergentes quanto para eventos bioterroristas, porém ela não é rápida e precisa o suficiente para ser a única ferramenta de defesa em um ataque bioterrorista, devendo de preferência estar associada a vigilância sindrômica, a vigilância em tempo real, a vigilância laboratorial, vigilância de zoonoses e a tecnologia de biosensores (CASTILLO, 2010).

### ***3.2.1 Vigilância sindrômica***

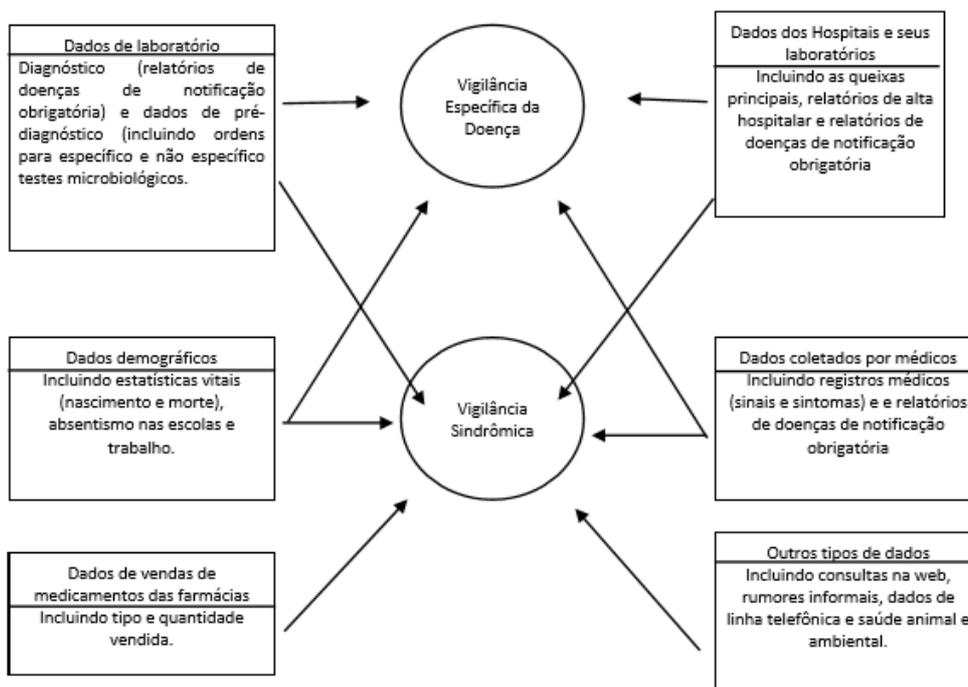
A vigilância sindrômica refere-se à coleta e análise em curso de dados estatísticos sobre tendências da saúde (por exemplo, sintomas relatados por pessoas) e pode ser o

melhor tipo de vigilância da saúde pública para detectar surtos tanto de forma intencional como natural. Utiliza dados relacionados à saúde que precedem diagnósticos e sinais suficientes de um caso ou de um surto para justificar novas respostas de saúde pública (SALA, 2011).

Os sistemas de dados de vigilância sindrômica não dependem de testes laboratoriais confirmatórios de amostras dos pacientes. Os dados utilizados podem ser coletados principalmente para outros fins, como avaliação clínica dos pacientes. Isso ajudará a procurar aumentos significativos na frequência de uma determinada síndrome em relação a uma linha de base, permitindo a detecção rápida de surtos repentinos, incluindo infecções causadas por patógenos desconhecidos (BUEHLER, 2004).

Esta abordagem depende da identificação de "sintomas" específicos como sinais de um possível surto, sem requisitos rigorosos para um diagnóstico específico. É também uma ferramenta emergente em epidemiologia. Nos últimos anos, esse método tem sido utilizado para detecção precoce de bioterrorismo (KNIGHT, 2003). Na figura 2 pode ser observado o funcionamento da vigilância sindrômica (ABAT, 2016).

**Figura 2. Esquema do funcionamento da vigilância sindrômica**



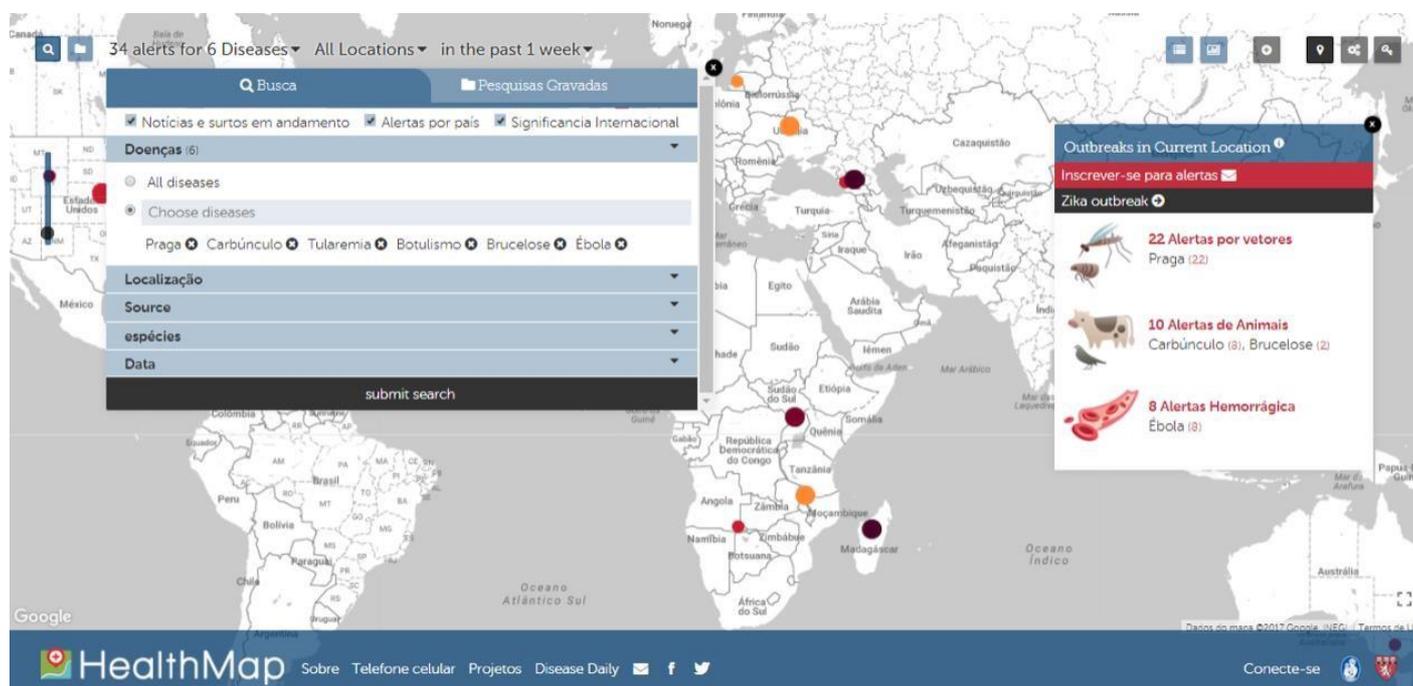
Fonte: Adaptado de ABAT, 2016.

### 3.2.2 Vigilância em tempo real

Essa ferramenta consiste na verificação, coleta e análise em tempo real ou quase em tempo real de informações não estruturadas de diversas fontes da Internet (como notícias ou plataformas de discussão on-line) para detectar riscos potenciais ou confirmados para a saúde que ocorrem em todo o mundo a partir de relatórios e rumores (KELLER, 2009).

Entre os exemplos mais conhecidos desses sistemas de vigilância estão o Programa de Monitoramento de Doenças Emergentes, a Rede Global de Inteligência de Saúde Pública, Medisys, BioCaster, EpiSPIDER e HealthMap que pode ser observado na figura 3. Estes sistemas de vigilância são fontes cruciais de inteligência epidêmica e contribuem grandemente para a detecção global de surtos verdadeiros (LYON, 2012), (MORSE, 1996).

**Figura 3. Sistema de monitoramento em tempo real**



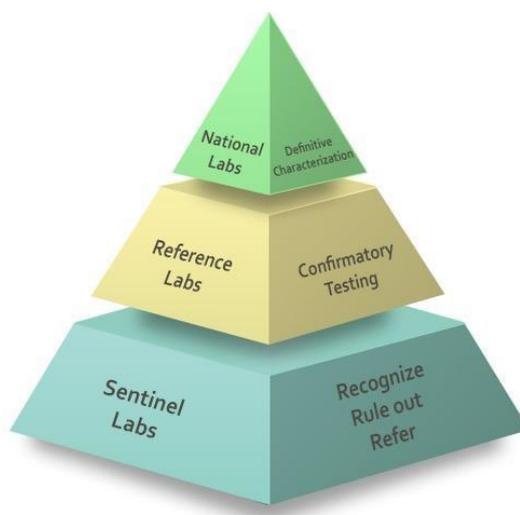
Fonte: site Health map.

Legenda: Busca feita no dia 12 de novembro de 2017 por casos de doenças descritas como possíveis armas de destruição em massa utilizando o Healthmap, onde foram encontrados 22 alertas para peste, 8 para antraz, 2 para brucelose e 8 para Ebola vírus.

### 3.2.3 Vigilância laboratorial

Os laboratórios clínicos têm sido a pedra angular do diagnóstico em doenças infecciosas de importância para a saúde pública e são responsáveis pela triagem através de seus testes clínicos de rotina diária para encontrar espécies suspeitas de bioterrorismo. Em resposta a um surto local é o primeiro e, talvez, o nível mais importante, devendo operar usando procedimentos de biossegurança nível 2 e possuir uma cabine de segurança biológica certificada classe II. Quando um agente biológico suspeito é identificado, ele é enviado aos laboratórios locais e estaduais de saúde pública que compõem o segundo nível da vigilância laboratorial. Esses laboratórios de referência realizam testes de confirmação rápida, mantendo as instalações do nível de biossegurança nível 3. Uma vez que esta ameaça é confirmada, é transmitida para a terceira camada de vigilância, os laboratórios nacionais. Os laboratórios nacionais são de nível de biossegurança nível 4, sendo os mais seguros para tal função (KALISH, 2009). A esquemática da vigilância laboratorial é demonstrada pela figura 4 (CDC, 2015).

**Figura 4. Comunicação entre os três níveis de laboratório**



Fonte: CDC, 2015.

Legenda: azul, laboratório sentinela, bege laboratório referência, verde laboratório nacional.

### 3.2.4. Vigilância de zoonoses

Os patógenos zoonóticos causaram a maioria dos eventos emergentes de doença infecciosa nas últimas 6 décadas. Como a maioria das doenças infecciosas emergentes

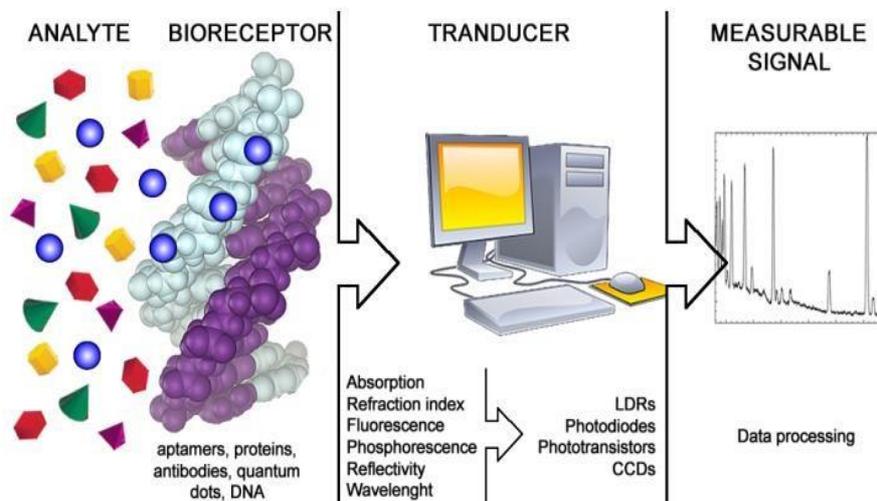
decorrentes de origens animais, incluem muitos dos agentes selecionados como candidatos mais prováveis para uso em eventos bioterroristas, a ligação dos sistemas de vigilância humana e animal é fundamental para a efetiva identificação e controle da doença no futuro (NAMARA, 2013).

Um exemplo de zoonose num ataque de bioterrorismo seria a libertação de aerossol contendo *Yersinia pestis*, a bactéria que causa a peste. Pois as partículas de aerossol iriam contaminar os humanos e animais expostos, causando primariamente um surto de peste pneumônica e de forma secundária outro surto de peste só que agora a forma clássica(bubônica), devido aos animais infectados no ataque aéreo serem mordidos por pulgas que são o vetor natural da peste, e essas pulgas mordessem outros animais e seres humanos. As intervenções de controle vetorial serão vitais para cessar o surto (REBMANN, 2014).

### ***3.2.5Tecnologia de biosensores***

Os biosensores são dispositivos analíticos que convertem um evento de reconhecimento biológico em um sinal elétrico, ou seja, um dispositivo integrado autônomo que é capaz de fornecer análises de informações quantitativas ou semi quantitativas específicas usando um elemento de reconhecimento biológico que está em contato espacial direto com um transdutor. O biosensor combina um componente biológico com detecção físico-química de sinal (luminescência, sinal eletroquímico ou óptico). Isto compreende um elemento de reconhecimento biológico que é acoplado a um transdutor (WILSON, 2005). Os princípios gerais de um biosensor podem ser observados na figura 5(MARTINS,2013).

**Figura 5. Esquema do princípio básico de funcionamento de um biosensores**

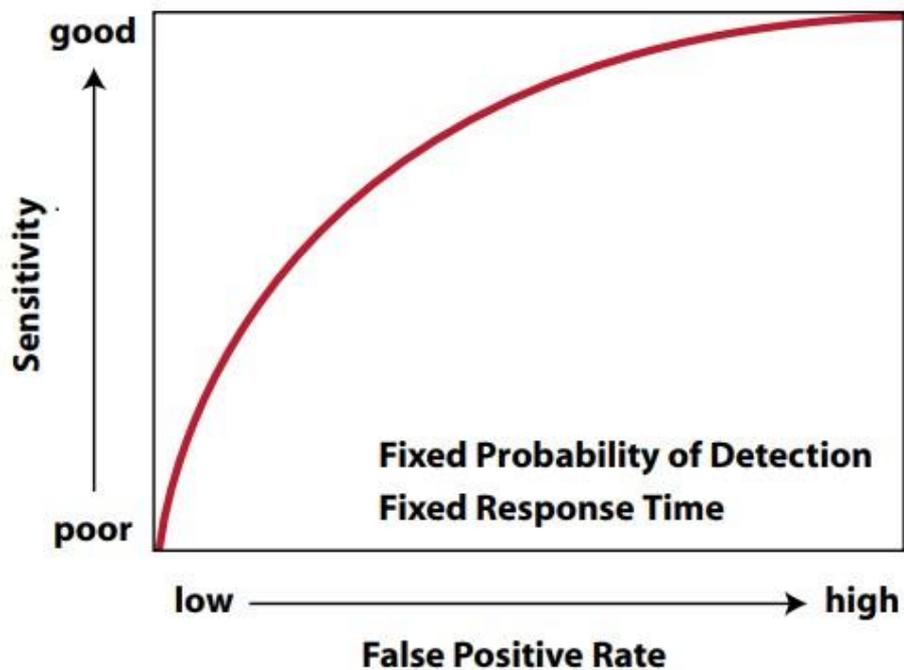


Fonte: MARTINS, 2013.

Legenda: O biossensor é formado por um suporte de captação de amostra, por um elemento de reconhecimento biológico que deve ser seletivo, por um transdutor físico para gerar um sinal mensurável proporcional à concentração dos analitos e a unidade de processamento de sinal, que dá aos analistas informações gráficas, numéricas ou comparativas que eles deve interpretar.

No caso de prevenção a ataques bioterroristas com aerossol, o desempenho de um sensor é mais apropriadamente caracterizado por uma série de parâmetros interrelacionados, como sensibilidade, probabilidade de detecção correta, taxa de falso positivo e tempo de resposta. Na operação de um sensor, geralmente é possível e muitas vezes útil variar um ou mais desses parâmetros para otimizar o desempenho do sensor para aplicações específicas. Por exemplo, em algumas circunstâncias pode-se estar disposto a aceitar uma taxa de falsos positivos mais elevada para obter uma melhor sensibilidade. A característica de operação do receptor do sensor capta quantitativamente o trade-off do desempenho entre sensibilidade, probabilidade de detecção correta e taxa de falso positivo (FRONCZEK, 2015). Essa relação pode ser melhor compreendida através da curva de característica de operação do receptor que é demonstrada na figura 6(CARRANO,2005).

**Figura 6. Curva de característica de operação do receptor**

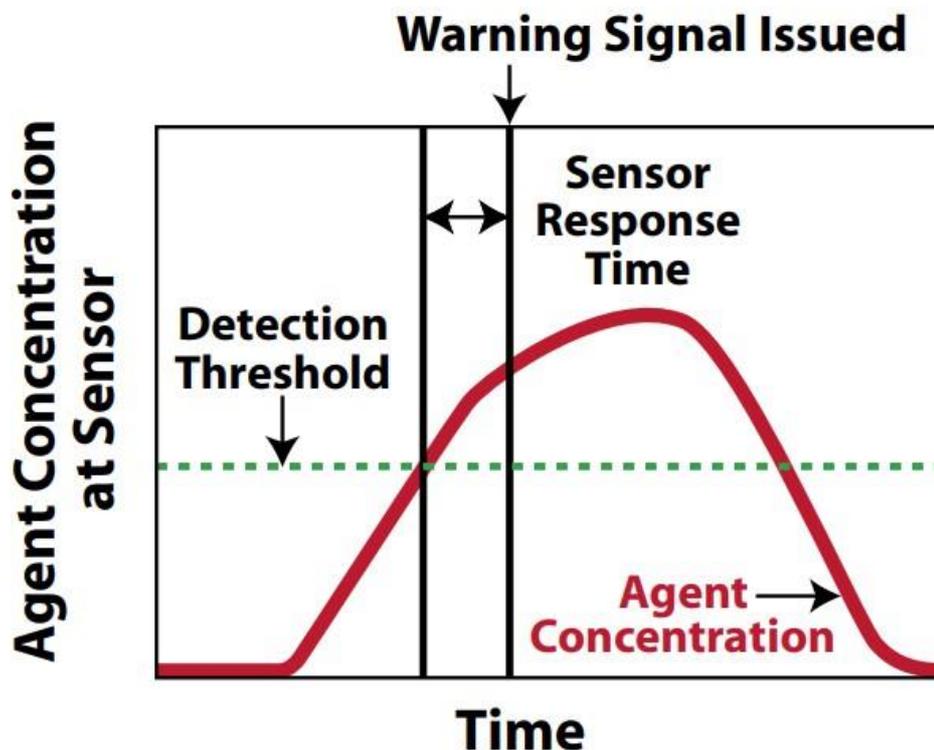


Fonte: CARRANO, 2005.

Legenda: Gráfico de curva de característica de operação do receptor com probabilidade de detecção fixa e tempo de resposta implícito, onde a medida de sensibilidade encontra-se na vertical e a taxa de falso positivo encontra-se na horizontal.

Outro fator importante para sensores de operação contínua é o tempo de resposta do sensor, significando o intervalo de tempo entre a chegada do agente alvo e a declaração de detecção do sensor, como é demonstrado na figura 7(CANARRO,2005). O tempo de resposta definido para um sensor depende da sua finalidade, porém no caso do bioterrorismo ele deve ser inferior ao tempo necessário para tomada de ações protetivas (THEVENOT, 2001).

Figura 7. Gráfico demonstrativo de tempo de resposta de um sensor

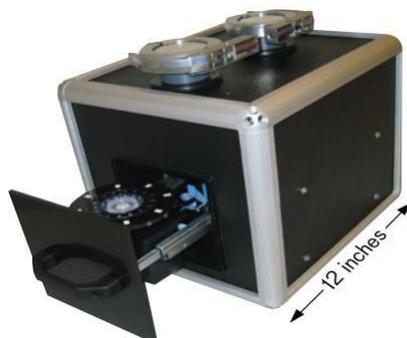


Fonte: CARRANO, 2005

Legenda: O tempo de resposta do sensor é o intervalo de tempo entre o momento em que a concentração do agente atinge a sensibilidade específica (ou o limiar de detecção) do sensor até que o alerta de detecção seja emitido por ele.

Existem hoje, biosensores de alta tecnologia para identificação rápida de agentes biológicos, um exemplo desses sensores é o CANARY(figura 8), tendo como componentes fundamentais células B geneticamente modificadas que emitem fótons após ligação a bioagentes específicos e um fotodetector que mede a luminescência, conforme é descrito na figura 9. Além disso, ele é capaz de fazer coleta de aerossol seco, onde utiliza três sensores de detecção um que reconhece agentes biológicos, outro que analisa riscos em ambientes internos e outro que permite 16 testes simultâneos para a presença de até 48 agentes a serem realizados em uma única amostra de aerossóis, mostrando identificação de alta confiança em menos de 2 minutos. (PETROVICK, 2007).

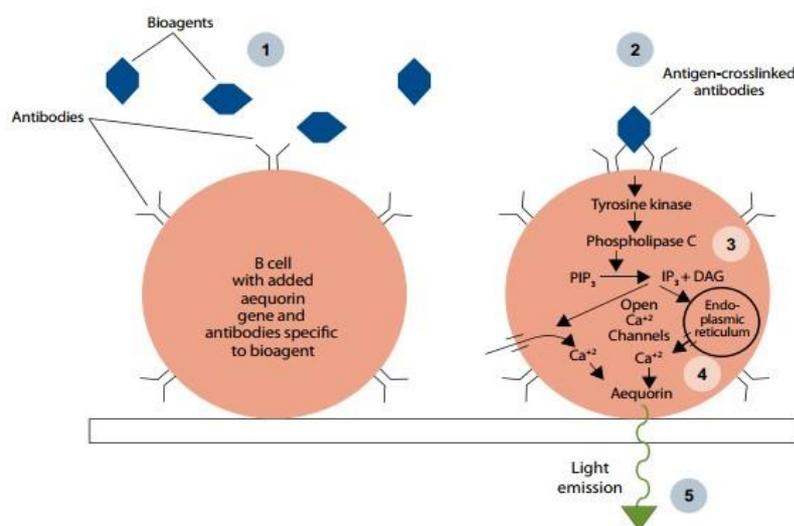
**Figura 8. Imagem do CANARY portátil**



Fonte: PETROVICK, 2007.

Legenda: Feito para amostras de aerossóis, o sensor CANARY portátil de 37 lb, mostrou identificação de patógenos em um tempo menor que 2 minutos, e o seu custo modesto, menos de US \$ 30.000, torna viável para uso de biodefesa.

**Figura 9. Funcionamento básico do CANARY**



Fonte: PETROVICK, 2007).

Legenda: 1) As células B modificadas são expostas aos bioagentes da amostra. 2) Os bioagentes se ligam aos anticorpos das células B. 3) A cascata de transdução de sinal bioquímico é desencadeada, resultando em liberação de  $Ca^{2+}$ . 4)  $Ca^{2+}$  faz com que o equorina (fotoproteína isolada da medusa Aequoria, que reage com o  $Ca^{2+}$  emitindo luz) emita fótons. 5) Os fótons emitidos são detectados.

### 3.2.6 Complexidade de um ataque bioterrorista

Um ataque envolve tantos fatores ambientais e setores do poder público que se aproximam a uma média de 1.000.000.000 de cenários possíveis. Ao pensar em um ataque



### 3.3. Avaliação do risco de ataque bioterrorista

Um ataque bioterrorista pode ser apresentado como um modelo de cadeia de 4 componentes, incluindo perpetradores, agentes, meios de entrega e alvos. Através desse modelo foi construído um padrão matemático para avaliar a vulnerabilidade em um ataque bioterrorista, usando como exemplo o ataque ocorrido em 2001 nos EUA, onde enviaram antrax via correspondência, além de enviarem outras correspondências contaminadas pelo correio, que acarretaram em cinco mortes, 22 doentes e 32 mil sob terapia com antibióticos. O impacto econômico de um ataque biológico envolvendo exposição potencial ao antraz foi estimado em US \$ 26,2 bilhões / 100 000 pessoas expostas (RADOSAVLJEVIC, 2009).

Esse padrão foi dividido em três passos, análise de vulnerabilidade do alvo, análise de viabilidade relacionada a outros três componentes do ataque: perpetrador, agente e meio / meio de entrega e análise de avaliação de risco geral, incluindo os quatro componentes já enumerados. Tendo um total de 32 parâmetros, sendo 22 qualitativos e 10 quantitativos. A partir disso foi montada uma tabela de score(figura 11), que pode ser utilizada tanto para descobrir o provável culpado por um atentado que já ocorreu, quanto para prevenir as vulnerabilidades de um Estado sem que haja acontecido qualquer tipo de evento terrorista. Essa tabela de score foi montada com o intuito de descobrir o principal suspeito de ter cometido o ataque bioterrorista em 2001 nos EUA, tendo sido utilizados 32 parâmetros definidos anteriormente, onde para cada um se coloca 0 para baixa probabilidade de ataque e 1 para grande probabilidade, ao final soma-se todos os parâmetros, e se a soma resultar entre 1 e 8, a probabilidade é baixa, de 9 a 16 existe possibilidade, de 17 a 24, alta probabilidade e de 25 a 32 o risco é iminente. Chegou-se a conclusão através dessa tabela de score reconstitutiva que os EUA tinham 66 % de chance de ser o culpado pelo episódio de bioterrorismo em 2001, o que realmente foi verdade, haja vista que o perpetrador foi um microbiologista do exército americano, logo ele representa o Estado.(EZELL, 2009), (VALDAN, 2012).

**Figura 11. Tabela de score investigativa do ataque com antrax nos EUA no ano de 2001.**

Exemplo da tabela de score do ataque de 11 de setembro de 2001

Parâmetro	Contagem de Risco				
	Estado ou Estado suportado	Desafeto ou grupo terrorista	Indivíduo		
Alvo	1	1	0		
Importância do alvo	1	0	0		
Inteligência	1	0	0		
Segredo	1	0	0		
Controle pessoal	1	0	0		
Controle dos meios	1	0	0		
Proteção física	0	0	0		
Proteção química	0	0	0		
Proteção imunológica	0	0	0		
Números de pessoas no alvo	1	1	1		
Distribuição de pessoas no alvo	1	1	1		
Local do alvo	1	1	1		
<b>Autor</b>					
Sofisticação	1	0	0		
Motivação	1	1	1		
Abilidade	1	0	0		
Capacidade	1	0	0		
Inteligência	1	0	0		
Segredo	1	0	0		
Números de autores	1	1	1		
Acessibilidade a fonte do agente	1	0	0		
Acessibilidade ao alvo	1	1	1		
<b>Agente</b>					
Categoria A	1	0	0		
Categoria B	0	0	0		
Categoria C	0	0	0		
Agente emergente	0	0	0		
Quantidade de agente disponível	1	0	0		
<b>Meios de entrega</b>					
Ar	0	0	0		
Food	0	0	0		
Água	0	0	0		
Perdigotos	1	1	1		
Munição	0	0	0		
Sistema de entrega	1	1	1		
Sistema de dispersão	0	0	0		
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>9</b>	<b>9</b>		

\* 1 = High probability of a bioterrorist attack (BA)  
0 = Low probability of a BA  
**Total Scores:**  
1-8 - BA is lowly probable  
9-16 - BA is possible  
17-24 - BA is highly probable  
25-32 - BA is imminent

Após calcular a probabilidade do ataque, o próximo passo é mensurar o risco de perdas humanas devido ao ataque biológico, que pode ser expresso pela seguinte equação(figura 12) (VLADAN, 2012).

**Figura 12. Equação para mensurar risco de perdas humanas**

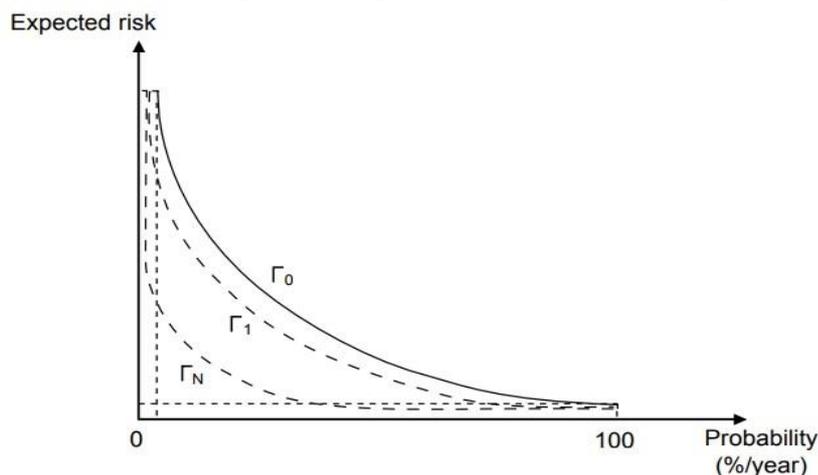
$$R = E(N) = P \iiint_S \int_{\tau_0}^{\tau_1} p(\tau) \psi(x, y) f(x, y, \tau) d\tau dx dy$$

Fonte: (VLADAN, 2012)

Legenda: S representa a área do território a ser mensurado,  $\tau$  representa a concentração e intensidade do agente biológico,  $\tau_0$  e  $\tau_1$  representam a variação do menor e maior valor atribuído a  $\tau$ ,  $p(\tau)$  é a probabilidade de doença/morte em relação a intensidade de  $\tau$ ,  $\psi(x, y)$  é a densidade populacional na área observada,  $f(x, y, \tau)$  representa a distribuição de densidade do parâmetro  $\tau$  no ponto  $(x, y)$  de S.

Após mensurar o risco de perdas humanas e a probabilidade de um ataque bioterrorista é possível montar a curva de eficácia da proteção(figura 13), onde será feita a análise de quais pontos fortalecer de acordo com a quantidade de parâmetros que já são conhecidos e dos que devem ser descobertos, pois quanto maior a quantidade de parâmetros conhecidos maior eficácia na proteção (VLADAN, 2012).

**Figura 13. Risco esperado X probabilidade de um ataque**



Fonte: VLADAN, 2012

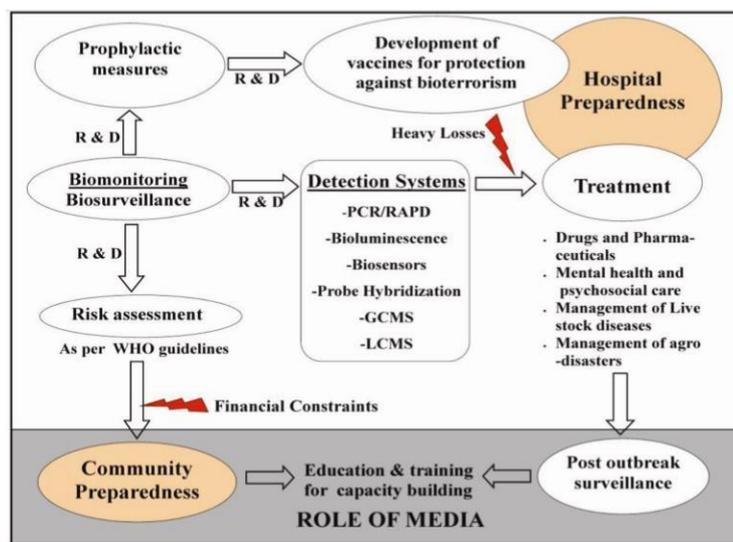
Legenda: A eficácia da proteção depende do conhecimento das características / parâmetros do problema: se um número maior de parâmetros (N) é conhecido, a proteção é mais eficiente. A curva  $\Gamma_N$  corresponde ao caso onde N parâmetros são conhecidos, logo quanto maior o N, menor risco/probabilidade.

Modelos matemáticos são formas economicamente viáveis de um País definir suas vulnerabilidades e saná-las, podendo explorar uma gama de situações para estarem sempre evoluindo em suas técnicas de defesa. (VLADAN, 2012).

### 3.4. Prevenção e gerenciamento de um ataque bioterrorista

Os componentes importantes de um plano de prevenção e resposta(figural4), incluirão um mecanismo de coleta de informações epidemiológicas para dissuadir um ataque com arma biológica; um sistema de vigilância robusto que possa detectar sinais de alerta precoce, decifrar pistas epidemiológicas para determinar se é um ataque intencional; e capacitação para vigilância, laboratórios e sistemas hospitalares que possam suportar detecção, investigação e gerenciamento de surtos(DEPARTMENT OF DEFENSE AND STRATEGIC STUDIES, 2016). Uma abordagem multi setorial deve ser adotada envolvendo saúde pública, vigilância sanitária, agricultura, ciência e tecnologia, imigração, defesa civil, agência de inteligência e polícia (NATIONAL DISASTER MANAGMENT AUTHORITY GOVERNMENT OF INDIA, 2008).

**Figura 14. Etapas de um plano de prevenção e gerenciamento de um ataque bioterrorista**



Fonte: DEPARTMENT OF DEFENSE AND STRATEGIC STUDIES, 2016.

Para preparar seu próprio modelo de prevenção e preparação, um governo deve fazer uma análise de vulnerabilidades e riscos. Um ponto crítico é o gerenciamento ambiental, que abrange vigilância sanitária, controle de vetores, zoonoses e monitoramento regular dos recursos hídricos por análise microbiológica. Deve-se ter um setor de prevenção de epidemias pós desastres, além de ter um sistema integrado de vigilância epidemiológica que abranja laboratórios, hospitais, todos os setores de saúde, tendo também uma maior e mais apropriada vigilância em aeroportos, portos e fronteiras. Profissionais da saúde, equipes de resposta rápida a este tipo de incidente devem ser treinados e a população deve ser instruída como proceder em uma situação como essa. Investir em medidas e protocolos de biodefesa e biossegurança como monitoramento de pesquisas com materiais sensíveis e implementação de tecnologias de biosensores são de suma importância na prevenção (FEMA, 2002).

A questão farmacêutica deve ser analisada no momento da construção do plano de gerenciamento e prevenção. Quais equipamentos de proteção individual que os profissionais de saúde precisarão estar equipados para tipos diferentes de situações do gênero e quanto deve haver no estoque do governo para um eventual incidente. Todos os fabricantes de antibióticos, quimioterápicos e antivirais serão listados sendo verificada a sua capacidade de rápida produção para contrato de emergência com o governo em caso de um ataque bioterrorista, além de ser feito um inventário dos produtos de todos os hospitais, farmácias e laboratórios, públicos e privados para uma rápida aquisição pelo governo. O incentivo do governo para o desenvolvimento em pesquisas farmacêuticas visando criar uma estrutura de alta tecnologia para a produção de vacinas é outro ponto chave, pois programas de imunização sob mecanismo contínuo de monitoramento e relatório será uma estratégia preventiva eficaz (MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SPORTS, 2010).

#### **4. Considerações finais**

O desenvolvimento do presente estudo demonstrou que o bioterrorismo é um perigo real e imediato para vida e a saúde da população, e concomitantemente, possibilitou uma análise do papel crucial do Estado em limitar a extensão desse tipo de ameaça, trazendo em seu escopo medidas e estratégias de prevenção e contenção de atentados bioterroristas.

De um modo geral foram abordados elementos chave para o estudo estratégico do combate ao bioterrorismo, trazendo informações sobre características físico químicas de um patógeno ideal para esse tipo de evento, delineando os micro organismos mais prováveis de serem utilizados de acordo com a história. E a partir disso trazendo estratégias de defesa de um modo genérico, mostrando os pontos de vigilância em saúde que devem ser fortalecidos, bem como tecnologias úteis, como a de biosensores e modelagem matemático computacional para análise de probabilidade em relação ao risco, além de trazer um modelo básico de logística de preparação e prevenção de um Estado em relação a um eventual atentado bioterrorista.

Dada a importância do assunto, faz-se necessário o desenvolvimento de novos estudos aprofundados em cada tema aqui abordado, dando ênfase ao desenvolvimento de tecnologia de biosensores para aerossol e modelagem matemática em biodefesa, pois trabalham diretamente com a prevenção do ato de bioterrorismo e infelizmente existem poucos artigos que tratam sobre esse assunto em língua portuguesa, o que deixa claro o total descaso e negligência do Brasil em relação ao assunto.

Nesse sentido, percebe-se que os métodos clássicos de vigilância epidemiológica adotados por alguns países como o Brasil não tem eficácia nesse tipo de situação, sendo necessário investimento em tecnologia de prevenção, além da elaboração de propostas governamentais visando legislação específica que regulamente a criação de um programa nacional de biodefesa, pois por mais que seja pequena a probabilidade de um atentado bioterrorista acontecer ele tem a peculiaridade de tornar a saúde pública um caos devido as proporções devastadoras do seu potencial de destruição.

## 6. Referências

ABAT, CEDRIC. **Traditional and syndromic surveillance of infectious disease and pathogens**. Denmark, 2016.

ASSEMBLÉE DE L'UNION DE L'EUROPE OCCIDENTALE, COMMISSION DE LA DÉFENSE. **La maîtrise des armements chimiques et biologiques - Nouveaux défis (rap- port)**. França. M. Schloten, 2001.

BARNABY, W. **Biowaffen - Die unsichtbare Gefahr**. Goldmann, München 2002.

BORIO L. et al. Hemorrhagic fever viruses as biological weapons: medical and public health management. **JAMA**, May 8;287(18):2391-405. 2002.

BRAVATA DM, et al.. Systematic review: surveillance systems for early detection of bioterrorism-related diseases. **Annals of Internal Medicine**:140(11):910–922. 2004.

BRET, K. **Division of bacteriology, US army medical research institute of infectious diseases and the defense threat reduction agency**. Georgia, 2005.

BUDOWLE, Bruce. **Microbial Forensics**. United States of America. Elsevier, 2002.

BUEHLER JW. et al.. Framework for evaluation of public health surveillance system for detection of outbreaks: recommendations from the CDC working group. **MMWR Recomm**: 53(RR5): 1-11. 2004.

CARRANO, JOHN. Chemical and biological sensor standards study. **Defense advanced research projects agency**, LTC. VA. 2005.

CASTILLO- SALGADO. Trends and directions of global public health surveillance. **Epidemiologic Reviews**. ;32(1):93–109. 2010.

CASMAN, ELISABETH. Risk communication planning for the aftermath of a plague bioattack. **Risk Analysis**. Vol 28, No. 5. 2008.

CDC - CENTRAL DISSEASE CONTROL AND PREVENTION. **Emergency preparedness and response - Bioterrorism: overview**. Disponível em:

<<http://www.bt.cdc.gov/bioterro- rism/overview.asp>> Acesso em: 9 de out. 2017.

CDC - CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Investigation of bioterrorism-related anthrax and interim guidelines for exposure management and antimicrobial therapy. **MMWR Morb Mortal**. 2001.

CDC - CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Confirming Anthrax through the laboratory response network**. 2015.

CENCIARELLI, Orlando, et al.. Bioweapons and bioterrorism: a review of biological agents. **Defence S&T Tech. Bull.**, 6(2): 111-129 - Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering Department of Biology, Faculty of Medicine and Surgery University of Rome Tor Vergata. Italy, 2013.

CICV - COMITÊ INTERNACIONAL DA CRUZ VERMELHA. **Convenção de 1972 sobre a proibição de armas bacteriológicas e sobre sua destruição**. Disponível em: <[https:// www.icrc.org/por/resources/documents/misc/5yblc9.htm](https://www.icrc.org/por/resources/documents/misc/5yblc9.htm)>. Acesso em: 9 de Out. 2017.

DANCE DA.. Melioidosis. In: Cohen J, Powderly WG, eds. Melioidosis. **Mosby**:1637–1639. New York. 2004.

DAVIS, S. **Vitimas do Milagre - O desenvolvimento e os índios no Brasil**. Rio de Janeiro. Zahar, 1978.

DEPARTMENT OF DEFENSE AND STRATEGIC STUDIES. **India's preparedness against bioterrorism: biodefence strategies and policy measures**. Punjabi University. Patiala, 2016.

EZELL, BC. Probabilistic risk analysis and bioterrorism risk. **Biosecur. Bioterror**. 2009.

FEMA - FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY. **Managing the emergency consequences of terrorist incidents**. 2002.

FRANCE. Rapport d'information no 2788. **La prolifération des armes de destruction massive et de leurs vecteurs**. Assemblée nationale française, Commission de la Défense nationale et des Forces armées, 7 décembre, 2000.

- FRANZ DR, et al.. Clinical recognition and management of patients exposed to biological Clinical recognition and management of patients exposed to biological warfare agents. **Clin Lab Med**. 21:435–473. 2001.
- FRONCZEK, CHRISTOPHER. YOON, JEONG-YEOL. Biosensors for monitoring airborne pathogens. **Journal of laboratory automation**. Vol 4. 2015.
- HEALTH MAP. **Sistema de monitoramento em tempo real**. Disponível em: <<http://www.healthmap.org/pt/>> . Acesso em: 09 de Outubro de 2017.
- INGLESBY TV et al.. Anthrax as a biological weapon. **JAMA**. 287:2236–2252. 2002.
- FURTADO, SANDRA. **Bioterrorismo**. Editora da Universidade Federal de Uberlândia. Minas Gerais, 2008.
- IQBAL, S. S. et al.. A review of molecular recognition technologies for detection of biological threat agents. **Biosens. Bioelectron**: 15(11-12), 549-578. doi: 10.1016/S0956-5663(00)00108-1). 2000.
- KALISH BT et al.. National survey of Laboratory Response Network sentinel laboratory preparedness. **Disaster Medicine and Public Health Preparedness**: 3(1):S17–S23. 2009.
- KELLMAN, B. Biological terrorismo: legal measures for preventing catastrophe. **Harvard journal of law & public policy**. Cambridge, v. 24, p. 417 -488, 2001.
- KNIGHT J.. Havard team suggests route to better bioterror alerts. **Nature**; 421: 564. 2003
- M. KELLER et al..Use of unstructured event-based reports for global infectious disease surveillance. **Emerg. Infect. Dis.**, pp. 689-695. 2009.
- LYON A. et al.. Comparison of web-based biosecurity intelligence systems: BioCaster, EpiSPIDER and HealthMap. **Transbound. Emerg. Dis.**, 59, pp. 223-232. 2012.
- MARKOFF, L. Alphaviruses. **In: Principles and practice of infectious disease**. 7th ed. Elsevier. Churchill Livingstone. 2010.

- MARTINS, TATIANA et al. **New insights of optical biosensors: Techniques construction and application.** Chemistry institute, Campus II. Federal University of Goiás. Brasil. 2013.
- MICHAEL J SELGELID. Governance of dual-use research: an ethical dilemma. **Bulletin of the World Health Organization.** 87:720-723. doi: 10.2471/BLT.08.051383. 30 June 2009.
- MILLER J. et al. Warfare Research Pushes Treaty Limits. **The New York Times.** New York. Tuesday September, 4, p. 1, 2001.
- MINISTÈRE DE LA SANTÈ. **Plan national de réponse à une menace de variole.** 2006.
- MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SPORTS. **Sécurité sanitaire dans les établissements de santé: réglementation applicable.** France. 2010.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE, **Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Medida de prevenção e infecção relacionada a assistência,** Brasil, 2013.
- NAMARA T. The human-animal interface and zoonotic threats: The Russian Federation approach. **Bio Secur. Bioterror.** 2013.
- NATIONAL DISASTER MANAGEMENT AUTHORITY GOVERNMENT OF INDIA. **National disaster management guidelines management of biological disasters.** India. 2008.
- NEUBAUER H, MEYER H, FUNKE EJ.. Human glanders. **International Review of the Armed Forces Medical Services.** 1997;70:258–265. CDC, 2009.
- OTAN - North Atlantic Organization treaty organization . **Military committee concept for counter terrorism.** 2016.
- OTAN - North Atlantic Organization treaty organization. **NATO Handbook on the medical aspects of NBC defensive operations.** AMedP-6(B) Part-II. Department of the Army, Washington DC, 1996.
- PENN, R.L.. **In Principle and Practice of Infectious Diseases,** 7th ed., Mandell, G.L.,

Bennett., Dolin, R.. Churchill Livingstone. London, 2010

PETROVICK, M.S. et al. **Rapid sensors for biological-agent identification.** 2007

PIRES, F., SILVA, A. **A utilização da engenharia genética na produção de armas biológicas.** Disponível em: <<http://www.revistamilitar.pt/modules/articles/article.php?id=347>>. Acesso em: 9 de Fev. 2016.

PORTER S. REBECCA. Q. Fever: Current state of knowledge and perspectives of research of neglected zoonosis. **Inst. j. Microbiol.** 2011.

RADOSAVLJEVIC V. BELOJEVIC G. A new model of bioterrorism risk assessment. **Biosecur. Bioterror.** 2009.

RAYMOND A. ZILINKAS. Yersinia pestis, Biological warfare and bioterrorism. **Institute for defense studies and analyses.** 2017.

REBMANN, TERRI. **Infectious disease disasters: Bioterrorism, emerging infections and pandemics.** Saint Louis University, School of Public Health - Institute for Biosecurity. St. Louis, MO. 2014.

SALA, SOLER et al. Assessment of syndromic surveillance in Europe. **Lancet**, 378 , pp. 1833-1834, 2011.

SCHAFFER, A. TH.. **Bioterrorismus und biologische Waffen. Beiträge zur Friedensforschung und Sicherheitspolitik.** Köster, Berlin 2002.

SIDELL, TA-FUQUI, FRANZ. **Medical aspects of chemical and biological warfare.** Washington, 1997.

MORSE, S.S., B.H. Rosenberg, J. Woodall. ProMED global monitoring of emerging diseases: design for a demonstration program. **Health Policy**, 38, pp. 135-153. 1996.

SPENCER, JACK., SCARDAVILLE, MICHAEL. **Understanding the bioterrorist threat: Facts and figures.** Department homeland security. United States of America. 2001.

STEVENS, D.L.et al.. **Manual of Clinical Microbiology.** 10th ed. ASM Press, Washington, D.C, 2001.

SUPOTNISKY, M.V. **Epidemiologia dos processos epidêmicos artificiais**. Rússia. 2013

TERRENCE, M. TUMPEY, et al..Characterization of the Reconstructed 1918 Spanish Influenza Pandemic Virus. **Science**: Vol. 310, Issue 5745, pp. 77-80 DOI: 10.1126/science.1119392). 07 Oct 2005.

THEVENOT, DANIEL et al. Electrochemical biosensors: recommended definitions and classifications. **Bios. and bioelectronics**. Elsevier. 2001.

VLADAN, R., GORAN, B., J. LARISSA. A mathematical model of bioterrorist attack risk assessment. **Bioter. Biodef.** 2012.

WAAG, DM. DESHAZER D.. New insights into an old disease. **Humana Press Inc.:** 209–237. 2004.

WHITLEY, R, J. Smallpox: a potential agent of bioterrorism. *Antiviral research*. Vol. 57, n.1-2, p.7-12. London. 2003.

WILSON, J. S. **Sensor of technology handbook**. Elsevier. Amsterdam/Boston. 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Public health response to biological and chemical weapons: WHO guidance**. Geneva, 2004.

YOUNG, E.. **Brucella species. In: Principles and practice of infectious disease**. 7th ed. Elsevier Churchill Livingstone. 2010

ZUNDER S. **Die bedrohung durch den bioterrorismus und das Management biologischer gefahrenlagen in Deutschland**. Hamburg. 2008.