

As Armas Nucleares 80 anos após o Evento Trinity

Marcos Valle Machado da Silva¹

Resumo

O artigo tem como objetivo evidenciar o quantitativo de testes de artefatos nucleares explosivos, desde o chamado Evento Trinity, bem como analisar o atual status do Tratado sobre a Proibição Completa de Testes Nucleares (*Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty* – CTBT).

Palavras-chave: Armas Nucleares. CTBT. Evento Trinity. Proibição de Testes Nucleares.

Oitenta anos atrás, em 16 de julho de 1945, no campo de testes de Alamogordo, no Novo México, foi efetuada a primeira detonação de um artefato nuclear explosivo. O denominado Evento *Trinity* foi realizado para testar o dispositivo de detonação de um artefato nuclear explosivo que utilizava o plutônio como material físsil. A detonação foi considerada um sucesso alcançando a potência explosiva da ordem de 18,6 quilotons (USA, DoE).

É pertinente observar que a potência explosiva corresponde à energia liberada na detonação de uma arma nuclear, sendo usualmente expressa em toneladas de Trinitrotolueno (TNT) necessários para liberar a mesma energia. Assim, 1 quiloton corresponde a 1.000 de toneladas de TNT e 1 megaton equivale a 1.000.000 de toneladas de TNT (CIRINCIONE; RAJKUMAR; WOLFSTHAL, 2005, p. 465). Portanto, no Evento Trinity foi alcançada a energia equivalente à explosão de 18.600 toneladas de TNT. Para efeitos comparativos, uma bomba de 500 libras (227 kg), tal como a AN-M64, largamente utilizada pelos Estados Unidos da América (EUA) durante a Segunda Guerra Mundial, tinha cerca 120 kg de TNT (Ver HARRINGTON AVIATION MUSEUM). Portanto, seriam necessárias aproximadamente 155.000 bombas de 500 libras para alcançar a mesma potência explosiva liberada no Evento Trinity.

O poder de destruição comprovado no teste fez com que, anos depois, em 1965, durante uma entrevista para o documentário *The Decision to Drop the Bomb*, Robert Oppenheimer, um dos principais artífices do Projeto Manhattan recordasse:

¹ Doutor em Ciência Política. Professor do Programa de Pós-graduação em Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval (PPGEM-EGN).

We knew the world would not be the same. A few people laughed, a few people cried. Most people were silent. I remembered the line from the Hindu scripture, the Bhagavad-Gita; Vishnu is trying to persuade the Prince that he should do his duty, and to impress him, takes on his multi-armed form and says, 'Now I am become Death, the destroyer of worlds.' I suppose we all thought that, one way or another (ATOMIC HERITAGE FOUNDATION, grifo nosso) (A citação foi mantida no idioma inglês, a fim de transmitir a exata percepção de Oppenheimer sobre aquele momento singular da história da humanidade).

Menos de um mês depois do Evento Trinity, duas bombas atômicas foram lançadas sobre as cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki, respectivamente nos dias seis e nove de agosto de 1945. Em Hiroshima estima-se que cerca de 140.000 pessoas morreram como consequência da explosão ou da radiação liberada (ICAN). Este morticínio foi produzido uma única bomba, lançada por uma única aeronave. Essa bomba, de codinome *Little Boy*, tinha uma potência explosiva da ordem de 12,5 quilotons e teve urânio altamente enriquecido como material fissil. Os cientistas envolvidos na sua construção tinham tamanha confiança no dispositivo de detonação utilizado (tipo *Gun Bomb*) que não foi efetuado um teste explosivo para a sua verificação (GRAHAM, 2004).

Já a bomba lançada sobre Nagasaki utilizou plutônio como material fissil, tendo um dispositivo de detonação igual ao testado no Evento Trinity. Estima-se que aproximadamente 75.000 pessoas morreram como consequência direta da explosão e dos efeitos da radiação (ICAN).

Naqueles dois momentos disruptivos da Segunda Guerra Mundial, o mundo tomou conhecimento da existência e do poder destrutivo das chamadas bombas atômicas. No dia 14 de agosto de 1945, o Japão anunciou sua rendição.

Desde então, as armas nucleares nunca mais foram utilizadas. De fato, essas armas nunca mais foram empregadas em conflitos militares. No entanto, nos quarenta anos seguintes mais de 2.000 testes envolvendo explosões nucleares foram realizados, centenas deles a céu aberto, incluindo as detonações das chamadas bombas de hidrogênio, milhares de vezes mais potentes que aquelas lançadas sobre Hiroshima e Nagasaki.

Cabe aqui questionar: quais são os Estados responsáveis pelas detonações desses artefatos nucleares? Em quais locais esses testes explosivos foram feitos? O que foi (e ainda pode ser feito) para que os testes de armas nucleares sejam, efetivamente, banidos?

Para responder as questões propostas cabe, inicialmente, recordar que nos vinte anos seguintes ao Evento Trinity, outros quatro Estados desenvolveram armas nucleares: União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (1949), Reino Unido (1952), França (1960) e China (1964).

No entanto, na década de 1960, mesmo com cinco Estados detentores de armas nucleares, eram as duas superpotências de então que concentravam gigantescos arsenais nucleares. Em 1967, por exemplo, os EUA e a URSS detinham, respectivamente 31.255 e 8.400 armas nucleares (ver BULLETIN OF THE ATOMIC SCIENTISTS).

Um ponto a ser destacado em relação à legalidade e legitimidade da posse de armas nucleares por esses cinco Estados, perante a comunidade internacional, foi a assinatura do Tratado sobre a Não-proliferação de Armas Nucleares (TNP) que entrou em vigor em 1970. Este Tratado em seu Artigo IX, parágrafo 3, reconhece os Estados que efetuaram uma explosão nuclear antes de 01 de janeiro de 1967, como “Estados Nuclearmente Armados” (NWS). Todos os demais Estados signatários se abstêm do desenvolvimento, aquisição e posse dessas armas (Artigo II), podendo, no entanto, utilizar a energia nuclear para fins pacíficos (Artigo IV), adotando acordos de salvaguardas com a Agência Internacional de Energia Atômica (Artigo III) (Ver UNODA, *NPT, Text of the Treaty*).

Cabe observar que apesar de assimétrico e discriminatório, o TNP tem alcance praticamente universal, haja vista que apenas quatro dos 194 Estados Membros da ONU estão à margem do Tratado: Índia, Paquistão e Israel que são não signatários; e a República Democrática Popular da Coreia (RDPC) que era signatária, mas denunciou o TNP em janeiro de 2003.

Esses quatro Estados são os que desenvolveram armas nucleares desde que o TNP entrou em vigor. A Índia realizou seu primeiro teste nuclear em 1974, declarando que visava atividades pacíficas, voltadas para testar a viabilidade de explosões nucleares para a fratura de estratos geológicos, com o objetivo de facilitar a exploração de petróleo e gás (LARSEN, 2002).

Após isso, a Índia não efetuou outros testes, nem se declarou um Estado detentor de armas nucleares, até conduzir dois testes, em 11 e 13 de maio de 1998, envolvendo a explosão de cinco artefatos nucleares. Em resposta, o Paquistão mostrou que também tinha armas nucleares, realizando dois testes, em 28 e 30 de maio de 1998, com a detonação de seis artefatos nucleares (SAGAN, WALTZ, 2003).

A RDPC, após protagonizar inúmeras crises internacionais, realizou seu primeiro teste em 2006 seguido de outros em 2009, 2013, 2016 e 2017. Some-se à essa lista, o Estado de Israel que oficialmente, nunca realizou testes de armas nucleares, mas é apontado por especialistas como detentor de armamento nuclear, bem como dos vetores para empregá-lo (aeronaves e mísseis) (GRAHAN, 2004).

No momento em que este artigo é escrito, julho de 2025, a *Federation of American Scientists* estima que existem mais de 12.200 armas nucleares, com status operacional ou

mantidas em reserva, distribuídas pelos arsenais de nove países: EUA (3.700), Rússia (4.309), Reino Unido (225), França (290), China (600), Israel (90), Índia (180), Paquistão (170) e RDPC (50) (ver FAS, *Status of World Nuclear Forces*).

Se o total de armas nucleares existentes for comparado com o apogeu do quantitativo dessas armas, que ocorreu em 1986, durante a Guerra Fria, observa-se que houve, de fato, uma redução significativa. Àquela época, por exemplo, os EUA e a URSS possuíam respectivamente 23.317 e 40.159 armas nucleares (ver BULLETIN OF THE ATOMIC SCIENTISTS). No entanto, não há como não se surpreender que, ainda hoje, existam mais de 12.200 armas nucleares prontas para serem utilizadas ou em condição de serem colocadas em status operacional em curto período.

Oito dos nove Estados detentores de armas nucleares são responsáveis por mais de 2.400 explosões de artefatos nucleares, centenas deles de fusão nuclear, isto é, as chamadas “bombas de hidrogênio”, com potência explosiva muito maior que a das armas baseadas na fissão nuclear. O Quadro 1, sintetiza o número de testes e detonações realizados desde 1945.

Quadro 1 – Quantitativo de testes nucleares realizados no período posterior a 1945

País	Número de Testes / Detonações*	Período
EUA	1.030 / 1.125	Entre 1945 e 1992
URSS	715 / 969	Entre 1949 e 1990
Reino Unido	45	Entre 1952 e 1991
França	210	Entre 1960 e 1996
China	45	Entre 1964 e 1996
Índia	3 / 6	1974 e 1998
Paquistão	2 / 6	1998
RDPC	5 / 6	Entre 2006 e 2017
TOTAL	2.055 / 2.412	

* Um mesmo teste pode envolver mais de uma detonação de artefatos nucleares explosivos, sendo esse o motivo do número de detonações, eventualmente, superar o número de testes.

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados disponibilizados por CTBTO, GRAHAN, 2004, p. 166-167; e CIRINCIONE, RAJKUMAR, WOLFSTHAL 2005.

O ponto a ser destacado é que já foram realizados mais de 2.000 testes envolvendo a explosão de mais de 2.400 artefatos nucleares. Somente os EUA e a URSS/Rússia efetuaram 2.094 explosões nucleares. Mais de 60 localidades foram utilizadas para esses testes, cabendo destacar que a França e o Reino Unido nunca realizaram testes nucleares nos seus respectivos

territórios. O Reino Unido testou seus artefatos nucleares na Austrália e nos EUA. Já a França efetuou suas explosões nucleares inicialmente na Argélia e, posteriormente, nos atóis de Mururoa e Fangataufa, na Polinésia Francesa (Ver ATOMICARCHIEVE.COM. *Nuclear Testing*).

Porém, ao passo em que cresciam os arsenais nucleares e o número de testes nucleares, também cresciam as pressões e os esforços pelo controle de armas e desarmamento nuclear. Um regime de não proliferação de armas nucleares foi sendo construído desde a década de 1950. Tendo como pedra angular o já mencionado TNP, esse regime congrega tratados bilaterais e multilaterais. Entre os principais tratados multilaterais se destacam: o Tratado Antártico; o Tratado do Espaço Exterior; o Tratado de Controle de Armas no Leito Marinho; os Tratados de Zonas Livres de Armas Nucleares (*Tlateloco, Rarotonga, Bangkok e Pelindaba*); e o Tratado sobre a Proibição Completa de Testes Nucleares (*Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty – CTBT*), aberto para assinaturas em 24 de setembro de 1996.

Destes tratados multilaterais, o CTBT é aquele que se relaciona diretamente com o objetivo deste artigo, haja vista que estabelece a total proibição de testes nucleares explosivos por parte dos seus signatários. O CTBT já foi assinado por 187 Estados, dos quais 178 já o ratificaram. No entanto, ainda não entrou em vigor, pois para que isso ocorra o Tratado deve ser assinado e ratificado pelos 44 Estados que, em 1996, eram detentores de tecnologia nuclear (Artigo XIV do CTBT). Destes 44 Estados, oito ainda não o assinaram e/ou ratificaram: China, RDPC, Egito, Índia, Irã, Israel, Paquistão e EUA (CTBTO. *Status of Signature and Ratification*).

Se entrar em vigor, o cumprimento do Tratado será verificado por meio de um sistema de monitoramento constituído por estações espalhadas por todo o planeta. Esse sistema consiste de uma rede de 337 estações destinadas ao monitoramento sísmico e acústico, bem como ao sensoriamento atmosférico de partículas radioativas. Cerca de 90 % dessas estações já estão construídas e operando (CTBTO. *Our work*).

Mas, o ponto a ser destacado é que apenas três dos nove Estados que possuem armas nucleares ratificaram o CTBT: Rússia, Reino Unido e França. Nesse contexto, apesar da moratória dos testes nucleares estar sendo mantida por EUA, China, Índia, Paquistão e Israel, não há nada que assegure a sua continuidade. Além disso, a RDPC ignora qualquer tipo de moratória nos seus testes de artefatos nucleares.

O status atual do CTBT é um reflexo da presente conjuntura de revalorização da posse de armas nucleares. De fato, ao menos na última década, não se tem visto avanços na questão do desarmamento nuclear. Pelo contrário, os NWS estão renovando e modernizando seus

arsenais nucleares. Além disso, EUA e Rússia – os dois maiores detentores de armas nucleares – estão abandonando tratados de controle de armas bilaterais (vide o caso do *Intermediate-Range Nuclear Forces Treaty*) e não avançam nas negociações para a renovação do New START que expira em 2026. No entanto, um caminho para que, ao menos os testes de armas nucleares continuem interrompidos e sejam, de fato, banidos, passa pela entrada em vigor do CTBT.

A conjuntura atual não se configura como favorável para que o CTBT entre em vigor em uma moldura temporal de curto prazo. Porém, momentos e circunstâncias adversas são, também, períodos de oportunidades para esforços criativos. A opção a ser descartada é aceitar a possibilidade de retorno de testes nucleares como algo inevitável.

Referências

ATOMICARCHIVE.COM. *Nuclear Testing*. <<https://www.atomicarchive.com/almanac/test-sites/index.html>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

ATOMIC HERITAGE FOUNDATION. *Now I Am Become Death*. <<https://www.youtube.com/watch?v=fa5kA9w7t0Q>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

BULLETIN OF THE ATOMIC SCIENTISTS. *Nuclear Notebook: Nuclear Arsenals of the World*. <<https://thebulletin.org/nuclear-notebook-multimedia/#>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

COMPREHENSIVE NUCLEAR-TEST-BAN TREATY ORGANIZATION (CTBTO). *Status of Signature and Ratification*. Disponível em: <<https://www.ctbto.org/our-mission/states-signatories>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

_____. *Our Work*. Disponível em: <<https://www.ctbto.org/our-work>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

CIRINCIONE, Joseph; RAJKUMAR, Miriam; WOLFSTHAL Jon B. *Deadly Arsenals: nuclear, biological and chemical threats*. 2.ed. Washington, DC: Carnegie Endowment for International Peace, 2005.

FEDERATION OF AMERICAN SCIENTISTS (FAS). *Status of World Nuclear Forces*. <<https://fas.org/issues/nuclear-weapons/status-world-nuclear-forces/>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

GRAHAM, Thomas Jr. *Commonsense on Weapons of Mass Destruction*. Seattle: University of Washington, 2004.

HARRINGTON AVIATION MUSEUM. The AN-M64 500lb General Purpose Bomb. <<https://harringtonmuseum.org.uk/an-m64/>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

INTERNATIONAL CAMPAIGN TO ABOLISH NUCLEAR WEAPONS (ICAN).

Hiroshima and Nagasaki bombings.

<https://www.icanw.org/hiroshima_and_nagasaki_bombings>. Acesso em: 16 jul. 2025.

LARSEN, Jeffrey A. *Arms Control: Cooperative Security in a Changing Environment.*

Boulder, CO: Lynne Rianner, 2002.

SAGAN, Scott; WALTZ, Kenneth N. *The Spread of Nuclear Weapons: A Debate Renewed.*

2. ed. New York: W. W. Norton, 2003.

UNODA. *Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons - NPT, Text of the Treaty.*

<<https://www.un.org/disarmament/wmd/nuclear/npt/text/>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

USA. Department of Energy (DoE). Office of Legacy Management. *Trinity Site - World's First Nuclear Explosion.* <<https://www.energy.gov/management/office-management/operational-management/history/manhattan-project/manhattan-project-1-0>>.

Acesso em: 16 jul. 2025.