



A ARMA DE RADIAÇÃO REFORÇADA

José Eugênio de Carvalho
Antônio Carlos Vieira de Mattos
Luiz Alberto de Barros Sampaio

O equilíbrio mundial repousa sobre um imenso arsenal de armamentos convencionais e nucleares e dentre estes últimos o desenvolvimento da ciência e da técnica tem permitido a construção de diversos artefatos nas últimas décadas, desde a bomba de fissão ou bomba A até a bomba de fusão ou bomba H; em todos estes engenhos uma característica comum: grande efeito mecânico e pequena taxa de radiação. A partir de 1963, no entanto, uma nova arma equipou aquele arsenal possibilitando reduzir grandemente os efeitos mecânicos e ampliando consideravelmente a liberação de radiação sob a forma de nêutrons. Esta nova arma conhecida como arma de radiação reforçada é analisada neste artigo como contribuição ao conhecimento de novas

possibilidades do emprego nuclear no campo de batalha.

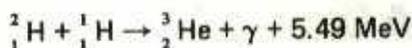
Focaliza alguns aspectos do capítulo de engenhos nucleares do Curso de Especialização de Guerra QBN da EsIE.

A FUSÃO NUCLEAR

A Fusão Nuclear é hoje considerada o mais importante fenômeno da natureza, tendo em vista que é a fonte de energia nas estrelas, e em última análise a fonte de energia de todos os processos naturais, físicos e biológicos sobre a terra. O processo fundamental chamado de fusão nuclear consiste em se aproximar núcleos atômicos leves e fundi-los, liberando energia.

No quadro abaixo vemos um esquema de formação de átomos de

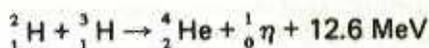
hélio, através fusão de átomos de hidrogênio:



Com este processo consegue-se uma temperatura elevada como resultado final da reação próton-próton.

O artefato nuclear que surgiu após a bomba A foi um tipo particular chamado de bomba H e que se baseia na fusão. Dependendo do tipo de núcleo leve que participa da fusão nuclear pode-se obter liberação de nêutrons que enseja a construção de um artefato R-R ou bomba de nêutrons.

No esquema abaixo, a reação deutério-trício dá como produto final nêutrons, elevada energia e hélio.



A FÍSICA DOS NÊUTRONS

Os nêutrons são os constituintes do núcleo atômico desprovido de carga elétrica, tendo a massa aproximada à dos prótons; por não possuírem carga podem atravessar os materiais com relativa facilidade, interagindo com eles de acordo com dois fenômenos: Absorção e Scattering. No primeiro há absorção do nêutron por um núcleo atômico e no segundo o nêutron ao se chocar com o átomo vai perder energia. Verificou-se matematicamente que se um nêutron incide num material com energia cinética E_0 ele reduzirá sua energia para um valor menor E dado pela relação:

$$\frac{E}{E_0} = \frac{M - m^2}{M + m}$$

Onde: M = massa do átomo com o qual o nêutron se chocou

m = massa do nêutron

Assim, se o nêutron se choca com átomos leves, isto é, com átomos cuja massa M se aproxima da massa do nêutron m então a relação

$\frac{E}{E_0}$ tende a zero; isto significa

que a perda de energia dos nêutrons que se chocam com átomos leves é grande e essa energia é transformada a esses átomos. Assim sendo, quando um nêutron atravessa um tecido biológico cujos átomos constituintes são leves, ele doa 90% da sua energia a esses átomos. Daí a grande importância do estudo dos nêutrons em sua interação com organismos vivos.

Quando nêutrons são liberados em algum processo nuclear que os produza (fusão, por exemplo) eles apresentam um espectro energético e um fluxo característico do processo. Um fluxo de nêutrons é medido em nêutrons/cm²/s.

A ARMA DE RADIAÇÃO REFORÇADA (ARMA R-R)

Foi em 1957 com a série de provas plumbomb e em 1958 com a série Haddtack 2, em Nevada, que os técnicos americanos começaram a pesquisar a configuração da arma neutrônica. Tal arma permitiria seu uso nos pontos onde o

inimigo fosse mais denso, pois ali concentraria suas forças blindadas e mecanizadas para agir.

A bomba de radiação reforçada ou bomba de nêutrons é uma arma termonuclear miniaturizada que é detonada por uma bomba A ou um feixe de laser. Foi inventada pelo cientista americano Samuel

T. Cohen e construída pela primeira vez em 1963.

A construção de um artefato deste tipo, se caracteriza por uma bomba tipo H porém livre do envoltório absorvedor de nêutrons (geralmente U-238) o que permite a liberação dos nêutrons de alta energia (Fig. nº 1).

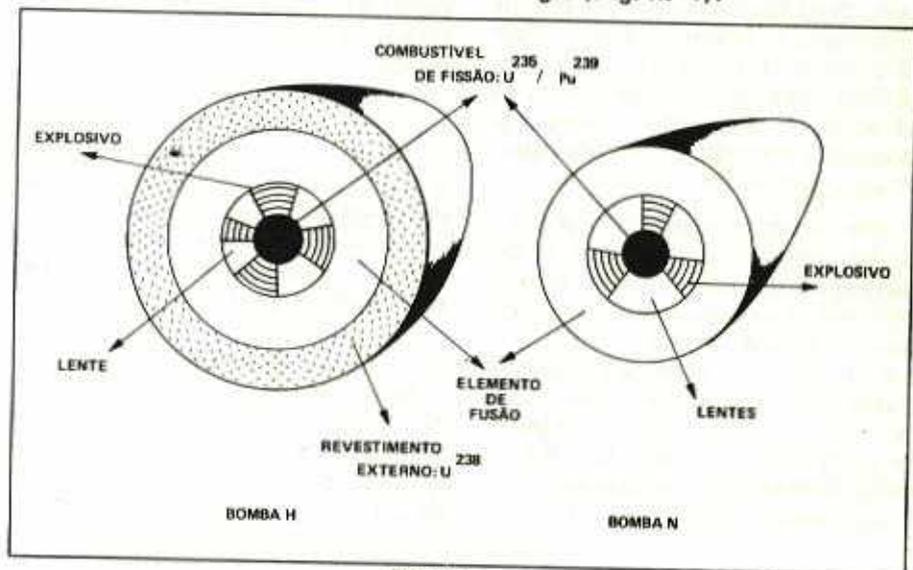


Figura nº 1

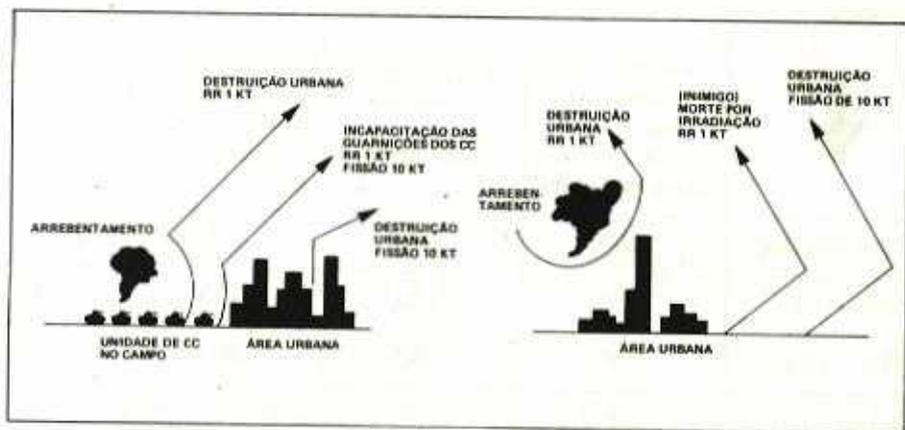


Fig. 2

A liberação de energia em uma bomba A ou H é caracterizada pela seguinte distribuição percentual: 20% em radiações, dos quais apenas 5% de nêutrons e 80% de efeitos mecânicos. Com a bomba de radiação reforçada (bomba N) esta proporção se altera para: 20% de efeitos mecânicos e 80% de radiação, principalmente nêutrons de alta energia. Assim esta arma libera um alto fluxo de nêutrons energéticos que atravessam veículos blindados e são mortais, pelas propriedades biológicas dos nêutrons, às suas guarnições.

Um outro tipo de efeito que pode ser aproveitado é o grande desarranjo que os nêutrons produzem em dispositivos eletrônicos o que ensejou a construção de bombas de nêutron airmíssil, aperfeiçoada em 1977 pelos norte-americanos e capaz de causar grandes desgastes nos equipamentos eletrônicos inimigos, principalmente em ogivas eletrônicas de mísseis.

Para termos uma idéia das características de emprego desta arma, tomemos emprestados os estudos de Cohen.

Conforme o Quadro 1 podemos observar que a arma R-R é equivalente em efeitos a uma arma tipo fissão dez vezes mais potente, sendo inclusive menos danosa em termos mecânicos que uma arma tipo fissão da mesma categoria de potência.

Na comparação de danos mostrada na figura 2 podemos verificar a eficácia das armas R-R de 1 KT em relação as armas de fissão de mesma potência e de 10 KT, em duas configurações, quanto aos danos previsíveis e as incapacidades causadas ao inimigo.

Acresce a isto, o fato de o número de nêutrons emitidos por uma explosão de arma de fusão R-R com a potência de 1 KT ser superior em fluxo e energia ao de uma explosão por fissão de 10 KT de potência.

Potência ↓	Raio de danos (m)			
	Guarnição de carros de combate incapacitada pela radiação	Destruição de carros de combate pelo sopro	Destruição urbana pelo sopro	Baixa de pessoal não protegido
1 KT (fissão)	350	150	500	800
1 KT (R-R)	700	120	400	1.000
10 KT (fissão)	700	350	1.200	1.200

Quadro 1: A comparação dos efeitos de tipos de artefatos e potências.

O menor raio dos efeitos mecânicos, possibilita conseguir a separação dos efeitos característicos das armas R-R. Este artefato permite então um alto grau de superioridade e flexibilidade, bastante além das conhecidas armas tipo fissão nuclear.

Pretende-se que o uso das armas R-R em um conflito com idênticas possibilidades nucleares de uso bilateral, permitirá a introdução e a maturação de um programa mínimo de defesa civil para reduzir baixas civis e dada a seletividade do uso, conforme dito anteriormente, a baixa potência e alta liberação da radiação de nêutrons energéticos é de se esperar que sejam usadas num próximo conflito nuclear.

IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA DE UMA ARMA R-R

As armas de radiação reforçada liberam um espectro energético de nêutrons que, em face das explicações anteriores, permite concluir serem armas altamente nocivas ao organismo biológico; os nêutrons, pela ausência de carga e características termodinâmicas, atravessam blindagens e vão atingir os seres vivos causando-lhes graves alterações metabólicas que culminarão com suas mortes.

Adquire assim a arma R-R um grande valor para eliminar guarnições de carros de combate, pois preservará o material e levará à morte, em prazo curto, os ocupantes do carro. É uma arma de uso seletivo permitindo distinguir "alvos" biológicos dos não biológicos.

Para que fique mais clara a interação dos nêutrons com o tecido biológico vamos analisar os efeitos biológicos relativos, em tecidos de acordo com a chamada transferência linear de energia (LET) que é uma quantidade ligada a interação radiação-matéria viva.

No Quadro 2 mostramos a eficácia biológica relativa de algumas radiações para tecidos vivos; observamos que os nêutrons possuem um valor alto para esta eficácia; isto quer dizer que eles são bastante danosos aos sistemas biológicos, que são constituídos de átomos leves (hidrogênio, oxigênio, carbono etc.). Sabemos que quando nêutrons rápidos atingem uma célula, 90% da sua energia é transferida aos átomos de hidrogênio causando graves danos.

Assim as armas R-R são extremamente perigosas para seres vivos.

<i>Radiações</i>	<i>Eficácia biológica relativa</i>
Raio X ou gama	1
Raio beta	1
Nêutrons	5 - 10
Alfa	10
Núcleos de recuo	20

Quadro 2 — As radiações nucleares e sua eficácia biológica relativa.

PROTEÇÃO RADIOLÓGICA CONTRA ARMAS R-R

A característica dos nêutrons de serem desprovidos de carga e interagirem com átomos de baixo peso atômico, a eles transferindo grande parte de suas energias, dita os fundamentos da proteção contra nêutrons; a moderação e a absorção dos nêutrons vai requerer um material capaz de reduzir e/ou absorver os nêutrons. Na figura 3 temos um esquema onde um fluxo de nêutrons de alta energia é moderado/absorvido por um material hidrogenado; outras substâncias como o boro, grafite etc. podem ser usadas para barrar os nêutrons.

No caso de proteção contra níveis de radiação induzida durante um conflito nuclear tático de baixa potência, pode-se utilizar para a defesa uma pilha de sacos de areia de cerca de 60 cm de altura, que cubra as construções usadas como abrigos. Parece ser proteção eficaz contra os nêutrons das armas R-R segundo Cohen.

No que concerne ao emprego da

tropa em ambiente nuclear com utilização de arma R-R, vários fatores devem ser considerados, muitos dos quais, como por exemplo a radiação induzida em vários materiais, fogem em complexidade e extensão, à finalidade deste artigo. Porém em uma área cuja ocupação ou progressão seja de importância vital (objetivo definido) devemos atentar para um conjunto de fatores que nortearão as linhas de ação e que podem ser visualizados na figura 4.

Assim, avalia-se a importância da decisão de um comandante com relação ao emprego de sua tropa em um ambiente de arma R-R onde deve decidir quando progredir, em função de dois itens principais: a conquista do objetivo e sua necessidade imediata versus a taxa de radiação recebida pela tropa e a eficiência desta mesma tropa na manutenção do objetivo conquistado. Daí, depreende-se a importância da formação de especialistas em guerra QBN para assessorar os diversos escalões de comando em tão árdua, difícil e decisiva tarefa.

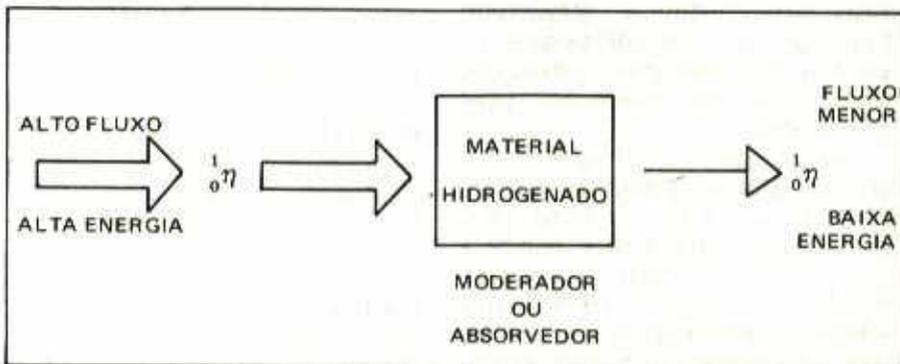


Figura 3 — Absorção e moderação dos nêutrons.

Numa análise mais ampla, percebe-se a necessidade daqueles especialistas em atualizar seus conhecimentos em íntimo contato com o desenvolvimento científico e tecnológico inclusive a troca de informações e experiência com países mais evoluídos; neste sentido já se observa a preocupação dos escalões do Exército em assegurar proposições que norteiam o aparelhamento dos cursos de formação de especialistas e incentivam o in-

tercâmbio tecnológico citado, posto que na oportunidade em que o Brasil ingressa na era atômica em termos de tecnologia nuclear, as Forças Armadas não poderão deixar de possuir em seus quadros, elementos especializados capazes de assessorar o Comando nos planejamentos táticos específicos, como também nos planos referentes às medidas de segurança da tropa e, ainda, no que diz respeito a defesa da população civil.



Figura 4 — Fatores ambientais que influem na missão da unidade, em especial as armas R-R

CONCLUSÃO

No quadro da Guerra Moderna, os sistemas de armas Químicas, Biológicas e Nucleares (QBN), vêm sofrendo evoluções com rapidez extraordinária. Haja vista as vultosas verbas que as grandes potências têm destinado a pesquisas, modernização e ampliação de seus arsenais QBN. Os resultados alcançados são de tal envergadura que, hoje, as armas QBN atingiram proporções que seu uso, em larga escala ou descontrolado, poderá destruir a humanidade.

A bomba de radiação reforçada ou bomba de nêutrons assume hoje um papel importante e definido no conjunto das armas nucleares táticas, proporcionando uma nova alternativa de defesa em caso de um conflito nuclear de curta duração; suas características de construção e sua baixa potência com elevado fluxo de radiação por nêutrons de alta energia, permite prever sua utilização em locais de concentração de tropa, particularmente contra os assaltos com blindados e mecanizados; as propriedades termodinâmicas dos nêutrons em relação com a resposta

dos tecidos biológicos agredidos, permitem fazer frente a uma ameaça de tropas blindadas, lançando mão da arma R-R.

O perfeito conhecimento dos seus efeitos radioativos permitirá o controle de áreas, a defesa civil e o eficiente emprego das tropas empenhadas.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - PINTO, COELHO, A. - *Energia Nuclear*, 1977.
- 2 - KAPLAN, I. - *Nuclear Physics*, 1964.
- 3 - HARVEY, I. - *Química Nuclear*, 1972.
- 4 - EISBERG, R.; RESNICK, R. - *Física Quântica*, 1979, Editora Campus.
- 5 - ASIMOV, I. - *O Colapso do Universo*, Francisco Alves, 1977.
- 6 - ZEMANSKY, M. W.; SEARS, F. W. - *Física* - Vol. 3, Livro Técnico S/A, 1977.
- 7 - NEVERT, H. - *Physik Fur Naturwissen Schaftler III*, B. I, 1978.
- 8 - *Fundamentals of Nuclear Radiation and Radiac Instruments*, AUG, 1967, US Army.
- 9 - *Military Review*, 1978, Mai-Jun.
- 10 - *Apostila do Curso de Guerra Biológica*, Cap. V, 1982 (Biofísica das Radiações).
- 11 - *Jornal do Brasil*, 3 Jul 80.

Os autores deste artigo, Ten Cel Cav José Eugênio de Carvalho, Cap Med Antonio Carlos Vieira de Mattos e Cap Inf Luiz Alberto de Barros Sampaio são instrutores do Curso de Química Biológica e Nuclear, da Escola de Instrução Especializada (EIE), Rio de Janeiro, RJ.