

## O SISTEMA D'ARMAS E SUA IMPORTÂNCIA NA EFICIÊNCIA DO ATAQUE AO SOLO.



Alex Luís de Araújo Al CFOE ARM  
José Luiz de Pontes Al CFOE ARM  
Alexandre Martins de Oliveira Al CFOE ARM

Gilson Oliveira de Lima Maj Esp Arm<sup>1</sup>

### RESUMO

Este trabalho tem como principal objetivo descrever o emprego de armamento em uma missão de ataque ar-solo a objetivos militares. Para isso, faz uma breve menção histórica da utilização do avião como plataforma de guerra e apresenta algumas características do armamento aéreo utilizado em missões de ataque. Buscando levar ao leitor, de forma genérica, o conhecimento sobre a atuação da FAB neste tipo de missão, este texto pretende, ainda, disseminar o conhecimento a respeito da atuação do Oficial de Sistema de Armas de um Grupo de Aviação.

**Palavras-chave:** Ataque. Armamento aéreo. Tiro. Bombardeio.

<sup>1</sup> Leitor Técnico: Serve no 2º Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (CINDACTA II) em Curitiba.

## 1 INTRODUÇÃO

Originalmente, o avião de caça foi concebido para ser um perseguidor, seu papel era destruir os bombardeiros inimigos e defender-se dos outros caças. Credita-se aos alemães a primeira utilização do avião como plataforma para ataque ao solo, utilizando-o para lançar granadas de mão contra os soldados aliados que se encontravam entinchados, no início da 1ª Guerra Mundial. Os aliados utilizavam aviões com metralhadoras montadas na fuselagem. Já naquela época, ambos os lados faziam experiências transportando pequenas bombas nos caças. Estes foram, na verdade, os primeiros caças-bombardeiros. Os franceses foram além e adaptaram pequenos foguetes e lançadores nos seus caças.

Durante a Segunda Grande Guerra, os aviões bombardeiros foram primordiais em muitas conquistas, tanto dos aliados como dos países do Eixo. No entanto, nessa época, uma grande quantidade de bombas era lançada para se aumentar a expectativa de acerto e a probabilidade de danos ao objetivo.

É oportuno descrever aqui que o 1º Grupo de Caça da FAB (Força Aérea Brasileira), ao chegar à Itália, teve uma grande atuação como unidade de caças-bombardeiros, atacando objetivos táticos, tais como: pontes, estradas de ferro e de rodagem, campos de aviação, posições de artilharia e antiaérea e depósitos de material e munição. Em todas as missões, após o bombardeio, os pilotos deviam voar baixo, buscando metralhar quaisquer veículos em circulação pelas estradas, aviões no solo, tropas em movimento, etc.

Atualmente, o conceito de Sistema de Armas é aplicado para se obter um resultado mais eficaz, reduzindo-se a quantidade de armamento lançado sobre o alvo e de aeronaves utilizadas no ataque. Com o advento das bombas guiadas e dos planejamentos com auxílio de sistemas informatizados, os ataques ao solo tornaram-se quase que “cirúrgicos”, tamanha a precisão alcançada.

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 11 - 24	2009
---------	----------------	------	------------	------



**Figura 1:** Imagem retratando ataque de uma aeronave P-47 do 1º Grupo de Aviação de Caça a uma linha férrea durante a 2ª Guerra Mundial.

**Fonte:** P-47 após ataque. Disponível em: <[www.aero.jor.br](http://www.aero.jor.br)>. Acesso em: 29 set 2009.

## 2 DEFINIÇÃO

Sistema de Armas é a seção de um grupo de aviação, que possui um oficial responsável pelas informações e pelos cálculos que irão definir o padrão de ataque, o armamento utilizado e os danos desejados em um emprego ar-solo, tanto nos treinamentos quanto nas missões reais. O oficial designado para essa função deve estar familiarizado com o sistema de pontaria e as configurações possíveis da aeronave e, principalmente, com os efeitos realizados por cada tipo de armamento que ela está apta a transportar e lançar.

Baseado em dados sobre o objetivo e o armamento a ser empregado, o Oficial de Sistema de Armas irá calcular a correção que será efetuada no sistema de pontaria do avião. Outros dados são de grande importância e serão descritos a seguir.

## 3 EMPREGO AR-SOLO

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 11 - 24	2009
---------	----------------	------	------------	------

Caracteriza-se pelo uso de um item bélico para atingir alvos no solo e, basicamente, os armamentos utilizados nessa forma de emprego são classificados como lançados e disparados.

Os lançados envolvem bombas em geral. As bombas não possuem meios de propulsão, são apenas soltas e acompanham a mesma velocidade, direção e sentido da aeronave e, após um breve intervalo de tempo, passam a sofrer a ação da gravidade.

A sua utilização se enquadra em dois tipos de bombardeio: o horizontal, também chamado nivelado, e o bombardeio em ângulo. Há ainda uma divisão entre os bombardeios em ângulo: o bombardeio rasante e o bombardeio picado. O que faz um bombardeio diferente do outro é o ângulo que a aeronave assume em relação à linha de voo para realizar o ataque, chamado ângulo de mergulho. É considerado bombardeio rasante aquele no qual o ângulo de mergulho está entre  $1^{\circ}$  e  $30^{\circ}$ , e bombardeio picado quando o ângulo de mergulho está acima de  $31^{\circ}$ .

É importante observar que, em algumas ocasiões, os termos nivelado e rasante são tratados de uma forma sinônima pelo leigo, o que não corresponde com a verdade. No bombardeio nivelado ou horizontal, o ângulo de mergulho em relação ao solo é de  $0^{\circ}$ , já o bombardeio rasante é o que tem um ângulo de mergulho raso, ou seja, de  $1^{\circ}$  a  $30^{\circ}$  em relação ao solo.

Quanto à finalidade, o bombardeio nivelado é o método mais preciso de lançamento e é propício para alvos que tenham uma certa altura e que não ocupem grande área.

O bombardeio em ângulo é usado quando o alvo não pode ser atacado à baixa altura. Para alvos protegidos por artilharia inimiga, o mais indicado é o bombardeio rasante, já o picado é útil quando se deseja um efeito maior de fragmentação da bomba, pois quanto maior o ângulo de lançamento, maior o ângulo de impacto e, conseqüentemente, maior o efeito de fragmentação.

Os armamentos disparados são aqueles que, além dos efeitos sofridos pela velocidade da aeronave e ação da gravidade, também possuem um sistema de propulsão que aumenta o seu próprio efeito de direcionamento.

São classificados em dois tipos: o tiro terrestre e o lançamento de foguetes. Somente analisando as características de cada um e do alvo a ser atacado, é possível determinar qual o tipo de armamento mais adequado para cada tipo de missão. O tiro terrestre, por exemplo, é utilizado com baixo ângulo de mergulho e é o método mais eficiente de realizar um ataque com armas de cano, especialmente em alvos de pequenas dimensões; porém, devido ao pequeno ângulo de mergulho, essa estratégia coloca a aeronave numa posição muito vulnerável dentro do alcance da artilharia inimiga.

O foguete é mais preciso do que uma bomba e tem maior poder de penetração sobre certos alvos. Entretanto, seu poder de destruição é bem menor do que o da bomba. Comparado com um canhão ou metralhadora, o foguete é menos certo, no entanto leva vantagem por ser um projétil relativamente de grosso calibre e não causar qualquer recuo na aeronave, sendo otimizado seu uso por rajadas.

#### **4 EFEITOS SOBRE O ARMAMENTO**

Armamentos lançados ou disparados, mesmo com características e funções diferentes, sofrem os mesmos efeitos. Esses efeitos influenciam na precisão do lançamento ou disparo e reagem de formas diferentes em intensidade devido ao peso, formato, propulsão ou não do item utilizado.

Qualquer armamento lançado ou disparado de uma aeronave sofre ações da velocidade da própria aeronave e da gravidade. Devido a essas ações, o armamento atingirá o solo num ponto abaixo da trajetória de voo da aeronave.

Como a aeronave utiliza um visor de tiro para a pontaria do piloto, este deverá ter uma linha de visada rebatida<sup>2</sup> a fim de indicar seu ponto de impacto. Essa correção angular do visor dependerá principalmente de três fatores, e qualquer variação de cada um deles ou de todos ao mesmo tempo afetará a precisão do bombardeio. Tais fatores são: ângulo de mergulho, velocidade aerodinâmica e altitude.

Em relação ao ângulo de mergulho, quanto maior ele for, menos rebatimento (correção) na linha de visada do visor será necessário. O bombardeio nivelado será o que mais necessitará de rebatimento, pois o ângulo de mergulho é zero. Se no momento do lançamento ou disparo a aeronave estiver com um ângulo de mergulho maior do que o calculado, então o armamento atingirá um ponto além do alvo. Caso seja menor, então atingirá aquém do alvo.

Analisando a velocidade aerodinâmica, quanto maior for a velocidade no momento do lançamento ou disparo, menor será o rebatimento no visor de tiro. Se, no momento do lançamento ou disparo, a aeronave tiver com velocidade maior que a necessária, então o armamento atingirá além do alvo e, se a velocidade estiver abaixo, o efeito será contrário.

Por último, e não menos importante que os outros fatores, quanto maior for a altitude em relação ao alvo, maior será o rebatimento necessário. Se uma aeronave, no momento do lançamento ou disparo, estiver com uma altitude maior que a calculada, então o armamento atingirá um ponto além do alvo e o contrário ocorrerá com a altitude abaixo que a definida.

Além desses três fatores essenciais, há outros fatores secundários que são utilizados não somente no cálculo do rebatimento do visor, mas também na determinação do lançamento ou disparo, à direita ou à esquerda do alvo, sendo eles a carga G, a derrapagem e o vento.

---

<sup>2</sup> Linha de visada efetuada através do sistema de pontaria, corrigida em função dos parâmetros definidos para o ataque.

O efeito da carga G, mais conhecido como “lançar puxando G”, produz uma variação no ângulo de ataque da aeronave, o que acarreta um erro de pontaria e uma modificação nas condições iniciais de lançamento ou disparo. Se uma aeronave lançar ou disparar com mais G que o necessário, o ângulo de ataque da aeronave aumentará e, dessa forma, o item utilizado atingirá um ponto aquém do alvo.

O efeito da derrapagem é uma condição em que a trajetória da aeronave não coincide com a linha de visada. Uma bomba lançada dessa aeronave terá a velocidade inicial igual à da própria aeronave e, portanto, continuará ao longo de sua trajetória de voo e cairá à esquerda ou à direita do alvo, acompanhando o sentido da derrapagem. O efeito da derrapagem é mais acentuado no lançamento de bombas e vai diminuindo para lançamento de foguetes e mais ainda para disparos com metralhadoras ou canhão, pois estes dois últimos têm a compensação da propulsão.

Um grande obstáculo para um bom acerto é o efeito do vento. Ele pode se comportar de três maneiras: vindo de cauda, de proa e de través. Os ventos de cauda e de proa influenciam no cálculo do rebatimento do visor. Caso o vento seja de cauda, deve ser diminuído um certo valor do rebatimento total, conforme especificações normatizadas; caso o vento seja de proa, deverá ser somado um valor no rebatimento calculado para aquele lançamento ou disparo. O vento de través não exerce influência no rebatimento do visor, porém tem papel determinante no enquadramento lateral. Se o vento de través vier perpendicularmente à aeronave, da direita para esquerda, uma correção deverá ser aplicada no enquadramento do alvo. A aeronave deverá passar à direita do alvo para que o lançamento ou disparo atinja o alvo. O mesmo efeito acontece quando o vento de través vem da esquerda para direita, porém a aeronave deverá passar à esquerda do alvo para o sucesso do lançamento ou disparo. O lançamento de bombas é o caso que necessita maior correção em relação ao vento.

É imprescindível que seja utilizado o envelope de fragmentação do armamento empregado, que é fornecido pelo fabricante do artefato, e consiste num documento que fornece todas as informações necessárias para a determinação da distância mínima de

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 11 - 24	2009
---------	----------------	------	------------	------

lançamento ou disparo, com a finalidade de se reduzir o perigo de a aeronave ser atingida por fragmentos decorrentes do armamento lançado ou disparado.



**Figura 2:** Imagem do HUD do F-5EM durante uma missão no TAC 2007. O alvo era uma antena radar e uma bateria de mísseis SAM simulando um RBS-70.

**Fonte:** HUD do F-5 na TAC 2007. Disponível em: <[www.sistemadearmas.sites.uol.com.br](http://www.sistemadearmas.sites.uol.com.br)>. Acesso em: 29 set 2009.

## 5 PLANEJAMENTO DO ATAQUE AO SOLO

Define-se planejamento de ataque ao solo como a capacidade de se levantar dados sobre o alvo e utilizá-los de forma apropriada para se chegar ao alvo, atingi-lo com a maior probabilidade de sucesso possível e retornar em segurança do teatro de operações.

O planejamento é o elemento chave no sucesso de qualquer esforço de guerra. No cenário atual, onde a tecnologia das aeronaves e do armamento embarcado é um fator que se sobrepõe às táticas de combate aéreo, não há como existir um planejamento padrão para todas as missões. No entanto, os princípios básicos se mantêm.

A correta determinação dos objetivos, as informações obtidas sobre o alvo pelas atividades de reconhecimento, a melhor rota de aproximação para o ataque e para o

retorno, assim como conhecer as capacidades de defesa inimigas, ainda são fatores preponderantes para a execução de um planejamento.

Considera-se também de maior importância os dados sobre as vulnerabilidades e os pontos fortes do inimigo. Conhecendo-se bem o oponente, tem-se a possibilidade de efetuar um ataque pelo seu lado menos defendido, por exemplo.

O sistema de planejamento ideal permite que todas as informações disponíveis e necessárias possam ser usadas para planejar uma missão. Um planejamento de missão de ataque se inicia com o recebimento de uma ordem de nível estratégico em que se estabelecem as orientações dos órgãos superiores. Nessa ordem estão determinadas as necessidades a serem cumpridas pelo ataque.

De posse dessas orientações, inicia-se a pesquisa sobre os dados disponíveis a respeito do alvo. Buscam-se informações que poderão auxiliar sobre a melhor forma de ataque e o armamento a ser utilizado. Neste contexto, prioriza-se, sobretudo, a menor exposição possível do avião atacante ao contra-ataque inimigo.

Deve-se prever alguns fatores operacionais que possam se tornar necessários na missão. É possível que seja imprescindível o uso de aeronaves de escolta, ou de reabastecimento em voo (REVO). Esta coordenação não pode ser subestimada no momento do planejamento, sob o risco da missão ser até abortada ou de deixar de se obter o efeito desejado.

A função do Oficial de Sistema d'Armas neste planejamento é utilizar as informações que irão influenciar diretamente no lançamento ou disparo dos armamentos contra os alvos e realizar os cálculos necessários para as devidas correções no sistema de pontaria da aeronave.

A situação meteorológica nas redondezas do objetivo é também extremamente importante. Como mencionado anteriormente, a influência que a velocidade do vento tem sobre o deslocamento de uma bomba deve ser considerada no momento do planejamento para os cálculos de rebatimento do visor, sendo o vento de proa ou de cauda ou da correção da passagem sobre o alvo para o vento lateral. A temperatura atua

diretamente na sustentação da aeronave, modificando, assim, o ângulo de voo. Essa modificação acarreta a necessidade de um novo cálculo de rebatimento no visor de tiro.

## **6 SELEÇÃO DE ARMAMENTO**

A guerra moderna utiliza, cada vez mais, o lançamento de armamento por aeronaves contra pontos vitais da estrutura defensiva do inimigo. Os pontos a serem atacados devem ser selecionados cuidadosamente, para assegurar uma alta probabilidade de se obter a destruição desejada. Se uma força aérea deseja neutralizar alvos estratégicos e fortificados sem, contudo, estender seus efeitos destrutivos às estruturas vizinhas, deve precaver-se escolhendo o armamento correto.

A seleção da arma e a determinação da vulnerabilidade do alvo são partes integrantes para o emprego tático.

A escolha do armamento mais efetivo para o ataque é baseada no tipo de alvo propriamente dito e o efeito que se deseja lhe impor. Ela considera a forma, a estrutura, o tamanho e o material do qual o objetivo é construído.

## **7 EFEITOS DE ARMAMENTO**

Efeito de armamento indica o que cada item é capaz de provocar e como sua utilização irá contribuir para o sucesso da missão. Assim, entre os principais tipos de armamento empregados, temos:

### **7.1 Bombas de aviação**

As bombas de aviação são artefatos bélicos destinados a infligir baixas ao inimigo, bem como causar a perda de equipamentos e instalações. Para um melhor entendimento, pode-se dividir os tipos de bombas em:

a) bombas de demolição: são geralmente as de maior dimensão destinadas a causar efeitos de sopro. Quando essas bombas detonam, sua carga explosiva é convertida, quase instantaneamente, em um gás de alta temperatura e pressão que comprime o ar circundante, produzindo um violento deslocamento de uma grande massa de ar, da ordem de 15.000 a 30.000 pés por segundo, iniciando, assim, uma onda de choque, a qual denominamos de efeito de sopro ou arrebatamento;

b) bombas de fragmentação: são destinadas especificamente à obtenção do efeito de fragmentação. Quando tais bombas explodem, seu invólucro de aço resiste plasticamente à pressão interna até romper e desmembrar-se em fragmentos de pontas afiadas que variam amplamente em tamanho. A velocidade com que estes fragmentos são impulsionados varia de 3.000 a 10.000 pés por segundo e depende da quantidade e do tipo de explosivo que a carrega. Estes fragmentos são responsáveis pelo efeito secundário de penetração em objetos não reforçados;

c) bombas de penetração: este tipo de bomba possui o corpo constituído por um invólucro suficientemente pesado para penetrar em alvos de superfícies protegidas, sendo destinada a destruir alvos reforçados com blindagens de aço ou estruturas de concreto armado. Quando penetra no solo, ocorre a explosão causando um deslocamento de massa sólida, que produz o efeito denominado de mina ou solapamento. Quando a explosão ocorrer no subsolo, ocorrerá também o efeito secundário de abalo do solo;

d) bombas incendiárias: o corpo deste tipo de bomba consiste de uma carcaça feita de chapas de aço soldadas, seu interior é oco, sendo carregada com material combustível, geralmente uma mistura de gasolina e napalm. Ao detonar, a carga combustível inflamada é espalhada, incendiando os elementos inflamáveis (madeira, papel, líquidos combustíveis) de um determinado alvo e aplicando calor a materiais não combustíveis;

e) bombas de emprego geral: este tipo de bomba apresenta uma opção conciliatória, sendo utilizada na maioria das operações de bombardeio, possuindo um bom efeito de sopro, fragmentação e de penetração, aliado à alta temperatura de detonação, resultando em um grande efeito de demolição.

## 7.2 Foguetes

Por definição, um foguete é um projétil impulsionado pela reação decorrente da ação de uma força proveniente da descarga de um jato de gás direcionado para trás em alta velocidade.

Os foguetes militares, essencialmente, consistem em uma cabeça, que comporta a carga explosiva, um motor foguete, que impulsiona o item, e nos estabilizadores responsáveis pela estabilização do foguete durante a sua trajetória de voo após o lançamento.

Os foguetes são classificados, de acordo com a carga da cabeça, em:

- a) alto explosivo: sua carga alto explosiva produz os efeitos de sopro, fragmentação, perfuração e abalo ao solo;
- b) inerte: não possuem carga explosiva ou química, sendo utilizados para o treinamento de prática de tiro.

## 7.3 Canhões e metralhadoras

As aeronaves de caça geralmente são equipadas com canhões ou metralhadoras, para o tiro contra alvos aéreos ou terrestres. Dentre os efeitos produzidos pelos diversos tipos de munições, destacam-se os seguintes:

- a) perfurante: possui o projétil de aço endurecido ou projétil contendo explosivo disposto como carga moldada, sendo usado contra aeronaves, veículos blindados, construções de cimento armado e outros alvos resistentes a projéteis comuns;
- b) alto explosivo: produz o efeito de sopro nos alvos, quando da detonação da carga de altos explosivos contida no interior do projétil;
- c) fragmentação: após a detonação, o corpo do projétil é fragmentado em múltiplos estilhaços sobre o alvo, causando baixas em pessoas e alvos materiais;
- d) incendiário: possui o projétil contendo substância química incendiária objetivando a iniciação do fogo em alvos contendo produtos inflamáveis, combustíveis e explosivos;
- e) traçante: possui o projétil contendo substância química que produz um efeito de um traço luminoso durante sua trajetória de voo, sendo utilizado para correção de pontaria, sinalização e, como efeito secundário, para atear fogo em alvos de fácil ignição;

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4.	p. 11 - 24	2009
---------	----------------	-------	------------	------

f) comum ou inerte; não possuem carga explosiva ou química, sendo utilizados para o treinamento de prática de tiro.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, num conflito de grande escala, os erros cometidos num ataque ao solo desperdiçam bombas e horas de voo, o que acarreta um custo muito alto. Porém, o desgaste maior é a perda de vidas inocentes devido a um bombardeio mal planejado, o que causa grande comoção pública e desgaste político tentando explicá-lo.

As grandes forças aéreas preferem investir tempo e dinheiro na pesquisa e desenvolvimento de artefatos inteligentes, bombas e mísseis guiados pelos mais diferentes tipos de sistema, que reduzem consideravelmente as chances de erros.

No Brasil, as pesquisas caminham de forma acelerada. Já possuímos itens capazes de realizar ataques guiados. A modernização da nossa frota possibilita a utilização da tecnologia nos sistemas de pontaria computadorizados, sistemas de navegação e de planejamento de missões informatizados que garantem a confiança das informações para um ataque preciso e com grandes chances de sucesso, minimizando a exposição da aeronave e do piloto aos riscos do campo de batalha.

A Força Aérea Brasileira por intermédio de seus militares, oficiais e graduados especialistas em Armamento, busca, de forma contínua e perseverante, contribuir para que as missões sejam realizadas com êxito, mantendo sempre a soberania do espaço aéreo brasileiro.

*“Si vis pacem para bellum”<sup>3</sup>*

<sup>3</sup> Expressão latina que quer dizer: “Se queres a paz, prepara-te para a guerra” escrita pelo autor romano Publius Flavius Vegetius Renatus em seu livro “*Epitoma rei Militaris*”, que foi provavelmente escrito no ano 390 D.C.

**REFERÊNCIAS**

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Escola de Especialistas de Aeronáutica. **Bombas e espoletas**. Guaratinguetá: EEAR, 1998. (Apostila).

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Escola de Especialistas de Aeronáutica. **Foguetes e sistemas de lançamento**. Guaratinguetá: EEAR, 2003. (Apostila).

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Instrução e Adaptação da Aeronáutica. **Sistema d'Armas**. Belo Horizonte: CIAAR, 2009. (Apostila).

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 11 - 24	2009
---------	----------------	------	------------	------