



<sup>1</sup>Romeu Rodrigues Chaves Neto  
<sup>2</sup>Marcelo Rogério de Souza Guimarães  
<sup>3</sup>Sergio Brito Ribeiro  
<sup>4</sup>Wagner Menqui Vilhalba

• Luis Antônio de Souza - 1° Ten Esp Arm

## MÍSSEIS AR-AR

### RESUMO

Atualmente empregam-se em combate aéreo artefatos bélicos de diversas naturezas tais como: metralhadoras, canhões e mísseis. Nos empregos a curta distância, ou seja, no intervalo compreendido entre 300 e 1500 metros de distância do alvo, empregam-se metralhadoras ou canhões, em virtude de, a essa distância, esses artefatos não oferecerem riscos à aeronave atacante. Porém, nada se compara à eficácia dos mísseis ar-ar, que podem ser lançados a uma distância muito maior e com grandes possibilidades de destruição do alvo. Neste texto serão apresentados: a) um histórico dos mísseis; e, b) a descrição e funcionamento dos seus componentes principais, tomando por base o míssil PYTHON-3, utilizado atualmente na Força Aérea Brasileira.

**Palavras-chave:** combate aéreo, mísseis ar-ar e míssil PYTHON-3.

1 - CFOE ARM. Servia em 2005 no 1º/16º GAV (Base Aérea de Santa Cruz), como Operador da Anv A-1. Bacharel e licenciado em Educação Física.  
2 - CFOE ARM. Servia em 2005 no BINFAE-MN (Base Aérea de Manaus), como encarregado da Manutenção da SSMB. Engenheiro Químico.  
3 - CFOE ARM. Servia em 2005 na Base Aérea de Fortaleza, como encarregado da Subseção de Controle de Suprimento de Fundos e Contabilidade de custos. Licenciado em Física.  
4 - CFOE ARM. Servia em 2005 no 2º/10º GAV (Base Aérea de Campo Grande), como Operador de Equipamentos Especiais e Artilheiro da Anv H-1H. Licenciado em Matemática.

\* - Leitor técnico; Serve no Parque de Material Bélico (PAMBRJ), é Chefe da TOIA (Seção de Itens Ativos).

## 1. A ESSÊNCIA DO COMBATE AÉREO



**FIGURA 1 - Emprego do míssil na plataforma de lançamento**

Fonte: Site: <http://www.israeli-weapons.com>

O emprego de aeronaves como arma de guerra iniciou-se na Primeira Guerra Mundial; primeiramente com missões de reconhecimento e, em seguida, com lançamento manual de bombas.

Inicialmente foram utilizadas metralhadoras operadas pelo próprio piloto, enquanto pilotava. Posteriormente surgiram as metralhadoras presas à asa e as sincronizadas com a hélice, cujos tiros passavam entre as pás. Em seguida surgiram os canhões automáticos, de calibre igual ou superior a 20mm, com grande quantidade de tiros por minuto.

Com o avanço tecnológico, as aeronaves tornaram-se mais velozes e manobráveis, tornando mais difícil sua destruição em voo. Então, tornou-se primordial o desenvolvimento de artefatos que acompanhassem essa nova tendência das aeronaves, surgindo, então, os primeiros engenhos auto-propulsados capazes de modificar sua trajetória de voo, realizando manobras antes impossíveis de serem efetuadas pelos projéteis das metralhadoras e canhões, dando origem a um novo vetor de guerra, o míssil.

Neste texto serão apresentados: a) um histórico dos mísseis, b) a descrição e o funcionamento dos seus componentes principais, tomando por base o míssil PYTHON-3, utilizado atualmente na Força Aérea Brasileira.



## 2. HISTÓRIA DOS MÍSSEIS

O primeiro emprego de míssil de que se tem registro é o do míssil alemão HS-293, com sua aparição estratégica em 25 de agosto de 1943, contra uma esquadra britânica que navegava na Baía de Biscay.

Inicialmente os mísseis eram comandados pelo rádio ou por meio de cabos muito finos, ligados à aeronave lançadora. Na década de 1950, foram criadas novas tecnologias, evoluindo para um sistema de orientação mais moderno, que possibilitou aos mísseis a capacidade de se dirigirem ao alvo por seus meios próprios.

Essas tecnologias proporcionaram a detecção do alvo pelo sistema de radar semi-ativo e o sistema de detecção por infravermelho, sendo que este se baseia na emissão de calor pelo alvo, enquanto aquele funciona por reflexão de ondas eletromagnéticas.

No surgimento dos mísseis por detecção de infravermelho havia uma tendência de eles dirigirem-se para o sol, ou para seus reflexos na superfície de massas d'água e em estruturas envidraçadas, o que foi corrigido por rastreadores de excepcional sensibilidade, inserindo-se filtros capazes de reduzir a gama de frequências, tornando-as mais específicas para o alvo.

## 3. DESCRIÇÃO E FUNCIONAMENTO DO MÍSSEL PYTHON-3



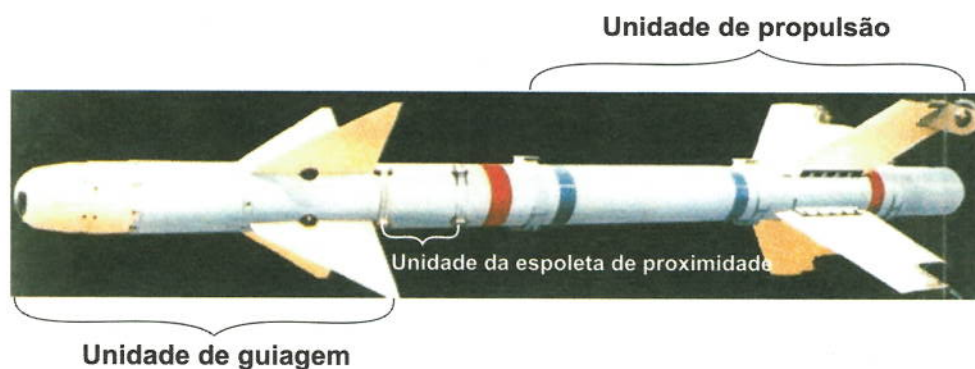
**FIGURA 2 - Míssil PYTHON-3**  
Fonte: Site: <http://www.israeli-weapons.com>

### 3.1 Características físicas do míssil PYTHON-3

Sua altitude máxima de operação é de 20.000 pés, velocidade máxima de três vezes e meia a velocidade do som no ar (3,5 Mach), máxima aceleração lateral de quarenta vezes a aceleração gravitacional (40 G's), massa de 121Kg, 16cm de diâmetro e comprimento de 299cm.

O míssil PYTHON-3 possui três unidades (FIG. 3):

- unidade de guiagem;
- unidade da espoleta de proximidade;
- unidade de propulsão.



**FIGURA 3 - Unidades do míssil PYTHON-3**

Fonte: Site: <http://www.israeli-weapons.com>

#### 3.1.1 Unidade de guiagem

É como se fosse o cérebro e os braços do míssil; esta unidade identifica o alvo, sua posição, “pensa” em um melhor modo de interceptar e também produz comandos que, através das aletas de direção, modifica a sua trajetória.

É composto de:

- aletas de direção, que são as responsáveis em mudar a direção do míssil;
- conjunto eletrônico, que é o “cérebro do míssil”;
- conjunto servo, que é basicamente os “músculos do míssil”;
- seeker*, que é o conjunto óptico, ou seja, os “olhos do míssil”.



### 3.1.2 Unidade da espoleta de proximidade

É basicamente um radar que somente é ativado quando o míssil está próximo do alvo. Utiliza-se do efeito Doppler.

Esta unidade é que verifica se o míssil está próximo do alvo e é ela que emite sinais para detonação da cabeça de guerra do míssil.

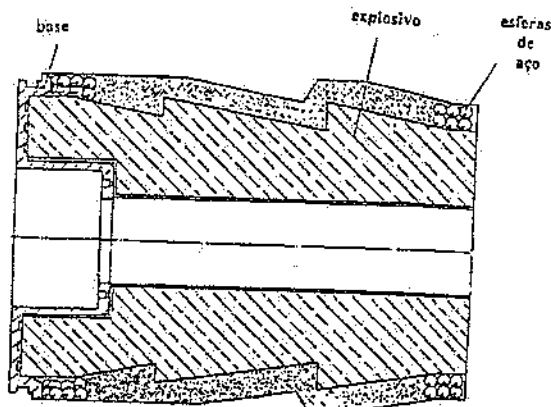
### 3.1.3 Unidade de propulsão

Esta unidade é composta basicamente de três componentes: asas, cabeça de guerra e motor foguete.

As asas são o componente que mantêm o míssil em voo nivelado. O PYTHON-3 possui quatro asas dotadas de um sistema compensador de rotação com rolleron, garantindo o efeito giroscópico, que impossibilitam a rotação do míssil em torno do seu eixo.

A cabeça de guerra (FIG. 4) é o componente que produzirá danos no alvo ao explodir. Ela possui 3,9kg de explosivo HMX e VITON e também 5.000 esferas de aço de  $\frac{1}{4}$  de polegada de diâmetro, que irão de encontro ao alvo, na detonação.

O motor foguete contém uma mistura de PBHT (plastificante),  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$  (explosivo) e alumínio. É a unidade que impulsiona o míssil, por meio da queima dessa mistura.



**FIGURA 4 - Cabeça de guerra**  
Fonte: Apostila: Míssil PYTHON 3,  
Guaratinguetá. EEAR, dez 2002.



## 3.2 Como o míssil enxerga

### 3.2.1 Caminho dos raios

Os raios infravermelhos provenientes das tubéiras das turbinas passam pelo írdome<sup>1</sup> e são refletidos pelo espelho primário, que é esférico, e posteriormente pelo espelho secundário, que é plano. A radiação infravermelha refletida pelo espelho plano atravessa a lente intermediária, que corrige a distorção causada pelo espelho primário.

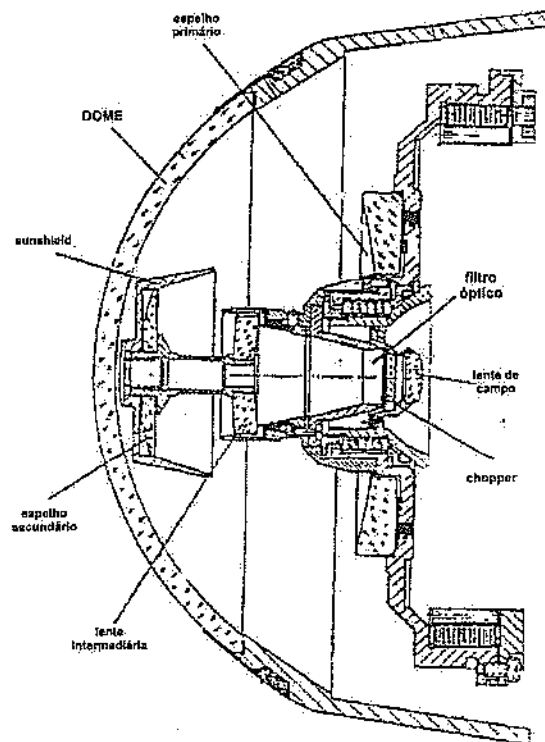


FIGURA 5 - Sistema óptico

Fonte: Apostila: Míssil PYTHON 3. Guaratinguetá. EEAR, dez 2002.

Os raios então passam pelos filtros, que deixam passar somente os de frequência de quatro a cinco microns (frequência de trabalho do detector do míssil PYTHON-3) e a radiação é modulada pelo chopper<sup>2</sup>, que gira a uma velocidade de 130rps.

Logo após, a lente de campo convergem os raios modulados para o detector, que transforma energia pulsante infravermelha em pulsos elétricos.

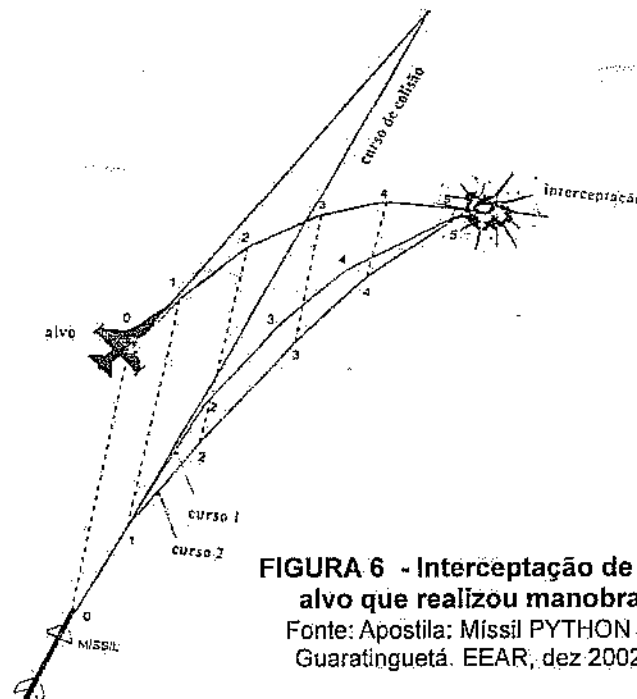
1- Cúpula de vidro que deixa atravessar radiações infravermelhas (DOME)  
2-Filtro óptico feito de safira.

### 3.2.2 Enxergando o alvo

A imagem do alvo é modulada e gera sinais alternados (AC). O sol e as nuvens geram sinais contínuos (DC), devido aos seus tamanhos serem superiores ao do alvo. O filtro eletrônico do conjunto eletrônico só deixa passar os sinais alternados para o computador, e barra os sinais contínuos; em consequência, o míssil só enxergará o alvo.

### 3.3 Funcionamento do míssil PYTHON-3

O míssil PYTHON-3 persegue o alvo pela detecção do infravermelho emitido pelo motor do alvo, usando a "navegação proporcional"; ou seja, ele não segue o alvo e sim, determina um ponto de colisão, onde o alvo e o míssil se encontrarão. Quando o alvo modifica sua trajetória, o míssil também corrige proporcionalmente a sua, em direção a um novo ponto de colisão. Este procedimento minimiza o tempo de voo de interceptação, aumenta as chances de interceptação e evita fortes curvas que seriam feitas pelo míssil (FIG. 6).



**FIGURA 6 - Interceptação de um alvo que realizou manobra**  
Fonte: Apostila: Míssil PYTHON 3. Guaratinguetá. EEAR, dez 2002.



### 3.4 Lançamento do míssil

O míssil, ao detectar o alvo, emite um sinal de áudio contínuo ao piloto, o qual destrava o *seeker* do míssil, que rastreará e escravizará o alvo. Logo após isto, o míssil emite um sinal de áudio intermitente, que é o sinal para o piloto lançar o míssil.

O míssil, durante 0,3 segundos, não movimentará as aletas de direção, pois existe um mecanismo de retardo para evitar que o míssil, em manobras bruscas, atinja a aeronave lançadora.

Passado 1,2 do segundo do lançamento, a espoleta de proximidade será ativada emitindo ondas que serão refletidas pelo alvo e captadas novamente pela espoleta.

O míssil, ao aproximar-se do alvo, devido ao aumento de tamanho do alvo pela aproximação, captará sinais contínuos (DC); então, será gerado um sinal para o míssil desviar da turbina e ir em direção ao nariz da aeronave.

A espoleta computará doze pulsos de aproximação e quatro de afastamento; após isto, enviará um sinal de detonação para explodir a cabeça de guerra.

Se o alvo não for interceptado após 26,2 segundos do lançamento, o míssil se autodestruirá.

## 4. CONCLUSÃO

Com esse trabalho, consideramos que o leitor pôde conhecer um pouco da evolução dos artefatos de emprego ar-ar até a chegada dos mísseis, que vêm sendo amplamente utilizados em diversos tipos de aeronaves, como as de ataque e os helicópteros que os utilizam como meio de defesa, além dos caças, empregando-os como principal meio para cumprir sua missão: abater outras aeronaves.

Mostramos também, de modo sucinto, um pouco do funcionamento e a descrição dos componentes de um míssil, tendo como exemplo o PYTHON-3, utilizado pela Força Aérea Brasileira em diversas Unidades de caça.

### REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Comando da Aeronáutica. Escola de Especialista de Aeronáutica. **Míssil PYTHON 3**. Guaratinguetá. EEAR, dez 2002. (Apostila de aula).
2. CIVITA, Víctor. **Guia de armas de guerra. Mísseis ar-ar e antitanque**. Nova Cultural LTDA. 1986.
3. Site: <http://www.israeli-weapons.com>