

# Balística e Tiro

3ºAno EN-AEL e FZ  
V 0.1 V.Lobo, EN 2020



## Balística e Tiro

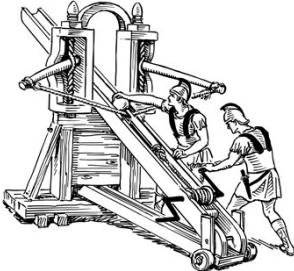
Victor Lobo

3º ano dos cursos EN-AEL e FZ

1

## O que significa “Balística” ?

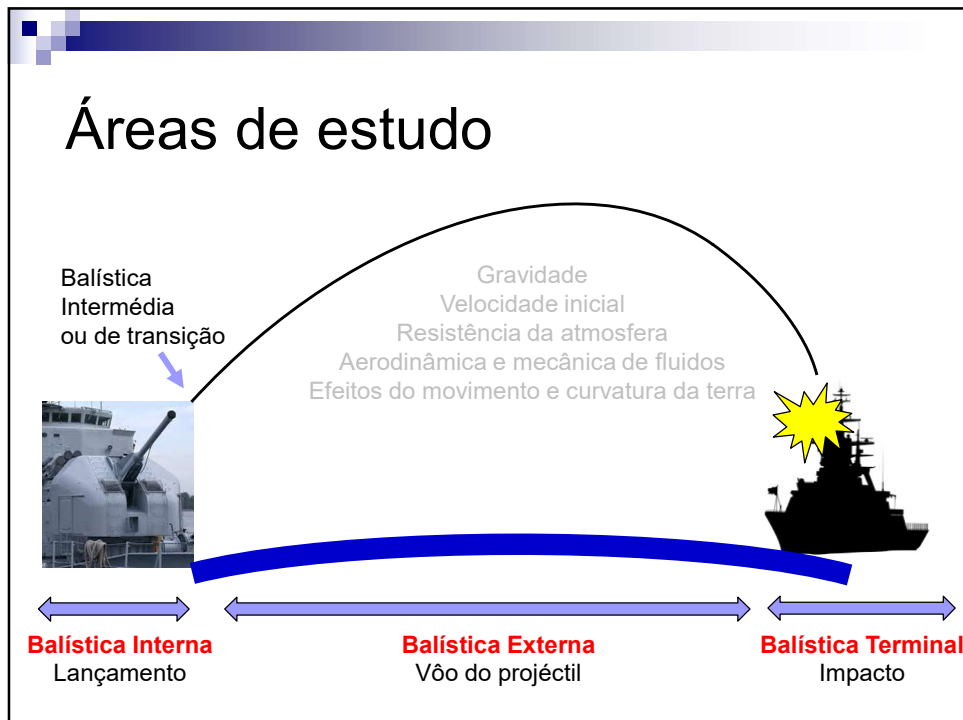
- *Ballista* romana
  - Tornada célebre pelo seu uso pelas legiões
  - Lançava pedras ou dardos (chamados virotes)
  - Origem na colónia grega de Syracuse
- Do grego *βάλλω* (*ballo*, ou *ballein*, i.e. “atirar”)
- Ciência que estuda o **lançamento de projecteis**



2

# Balística e Tiro

3ºAno EN-AEL e FZ  
V 0.1 V.Lobo, EN 2020



3

## Aproximações sucessivas (balística externa)

- A curta distância
  - “tiro tenso”, em linha recta
- Com o efeito da gravidade, mas no vácuo
  - Trajectória parabólica simples
- Com resistência do ar ao movimento
  - Diversos modelos, cada vez mais próximos da realidade
- Com outros efeitos
  - Estabilidade giroscópica, efeito de Magnus, aceleração de Coriolis, etc.

4

# Balística e Tiro

3ºAno EN-AEL e FZ  
V 0.1 V.Lobo, EN 2020

## Avaliação

- 2 Repetições escritas (marcar data agora)
  - 35% da nota para cada uma
- Trabalhos práticos – 30%
  - Trabalho experimental – 10%
  - Trabalho computacional – 10%
  - Apresentação de um tema – 10%
- Caso haja exames finais, **estes terão uma componente prática**

5

## Trabalhos práticos

- 1- Trabalho experimental
  - Medir velocidades à boca, calcular a variância e consequências no tiro
  - Com Walter 9mm na carreira de tiro da EN
  - Tentativamente com morteiros em Alcochete
- 2 - Trabalho computacional
  - Simulações em Matlab para determinar a trajetória com diferentes efeitos (usando o método de Euler para resolver as equações diferenciais)

6

# Balística e Tiro

3ºAno EN-AEL e FZ  
V 0.1 V.Lobo, EN 2020

## Trabalhos práticos

- 3- Apresentação de um tema
  - Apresentação oral na aula (15 min)
  - Relatório de 2 páginas (máx)
  
  - Podem fazer propostas.
  - Propostas iniciais
    - Armas sem recuo
    - Sistemas de mísseis hipersónicos
    - Métodos de Euler-Lagrange para determinar trajectórias
    - Uma direcção de tiro ou arma em uso na Marinha

7

## Programa (retirado da FUC em vigor)

1. Introdução ao estudo da balística
2. Balística Intermédia
3. Trajectória balística teórica
4. Aerodinâmica
5. Aerodinâmica dos projecteis
6. Estabilidade de projecteis
7. Problemas secundários relativos à atmosfera e à terra
8. Balística Terminal
9. Tiro

8

# Balística e Tiro

3ºAno EN-AEL e FZ  
V 0.1 V.Lobo, EN 2020

Porque é que é importante para mim ?

- Compreender os fenómenos à boca da peça
- Compreender o que é a trajectória de um projétil de artilharia ou armas ligeiras
  - Compreender os diversos factores que a afectam
- Compreender a necessidade e funcionamento das direcções de tiro
- Compreender o mundo que nos rodeia !

9

Porque é importante para a organização ?

- *“São as peças de artilharia que distinguem a Marinha de Guerra da Mercante”* CMG EMA Ferreira Neto
- Importância da **eficácia** da artilharia naval
  - Para atingir os objectivos
  - Para evitar danos colaterais
- Importância da boa **manutenção** do armamento
- Importância da boa **escolha** do armamento

10

# Balística e Tiro

3ºAno EN-AEL e FZ  
V 0.1 V.Lobo, EN 2020

## O que temos *agora* na Marinha?

### ■ No dia a dia...

- (arranjar fotos de 100mm, 76 (velhas e novas), Oto Melara 30mm, Oerlikon, Browning, Phalanx, Goalkeeper, Morteiro 60,80,120, G3, Walter9mm, FBP,Glock, Carl Gustav

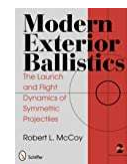


"entalou"

11

## Bibliografia

- *Ballistics: Theory and Design of Guns and Ammunition*, D. **Carlucci**, S. Jacobson, CRC Press, 3<sup>rd</sup> edition, 2018
- *Modern Exterior Ballistics: The Launch and Flight Dynamics of Symmetric Projectiles*, Robert L. **McCoy**, Schiffer Publishing, 2<sup>nd</sup> edition, 2009
- *Glossário dos termos de Armamento*, **Neto** & Almada, Edições Culturais da Marinha, 1997



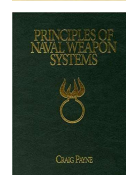
12

# Balística e Tiro

3ºAno EN-AEL e FZ  
V 0.1 V.Lobo, EN 2020

## Outra Bibliografia

- Principles of Naval Weapons Systems, D.R. Frieden, Naval Institute Press, 1985
- Principles of Naval Weapons Systems, Craig M. Payne, Naval Institute Press, 2006
- Apontamentos e livros de texto de outras academias
  - RMA – Simples, curto, e tem o mais importante
  - EN Brasil – Está em português...
  - EMN Marin – Bastante completo
- Vários livros e revistas de atiradores (The Big Book of Ballistics, Gun Digest, etc)



13

## Horário de dúvidas e contactos

- Email: [vlobo@novaims.unl.pt](mailto:vlobo@novaims.unl.pt)
  - Dúvidas e apoio
    - 4ª e 6ª Feira PM
    - Por mail em qualquer altura
    - Sempre que estiver disponível ...
  - Material de apoio
    - [www.novaims.unl.pt/docentes/vlobo](http://www.novaims.unl.pt/docentes/vlobo)

14

# Balística e Tiro

3ºAno EN-AEL e FZ  
V 0.1 V.Lobo, EN 2020

## Avaliação

- 2 Repetições escritas (marcar data agora)
  - ☐ ~~35%~~ 40% da nota para cada uma
- Trabalhos práticos – ~~30%~~ 20%
  - ☐ Trabalho experimental – 10%
  - ☐ Trabalho computacional – 10%
  - ☐ Apresentação de um tema – 10%
- ☐ Caso haja exames finais, **estes terão uma componente prática**