

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC-SP**

WLADIMIR MENDES AMATI

**A CONTRIBUIÇÃO DE JOSE FERNADES PINTO ALPOIM NO ENSINO DAS
TECNICAS APLICADAS A GEOMETRIA E A CIÊNCIA NO EXAME DE
BOMBEIROS**

**São Paulo
2010**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC-SP**

WLADIMIR MENDES AMATI

**A CONTRIBUIÇÃO DE JOSE FERNADES PINTO ALPOIM NO ENSINO DAS
TECNICAS APLICADAS A GEOMETRIA E A CIÊNCIA NO EXAME DE
BOMBEIROS**

Dissertação apresentada à banca examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção de título de mestre em História da Ciência sob a orientação do Prof. Dr. Ubiratan D'Ambrosio.

**São Paulo
2010**

Amati, Wladimir Mendes

A CONTRIBUIÇÃO DE JOSE FERNADES PINTO ALPOIM NO ENSINO
DAS TÉCNICAS APLICADAS A GEOMETRIA E A CIÊNCIA NO EXAME
DE BOMBEIROS

São Paulo, 2010

XI, 70 p.

Dissertação (Mestrado) – PUC-SP

Programa: História da Ciência

Orientador: Profº. Drº. Ubiratan D'Ambrosio

Banca Examinadora:

Autorizo exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação por processos foto copiadores ou eletrônicos.

Ass.:_____

Local e data:_____

Wladimir Mendes Amati

Wladmat1@hotmail.com

No Tabernáculo de Deus, cada um oferece o que tem; e no teatro do mundo, cada um diz o que sabe, ou o que pode. O mais ignorante, e o que mais presume, nem por me achar sem flores, sem folhas, me pareceu privaste do fruto do meu trabalho.

José Fernandes Pinto Alpoim, em carta endereçada aos Leitores Malévolos “Exame de Bombeiro”.

Agradecimento

A energia tem nos dias de hoje despertado grandes discussões no campo da Ciência e tecnologia.

Uma palavra que faz parte dos tempos atuais é *sustentabilidade*, despertando discussões sobre o que fazer e que caminhos seguir quanto às questões que estão abalando e prejudicando toda a vida em nosso planeta. Isso me leva a pensar a quem devo agradecer primeiro a possibilidade de realizar este trabalho e poder fazer parte de uma minoria que tem a chance de avançar em sua carreira acadêmica no nosso País.

Assim, em primeiro lugar, agradeço a Deus.

Também sou grato aos meus pais, que, sempre dentro de suas possibilidades e com sua formação primária, me incentivaram em minhas escolhas e sempre me apoiaram.

Aos meus maravilhosos e dignos professores. Graças a seus ensinamentos pude ampliar meu universo e buscar o conhecimento.

Aos professores do programa do curso de Pós-Graduação em História da Ciência da Pontifícia Universidade Católica do Estado de São Paulo, especialmente ao meu orientador, Professor Doutor Ubiratan D'Ambrosio, que me acolheu e incentivou na elaboração deste trabalho.

Aos funcionários e estagiários do CESIMA que auxiliaram na pesquisa.

Aos amigos que entenderam minha distância.

Por fim, agradeço às pessoas mais próximas e ligadas a mim: meu filho Leonardo e minha esposa Ozélia.

Resumo

Neste trabalho, fazemos uma análise da obra “Exame de Bombeiros”, de José Fernandes Pinto Alpoim (1700-1765). Abordamos temas e aspectos tanto da ciência como da matemática na análise do livro. José Fernandes Pinto Alpoim, um engenheiro militar português, foi responsável por várias obras e serviu em várias missões no Brasil, inclusive demarcação de fronteiras coloniais. Além disso, contribuiu e colaborou muito para o aprendizado da Matemática no Brasil. Escreveu dois manuais, o “Exame de Artilheiros”, em 1744, e o “Exame de Bombeiros”, em 1748. para uso no curso de Artilharia e Fortificações no Rio de Janeiro, pois não havia, em português, material adequado para esses cursos. Sobre a impressão dos livros, respectivamente em Lisboa e em Madrid, surgiram várias especulações, que discutimos neste trabalho. A formação escolar precária no Brasil leva Alpoim a interessantes opções de exposição didática. Procuramos destacar a preocupação de Alpoim com a sistematização da Matemática, sempre buscando um elo entre o conteúdo e a prática. Sua abordagem, em forma de perguntas e respostas, mostra a preocupação do professor em tornar significativo o ensino de Matemática aos alunos do Terço de Artilharia do Rio de Janeiro, que é a terça parte de um regimento. Esse curso era a responsabilidade de Alpoim.

Palavras-chave: História da Matemática; História da Ciência, Arte, Educação.

Abstract

In this work, we make an analysis of the book "Exame de Bombeiros", by José Fernandes Pinto Alpoim (1700-1765). We discuss themes and aspects of both science and mathematics in the analysis of the book. José Fernandes Pinto Alpoim, a Portuguese Military Engineer, was responsible for several works and served in various missions in Brazil, including demarcation of colonial boundaries. He also had relevant contributions for the teaching of mathematics in Brazil. Alpoim wrote two books, the "Exame de Artilheiros", in 1744, and the "Exame de Bombeiros", in 1748. for use in the course of Artillery and Fortifications in Rio de Janeiro, because there was no suitable material for these courses in Portuguese. About the printing of books, respectively in Lisbon and Madrid, several speculations were raised, which we have discussed in this work. The precarious education in Brazil led Alpoim to interesting didactic options. We seek to highlight the concern of Alpoim with systematization of Mathematics, always seeking a link between contents and practice. His approach, in the form of questions and answers, shows the concern of the teacher to make meaningful teaching of Mathematics to the students Third of Artillery of Rio de Janeiro, which is the third of a full Regiment. This course was the responsibility of Alpoim.

Keywords: History of Mathematics, History of Science, Arts, Education.

Sumário

Capítulo 1 Breve biografia de José Fernandes Pinto Alpoim	10
1.1 Introdução	10
1.2 Obras de José Fernandes Pinto Alpoim	12
Capítulo 2 Estrutura da obra <i>Exame de bombeiros</i>	24
2.1 Introdução	24
2.2 O início da obra: as cartas oferecidas pelo autor	25
2.3 Das autorizações da obra.....	32
Capítulo 3 A Matemática prática dos bombeiros	34
3.1 Os conceitos utilizados por Alpoim	34
3.2 A construção e o manuseio de instrumentos de medida.....	43
3.3 A ciência dos bombeiros: Longimetria e Altimetria	54
Capítulo 4 A Arte de deitar bombas	61
4.2 Bombas e granadas	68
4.3 Os morteiros e seus ângulos de elevação	72
4.4 O mestre e o aprendiz.....	75
4.5 Considerações finais	76
4.6 Conclusão	77
Bibliografia.....	79

Capítulo 1 Breve biografia de José Fernandes Pinto Alpoim

1.1 Introdução

Muitos foram os trabalhos realizados por José Fernandes Pinto Alpoim em Portugal e como comandante e professor do Curso de Artilharia e Fortificações no Rio de Janeiro. Em Portugal, Alpoim esteve envolvido em trabalhos de arquitetura, urbanismo e espionagem, durante a guerra por fronteiras entre Portugal e Espanha.

Participou da reconstrução de igrejas, comércios e moradias que foram danificadas ou destruídas com os ataques dos espanhóis, organizou e colaborou para que as cidades atacadas tivessem condições de se defender dos ataques, tendo obtido resultados positivos.

Como engenheiro, Alpoim possuía grande conhecimento teórico e prático. Graças à sua experiência, cumpria eficientemente suas atribuições como militar e engenheiro, atuando na reconstrução e fortificação das cidades.

Relatos de seus comandantes contam que Alpoim infiltrou-se no exército espanhol a fim de obter informações para o exército português. Sendo considerado por seus pares um homem de extrema coragem. Após o término dos conflitos entre Espanha e Portugal, José Fernandes Pinto Alpoim foi enviado a Lisboa em 1738.

Tomando conhecimento de seus feitos e dos elogios de seus comandantes e comandados, Dom João V nomeia Alpoim comandante do novo Batalhão de

Artilharia que acabara de criar no Rio de Janeiro. Um ano após sua nomeação, Alpoim viaja ao Brasil. O despacho com a ordem sai no dia 5 de agosto de 1738, apesar de o Conselho Ultramarino haver indicado outros militares para o posto.¹

Trecho da Ordem Régia que nomeia Alpoim para ocupar suas funções no Rio de Janeiro:

Fui servido haver por bem por Decreto de treze deste presente mês e ano que se estabeleça a dita Aula e para Mestre dela nomeei a José Fernandes Pinto Alpoim, que proximamente provi no Posto de Sargento-Mor do referido Terço, o qual além dos exercícios a que é obrigado pelo mesmo Posto o será a ditar postila e ensinar a teoria da Artilharia a todos os que quiserem aplicar-se a ela e especialmente aos oficiais do dito Terço, nesta primeira criação forem providos, os quais serão igualmente obrigados a assistir as Lições da Aula ao menos por tempo de cinco anos e faltando a ela serão castigados a vosso arbítrio.²

José Fernandes Pinto Alpoim nasceu em Viana do Castelo, Portugal, em 14 de julho de 1700, filho de Vasco Fernandes de Lima, militar, e Revocata Pinto Alpoim. Estudou na Academia de Viana durante sua formação militar, foi professor substituto nessa Academia, mestre de engenhos (engenheiro) até que, em 1738, foi promovido a sargento-mor do Batalhão de Artilharia do Rio de Janeiro, onde veio ministrar aulas nos cursos de Artilharia e Fortificações. Faleceu no Rio de Janeiro em 7 de janeiro de 1765.

Como já mencionado, um ano após o decreto do rei Dom João V, Alpoim embarca para o Brasil a fim de ocupar sua função no Terço de Artilharia, onde, além de atuar como comandante, capacitaria os militares daquela instituição na arte da artilharia e da construção de fortificações.

¹ Paulo Pardal sobre José Fernandes Pinto Alpoim, em nota biográfica no *Exame de Artilheiros*, p. 20.

1.2 Obras de José Fernandes Pinto Alpoim

Alpoim dispunha de grande capacidade e conhecimento, sua formação acadêmica como militar em Portugal foi marcante para sua bagagem profissional.³ Em suas obras, encontram-se referências aos mais renomados pensadores, matemáticos e filósofos, mostrando o aprimoramento de sua formação, isso também é visto na aplicação de conceitos e dizeres para preparar material escrito⁴ com o objetivo de iniciar a instrução de seus alunos no Terço de Artilharia, que recebeu a denominação de Aula do Terço de Artilharia e Fortificações.

No Brasil, encontramos referências a trabalhos de Alpoim nas áreas de arquitetura e engenharia. Como professor, há trabalhos realizados por ele no Rio de Janeiro e em Minas Gerais.

Como engenheiro, no Brasil, foi responsável pela demarcação de fronteiras em 1755,⁵ em decorrência da assinatura do Tratado de Madri,⁶ em 1750, entre Portugal e Espanha, que trouxe a necessidade do reconhecimento e da demarcação dos limites acordados pelos dois países.

³ Teresa Cristina de Carvalho Piva, O Brigadeiro Alpoim (*Debates Culturais*, p. 1, 7 ago. 2009).

⁴ A Ordem Régia que o nomeia para o posto de comandante do Terço de artilharia diz que além do comando, ele seria responsável pela formação dos soldados artilheiros e bombeiros da colônia e ainda deveria “Ditar postila”.

⁵ Ubiratan D’Ambrosio, *Uma História Concisa da Matemática no Brasil*, p. 45-6.

⁶ A 13 de janeiro de 1750, firmava-se o Tratado de Limites, ratificado a 8 de janeiro pelo rei de Espanha e a 26 de janeiro pelo monarca de Portugal. Assentou-se que haveria paz permanente entre os súditos das duas coroas, mesmo que essa paz fosse violada na península Ibérica. Cedia-se a colônia de Sacramento pelos Sete Povos, cujas populações indígenas seriam transferidas a outro trecho sob soberania espanhola. A posse mansa e pacífica, ou a ocupação real era respeitada. Assim, os luso-brasileiros permaneceriam nos trechos do território onde se encontrassem, do mesmo modo que os hispano-americanos. História Geral da Civilização Brasileira, A Época Colonial, sob a direção de Sergio Buarque de Holanda, p.370-8.

Um fator importante nesse processo de demarcação de fronteiras e limites é que a região que Alpoim foi encarregado de demarcar, encontrava-se ocupada por índios guaranis que se recusavam a deixar suas terras, o que dificultou o trabalho de portugueses e espanhóis na região.

Em vista disso, Gomes Freire de Andrade, governador do Rio de Janeiro nesse período, fica responsável pela demarcação da região sul do Brasil, sendo assessorado por Alpoim.⁷ Como arquiteto e urbanista, além de obras como o Palácio dos Governadores do Rio de Janeiro e de Minas Gerais, este último construído por Manuel Francisco Lisboa,⁸ é responsável pela elaboração do plano de urbanização da cidade de Mariana.⁹

Podemos também citar seus trabalhos sobre a fabricação de pólvora no Brasil, já que nesse estudo Alpoim buscou classificar os diferentes tipos de pólvora, estabelecer misturas e suas respectivas proporções para que se obtivesse pólvora mais eficiente e apropriada para cada tipo de arma e bomba.¹⁰

Por ocupar o posto de comandante do Terço de Artilharia e se mostrar competente em suas obrigações como engenheiro, urbanista e militar, com a morte de Gomes Freire, o Conde de Bobadela, Alpoim, o chanceler João Alberto Castelo Branco e o bispo D. Frei Antônio do Desterro integram, em 1762, a junta de governo provisório do Rio de Janeiro.

⁷ Augusto C. da Silva Telles, *Alpoim, o grande arquiteto do Brasil no século XVIII*, p. 33.

⁸ Manuel Francisco Lisboa pai do escultor barroco Antônio Francisco Lisboa o Aleijadinho.

⁹ Ubiratan D'Ambrosio, *Uma História Concisa da Matemática no Brasil*, p. 45-6.

¹⁰ Teresa C. C. Piva e Carlos A. L. Figueiras, *O Fabrico e Uso da Pólvora no Brasil Colonial: O papel de Alpoim na primeira metade do século XVIII*.



Convento dos Barbonos . Foto de Revert Henrique Klumb.¹¹ 1855

Na arquitetura do Rio de Janeiro, o brigadeiro Alpoim destacou-se por obras importantes, como o Convento dos Barbonos, também conhecido como Convento da Ajuda, construído em 1750 e demolido em 1911, sua localização se estendia da rua da Guarda Velha até as encostas de Santa Teresa. A seguir, apresentam-se outras obras de Alpoim.

¹¹ O alemão Revert Henrique Klumb foi o primeiro fotógrafo em atividade no Brasil a documentar, ainda em 1860, a realização de uma grande obra de engenharia na cidade do Rio de Janeiro. Pouco tempo depois de ter chegado à capital do Império, em meados da década de 1850, Klumb foi responsável pela produção das primeiras vistas estereoscópicas da cidade, destacando-se nessas imagens o registro de edifícios públicos como o Paço Imperial e a Escola Central da Corte, entre outras vistas urbanas. Em 1860, no entanto, ele realizou fotografias de uma obra de engenharia propriamente dita, ao documentar a construção do dique Imperial, na ilha das Cobras (junto ao Arsenal de Marinha da Corte). Obra que se arrastava desde o início do século (1824), a construção de um dique na ilha das Cobras para facilitar a limpeza e o conserto de navios atracados era um complemento necessário às instalações do Arsenal de Marinha da Corte, então uma das principais instituições brasileiras ligadas à engenharia em atividade no século XIX. Paisagem construída fotografia e memória dos “melhoramentos urbanos” na cidade do Rio de Janeiro. Maria Inez Turazzi, VARIA HISTORIA, Belo Horizonte, vol. 22, nº 35: p.64-78, Jan/Jun 2006.



Fachada da Igreja da Nossa Senhora de Boa Morte, próxima à avenida rio Branco.¹²



Gravura de Johann Jacob Steinmann. Casa dos Governadores do Rio de Janeiro e Paço Imperial, sede do governo nesse período. À direita, o casarão dos Telles de Menezes e o Arco do Telles.¹³

¹² Ibidem, p. 3-4.

¹³ Ibidem, p. 4.



Desenho de Georg Heinrich. Convento de Nossa Senhora da Ajuda, demolido em 1911.¹⁴

Como mestre de engenhos,¹⁵ após a chegada ao Rio de Janeiro em 1739, Alpoim envolve-se em muitos projetos de cunho prático e em inventos que facilitam muito o trabalho e o ensino.

As ideias surgem de acordo com as necessidades práticas, como na locomoção de armamentos de grande porte. Para isso, desenvolve um sistema de carretas que facilita o deslocamento de canhões e bombas, com base em um dispositivo mecânico muito utilizado no reparo das embarcações. O mecanismo foi inventado por Alpoim em 1744 e batizado de PAIXÃO. É importante citar que Alpoim era remunerado por tais serviços, pois estavam além de suas atribuições como comandante e professor do Terço de Artilharia do Rio de Janeiro.¹⁶

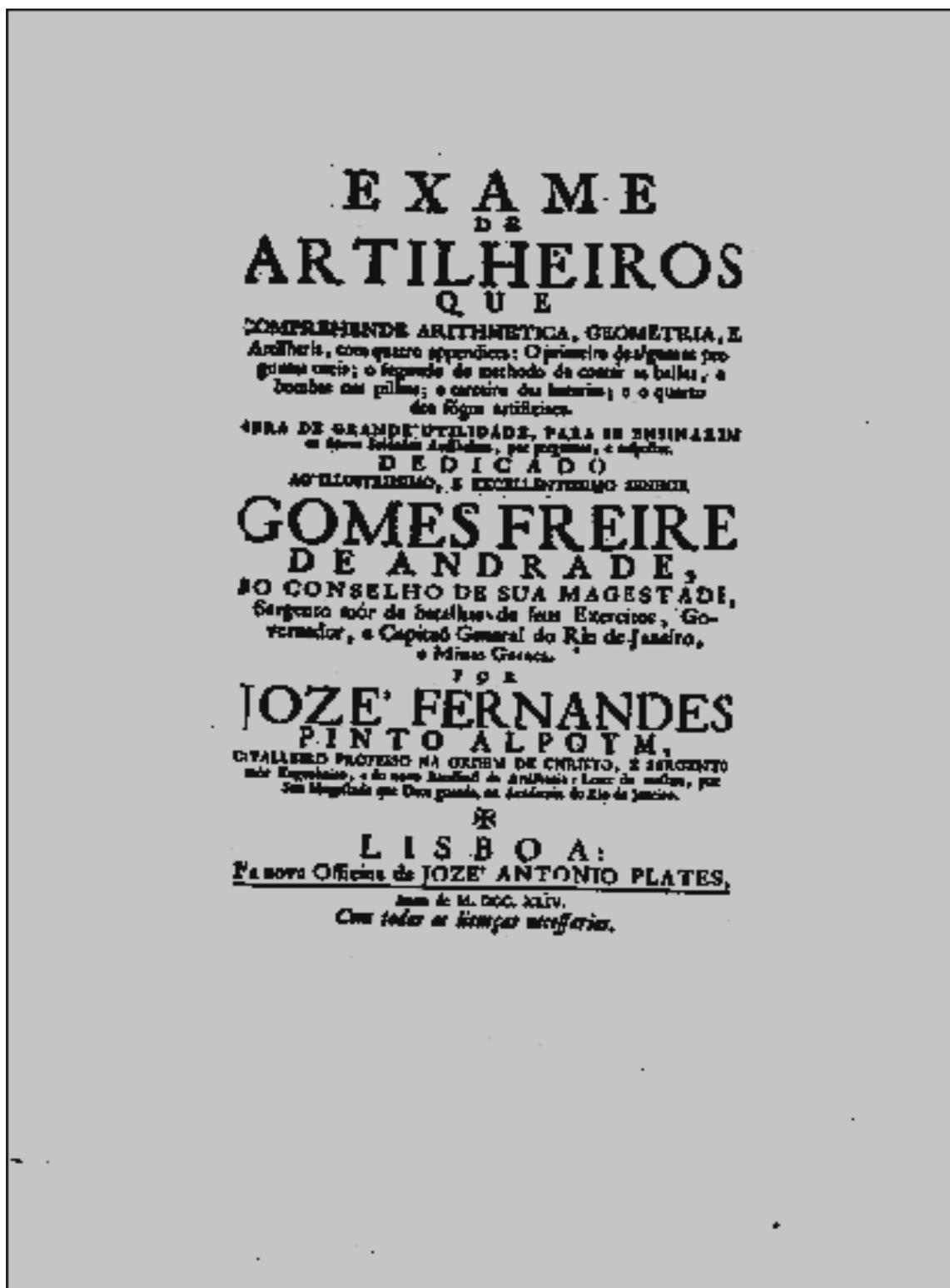
¹⁴ Ibidem, p. 5.

¹⁵ Termo usado na época em referência a engenheiro.

¹⁶ Paulo Pardal, *Exame de Artilheiros*, Nota biográfica e análise crítica, p. 21.

Entre seus trabalhos escritos, destacam-se o *Exame de Artilheiros* (1744) e o *Exame de Bombeiros*, quatro anos mais tarde.

O primeiro escrito organizava-se em três tratados. Em sua estrutura e na linguagem didática empregada, podemos observar que fora um livro escrito com a intenção de dar uma base matemática aos alunos do Terço, já que sua formação era demasiadamente precária, em vista disso, Alpoim procura utilizar um método prático de ensino baseado em perguntas e respostas.

Capa do livro *Exame de artilheiros*.

O segundo livro compreende um número maior de tratados, apresenta o mesmo método utilizado pelo autor no processo de ensino-aprendizagem do anterior. Um fator importante a observar é que o conteúdo da obra exige um pouco mais de conhecimento matemático, por trazer tratados sobre trigonometria e topografia, já que o estudo do terreno se faz importante na Arte de deitar bombas.

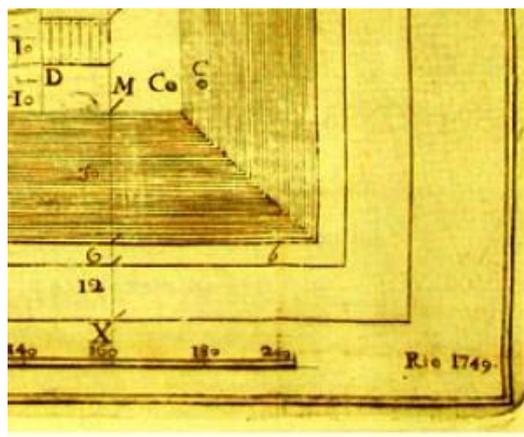
lidava com a educação matemática no período em que Alpoim esteve envolvido com a formação de soldados artilheiros e bombeiros no Brasil colonial.

Já o *Exame de Bombeiros*, de 1748, obteve todas as licenças, contando inclusive com a apreciação e a análise de autoridades religiosas, políticas e militares. Seu conteúdo era utilizado como material didático na instrução e formação dos militares na colônia.

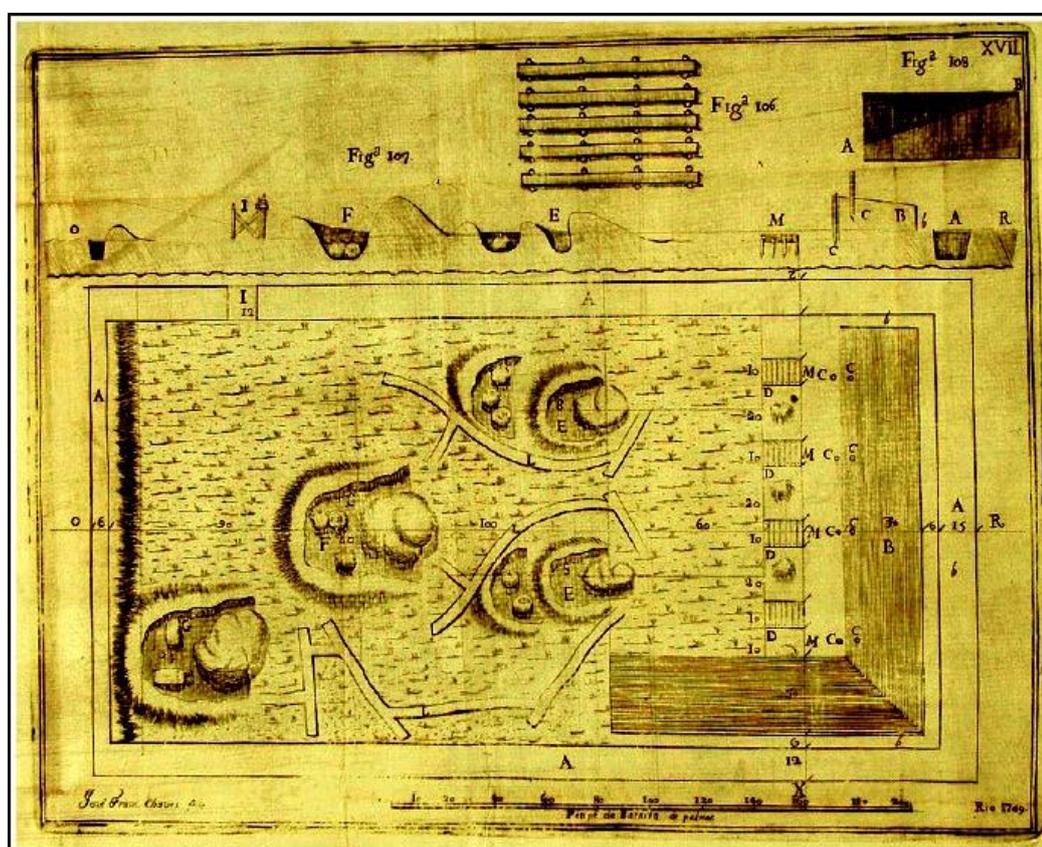
Gomes Freire e demais autoridades ressaltam o trabalho de Alpoim como uma obra de grande importância para o ensino da Arte de deitar bombas e na construção de fortificações.

Um fato importante a respeito das obras de José Fernandes Pinto Alpoim é quanto à sua impressão, pois ambas foram escritas no período em que ele ministrou aulas no Terço de Artilharia do Rio de Janeiro e poderiam ter sido impressas no Brasil. Outra questão relaciona-se à verdadeira data em que o segundo livro foi escrito e publicado. Em algumas das 10 pranchas que constam no final de um dos tratados, encontramos uma delas datada de 1749, mas na folha de rosto consta o ano de 1748.

A figura a seguir mostra o recorte e a prancha com a data – 1749 – e o local – Rio – que vieram a provocar suspeita quanto ao local de impressão das obras de Alpoim.



Recorte com o local e a data que levantou dúvidas sobre a data de impressão.



Prancha onde estão registrados o local e data.

Existem poucos exemplares das obras de Alpoim, principalmente do *Exame de Artilheiro*, que teve de ser recolhido por não ter obtido as respectivas licenças para circular na colônia.

Muitos historiadores¹⁷ levantaram dúvidas quanto à impressão dessas duas obras, já que, nesse período, se instala no Brasil uma tipografia e, apesar de constar nos livros suas respectivas oficinas, uma em Portugal e outra em Madri, há evidência de que essas obras teriam sido impressas no Brasil, na tipografia instalada no Rio de Janeiro, mas os próprios historiadores não se preocuparam em indicar os documentos que pudessem comprovar a hipótese dessa imprensa clandestina na colônia.

Sabe-se hoje que essa imprensa não veio a existir na época e que as obras realmente foram impressas em Portugal e na Espanha.

¹⁷ O grande culpado dessa crença é Varnhagen. De fato, na primeira edição da sua História Geral do Brasil, publicada em Madri em 1857, diz ele: “No Rio chegou a haver até uma imprensa, estabelecida por um Antonio da Fonseca que, sem ser clandestinamente, imprimiu em 1747 um livro acerca da entrada do ultimo bispo. E há que creia que desses tipos saiu clandestina a impressão do livro Exame de Bombeiros, do lente da Escola de Artilharia Alpim. O Exame de Artilheiros, livro do mesmo autor e muito mais raro que o primeiro, havia já sido antes impresso e até fora mandado recolher, por Carta Regia (de 15 de julho de 1744) ao corregedor d’Alfama de Lisboa, sob pretexto de não cumprir com a pragmática acerca dos tratamentos.” O Bibliografo Aprendiz, Rubens Borba de Moraes, p.159-160.

2. Nova Trigonometria
3. Longemetria
4. Altimetria
5. Morteiros
6. Morteiros pedreiros
7. Obus
8. Petardos
9. Baterias de morteiros (acrescido de dois apêndices)
10. Fogos de artifício (acrescido de dois apêndices)

2.2 O início da obra: as cartas oferecidas pelo autor



Retrato de Gomes Freire de Andrada, professor de Alpoim no curso de engenharia em Portugal e governador do Rio de Janeiro no período em que José Fernandes Pinto Alpoim foi professor na Aula do Terço de Artilharia.

Gomes Freire é merecedor de grande respeito por parte de Alpoim, pois na carta de oferecimento da obra o autor enaltece seu conhecimento, sua capacidade e competência tanto em batalha, como mestre e a serviço do rei.

Já ciente das críticas que receberia dos leitores, até intitulando-os “Leitores malévolos”, ele prepara e lhes oferece uma carta para torná-los cientes de que o número de pessoas que criticaram seu trabalho era muito maior que o das que o apoiaram, sendo essa reação já esperada, não prejudicando sua obra, nem a aplicabilidade de seu trabalho.¹⁸

Alpoim estava consciente das falhas que poderiam existir em seu livro e das discordâncias de suas abordagens. Ele era uma pessoa que teve múltiplas experiências e, delas, obteve suas verdades, por isso também concordava que seu trabalho pudesse não agradar a todos. Mas havia falta de material para o curso que ministrava, em decorrência da restrição de materiais de consulta, pois, como é sabido, alguns livros não podiam circular nas colônias portuguesas sem permissão. Além disso, a precariedade da formação dos soldados não permitia utilizar materiais em outras línguas e esses livros também não estavam à disposição de Alpoim.

Nas palavras de Alpoim a seus alunos, é possível verificar como ele se preocupa com sua aprendizagem. Na sua área, a prática é de extrema importância, quando se leva em conta o manejo e o domínio das técnicas de artilharia. Nesse sentido, essas palavras servem de estímulo ao estudo e ao treinamento.

¹⁸ *Exame de Bombeiros*, p. 14.

Na formação do bombeiro, questões como segurança e na utilização correta do armamento, assim como medir e ponderar corretamente quantidades de bombas, granadas e pólvora são também de extrema importância.

Os custos com material e armamento são levados em consideração e é fundamental que o aprendiz tenha consciência de que tudo gera um custo e que, em troca, o bom serviço prestado ao rei é a maior satisfação alcançada pelos soldados e seus comandantes.

Na carta que Manuel Antunes Suzano escreve a Alpoim verifica-se que foi bem-vinda sua chegada ao Brasil:

Reparei muito que estando esta terra conquistada, e povoada a mais de dois séculos, tendo sempre militares e necessidade de defesa, estivesse tanto tempo sepultada essa doutrina, que V.m. agora ensina e que fosse o primeiro que veio a minha terra fazer guerra a ignorância.¹⁹

Nessa carta, além de citar os trabalhos escritos por Alpoim, como *Exame de artilheiros* (1744), o advogado Manuel Antunes descreve suas habilidades e trabalhos ligados a construções e invenções que muito marcaram sua trajetória de vida no período em que viveu no Brasil, existindo uma grande confiança no trabalho desse homem nessa época.

Já Ribeiro Coutinho, também em carta, afirma que, antes de qualquer crítica ou opinião, deve-se conhecer bem a obra referindo-se ao trabalho de Alpoim, mostrando-se muito agradecido pelo oferecimento da obra pelo autor, ele cita palavras de Aristóteles:

Que só julga bem, quem bem conhece.

¹⁹ *Exame de Bombeiros*, p. 22.

Isso nos levar a crer que, antes de qualquer opinião, mesmo com toda a influência que exercia na colônia, e contando com sua posição de destaque, ele iria tomar conhecimento da obra de Alpoim e seu julgamento da obra do amigo iria se basear nos conceitos e saberes por ele acumulados, mesmo sabendo da sua capacidade como professor, engenheiro e militar.

Na análise que Ribeiro Coutinho faz da obra, além de mostrar a importância de compreendê-la com argumentos próprios relacionados e ainda julgar se os assuntos ali abordados podem ser apropriados por outras pessoas que não dispõem do mesmo conhecimento, aborda uma importante questão quando se escreve algo: atingir o objetivo com que a obra foi escrita, pois ela só se realiza se compreendida pelo leitor, daí a preocupação com o entendimento pelo outro, que Ribeiro Coutinho julga muito importante.²⁰

Gomes Freire busca explicar o conteúdo do livro de Alpoim dando exemplos simples e fazendo comparações, como se costuma fazer em explanações bíblicas, recurso empregado quando se faz a leitura de um determinado trecho bíblico e uma pessoa com conhecimento maior do assunto utiliza exemplos e situações para que se entenda o que está escrito ou sendo dito.

Gomes Freire analisa em primeiro lugar o título da obra: *Exame de Bombeiro*.

De início, ele aborda que existe uma diferença entre os escritos de Alpoim, e o segundo trabalho surge do conhecimento, estudo e da experimentação do

²⁰ Carta que André Ribeiro Coutinho, mestre de campo do Terço de Artilharia do Rio de Janeiro escreveu ao autor. *Exame de Bombeiros*, p. 26-39.

autor.²¹ O conteúdo do livro é dedicado aos soldados que desejam fazer os exames para se tornarem mestres na Arte de deitar bombas.

Com isso, Ribeiro Coutinho, em sua carta a Alpoim, se pergunta o que entendemos por um soldado bombeiro, citando nomes de Belidor,²² Francisco Malto,²³ os franceses François Brondel e Pierre Surirey de Saint Remy como grandes nomes nessa arte. Compara o livro a uma tocha acesa, justificando sua importância com a seguinte comparação:

... Ocorreu-me que para ter um exemplo que se explica o conceito deste livro, me parecia boa a figura da tocha acesa; por que assim como ela transmite a sua luz a muitas outras tochas, sem a diminuição da sua própria luz, nos protege das trevas e de tudo que está escondido; assim é o livro com seus documentos e sua ciência nos traz a luz à ignorância a grande diferença entre o livro e a tocha e que quanto mais brilha a tocha, mais rápido ela perde seu esplendor e sua luz, por outro lado quanto maior for o brilho de um livro maior sua importância e sua imortalidade.²⁴

O livro, ao seu olhar, tem um poder simbólico. Nessa carta, com as mais incríveis comparações, é enaltecido o uso e o papel instrutivo da obra, que é associada ao Sol, que nos fornece luz e calor, pois sem estas duas formas de energia, a vida na Terra seria inviável. E os livros, por seu conteúdo, trazem outro tipo de luz: a luz do conhecimento que vem organizar as informações, para que sejam compreendidas e repassadas.

O livro, pela visão de Ribeiro Coutinho, espelha técnicas e aspectos estudados e provados por engenheiros e militares, tanto franceses como ingleses, que transmitem sua grande experiência na arte da guerra. O conceito de

²¹ *Exame de Bombeiros*, p. 28.

²² Engenheiro civil e militar.

²³ Francisco Malto engenheiro inglês inventor do morteiro. *Exame de Bombeiro*, p. 31.

²⁴ Carta de Gomes Freire de Andrada endereçada ao autor. *Exame de Bombeiro*, p. 29.

bombeiro está relacionado à palavra “bombarda”, daí deriva o termo bombardeiro, que, em português, também significa bombardear e atirar. Ribeiro Coutinho conclui que, assim como podemos usar o termo *artilheiro* para quem atira, também podemos usar o termo bombeiro com sentido semelhante. Atirar e bombardear têm o mesmo significado.

O conjunto de conceitos, técnicas e ciências que Alpoim aborda em seu livro é uma prova para Ribeiro Coutinho do conhecimento de que o autor dispunha e aplicava em seus ensinamentos e em suas funções na colônia.

Ribeiro Coutinho termina a análise da obra apoiando o autor e dizendo não haver importuno algum na obtenção das licenças que possibilitem a circulação e uso do livro no curso de Alpoim. Ele julga a obra completa em todos os aspectos, pois o livro espelha-se nos trabalhos de grandes nomes na Arte de deitar bombas.²⁵

Mathias Coelho de Souza²⁶ elogia o trabalho de José Fernandes Pinto Alpoim e faz observações sobre sua importância e a competência do autor. Em sua opinião, trabalho tão bem-elaborado não teria por que não obter todas as licenças, julgando-se apenas a capacidade de tão admirável escritor.

O governador da Ilha de Santa Catarina, brigadeiro José da Silva Paes,²⁷ agradece a Alpoim por ter a honra de ler seu *Exame de bombeiros* e reconhece o

²⁵ Belidor, Malto, Brondel e Pierre Surirey de Saint Remy. *Exame de Bombeiros*, p. 31-33.

²⁶ Matias Coelho de Souza, governador em 1746. Brigadeiro, cujas terras deram origem à Chácara do Guarda-Mor Pedro Dias Paes Leme, no Rio de Janeiro, que a adquiriu de seus herdeiros em 1762. Nelas ergueu uma capela, dedicada a Nossa Senhora da Conceição, obtendo autorização para a realização dos respectivos sacramentos. Casado com Catarina Eugenia de Melo.

²⁷ Esteve envolvido em diversas situações e localizações, nas disputas territoriais entre portugueses e espanhóis no território que hoje é a região Sul do Brasil. Não raro batia-se com seu rival espanhol nestas disputas, Dom Pedro de Ceballos. Com o propósito de manter o território em mãos de Portugal, foi incumbido de construir o Forte Jesus, Maria, José, que originou a vila e depois a cidade de Rio Grande, em 1737. Aquela área era objeto de incursão espanhola

valor da obra e sua importância, principalmente pela falta de material em nossa língua para ensinar os tratados de Matemática e de Artilharia, tão importantes na formação do soldado.

2.3 Das autorizações da obra

Toda obra escrita ou enviada ao Brasil, só poderia circular mediante autorizações, devendo o conteúdo ser lido e analisado por membros nomeados pelo Regente, para avaliar a possibilidade de circulação. Os livros de Alpoim, *Exame de artilheiros* e *Exame de bombeiros*, escritos no Brasil, mas impressos em Portugal e Espanha, sofreram as mesmas etapas avaliativas; passando pelas Licenças de Santo Ofício, dada por D. Caetano de Gouveia, acadêmico real, Do Ordinário, por Victorino Pacheco e pelo Arcebispo de Lacedemonia, D. José, Do Paço, na qual o acadêmico Manoel de Campos, em sua leitura e interpretação da obra de Alpoim, faz críticas positivas que favorecem “o merecimento de todas as licenças necessárias à sua circulação e uso pelos soldados bombeiros em seus exames e nova atribuição nessa tão nobre Arte de deitar bombas”.

O autor dispunha de grande prestígio, o que garantiu sua designação para ocupar suas funções no Brasil.

comandada por Dom Pedro de Ceballos, que por duas vezes a tomou. Na ilha de Santa Catarina, enquanto esteve em mãos espanholas, sob o domínio de Dom Pedro de Ceballos, o brigadeiro incursionou e tomou-a para os portugueses, permanecendo como governador da ilha. Foi o primeiro governador da capitania de Santa Catarina, de 7 de março de 1739 a 25 de agosto de 1743, reassumindo o governo de 20 de março de 1746 a 2 de fevereiro de 1749. Projetou e construiu as fortalezas que constituíram o sistema de defesa da ilha de Santa Catarina.

Essas cartas resumem a capacidade didática e seu conhecimento tanto do pensamento filosófico como matemático e seu conhecimento militar, que lhe conferiu o título de Mestre na arte da guerra, sendo sua especialidade as peças de artilharia, denominadas como morteiros, seus métodos práticos e sua capacidade de criação ficam bem evidentes nas cartas que fazem referência e elogios à sua obra.

Capítulo 3 A Matemática prática dos bombeiros

3.1 Os conceitos utilizados por Alpoim

A utilização de instrumentos pelos bombeiros é de grande importância para o domínio da Arte de deitar bombas. Um fator fundamental na obra de Alpoim é que vemos a Matemática sendo utilizada não somente para proporcionar o domínio do instrumento de medida.

Vemos os conceitos matemáticos ser usados no processo de construção de muitos instrumentos, pois ele descreve como construir a sua *esquadra diretora*, um *petipé* e, no tratado sobre os morteiros, descreve as bombas e ensina um método prático para separá-las e classificá-las pelos diferentes tamanhos.

Assim, vemos que o mestre vai além de ensinar o processo matemático, empregando noções de Geometria ou de Álgebra, proporcionando modelos práticos e rápidos para resolver os problemas e situações impostas aos seus aprendizes.

O mestre ensina como construir o instrumento e com isso vemos que o conhecimento matemático se aplica durante todo esse processo.

Nessa Matemática, Alpoim busca fundamentação teórica e prática, no que ele mesmo denomina de Geometria dos bombeiros. Dentre todas as definições e demonstrações que encontramos nesse tratado há citações da obra Os

elementos de Euclides. Alpoim desenvolve seu trabalho no *Exame de artilheiros* e, nele, encontramos também um tratado sobre Geometria, apresentado na forma de perguntas e respostas.

O autor apresenta suas ideias de maneira clara e sucinta em suas definições e demonstrações, considera de grande importância o domínio de instrumentos de medida e as boas interpretações do desenho, como é possível observar nas figuras que representam as definições, encontradas no início do tratado de Geometria.²⁸

Essas figuras ilustram o ponto, a reta, como construir uma bissetriz e uma mediatriz, o uso do transferidor de grau na medida de um ângulo, a construção de um ângulo etc.

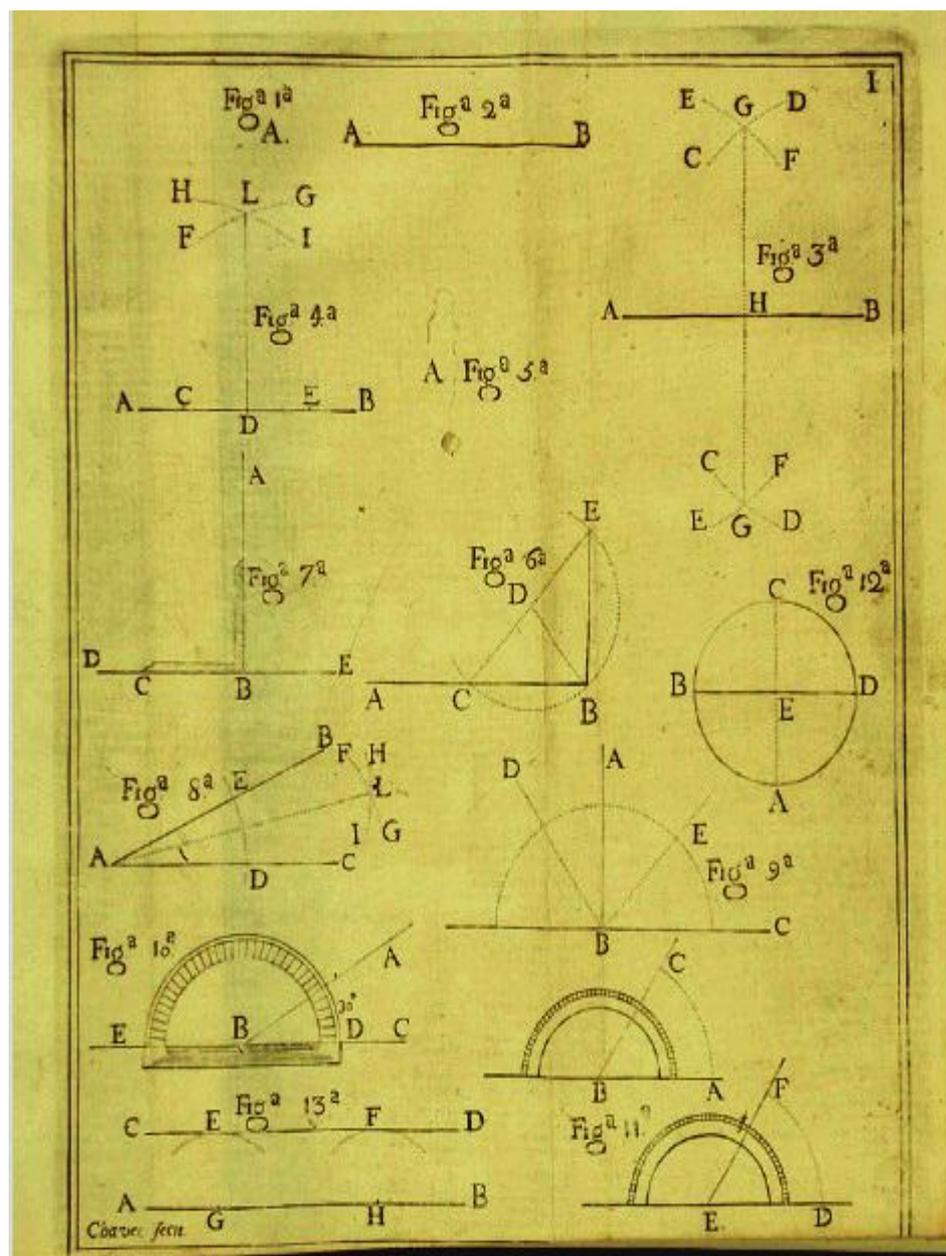
Em suas primeiras definições, Alpoim define o que é ponto e o que é reta, que, para a Geometria, são figuras simples e fundamentais, chamadas primitivas.²⁹

Manoel de Azevedo Fortes divide a Geometria em especulativa e prática.³⁰ Desse modo, ele considera as figuras primitivas: o ponto, reta e o plano como grandezas contínuas e permanentes.

²⁸ *Exame de Bombeiros*, p. 124.

²⁹ Figuras geométricas mais simples ou figuras geométricas que dão origem às demais figuras geométricas.

³⁰ *O Engenheiro Português*, p. 1.



Alpoim, quando define o ponto, a reta e o plano e em muitas outras definições, utiliza o livro de Manuel Azevedo Fortes, mas vemos que se confunde em sua citação referente à definição de reta, pois em seu livro indica estar no Livro 1, capítulo 2, definição 4 e folha 9, no entanto, há aí um equívoco, pois observa-se que não existe a definição quatro no capítulo 1, e a definição de reta corresponde à definição 3, que se encontra na folha 8 do livro de Manuel Azevedo Fortes, *O engenheiro português* (primeiro tomo). Em suas definições e

explicações, encontramos citações à obra *Os elementos* de Euclides. Alpoim no tratado de Geometria dos bombeiros explica como construir uma reta, o que usar na construção de uma reta e também como dividir uma reta em duas partes iguais, mas vemos, na Proposição X, do primeiro livro de Euclides, que ele deixa claro que a reta a ser construída tem um comprimento determinado, isso nos leva a crer que se trata de um segmento de reta e não de uma reta. Outro fato importante é que a demonstração de Alpoim, ao tratar da divisão da reta em duas partes iguais, difere da demonstração de Euclides, mas ambas estão corretas. É a referência inserida por Alpoim que garante que a propriedade demonstrada também está correta.

É fato que Alpoim estava preocupado em encontrar uma maneira mais simples e prática de explicar tais fundamentos, pois tinha fixa a ideia de formar soldados bombeiros e não matemáticos. Isso fica claro quando ele mesmo define “reta perpendicular” usando o termo “linha a prumo”, prumo é um instrumento utilizado até os dias atuais, que se baseia no princípio básico do alinhamento com um eixo vertical, formando um ângulo reto com o eixo horizontal, ou seja, nada mais é que uma linha com um peso em sua extremidade. Ele também pode ser utilizado para indicar se uma parede ou coluna estão inclinadas, se estiverem na mesma direção do fio de prumo, dizemos que estão na perpendicular.

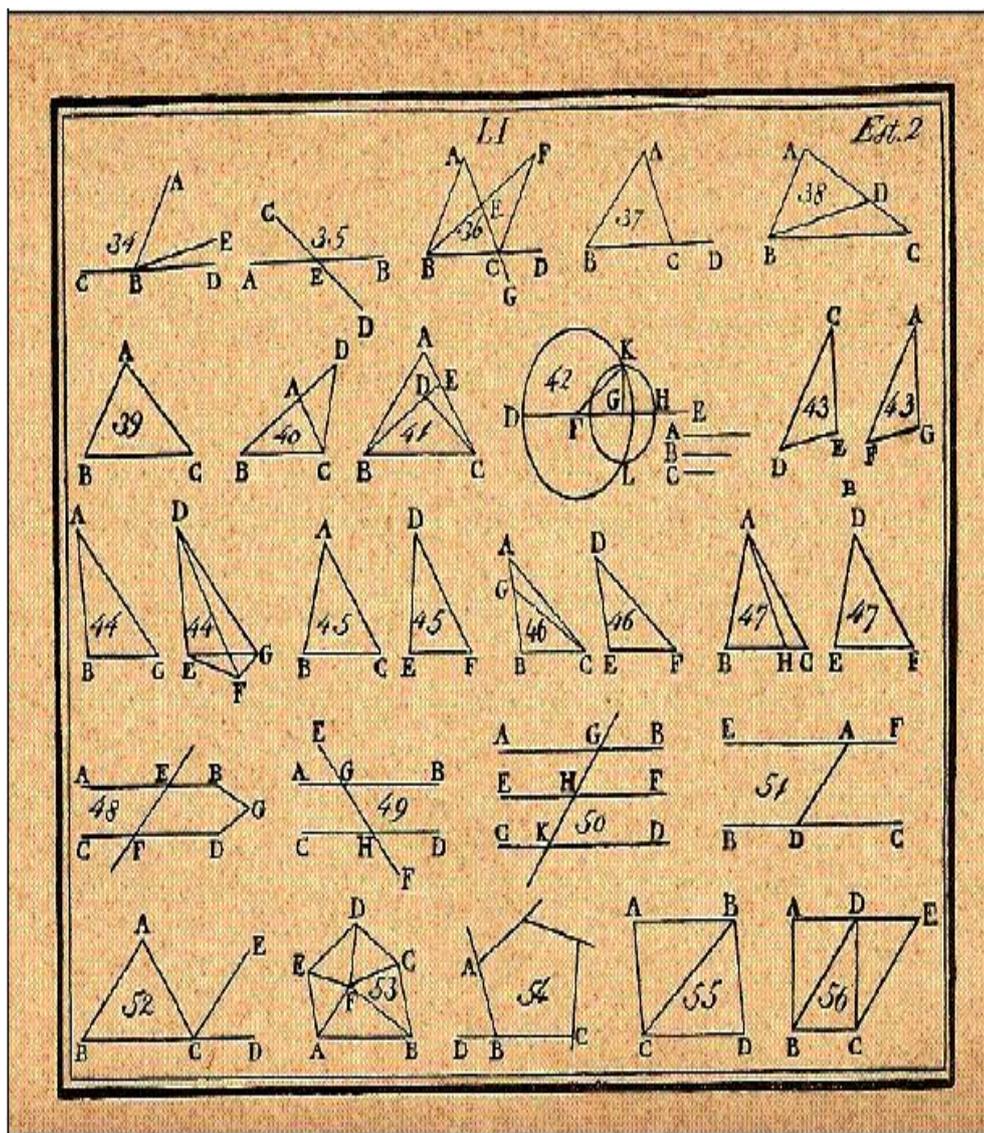
Alpoim procura explicar o conceito de retas perpendiculares com uma abordagem bastante relevante, pois o instrumento em questão é construído, demonstrando-se, assim, sua utilização a partir do conceito matemático de perpendicularidade. Em sua obra, vemos a Matemática ser utilizada em dois

momentos importantes no processo de aprendizagem, ajudando na fixação do conceito em questão.

Essa definição foi usada por Alpoim para explicar o que são retas perpendiculares aos soldados bombeiros.

Verificamos que as Proposições X e XI do primeiro livro de Euclides serviram para demonstrar o procedimento para a construção da Mediatriz³¹ e que a Proposição XI garante ainda que essa reta construída seja perpendicular à reta dada.

³¹ Reta que divide um segmento de reta em dois segmentos de mesma medida.



Página de *Os elementos*, de Euclides, mostrando como se constrói uma reta perpendicular.

Nessa página do livro de Euclides, destaca-se o detalhe da Figura 42, que define como construir uma reta perpendicular, tendo um ponto qualquer não pertencente à reta dada, e também como construir uma perpendicular passando pelos extremos da reta. Alpoim utiliza a definição de semicírculo de Euclides.³²

³² Euclides, *Os elementos*, p. 57.

Alpoim demonstra e executa a construção da reta perpendicular usando o compasso e, com o conhecimento que tem das propriedades geométricas, isso fica claro em suas figuras. Ele também julga que o uso de ferramentas e instrumentos é de grande importância, pois vemos em uma de suas figuras o uso do esquadro, em suas palavras:

Com um esquadro se fazem estas operações facilmente; por que não a mais o que arrumar uma perna do esquadro, como CB, sobre a reta dada DE, e que o ângulo B, e com o lápis, pena ou compasso, tiraremos a reta BA, que será a perpendicular, sobre DE, e ao ponto B.³³

Quanto à definição de ângulo, Alpoim explica que ângulos diferem conforme a medida de sua região interna (sua abertura), e que são medidos em graus,³⁴ sendo tal grandeza definida pela divisão da circunferência em 360 partes iguais, cada uma com o nome de “grau”.

O grau é indicado por uma cifra,³⁵ apresentando, assim como é utilizado nos dias atuais, divisão em minutos, indicada pela plica (apóstrofo).³⁶ Alpoim aponta que a grandeza utilizada na medição de ângulos vale também para as operações, cujas regras são igualmente apresentadas. As operações são explicadas e ele demonstra que existe uma consideração importante para a soma e a subtração de ângulos, que é o fato de o grau possuir 60 minutos, devendo-se, por esse motivo, converter minutos em graus ou graus em minutos, sempre que necessário.

Na página abaixo, temos exemplos de adições e subtrações e das transformações realizadas.

³³ *Exame de Bombeiros*, p. 124.

³⁴ *Ibidem*, p. 50.

³⁵ Símbolo: pequena circunferência que é escrito acima e à direita do número.

³⁶ Símbolo também colocado acima e à direita do número.

D A G E O M E T R I A 7

$$\begin{array}{r} 40^{\circ} + 26 \\ 30^{\circ} + 16 \\ \hline 70^{\circ} + 36 \end{array}$$

Quando os minutos chegam a 60, passarey hum gráo, para os gráos; como, sommando $40^{\circ} + 26$, com $20^{\circ} + 46$, faz $60^{\circ} + 66$; e como 60 minutos fazem hum gráo, será logo a somma 61 gráo.

$$\begin{array}{r} 40^{\circ} + 26 \\ 20^{\circ} + 46 \\ \hline 60^{\circ} + 66 \end{array} \text{ igual a } 61 \text{ gráo.}$$

Quando os minutos passarem de 60, se lhe tirão os gráos, que tiverem, e o que restar, ficará no lugar dos minutos, e os gráos se passaráo ao lugar dos gráos; como, sommando $40^{\circ} + 56$, com $70^{\circ} + 46$, faz $110^{\circ} + 96$; e como 90 minutos tem hum gráo, e sobejaõ 30 minutos, este gráo ajuntaremos a 110, e faz 111, e ainda sobejaõ 30 minutos, e direy, que $40^{\circ} + 56$ sommandos com $70^{\circ} + 46$ fazem 111 gráos, mais 30 minutos.

$$\begin{array}{r} 40^{\circ} + 56 \\ 70^{\circ} + 46 \\ \hline 110^{\circ} + 96 \end{array} \text{ igual a } 111 \text{ gráos,} \\ \text{mais } 30 \text{ minutos.}$$

Para diminuir, se faz a mesma operação, que no diminuir ordinario; porque he tirar o menor do mayor, e o que resta, he a differença; como, tirar 40° de 50° , restaõ 10° , quando não há minutos.

Porém quando o numero menor tiver minutos, e o mayor não, tiraremos hum gráo ao numero

Diminuir gráos, e minutos.

A iiii

mero

O armamento utilizado, sem o mínimo de questionamento, dependia diretamente do conhecimento matemático daquele que fosse agir em seu manejo, com isso, vemos que, assim como as operações envolvem a medida de arcos, ele considerava as definições de diâmetro, raio e circunferência. Isso porque nos deparamos com armamentos que possuem tubos metálicos cilíndricos de diferentes medidas e que o uso da geometria se faz de extrema importância.

Quanto Alpoim define a circunferência, ele utiliza uma relação de proporcionalidade, e, ao invés de indicar a constante PI (π), ele explica como encontrar o valor de uma circunferência com base em seu diâmetro, afirmando que o diâmetro de um círculo está para sua circunferência assim como sete está para vinte e dois. Isso nos mostra que, aproximadamente, o comprimento de uma circunferência será sempre três vezes maior que seu diâmetro. Maneira clara encontrada por Alpoim para demonstrar a maneira de calcular o comprimento de uma circunferência, citando, para isso, as demonstrações de Arquimedes e de Clavius, pois ambos demonstraram a validade dessa importante propriedade.

Para Alpoim e seus alunos bombeiros, a importância dessa propriedade está relacionada com o conhecimento e manuseio do armamento e com o cálculo a ser feito para as quantidades de pólvora e as distâncias a serem atingidas pelas bombas.

A obra *Exame de artilheiros*, na qual encontramos os tratados sobre Álgebra e Aritmética, traz também conceitos e exemplos de como tratar problemas que envolvam a lógica da razão e da proporção.

Quanto conceitua e exemplifica como tratar com o círculo e a circunferência, Alpoim faz uso dos conceitos de razão e proporção, explicitando ainda o conceito de razões inversas, conforme citado a seguir:

Pergunta: Como se busca o diâmetro de um círculo?

Resposta: Esta operação e conversada acima; por que a circunferência de um círculo se há para seu diâmetro como 22 dá para 7 e armando a regra de três, diremos: Se 22 dá 7, a circunferência dada que diâmetro dará? Feita a conta, fase o diâmetro pedido.³⁷

³⁷ *Exame de Bombeiros*, p. 55.

3.2 A construção e o manuseio de instrumentos de medida

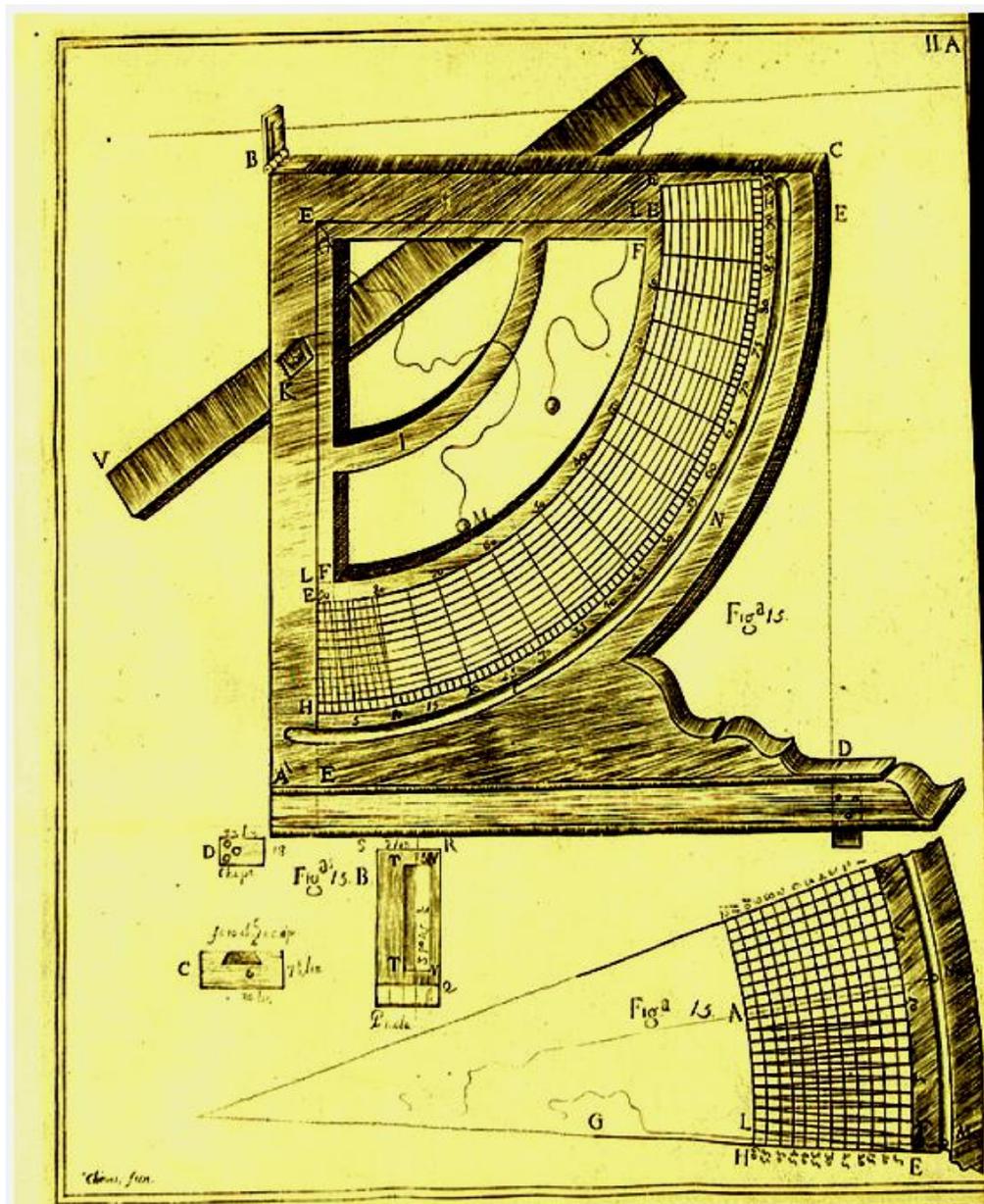
Como já foi descrito e pode-se observar nos tratados que dividem o *Exame de bombeiros*, Alpoim procura aplicar a Matemática de maneira clara e direta, sem o uso de teoremas e demonstrações. Para ele, as demonstrações são importantes, mas não essenciais na obra em questão. A Matemática utilizada por ele é prática e o trabalho com os números, direto e rápido.

Por outro lado, vemos que existe a preocupação de mostrar a presença da Matemática em tudo que o soldado bombeiro vai utilizar em seu ofício, cabendo ao mestre passar adiante seus ensinamentos, acreditando na multiplicação do conhecimento e em sua abordagem. Isso demonstra a Matemática sendo aplicada na elaboração e na construção dos instrumentos que são importantes para seu aprendiz.

Como exemplo, temos a descrição que Alpoim faz quando ensina o uso, a construção e o manuseio da Esquadra Diretora, que segue abaixo:

Na aula de artilharia desta cidade do Rio de Janeiro, em que sou lente, fiz varias experiencias, e sempre achei, que a “Diretora”, me correspondia ao conceito que dela fiz, quando a inventei.³⁸

³⁸ *Exame de Bombeiros*, p. 177.



Como a aula no Terço de Artilharia tinha o objetivo de formar soldados bombeiros que utilizavam armas e realizavam tiro indireto, ele demonstra como construir a esquadra.

O material utilizado é madeira de boa qualidade, pois trata-se de um instrumento de precisão e preza-se sua durabilidade. Quanto às medidas, utiliza-se o “palmo” como padrão e as medidas menores são chamadas de linhas, a

escala de inclinação fica dividida em partes iguais, tendo cada uma 5 graus, somando-se assim os exatos 90 graus.

As linhas dividem cada 5 graus em 12 linhas de mesma largura, obtendo-se os minutos, o que aumenta a precisão do instrumento.³⁹

Alpoim era respeitado por suas invenções e praticidade, como o manuseio das peças de artilharia, mais precisamente os morteiros, que tinham seu lançamento descrito por trajetórias curvas, exigindo que o soldado bombeiro inclinasse o tubo do morteiro possibilitando diferentes elevações.

Isso era necessário, pois o alcance das bombas dependia da elevação do tubo do morteiro. Essa exigência fez com que fosse necessária a utilização de um instrumento muito parecido com um esquadro, que, colocado sobre o tubo do morteiro, determinava a inclinação relativa ao eixo horizontal.

Alpoim descreve seu funcionamento e sua construção, o tipo de material, a qual madeira recorrer. Além disso, ressalte-se que tal instrumento corresponde à quarta parte de uma circunferência, sendo graduado de zero a 90 graus. Alpoim não utiliza a graduação em minutos na escala da esquadra, apesar de deixar claro a seus alunos que as medições feitas em minutos deveriam ser consideradas, porém podiam ser obtidas por meio de outra regra e que o domínio no uso da esquadra dependia do uso do instrumento. Na obtenção dos minutos, Alpoim divide a escala em 12 partes iguais e traça diagonais para a obtenção da elevação em minutos.

Temos os conceitos matemáticos aplicados ao iniciar a construção do instrumento, pois ele determina que dividamos a circunferência em quatro partes,

³⁹ *Exame de Bombeiros*, p. 23-24.

devendo-se utilizar a quarta parte, obtendo um setor da circunferência com exatos 90°. A partir daí, ele começa a graduar esse setor dividindo-o em três partes iguais, utilizando o compasso, e assim por diante, até obter 5° que será a menor medida.

O padrão de medida de comprimento é o palmo e a polegada, não havendo menção de medidas do sistema métrico decimal no processo de construção. O instrumento é construído mediante suas instruções e dentro dessas medidas, mesmo que sejam diferentes, pois apesar de o palmo ser um padrão aproximado, não interfere no uso do instrumento. Sua precisão está na escala em graus dessa escala, que deve ser bem dividida e graduada.⁴⁰

A seguir, vemos como se posicionava a esquadra no bocal dos morteiros, como eram feitas as aferições das elevações.

⁴⁰ *Exame de Bombeiros*, p. 56.

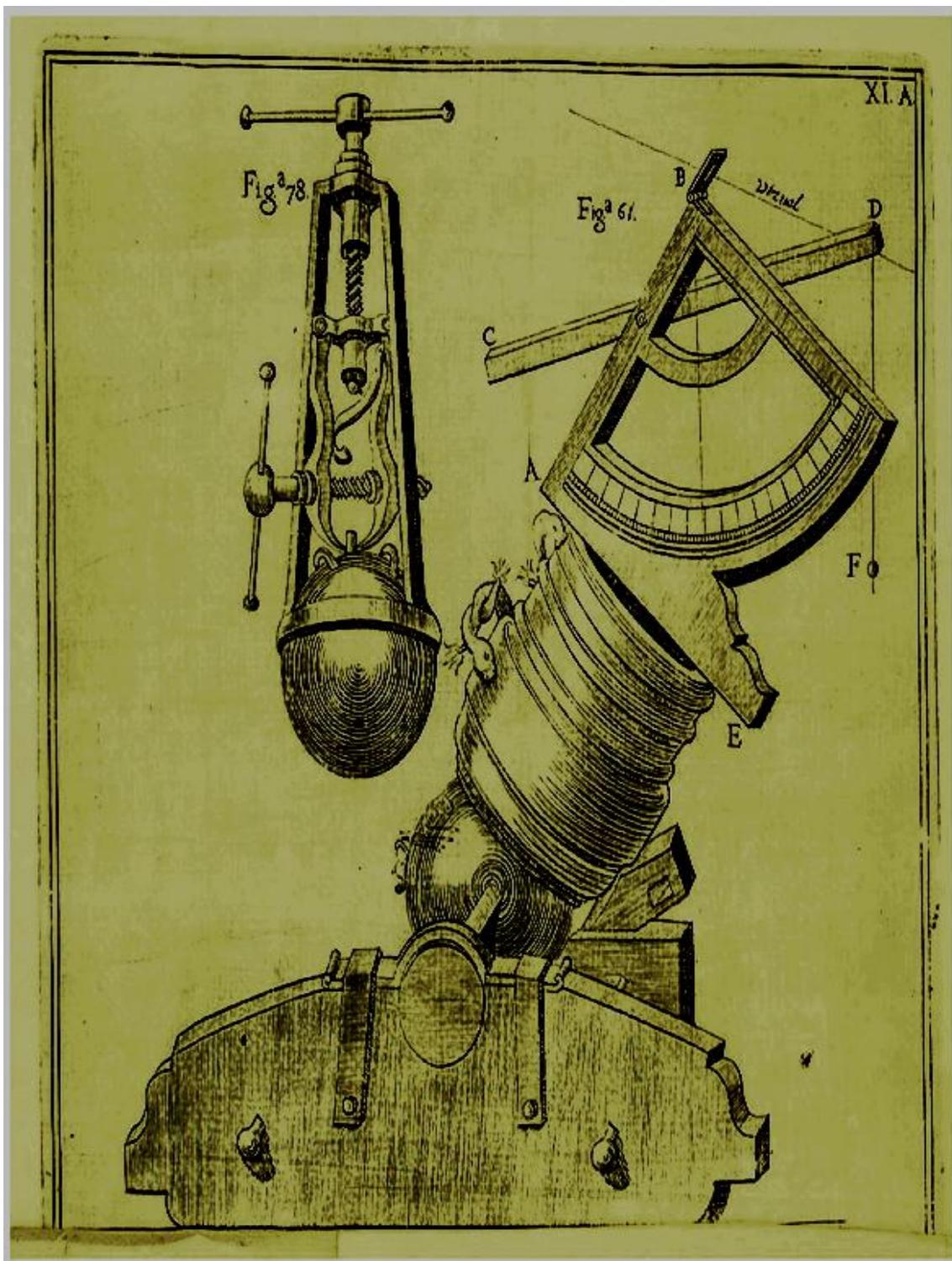


Imagem do posicionamento da Esquadra de Alpoim na boca do morteiro, e os respectivos fios de prumo que buscam o ângulo de inclinação

É importante observar que a esquadra utiliza dois fios de prumo que, no desenho de Alpoim, aparecem representados pelas letras F e E, a posição do fio representado pela letra e pela figura indica tanto os graus como os minutos.

Como o instrumento possui sua escala indicada em uma curva, a própria escala foi dividida em 12 partes, pois assim teremos divisões de 5 minutos cada uma e, traçando vários arcos de circunferência, temos o que nos parece quase um quadriculado que, por sua curvatura, permite que o fio de prumo indique as inclinações tanto em graus como em minutos, sendo os números múltiplos de 5.

Assim, Alpoim, utilizando os conceitos e as propriedades matemáticas e tendo todo o cuidado de justificá-las e fundamentá-las, explica toda a construção e utilização de um instrumento cujo manejo é fundamental na profissão de soldado bombeiro.

No que cabe à inclinação, vemos que a esquadra cumpria sua função, mas e quanto ao alcance das bombas?

Como o primeiro tratado trata de Geometria, seguem-se definições e mais definições sobre triângulos, com a correspondente classificação, e percebemos que a construção de triângulos semelhantes por meio de compasso era importantíssima.

O petipé, como observado nos desenhos do livro *Exame de bombeiros*, era uma régua graduada em partes iguais, sua divisão era feita com base na construção de triângulos. Esse instrumento linear de medida era utilizado para medir o alcance das bombas, sendo que mais tarde os soldados seriam instruídos a utilizar métodos indiretos para determinar seu alcance, mas naquele momento o

uso do petipé era importante, pois o método para encontrar as distâncias seria ensinado mais adiante.

É importante destacar que, ainda tratando de distância, o autor explica e define os conceitos de proporcionalidade, e salienta aos seus alunos que, ao executar um lançamento oblíquo, a quantidade de pólvora na câmara do morteiro deve ser ponderada, para que seja possível prever as distâncias com o máximo de exatidão.

Como os morteiros possuem câmara cilíndrica, Alpoim finaliza o primeiro tratado ensinando como realizar cálculos do volume da esfera e do cilindro, que se relacionam com as bombas utilizadas nos morteiros e com a quantidade de pólvora utilizada nas câmaras, havendo ainda associação entre quantidade de explosivo e alcance da bomba.

Como foi descrito, a Esquadra de Bombeiro era utilizada no bocal da câmara do morteiro para indicar a inclinação em graus e minutos, mas Alpoim fez uma adaptação e hibridizou a esquadra, surgindo assim a Esquadra Diretora, já indicada acima. Além de indicar a inclinação do morteiro, o instrumento indicava a direção do tiro, atingindo uma precisão que servia muito bem a seu momento.

No segundo tratado, Alpoim aborda uma nova Trigonometria, surgindo nas suas referências algumas menções a Belidor, pois esse autor francês é bastante citado nos cursos de Engenharia em Portugal. A Trigonometria era ensinada no curso de Alpoim, pois era através dela que os soldados bombeiros realizavam cálculos para obter as distâncias de alcance das bombas em função do grau de elevação do tubo do morteiro. Esse uso da Matemática se fazia necessário principalmente pela praticidade e a Trigonometria, por contar com a ajuda de

constantes, ou logaritmos, vem possibilitar o cálculo da distância, da altura e da profundidade, sem aplicar uma medida direta, nem ter que utilizar um petipé, por exemplo. Alpoim aborda os conceitos de Trigonometria usando analogias gerais e princípios fundamentais da Geometria de Euclides, especialmente a ideias que se referem às propriedades de congruência e semelhança de triângulos, que ajudam seus alunos soldados a identificar e classificar os triângulos.⁴¹

Os princípios estabelecidos nessa nova Trigonometria são os cinco princípios gerais de resolução de triângulos.⁴²

No primeiro princípio, que Alpoim chamou de “Uma Nova Trigonometria”, vemos a aplicação das propriedades dos triângulos, chamadas de “as seis quantidades dos triângulos”, ou seja, seus lados e seus ângulos. Quando se observam essas quantidades, ele deixa claro que é muito importante conhecer bem três dessas quantidades.

Assim, ele discute casos de congruência e na de semelhança. Ele atenta para sempre buscar conhecer 3 quantidades que venham a garantir que os triângulos usados como suporte na obtenção das distancias sejam congruentes, visto que quando se trata de somente ter conhecido as medidas dos ângulos internos do triângulo, isso não vem a garantir a existência de três das seis quantidades necessárias.

Quando Alpoim utiliza a triangulação é importante que o triângulo possua um de seus lados conhecido, isso por que o método onde se busca distâncias ou alcance das bombas envolve a medida dos lados e de seus ângulos e a consulta de tabelas com seus respectivos ângulos de elevação, a grande questão aqui é

⁴¹ Definição de Trigonometria retilínea do Bispo Caramurel, *Exame de Bombeiros*, p. 45.

⁴² *Exame de Bombeiros*, p. 25.

que utilizar somente ângulos conhecidos de triângulos não garante saber a distância do alvo até a peça de morteiro. Por outro lado Alpoim deixa claro em seus exemplos que:

Se soubermos o valor dos três lados do triângulo, temos três quantidades, o que permite conhecer a medida de seus lados ou de seus ângulos. De maneira análoga, se assim conhecermos o valor de dois lados e o ângulo entre eles, também podemos dizer que conhecemos três das quantidades do triângulo.

No segundo princípio, ele estabelece que triângulos iguais sempre, terão senos iguais relacionados a seus lados, de maneira sejam tomados os lados correspondentes desses triângulos.

No princípio terceiro, Alpoim, de acordo a Proposição 32 do primeiro livro de Euclides, define que somando a medida de dois ângulos internos de um triângulo, o resultado obtido corresponde à medida do suplemento, isso ocorre porque a soma dos ângulos internos de qualquer triângulo é igual a 180° , assim encontra-se o valor do ângulo oposto ao lado que teve os ângulos somados.

O quarto princípio está relacionado com o segundo, mas no sentido inverso: senos iguais correspondem a ângulos também iguais.

Se o seno de um ângulo tem um determinado valor numérico, esse valor também se relaciona ao seu arco, então tanto o arco como o ângulo devem possuir o mesmo seno e, o mais importante, podemos obter a medida das perpendiculares relativas a esses arcos e a esses ângulos.⁴³

Para a prática de Alpoim, era importante que seus alunos aplicassem o seno logaritmo, porque as distâncias a calcular utilizando a triangulação se

⁴³ *Exame de Bombeiros*, p. 27.

portavam sempre no eixo vertical e no eixo horizontal, em outras palavras, considerando o triângulo retângulo a partir do ponto de localização do morteiro ou obus, a distância na linha do horizonte seria um dos catetos do triângulo, e a distância vertical sempre se posicionaria na posição de cateto oposto. Assim, de posse do seno logaritmo e da relação de Pitágoras aos lados do triângulo, poder-se-ia traçar e conhecer qualquer medida em questão que envolvesse a distância da peça de artilharia, daí a importância e a praticidade do uso da Trigonometria em suas aulas.

Pelo uso da esquadra que mede a elevação do tubo do morteiro e associando essa elevação com os valores encontrados na tabelas dos logaritmos, Alpoim descreve a estrutura da tábua para uso com os senos dos arcos e afirma que, assim como usamos o valor numérico do seno para obter uma distância desconhecida, podemos partir das medidas do triângulo e obter o valor dos senos logaritmos do ângulo oposto, exceto quando se trata de medidas de lados de triângulos, pois, nesse caso, deve-se observar e saber reconhecer se tais medidas permitem a formação de um triângulo. Para esclarecer essa ideia, ele dá exemplos para mostrar que a existência de um triângulo está condicionada à propriedade que diz: “somando-se as medidas dos lados menores de um triângulo, o valor obtido tem que exceder a medida do lado maior”.

Fica estabelecido por Alpoim que, para a prática da Arte de deitar bombas, a medida suficiente de arcos é até 90 graus, considerada o seno total ou seno reto. Quanto à divisão adotada na escala que compreendia o raio, chamado de raio logaritmo, ficou convencionado que a divisão do raio na obtenção dos senos

logaritmos seria de um conto,⁴⁴ sendo que Alpoim justifica que a bibliografia apresenta o raio logaritmo sendo dividido em 10 ou em 100 contos⁴⁵.

As tábuas de logaritmo elaboradas por Napier⁴⁶ e por outros matemáticos traziam valores a partir de números absolutos.⁴⁷ Alpoim demonstra também como determinar os valores de logaritmos de ângulos quebrados e explica uma situação muito curiosa que foi discutida e de difícil aceitação: quando tinha que representar um valor numérico com sinal negativo, no método por ele aplicado isso ocorria a partir da diferença entre o numerador e o denominador de uma fração, quando se buscava a diferença e o denominador era menor, assim, o resultado era indicado com um traço à sua frente.

A denominação usada por ele não era de “número negativo”, mas de “grandezas defectivas”, que não tinham valor ou para serem positivas faltava-lhes o algarismo das unidades. O traço então tinha a intenção de indicar a falta e não que o número era negativo.⁴⁸

Outra aplicação para o uso da tabela dos logaritmos citada por Alpoim era no cálculo da raiz quadrada.

Como o uso do triângulo retângulo nesse tratado é constante, ao aparecer em cálculos, na maioria dos casos, busca-se a raiz quadrada do número, conforme exemplo proposto pelo autor:

⁴⁴ 1 (um) conto equivale a 1.000.000, assim como 10 contos equivalem a 10.000.000 e 100 contos 100.000.000.

⁴⁵ *Exame de Bombeiros*, p. 33.

⁴⁶ John Napier, ou Neper, não era matemático profissional. Era um proprietário escocês que administrava suas propriedades e escrevia sobre vários assuntos. Trabalhou em sua invenção dos logaritmos durante 20 anos antes de publicar seus resultados.

⁴⁷ Números absolutos, esse termo se referia a valores numéricos inteiros e positivos.

⁴⁸ *Exame de Bombeiros*, p. 37.

Suponhamos que queremos tirar a raiz quadrada do número 9.216 menor, que 10.000: o seu logaritmo é 3,96454 e tomado a sua metade, que é 1,98227, a que corresponde na Tabuada dos logaritmos, dos números absolutos, a 96 que nada mais é que a raiz quadrada do número 9.216.⁴⁹

A meu ver, nesse método, Alpoim buscou simplificar os cálculos, pois, em situação de tensão, devem ser executados rapidamente, e através de consulta, dando maior certeza a quem os realiza. Outras aplicações foram encontradas quanto ao uso da raiz quadrada, podendo-se, por meio dela, calcular a altura da parábola, já que a trajetória das bombas descreve esse tipo de curva e a força de impacto das bombas é obtida pelos valores resultantes a partir da raiz quadrada.

3.3 A ciência dos bombeiros: Longimetria e Altimetria

O ensino militar de artilharia usa o passo, a vara, o palmo e outras unidades para medir e comparar distâncias.

Alpoim, no terceiro tratado, aborda a necessidade de medir distâncias tanto por meio direto⁵⁰ como indireto, usando as chamadas qualidades geométricas e trigonométricas que possibilitam tornar conhecidas estas distâncias.

Em seu livro, Manoel Azevedo Fortes, *O engenheiro português*, define Longimetria como: "... ensina a medir sobre a terra as distâncias, ou

⁴⁹ Ibidem, p. 40.

⁵⁰ Meio direto significa comparar com um padrão estabelecido. Ex. quantos palmos ou quantas varas de distância.

comprimentos; e estas medidas se fazem por linhas retas, acessíveis ou inacessíveis, horizontais, ou verticais, e inclinadas.”⁵¹

Já Alpoim, em seu livro, define Longimetria como:

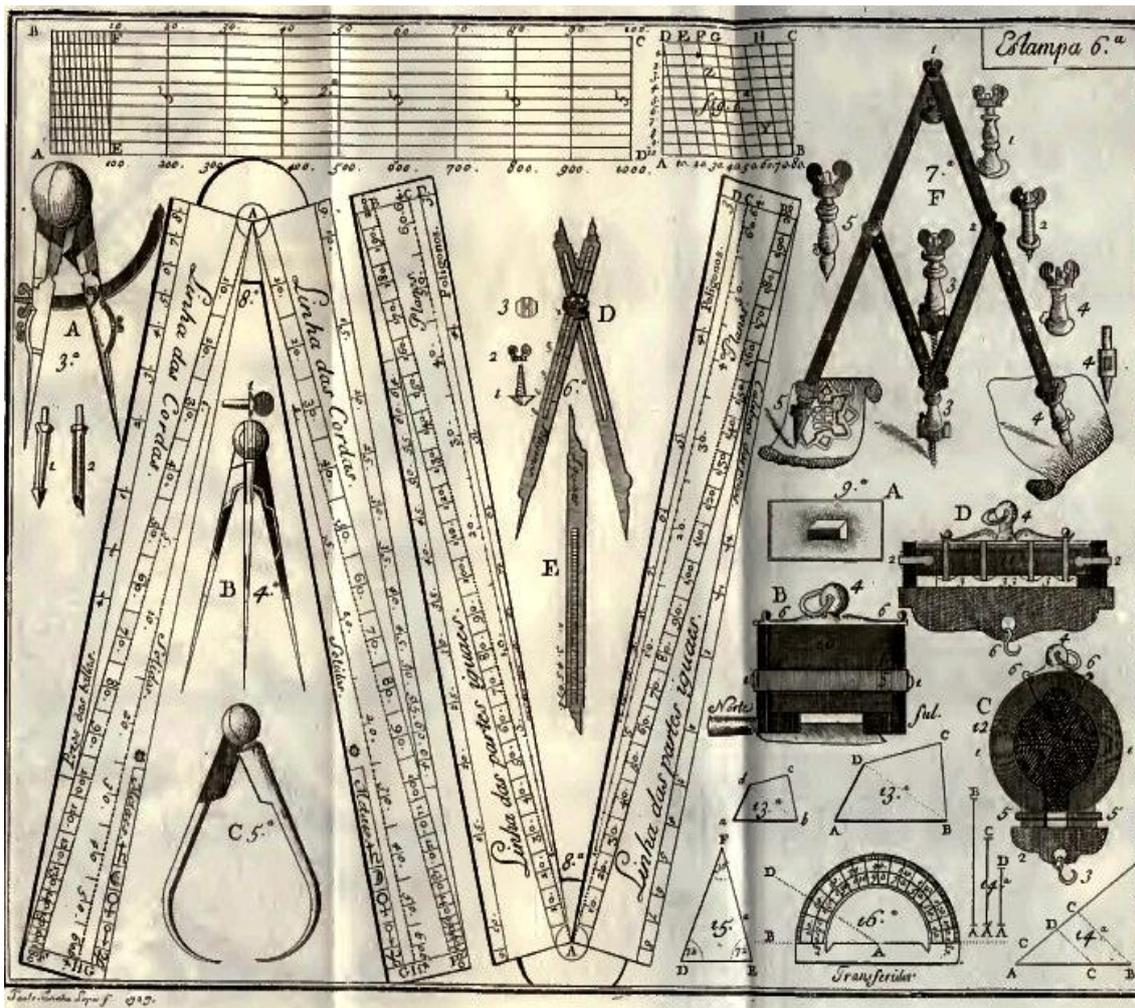
E a arte que ensina a medir toda a sorte de distâncias, horizontais, verticais, acessíveis, inacessíveis, por meio de alguma medida conhecida; como vara, passo, ou palmo ou outra qualquer com instrumento ou sem ele, pratica ou trigonometricamente.⁵²

Assim, vemos que Alpoim faz referência ao seu mestre, pois as definições se encaixam e se completam. Alpoim somente dá uma definição na qual fica registrado que a prática se faz necessária e o uso dos instrumentos para medir ou aferir as distâncias é necessário em seu ensino e em sua prática de ensino.

O livro de Alpoim não traz imagens de instrumentos de uso prático no cálculo das distâncias, mas podemos observar imagens desses instrumentos no livro de Manoel Azevedo Fortes, *O engenheiro português*, a seguir.

⁵¹ *O Engenheiro Português*. Livro I da Longimetria, p. 3.

⁵² *Exame de Bombeiros*, p. 61.



Instrumentos de medida utilizados para o desenho em suas medidas e o Pantômetro figura 7 instrumento de ampliação de imagens

A imagem mostra instrumentos comuns de desenho, como transferidor e pantômetro⁵³, usados junto com os cálculos de trigonometria.⁵⁴

Longemетria, pela definição de Alpoim e de Manoel de Azevedo Fortes, é a técnica que busca obter distâncias de maneira indireta com o uso de um instrumento, que possibilita a medição dos ângulos de inclinação tanto no plano horizontal como no plano vertical.

⁵³ O pantômetro ou pantógrafo tem a finalidade de ampliar ou reduzir uma imagem.

⁵⁴ O *Engenheiro Português*, estampa 6.

Os dois planos são abordados por Alpoim, pois os soldados deviam ser capazes de prever distâncias de elevação que possibilitassem o ataque a locais acima do plano onde estava o morteiro, ou o obus, assim como a lugares baixos, sendo que a arma poderia estar posicionada em um lugar mais elevado da posição de ataque.

A previsão e o cálculo das distâncias são feitos posicionando-se pontos de referência e aferindo-se os ângulos que se relacionam a esses pontos.

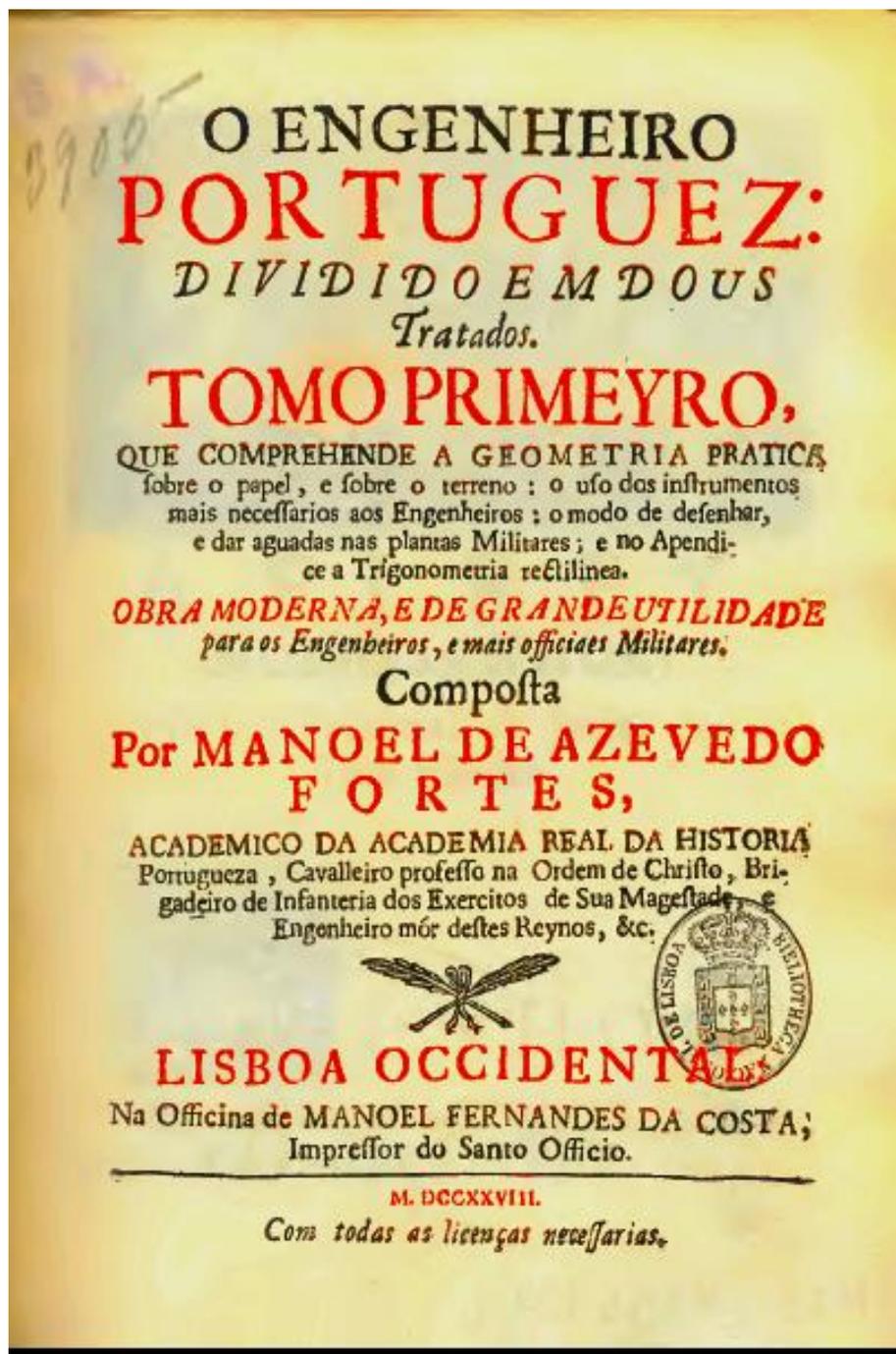
É importante observar que esse trabalho é realizado pelos topógrafos até os dias atuais, que o método usado continua sendo o mesmo, assim como se mantêm as características do instrumento utilizado, inclusive o uso de bandeirolas de demarcação, como é citado nos exemplos apresentados nesse tratado.

No livro de Manuel de Azevedo Fortes, ao qual Alpoim faz referência, não encontramos uma parte dedicada a Altimetria, isso porque ele considera a Longimetria única.

Já Alpoim divide a Longimetria em duas partes, de modo a facilitar o aprendizado, porém não se aprofunda no estudo do plano e dos sólidos, como faz Manoel de Azevedo Fortes, cujo livro se dirige a engenheiros e oficiais militares, tratando de temas como Planimetria⁵⁵ e Stereometria.⁵⁶ Esses assuntos não são abordados a fundo no livro de Alpoim.

⁵⁵ *O Engenheiro Português*. Tomo I, p. 59.

⁵⁶ *Ibidem*, p. 216.



Folha de rosto do livro do mestre de Alpoim.



Efígie de Manoel de Azevedo Fortes.

Pela folha de rosto do livro de Manoel de Azevedo, podemos observar que era uma obra voltada à aplicação puramente universitária, não podendo ter o mesmo uso que o livro de Alpoim.

Na obra de Alpoim, vemos a elaboração de fórmulas matemáticas, usando relações geométricas e trigonométricas, o uso da proporcionalidade entre

grandezas físicas, adotando o princípio fundamental das proporções ou o teorema de Tales.

Não teria Alpoim motivo para aprofundar assuntos que envolvem cálculos de área e volume, pois o curso tinha uma ótica direta para lançar bombas.

O manuseio e a manutenção dos armamentos seriam aprofundados nos tratados seguintes, claro que todo aquele aparato bélico só poderia servir a seu real propósito com o uso da ciência e da técnica, da prática e do conhecimento matemático que o autor estabeleceu como essencial à formação dos soldados bombeiros.

Capítulo 4 A Arte de deitar bombas

Toda técnica, conhecimento, manuseio e preparação do morteiro, inclusive sua manutenção, que são de grande importância e chamados de arte, deveriam ser de domínio dos soldados bombeiros, daí a necessidade de conhecimento pleno de todos os assuntos pertinentes aos morteiros e às bombas.

Como havia a exigência de toda essa preparação dos soldados para o uso desse armamento, que Alpoim descreve como de grande utilidade e de fácil manuseio, sua formação especializada era definida como a Arte de deitar bombas. O conceito de *arte* não esteve somente relacionado à música ou à pintura, em trabalhos voltados à Matemática financeira também encontramos o termo como a Arte de contar.⁵⁷

As peças de morteiros, como eram chamadas, pois se formavam por conjunto, eram de grande importância para o Exército Português e chegaram a ser comparadas aos engenhos de Arquimedes e seu grande poder de fogo nas catapultas utilizadas na invasão de Siracusa pelos soldados romanos.⁵⁸ Seu custo reduzido e a facilidade de transporte e a pequena quantidade de pessoas no seu manuseio fizeram com que fosse uma arma bastante utilizada em conflitos da época.

⁵⁷ Nos trabalhos de Luca Pacioli, século XVI, vemos a contabilidade ser denominada como a Arte de contar, termo que aparece em seu trabalho sobre as partidas dobradas, método contábil utilizado até os dias atuais. Orlando Corregio, *A contribuição de Luca Paccioli para a solidificação universal do método das partidas dobradas*, PUC, 2006.

⁵⁸ *Exame de Bombeiros*, p. 81.

Nas pranchas de desenho de Alpoim, encontramos esboços de um morteiro, numerando as partes dessa peça de artilharia com um sistema de cotas. Temos também a representação em corte, na qual podemos observar a câmara, a alma e o boleado.

É importante observar que existia uma variação nos tamanhos e nos modelos de morteiros utilizados pela artilharia nesse período e uma característica melhorada era própria dos morteiros que apresentavam o boleado, pois essa região localizada na câmara da arma obrigava a uma acomodação mais precisa das bombas, melhorando o desempenho da arma.

Os morteiros eram forjados e sua alma era formada por uma única peça metálica, podendo sua câmara assumir formato cilíndrico, cônico ou até parabólico, porque tais formatos, mediante estudo e comprovação, teriam a função de possibilitar uma propulsão maior no lançamento das bombas. Na falta de bombas, havia também a possibilidade de se utilizar materiais alternativos, como pedras, advindo daí o nome de morteiros pedreiros.

A inclinação é um fator estudado nessa obra de Alpoim e está diretamente relacionada ao alcance das bombas. A característica dos morteiros quanto ao seu porte e formato também foi abordada e discutida, havendo inclusive um alerta aos seus alunos para possíveis falhas dessas armas.

Os desenhos têm um papel especial, pois, por meio deles, Alpoim procura informar e descrever detalhes do que está ensinando. Os desenhos são ricos em detalhes e informações, na prancha a seguir observam-se as partes do morteiro,⁵⁹

⁵⁹ *Exame de Bombeiros*, p. 292.

a visão interna utilizada a partir de um corte na peça coloca em evidência o formato da câmara da arma; o sistema de cotas⁶⁰ indica cada parte do tubo.

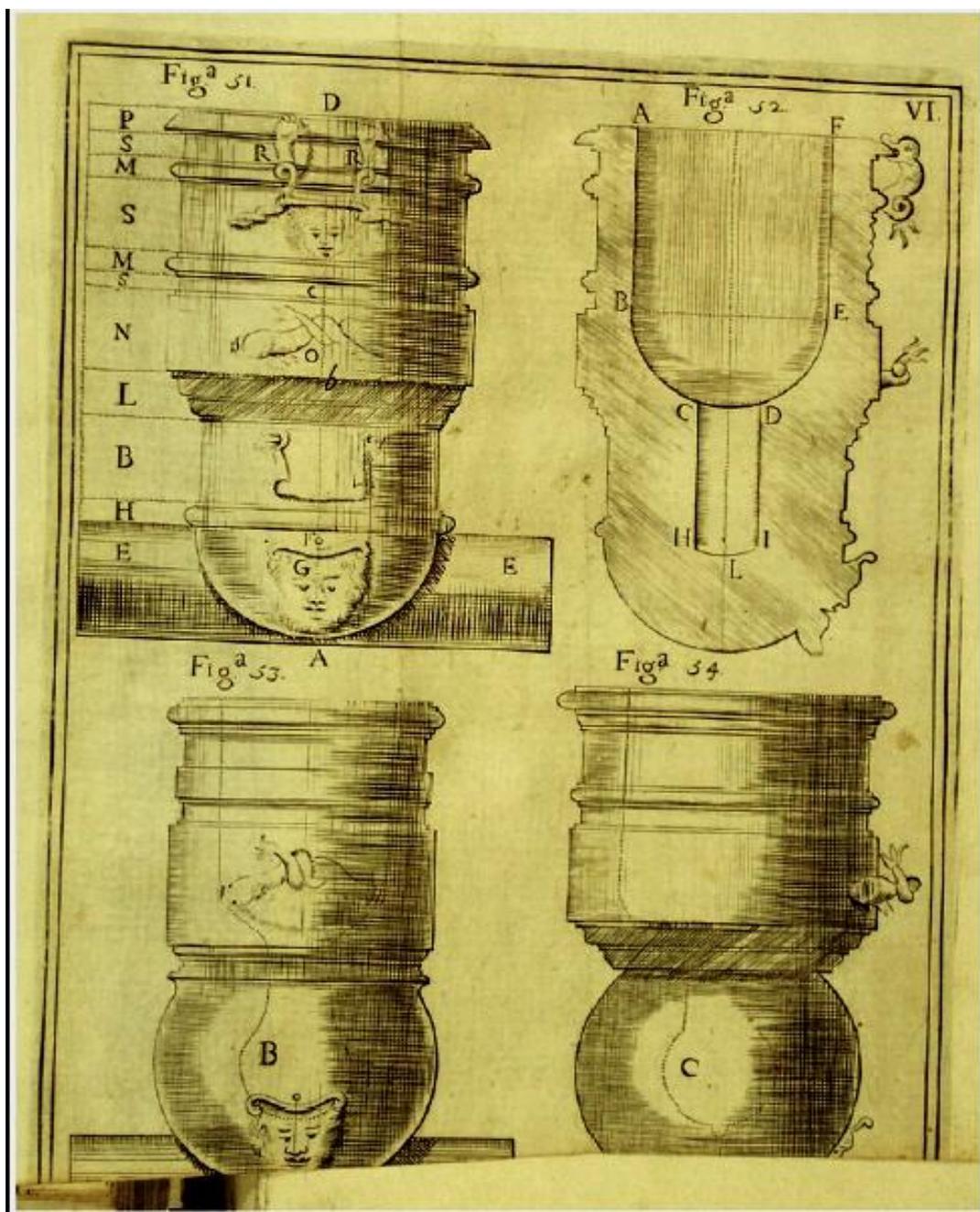


Imagem indica o formato das câmaras dos morteiro

⁶⁰ Indicar medidas ou partes em um desenho.

Alpoim faz referência a Belidor ao descrever as qualidades das câmaras dos morteiros. Os armamentos de câmara cilíndrica, segundo Alpoim, possuíam alcance reduzido, apontando defeitos estudados por Belidor, mas também supõe que haveria problema com as bombas utilizadas e não com a alma ou com a câmara do morteiro.

Os morteiros que apresentam a câmara com formato parabólico, também denominada como formato de pera, leva uma vantagem quanto à quantidade de pólvora utilizada. Esses morteiros utilizavam uma saca a menos de pólvora e executavam um lançamento com a mesma eficiência de um morteiro de câmara cilíndrica.

Morteiros de câmara esférica superavam todos os outros morteiros em alcance, sua câmara permitia a queima e o aproveitamento total da energia desprendida pela pólvora, pois o encaixe entre a bomba e câmara provocava esse efeito.

Um problema é apontado quanto ao rompimento da câmara e dos munhões do morteiro, por possibilitar um grande desprendimento de energia, Alpoim por sua vez indica uma solução para isso, que seria dosar a quantidade de pólvora e oscilar as elevações do morteiro, para obter o mesmo desempenho da peça.

Os morteiros apresentam câmaras cujos formatos diferenciam o funcionamento e seu uso. Podemos abordar uma relação matemática importante que fica bem estudada pelo autor quando diferencia os morteiros por suas

câmaras, pois os formatos geométricos interferem no alcance do tiro, na economia de pólvora e também na segurança da sua utilização.

Temos os morteiros organizados quanto à relação de proporção de suas dimensões, chamados de singelos, comuns e reforçados.

Morteiros que não obedecem a essas proporções não servem para uso em campanha e são tidos como não seguros, por isso Alpoim discrimina as medidas e as denominações dos morteiros nesse tratado tido como mais extenso do livro *Exame de bombeiros*.

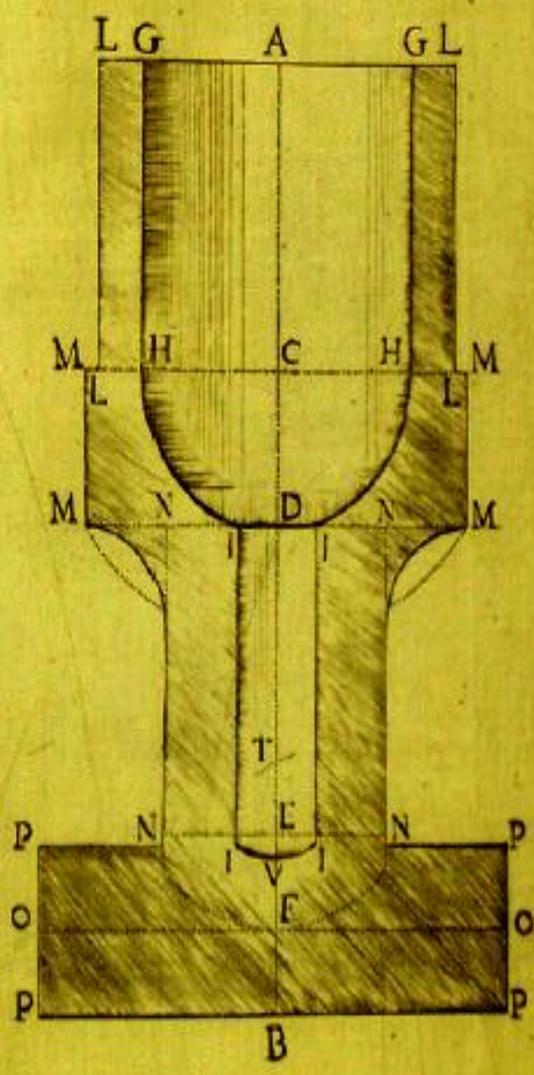
Vemos que os morteiros são dispostos em calibres diferentes, o que um fator de extrema importância para a prática da arte de lançar bombas e conhecer bem o armamento. Alpoim complementa toda sua explicação sobre as qualidades e falhas propondo, através do desenho geométrico técnico e da aplicação da proporção, toda a descrição e procedimento para obter os desenhos dos morteiros, assim justificando a importância do conhecimento pleno dos modelos de morteiro e de suas partes, tanto para solucionar problemas no manuseio como para executar as manutenções.

As medidas de comprimento dos morteiros eram estabelecidas utilizando calibres de instrumentos de medidas da época, que vieram dar a nomenclatura de instrumentos, como o paquímetro ou a escala. A seguir, apresenta-se o calibre utilizado nas medições dos morteiros.

VII

Fig^a 56.

Fig^a 55.



Petite 10 20 40 60 80 100 de partie.

A horizontal scale bar with markings at 10, 20, 40, 60, 80, and 100. The text 'Petite' is on the left and 'de partie.' is on the right.

No desenho, observamos a figura em corte de um morteiro de câmara cilíndrica. A figura traz tanto a visão plana do desenho, quanto a visão espacial, visto que o calibre é desenhado utilizando técnica de perspectiva.

Assim como as cargas de pólvora são tabeladas de modo a regular a distância de alcance das bombas, essas são inspecionadas e passam por um processo de pesagem, para avaliar suas qualidades, o que representa um tipo de controle de qualidade, pois as bombas que possuíam valores não compatíveis, não poderiam ser utilizadas, pois havia o risco de prejudicarem a bateria e comprometerem a investida dos soldados bombeiros.

Alpoim, em suas explicações sobre a massa das bombas, explica que algumas proporções que constam em manuais são questionáveis, uma vez que algumas possuem erros de cálculo bastante consideráveis, devendo-se observar e rever conceitos e cálculos para não cometer erros já discutidos. O autor chama a atenção quanto a utilizarem seus ensinamentos na elaboração dos cálculos.

Os morteiros passam por testes de resistência no qual a cada tiro é observada a integridade do tubo e do metal utilizado na sua confecção, as bombas são carregadas com terra para não causarem danos na área de teste. Todo o processo é descrito por Alpoim, que relata que, contando com recursos da época, o morteiro é enterrado com elevação de 45 graus de forma que sua boca e seu munhão tenham acesso e são disparadas entre 40 e 50 bombas.

Logo o morteiro é desenterrado e feito um teste para observar se existem rachaduras. Para isso, é completamente preenchido com água, tomando-se o cuidado para não molhar sua parte externa. Se houver algum tipo de vazamento, a peça é descartada.

Esse procedimento tem um valor importante quanto à segurança e quanto à eficácia do uso da arma, vindo a valorizar o gasto que a coroa direcionava à compra e manutenção do seu armamento.

4.2 Bombas e granadas

Na definição de bombas, os projéteis dos morteiros e suas medidas eram obtidas em polegadas e quanto à classificação do poder de fogo adotava-se a nomenclatura em polegadas para classificá-las.

Alpoim descreve as bombas usadas nos morteiros como bolas metálicas que possuíam uma câmara oca, onde era armazenada a pólvora e outros objetos metálicos arremessados após a explosão.

Como estamos tratando de um objeto de formato esférico, suas medições e todo o tratamento matemático que observamos na obra de Alpoim utilizam os valores de π (PI) nas mesmas aproximações utilizadas por Euclides e Arquimedes e os cálculos de volume, área e comprimento apresentam valores obtidos a partir da relação entre os números 22 e o número 7, já que, nos cálculos apresentados por Arquimedes, o valor aproximado obtido dessa razão é de 3,1428..., que assim como outros utilizaram outras maneiras para a constante π (PI).⁶¹

Assim, o autor classifica as bombas e as granadas utilizadas obtendo suas medidas direta ou indiretamente através da proporção entre os números acima citados.

⁶¹ Carl Boyer, *História da Matemática*, p. 220.

Para fixar o aprendizado de seus alunos, Alpoim sempre apresenta uma regra para facilitar o cálculo, visto que agilidade e precisão são atributos essenciais durante um ataque ou uma defesa.

Em um dos seus exemplos, quando trata de apresentar informações sobre as bombas e as granadas, vemos como institui o cálculo da massa da bomba:

Suponhamos que nos dão uma bomba de 8 polegadas e seu vão de 6 e se pede o peso⁶² da bomba. Cubicaremos 3, diâmetro da bala 4, cujo seu cubo é 27; e começaremos também o 8, diâmetro da bomba e seu cubo é 512, e diremos: Se 27 dá 4; 512 o que dará? Feito a conta, o resultado é $\frac{2048}{27}$.

Para a segunda regra diremos: se 27 dá 4, 216 cubo do vão da bomba, que dará? Feita a conta sai $\frac{964}{27}$, e tirando esse vão, do peso da bomba restam $\frac{1184}{27}$, que reduzidos a inteiros dá 43 libras e 13 onças, a que junto com o peso bocal e asas que será pouco mais ou menos que 9 onças fazem o total de 44 libras e 6 onças.⁶³

Temos nos exemplos descritos por Alpoim o emprego do Princípio Fundamental das Proporções do Teorema de Tales ou, como é comum denominar, a regra de três simples.

O peso da bomba fica assim determinado pela diferença entre seus pesos exterior e interior e os valores encontrados nos cálculos são transformados em libras, sendo importante observar que a relação estabelecida no início do exemplo mostra que uma bomba que possui 27 polegadas cúbicas de volume, apresenta 4 libras de peso, assim podemos concluir que uma libra apresenta 6,75 polegadas

⁶² O peso a que se refere o autor significa a massa da bomba.

⁶³ *Exame de Bombeiros*, p. 70.

cúbicas. Dessa forma, ele apresenta o peso da bomba como 43 libras, aproximadamente.⁶⁴

Com essa regra, por estimativa, temos que as bombas usadas por Alpoim têm respectivamente os seguintes pesos:

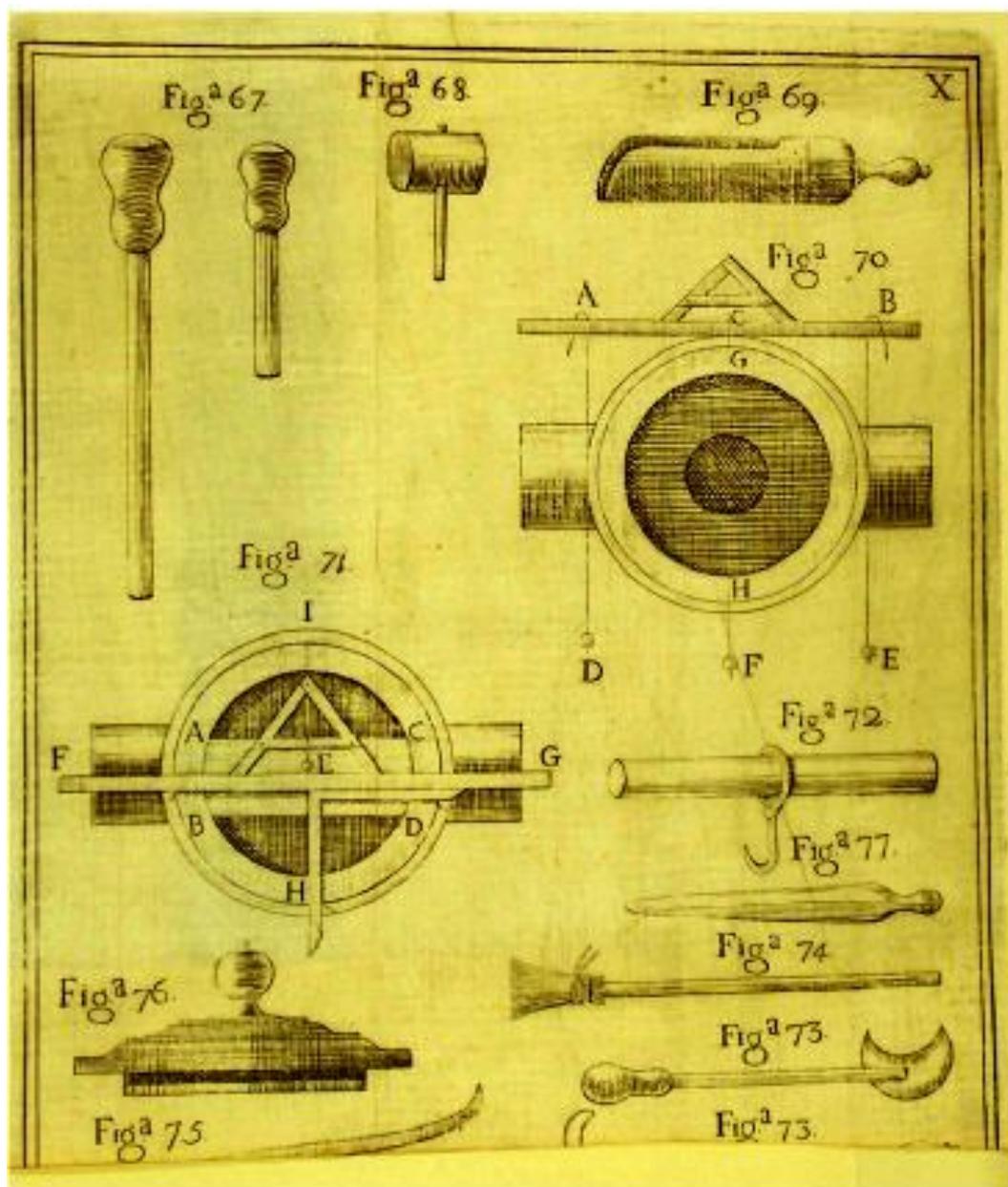
- 18 polegadas = 18 libras;
- 12 polegadas = 143 libras;
- 9 polegadas = 66 libras;
- 8 polegadas = 50 libras;
- 6 polegadas = 12 libras;
- as granadas pesam 1 libra.

Suas massas ficam assim estabelecidas segundo o cálculo da diferença entre volume externo e volume interno tanto de bombas como de granadas.

Ao estabelecer essas medidas, Alpoim apontou erros em bibliografias consultadas, indicando diferença entre as polegadas das bombas e seus respectivos pesos. Vemos que nada do que Alpoim diz desabona o trabalho de outros autores, mas ele comenta que existe uma diferença grande entre os valores apresentados e os calculados por ele.⁶⁵

⁶⁴ Proposição 18 do Livro 2 de Euclides, na qual ele estabelece que sólidos semelhantes têm a mesma razão que o cubo de seu diâmetro.

⁶⁵ *Exame de Bombeiros*, p. 131.



Palamenta, figura que mostra os instrumentos de uso dos soldados bombeiros. Esses instrumentos possibilitam a manutenção e o uso das peças de morteiros.

Na imagem acima, destaca-se a figura 77, que é exemplo de instrumento cuja função é retirar as espoletas das bombas. Na mesma imagem, a figura 67 representa os botafogos que ateiavam fogo à espoleta das bombas e dos morteiros. Todos são instrumentos de uso prático que não podem faltar nas baterias de morteiros.

4.3 Os morteiros e seus ângulos de elevação

Os morteiros são armas de grande maleabilidade e possibilitam executar lançamentos em quatro diferentes situações: na horizontal; em um plano mais alto ou mais baixo; e abaixo do horizonte.

As peças de morteiros são posicionadas e têm ângulos de elevação adequados a cada situação descrita por Alpoim em seus exemplos e em sua experiência militar.

O lançamento horizontal é tido como mais prático e simples, para o qual é preciso saber a distância do morteiro até o alvo, devendo-se medir o ângulo de elevação com a esquadra no bocal do morteiro. Isso se faz porque o alvo e o morteiro estão no mesmo plano de elevação. Esse tipo de lançamento é descrito como lançamento horizontal e devendo ser estudado principalmente quanto a sua trajetória curvilínea.

Nos casos seguintes, conforme descrito pelo autor, temos o uso de propriedades de semelhança de triângulos,⁶⁶ verificando-se nos exemplos descritos por ele a preocupação de medir a distância no plano horizontal e sua perpendicular. Assim, teremos dois lados de um triângulo retângulo, representando a distância da peça, no caso o morteiro e seu alvo, e o terceiro lado desse triângulo, o maior, é a hipotenusa do triângulo descrito. A distância

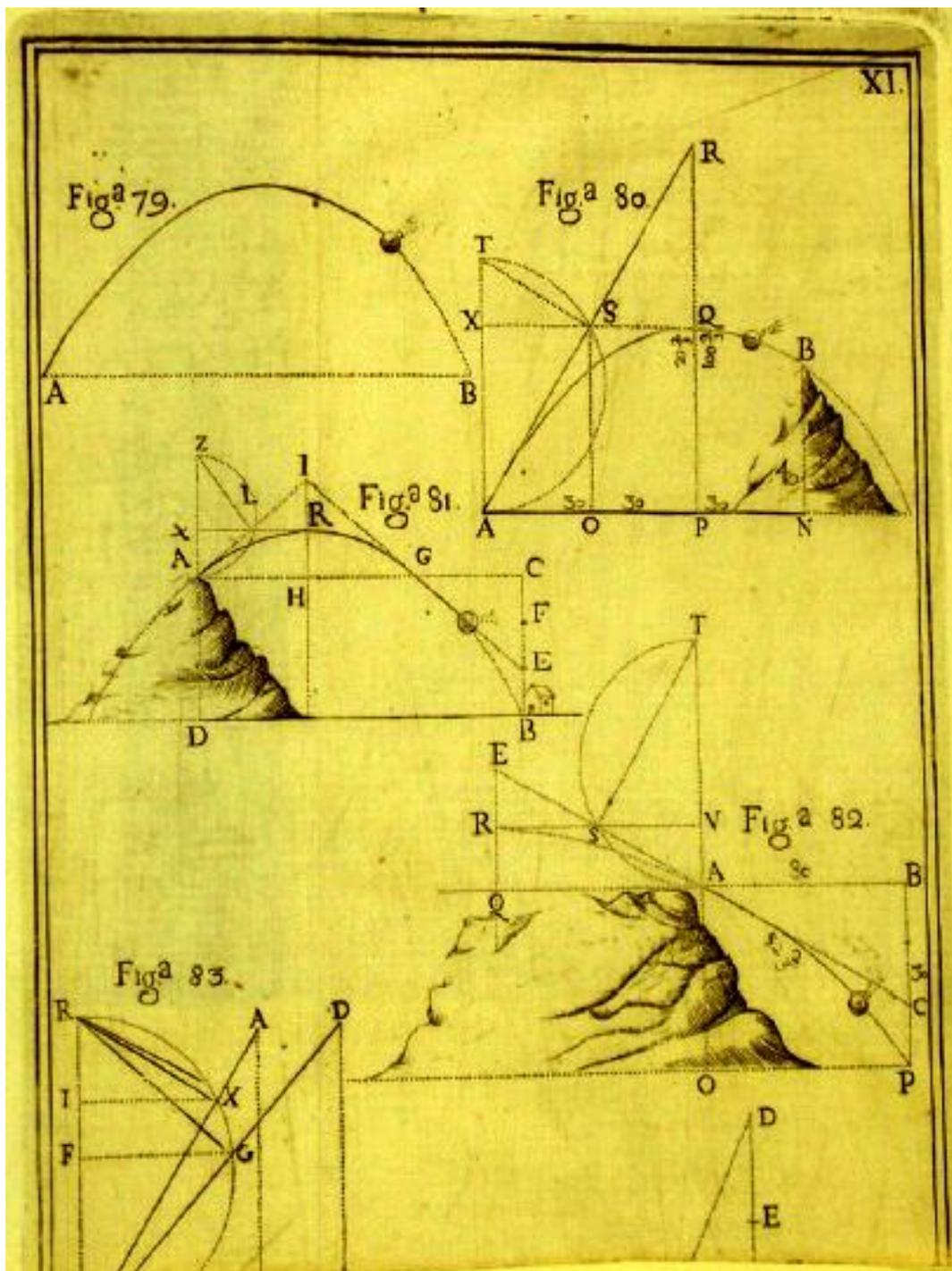
⁶⁶ *Os elementos*, de Euclides: “Se em dois triângulos dois ângulos de um forem iguais a dois ângulos do outro, cada um a cada um, e um lado do primeiro igual a um lado do outro, e forem estes lados adjacentes, ou opostos a ângulos iguais, os outros lados dos dois triângulos serão iguais aos outros lados cada um a cada um; e também o terceiro ângulo será igual ao terceiro.” Proposição XXVI, Livro I.

horizontal é dividida em três partes, traçando-se três paralelas à perpendicular da altura. Desse modo, usando a propriedade de semelhança, o ângulo do menor dos triângulos é comparado com o pantógrafo e o transferidor, possibilitando determinar a elevação do morteiro.

Esse método permite saber a elevação sem o uso dos senos logaritmos, e como é sabido, a praticidade para Alpoim era de extrema importância, especialmente para ter certeza de que seus alunos iriam ter sucesso em seus lançamentos.

Temos assim descritos os lançamentos oblíquos nos três casos e a trajetória das bombas por uma curva parabólica, vemos que em uma das pranchas (desenhos) apresentada no final do tratado, no qual ele descreve seus exemplos por meio do desenho e da construção geométrica.

No tratado de Altimetria, Alpoim descreve toda a técnica da Geometria para encontrar medidas e elevações.



Vemos que Alpoim cita outros métodos, mas a sua preocupação é evitar muitas analogias e expressões algébricas, tendo em vista que, nesse caso, algumas seriam de segundo grau. Cita assim autores e pessoas

experientes,⁶⁷ mas evita muitos cálculos algébricos em suas demonstrações e exemplos.

Na análise da obra, verificamos que tanto sua estrutura quanto sua organização favorece o aprendizado, principalmente levando em conta que o conhecimento matemático dos alunos não permitia muitas demonstrações e um tratamento algébrico complexo em seus exemplos e em suas explicações. Portanto, ele tinha que ser extremamente prático, mas levando em conta que a formação era exclusivamente técnica.

4.4 O mestre e o aprendiz

O mestre Alpoim, assim chamado por possuir extenso conhecimento a respeito da Arte de deitar bombas, julga que, para se tornar mestre nessa arte, há de se fazer o exame e, assim, ele organiza o conhecimento necessário para se tornar mestre nessa arte.

Alpoim ainda elaborou um tratado para ensinar seus alunos a conhecer a quantidade de bombas e de balas. O método tem grande importância no que diz respeito a sua acomodação durante o transporte, pois cada meio de transporte possui seu respectivo espaço de acomodação. Em vista disso, esses métodos procuram, além de prever a quantidade de bombas e balas, saber quanto pode ser acondicionado no transporte utilizado.

⁶⁷ *Exame de Bombeiros*, p. 185-7.

O primeiro livro de Alpoim, *Exame de artilheiros*, 1744, traz no final esse primeiro método adotado por Alpoim, já o *Exame de bombeiros*, 1748, inclui um segundo método, que o próprio autor acredita ter utilizado pela primeira⁶⁸ vez, julgando-o mais exato, ou seja, mais justo, como ele mesmo o descreve.

Nos dois métodos, encontra-se o lado da pilha que ele chama de lado incógnito “x”, partindo de um número “b” qualquer de balas, triangular (regra um) ou quadrangular (regra dois), formatos das pilhas, assim, ele elabora uma expressão algébrica para cada caso.⁶⁹

4.5 Considerações finais

O trabalho de Alpoim é de grande importância não só para a História Da Ciência, mas também por ser ponto-chave de algumas portas da História da Educação Matemática no Brasil.

E assim historiadores da Matemática como Ubiratan D'Ambrosio, Vagner Valente, Teresa Piva e outros que se ocupam com os desafios de desvendar a história por trás da história, fazem valer a importância de fazer um estudo da obras desse notável engenheiro português, José Fernandes Pinto Alpoim.

O esforço de Alpoim para superar a precariedade de material didático e de profissionais da Educação fez com que ele fosse responsabilizado e julgado capaz de proporcionar o aprendizado necessário e suficiente para seus alunos.

⁶⁸ Ibidem, p. 303.

⁶⁹ Ibidem, p. 306.

O livro *Exame de bombeiros* aborda ainda assuntos como a obtenção e a purificação da pólvora e sua mistura com componentes específicos que aumentam seu poder de combustão e explosão, além de sua utilização na fabricação de fogos de artifício e o uso específico na iluminação durante a campanha ou em um pequeno conflito.

Como foi abordado, o estudo das peças de morteiro recebe um aprofundamento maior em seu livro, apesar de ele descrever outros tipos de armamento como o obus e o uso de petardos, mas o morteiro, a seu ver, é uma arma mais maleável e seu manejo é simples e de fácil aprendizagem.

4.6 Conclusão

José Fernandes Pinto Alpoim, brigadeiro, inventor, arquiteto e governador do Rio de Janeiro após a morte de Gomes Freire.

O professor Alpoim, grande mestre de engenhos, foi responsável por formar soldados e capacitá-los na Arte de deitar bombas.

Suas duas obras são referências no ensino de Matemática no Brasil. São obras escritas e elaboradas sempre com a preocupação de aplicar a Matemática necessária para a formação específica do soldado bombeiro, por meio de linguagem simples, clara e acessível a pessoas com formação escolar deficiente.

Alpoim elabora uma obra para ser utilizada em um curso com o objetivo de formar soldados aptos a proteger nosso país dos eventuais invasores, escrevendo

dois livros que nos mostram seu extenso conhecimento e sua aplicação nos anos dedicados à formação militar e aos serviços prestados à coroa portuguesa.

O Rio de Janeiro é testemunha do belo trabalho arquitetônico de Alpoim com construções e obras que perduram até os dias de hoje. Uma escola recebeu seu nome e podemos encontrar muitos descendentes brasileiros desse notável engenheiro e militar em nosso país.

Bibliografia

Alpoim, José Fernandes P. *Exame de artilheiros*. Lisboa: Oficina de Jose Antonio Plates, 1744.

Alpoim, José Fernandes P. *Exame de bombeiros*. Madrid: Francisco Martinez Abad, 1748.

Blaco, Leonardo. *Aritmética, geometria e artilharia no exame de artilheiros de José Fernandes Pinto Alpoim*. 2003. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

Borges, Gislaine Teixeira Guérios & Flores, Claudia Regina. *Ensino da técnica da perspectiva: encaminhamentos para uma pesquisa histórica*. Disponível em: <<http://www2.rc.unesp.br/eventos/matematica/ebrapem2008>>.

Boyer, Carl B. *História da Matemática*. Trad. Elza Gomide. 2º. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

Corregio, Orlando. *A contribuição de Luca Pacioli para solidificação universal do método das partidas dobradas*. 2006. Dissertação (Mestrado) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

D'Ambrosio, Ubiratan. *Uma história concisa da matemática no Brasil*. Petrópolis: Vozes, 2008.

Euclides. *Os elementos*. São Paulo: Cultura, 1944.

Flores, Moacyr. *Dicionário de história do Brasil*. Porto Alegre: PUC-RS, 2001.

Fortes, Manoel de Azevedo. *O Engenheiro Português*. Madrid: Francisco Martinez Abad, 1728.

Hollanda, Sergio B. de. org. *História Geral da Civilização Brasileira 1ºvol. 12ªed.* Rio de Janeiro: Bertrand, 2003.

Instituto Camões. Disponível em: <<http://cvc.instituto-camoes.pt/filosofia/ilu3.html>>. Acesso em: 22 jul. 2009.

Moraes, Rubens Borba de. *Bibliografia Brasileira do período colonial*. 9. ed. São Paulo: IEBUSP, 1969.

Moraes, Rubens Borba de. *O Bibliófilo Aprendiz*. 4. ed. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2005.

Pardal, Paulo. *Nota biográfica e análise crítica sobre José Fernandes Pinto Alpoim*. Pref. de Ligia da Fonseca Fernandes da Cunha. Rio de Janeiro: Xerox do Brasil, 1987.

Piva, Teresa C. C. & Figueiras, Carlos A. L. *O fabrico e uso da pólvora no Brasil colonial: o papel de Alpoim na primeira metade do século XVIII*. *Quim. Nova*, v. 31, n. 4, p. 930-936, 2008.

Piva, Tereza C. C. *O brigadeiro Alpoim*. In: *Debates culturais*, 7 ago. 2009. Disponível em: <<http://www.debatesculturais.com.br>>. Acesso em: 12 out. 2009.

Santos, Angela Cristina. A construção da matemática escolar como disciplina: uma visão da obra de Valente. *Cadernos de História da Educação*, n. 5, p. 177-180, 2006.

Silva, Clovis Pereira da Silva. *Sobre a história da matemática no Brasil após o período colonial*. *Revista da SBHC*, n. 16, p. 21-40, 1996.

Telles, Augusto C. da Silva. *Alpoim o grande arquiteto do Brasil no século XVIII*. *Revista da Cultura*, v. VII, ano 7, p. 28-34, dez. 2004.

Turazzi, Maria Inez. *Paisagem construída fotografia e memória dos "melhoramentos urbanos" na cidade do Rio de Janeiro*. *VARIA HISTORIA*, Belo Horizonte, vol. 22, nº 35: p.64-78, Jan/Jun 2006.

Valente, W. R. *Uma história da matemática escolar no Brasil, 1730-1930*. São Paulo: Annablume; Fapesp, 1999.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)