

O BRIGADEIRO JOSÉ FERNANDES PINTO ALPOIM: O CÁLCULO DO NÚMERO DE BALAS DE CANHÃO EMPILHADAS NA OBRA EXAME DE ARTILHEIROS

Teresa Cristina de Carvalho Piva
Nadja Paraense dos Santos
HCTE/UFRJ – Brasil

(aceito para publicação em março de 2011)

Resumo

O Brigadeiro Alpoim (1700-1765) foi o homem escolhido pela coroa portuguesa para fortalecer a segurança do Brasil no auge do período aurífero colonial. D. João V, em 1738, designou-o para comandar o Terço de Artilharia do Rio de Janeiro. O Rei ordenou então sua transferência para o Brasil. Além disto, determinou que ele ministrasse aulas de matemática, das ciências pertinentes e de técnicas de fortificação no dito Terço. A obra de Alpoim se estende a outras atividades, uma vez que ele viria a tornar-se o grande expoente da engenharia, tanto militar como civil, bem como do ensino técnico, no Brasil colonial.

Palavras-chave: Alpoim, Matemática, História, História da Matemática no Brasil

[**THE BRIGADIER JOSE FERNANDES PINTO ALPOIM: CALCULATING THE NUMBER OF CANNONBALLS STACKED IN THE BOOK *EXAME DE ARTILHEIROS***]

Abstract

The Brigadier Alpoim (1700-1765) was the man chosen by the Portuguese crown to strengthen security at the height of Brazil's colonial period auriferous. D. João V in 1738, appointed him to command the Terço de Artilharia in Rio de Janeiro. The King ordered his transfer to Brazil. Furthermore, he determined that teach classes in math, science and relevant techniques of fortification. Alpoim's work extends to other activities, since it would become the greatest exponent of engineering, military and civilian, as well as technical education in colonial Brazil.

Keywords: Alpoim, Mathematics, History, History of Mathematics in Brazil

INTRODUÇÃO

[...] *Quem é, continuava o castelhano,
Aquele velho vigoroso e forte,
Que de branco e amarelo e de ouro ornado
Vem os seus artilheiros conduzindo?
Vês o grande Alpoim. Este o primeiro
Ensinou entre nós por que caminho
Se eleva aos céus a curva e grave bomba
Prenhe de fogo; e com que força do alto
Abate os tetos da cidade e lança
Do roto seio ,envolta em fumo, a morte. [...]*

Basílio da Gama

Quem foi o “**Brigadeiro Alpoim?**”

A Literatura o perpetuou como “*o primeiro que ensinou entre nós por que caminho eleva aos céus a curva e grave bomba*”, enquanto o seu expressivo conjunto de obras realizadas no Brasil é o que o faz permanecer como “*o mais famoso engenheiro militar português que atuou no Brasil-Colônia*”, na escrita do engenheiro e historiador Pedro da Silva Telles (TELLES, 1994) ou como “*o maior arquiteto do Brasil no século XVIII*”, na opinião de Augusto da Silva Telles. Se, em diversos escritos, a adjetivação que acompanha o nome do engenheiro militar **José Fernandes Pinto Alpoim** (1700 - 1765) é a de “*maior*” ou “*melhor*”, é muito pouco o que se escreveu a seu respeito e o que se conhece de sua biografia tanto no Brasil como em Portugal.

Este trabalho tem como objetivo mostrar a forma com que Alpoim aplicava a matemática em função de facilitar aos artilheiros o cálculo de sua munição.

O contexto histórico brasileiro onde está inserido Alpoim gira em torno de 1738, quando foi instituída a Aula do Terço, no Rio de Janeiro. A extensão do litoral brasileiro e a quantidade insuficiente de embarcações de guerra geraram um desafio para Portugal: fornecer uma estrutura militar terrestre ao Brasil na época da colonização. Tendo esta finalidade, a Coroa Portuguesa decidiu criar uma forma possível de ensinar ciências, técnicas de fortificação e matemática em escolas especializadas, capacitando homens para defender a Colônia. A Carta Régia de 19 de agosto do referido ano instituiu a Aula do Terço, no Rio de Janeiro. O que havia era uma Aula de Fortificação, existente no Brasil desde de 1699. A Aula de Fortificação tinha o objetivo de ser uma formação técnica para os soldados no Brasil-Colônia e foi o Engenheiro militar Gregório Gomes Henriques, o primeiro lecionou esta aula em 1698, no Rio de Janeiro, mesmo antes da oficialização da Aula. (PARDAL, 1984).

A Aula do Terço veio a constituir uma ampliação da Aula de Fortificação e, para ministrá-la, o Rei D. João V nomeou o engenheiro militar José Fernandes Pinto Alpoim e concedeu-lhe a patente de Sargento Mor. Alpoim, em sua função de professor do Terço de Artilharia, tinha não só a missão de ensinar a técnica da artilharia, mas também de deixar registradas as suas aulas, isto é, “ditar postila”, registrar os seus ensinamentos em forma de

apostila, uma vez que não existiam livros que discorressem sobre o assunto nos moldes necessários para as suas aulas. Alpoim decidiu escrever livros que facilitassem a sua atividade; desta forma, escreveu aqui no Brasil os dois primeiros livros de Matemática do país: *Exame de Artilheiros* em 1744 e *Exame de Bombeiros* em 1748. (PIVA, 2007)

Discutiu-se inicialmente se os livros *Exame de Artilheiros* e *Exame de Bombeiros* haviam sido impresso em uma tipografia no Rio de Janeiro, uma vez que Alpoim se encontrava no Brasil, porém a questão foi esclarecida por Felix Pacheco em sua publicação *Duas Charadas Bibliográficas* no ano 1931, após levantamento e comparações entre os caracteres tipográficos dos livros e os da oficina tipográfica Jozé Antonio Plattes, localizada em Lisboa, e da oficina de Francisco Martinezabad, em Madri. Felix Pacheco estudou as semelhanças de outras obras impressas nas oficinas tipográficas, concluindo que o livro *Exame de Artilheiros* fora impresso em Lisboa e o *Exame de Bombeiros* em Madri.

Tendo em vista atender o objetivo principal deste artigo, será efetuada uma breve explanação da obra *Exame de Artilheiros*.

EXAME DE ARTILHEIROS

O Prefácio da reprodução fac-similar do *Exame de Artilheiros* foi feito por Lygia da Fonseca Fernandes da Cunha. Lygia afirma que no Brasil são conhecidos apenas sete exemplares, três na Biblioteca Nacional (Rio de Janeiro), um no Real Gabinete Português de Leitura (Rio de Janeiro), dois no Instituto de Estudos Brasileiros da Universidade de São Paulo, um na Biblioteca do Rio Grande no Rio Grande do Sul. Acrescenta ainda que existe um exemplar em poder de particular desconhecido.

Na realidade, o número de exemplares no Brasil é bem maior, a julgar apenas pelas informações abaixo.

Piva (2007) descobriu mais um original no Brasil, localizado na Biblioteca de Obras Raras da Marinha do Brasil, no Rio de Janeiro. Existe outro exemplar na Biblioteca Municipal Mario de Andrade, de São Paulo e possivelmente ainda outros.

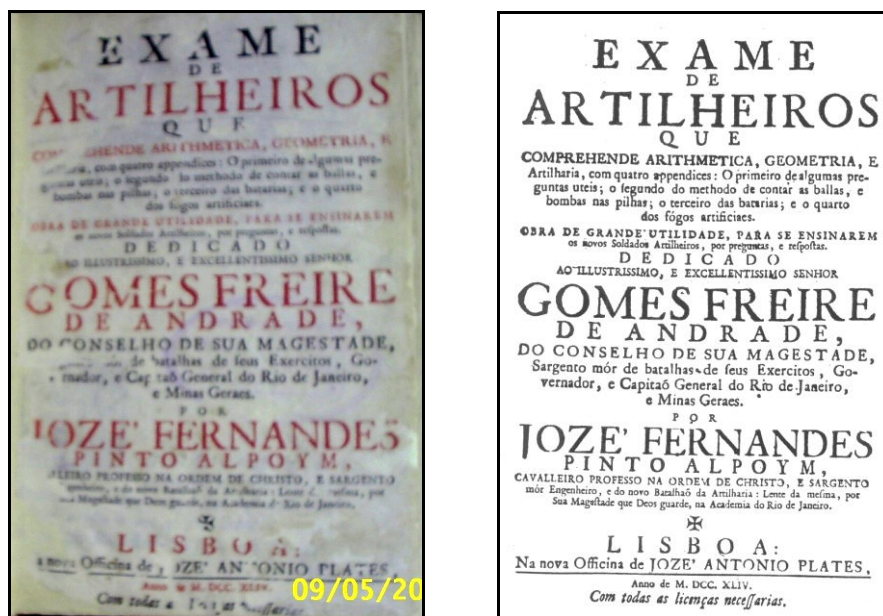


Fig. 1 e 2 - Folha de rosto do livro Exame de Artilheiros, exemplar original, datado de 1744. Acervo da Biblioteca de Obras Raras da Marinha do Brasil. À direita, foto retocada para tornar a leitura mais fácil.

O livro Exame de Artilheiros (Fig. 1) é composto de três partes, o Tratado de Aritmética, compreendendo as páginas 1 a 33, o Tratado de Geometria, composto pelas páginas 35 a 57 e o Tratado de Artilharia nas páginas 59 a 91.

O terceiro tratado possui ainda quatro apêndices, das páginas 193 a 236. As páginas não citadas são ocupadas por ilustrações.

A forma empregada na apresentação textual é baseada em parte no método de perguntas e respostas que foram elaboradas e respondidas pelo próprio autor, e também numa parte de elaboração pelo autor.

Paulo Pardal, ao fazer a análise crítica do Exame de Artilheiros, reconheceu a importância histórica da obra na cultura técnica do Brasil, enfatizando, todavia que a matemática utilizada no livro era elementar, tendo em vista que a finalidade do mesmo era servir de instrumento para a prática de técnicos de artilharia. (PARDAL, 1987)

Os assuntos abordados no primeiro tratado, o de Aritmética, são as unidades de grandeza, as quatro operações fundamentais, frações e regra de três.

Como salienta Wagner Valente a seqüência didática utilizada pelo autor incluía três passos: definição, explicação e exemplo numérico. Além disso, como era comum na época, os livros continham pouca notação matemática. (VALENTE, 1999)

Alpoim explicou a matemática elementar aos seus alunos utilizando a forma narrativa.

A tabuada foi um dos recursos auxiliares para o desenvolvimento da multiplicação. Alpoim fez uso de uma tabela padronizada, que ofereceu aos alunos, sem se preocupar em explicar como e porque os números estavam dispostos daquela maneira. Contudo, advertiu aos alunos da necessidade de saber a tabuada na memória:

“Porém antes de entrarmos nesta operação he necessário advertir, que para multiplicar com mayor facilidade, se deve saber de memória os productos da multiplicação dos caracteres até 10” [...] (ALPOIM, 1744, p.13).

No segundo tratado, o de Geometria, foi feita a observação de que esta estaria dividida em duas partes, a prática, que oferecia regras, e a especulativa, que mostrava as propriedades de tudo o que fosse comensurável:

“Geometria he uma sciencia, que trata da grandeza continua, em quanto he capaz de se aumentar, ou diminuir, sem attender a matéria, a que se aplica, nem às suas qualidades. Esta se divide em especulativa, e pratica” (ALPOIM, 1744, p.35).

Alpoim aplicou o método axiomático na maioria das resoluções dos problemas de geometria, isto é, apresentou verdades evidentes como pontos de partida de um sistema lógico, não fazendo uso de provas. Apresentou definições e elementos primitivos como o ponto e a reta, partindo destes para a construção de outros elementos geométricos.

No terceiro tratado, de Artilharia, Alpoim iniciou definindo o que é ser um artilheiro:

“[...] hum soldado destro, e experimentado no manejo da artilharia, que actualmente se occupa no seu ministério, observando as regras e preceitos da arte. O artilheiro deve saber absolutamente ler, escrever e contar muito bem” (ALPOIM, 1744, p.59).

Em seguida, ele explica que a Artilharia é uma arte com muitas regras e que possui muitos instrumentos de fogo como peças, morteiros e petardos que seriam úteis na guerra.

Para a utilização correta destes equipamentos, Alpoim ensina aos artilheiros neste capítulo as diversas partes dos instrumentos, os materiais de que eram fabricados, o método da utilização e manejo dos mesmos. Faz advertências quanto ao uso e dá as conseqüências da utilização errada dos equipamentos, bem como os defeitos que poderiam ocorrer.

A matemática foi utilizada por Alpoim em exemplos práticos, tendo em vista melhorar a pontaria e calcular a quantidade de pólvora necessária para fazer os cartuchos que carregavam as armas.

Um exemplo da matemática usada de forma prática na graduação do calibre das balas aparece na pergunta 378:

“Os Geômetras bem sabem, que não he necessário, para fazer o calibre, ter o diâmetro de huma libra dividido em cem partes iguaes, basta ter uma linha recta, dividida nas mesmas cem partes iguaes, e com ella formar justamente o calibre, como mostro na minha artilharia; com a taboada, e o pantometra se gradua facilmente o calibre” (ALPOIM, 1744, p.115).

Também advertiu os alunos a importância da prática:

“[...] senão sabem pela experiencia e as taboadas dos Autores são falsas, não só pelos seus fundamentos, mas ainda pelas infinitas mudanças, que se achão nas peças, que não dão lugar a averiguar a verdade, e me parecem semelhantes taboadas escuzadissimas, por não servirem mais, do que para mostrar a engenhosa invenção de seus Autores, e na pratica não tem utilidade alguma. Os que laborão com artilharia comhecem esta verdade.

Assim como também acho mais utilidade á esquadra, ou seja, de Tartaglia, ou de Torriceli, do que para pôr huma peça com a sua alma parallêla, ou por baixo, ou por cima do horizonte; e para marcar a elevação, que te dà a algum tiro, para continuar com mais, com esta mesma elevação; que para conhecer os alcances das peças, não presta para nada: porque por mais experiências, e cálculos, que tenho feito, nunca a balla foy à parte, que pertendia; e a razão, com que rejeito o uso destas esquadras, se póde ver no meu Tratado da Artilharia” (ALPOIM, 1744, p.158-159).

As experiências vividas pelo autor em operações de guerra são narradas para exemplificar a forma correta da utilização dos equipamentos:

“[...] eu fiz esta operação na Beira em presença do meu Mestre o grande Engenheiro mor, do Reyno, Manoel Azevedo Fortes, e do Brigadeiro Antonio Monteiro de Almeida, e Jacinto Lopes Tavares, que então governava a Praça de Almeida, no anno de 738; e este de 742 o fiz nesta Cidade do Rio de Janeiro, em presença do meu General Gomes Freyre de Andrada, e do meu Doutissimo Mestre de Campo André Ribeiro Coutinho, e de todos os mais Officiaes desta Praça” (ALPOIM, 1744, p.155).

Neste tratado foi possível verificar a religiosidade de Alpoim ao evocar a santa padroeira da Artilharia. Quando da descrição das etapas de carregamento de uma peça, na página 139, assim se expressa:

“[...] Feito isto, se o tempo der lugar, se torne alimpar a alma da peça com a lanada, e limpa tambem a balla, e feito o sinal da Cruz com a dita balla na boca da peça, e posto o Artilheiro ao lado da mesma peça, metera a bala em nome da Senhora Santa Barbara, e com o soquete a chegue ao taco, com duas pancadas medianas [...]” (ALPOIM, 1744, p.139).

O CÁLCULO DO NÚMERO DE BALAS DE CANHÃO EMPILHADAS

Os quatro apêndices são específicos de Artilharia, um deles em especial, o Apêndice II, no qual se ensina a calcular o número de balas de canhão empilhadas.

As balas esféricas eram empilhadas da melhor forma, a piramidal, porque comporta mais esferas por metro cúbico, e esta fórmula para empilhamento de esferas é conhecida entre os matemáticos como Conjectura de Kepler. Conta-se que foi elaborada por volta do ano de 1600, pelo astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630). Além da astronomia e de outros assuntos, ele interessava também por problemas de medição de volumes. A forma mais compacta de empilhamento é aquela mostrada na Figura 3, em que cada esfera ocupa o vão entre esferas da camada inferior. Este é o chamado empacotamento composto ou empacotamento denso, usado pelos químicos para descrever a estrutura dos cristais metálicos.

Para calcular o número de balas esféricas Alpoim utiliza mais uma vez regras gerais sem mencionar a origem das fórmulas e explicar os fundamentos matemáticos, isto é, (não se refere ao cálculo da área para calcular o volume).

A regra para achar o número de balas nas pilhas triangulares é dividida em partes. A partir do número de balas da base, calcula-se o número de balas nas faces triangulares. Em seguida calcula-se o número de balas da pilha triangular.

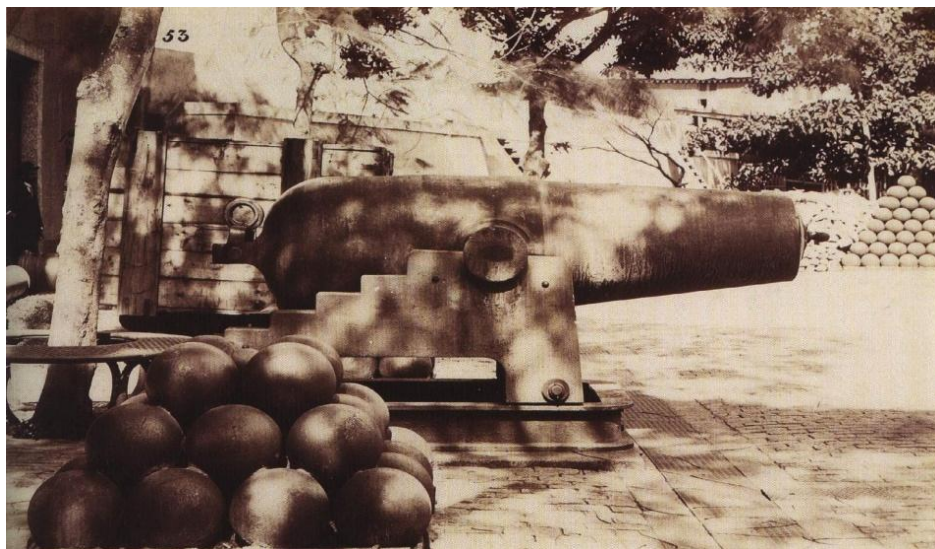


Fig. 3 - Vista do pátio da Casa do Trem, local em que funcionou o Arsenal de Guerra. Nesta imagem é possível observar como eram empilhadas as balas de canhão. Foto de Juan Gutierrez, 1893 – 1894. Canhão El Cristiano, 1894. Atualmente no Pátio Epitácio Pessoa do Museu Histórico Nacional.

Cálculo do **número de balas nas faces** triangulares:

“As ballas da baze, ou do lado da pilha acrescentaremos mais huma com regra geral; esta soma se multiplica pela metade do numero das ballas da baze, ou do lado, e o producto será o numero das ballas, que se achão na face triangular.

Exemplo: Temos huma face triangular, que tem 19 ballas de baze ou de lado, e a juntarmos-lhe 1, q faz 20, cuja soma se multiplique por nove e meyo, a metade de 19, e dá no produto 190 balas, e tantas tem a face triangular” (ALPOIM, 1744, p.202).

Utilizando a linguagem matemática:

19 balas na base da pilha + 1 = 20 balas.

20 balas x 9,5 (metade do nº de balas da base) = 190 balas.

Foi utilizada como exemplo de aplicação do cálculo uma pilha menor apresentando 5 balas na base, como se vê a seguir e pela regra:

5 +1= 6. Multiplica-se o resultado por 2,5 (metade do nº de balas da base) = 15 balas.

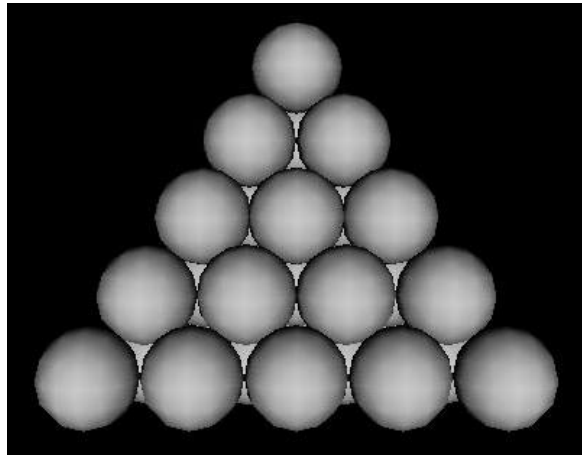


Fig. 4 - Exemplo de empilhamento de balas de canhão na forma piramidal, com base triangular e com 5 balas na base do triângulo, vista frontal.

Para determinar as balas que possui **uma pilha triangular** a regra geral de Alpoim é:

“Juntaremos sempre á baze, ou a altura da pilha, por uma regra geral, da qual soma tomaremos a sua terça parte, que multiplicada pelo numero de balla, que se achão na face triangular, o produto, será o numero de ballas, que a pilha contem.

Exemplo: A pilha tem 19 ballas de alto.

Primeiramente acharemos as ballas na face triangular, e por temos 19 ballas de lado ajuntando-lhe 1 faz 20, que multiplicados por 9 e meio, metade do lado 19, produz 190 ballas na face triangular, logo as mesmas 19 ballas de lado ajuntaremos 2 e faz 21, cujo terço são 7, que multiplicado por 190 ballas da face triangular, produz 1330 ballas, e tantas diremos tem a dita pilha triangular” (ALPOIM, 1744,p.203).

Utilizando a linguagem matemática: 19 balas na base da pilha + 1 = 20 balas.

20 balas x 9,5 (metade do nº de balas da base) = 190 balas. (Nº de balas de cada

face)

As 19 balas do lado +2 = 21 balas. Um terço das 21 balas do lado $\rightarrow \frac{21}{3} = 7$

Multiplica-se o resultado pelo número de balas de cada face: 190 x 7 = 1330 balas.

A figura 4 apresenta 5 balas na base, e como já foi feito o cálculo possui 15 balas na face. Aplicando a regra: As 5 balas do lado + 2 = 7 balas. Um terço das 7 balas do lado

$\rightarrow \frac{7}{3}$.

Multiplica-se o resultado pelo número de balas de cada face: $15 \times \frac{7}{3} = \frac{105}{3} = 35$

balas.

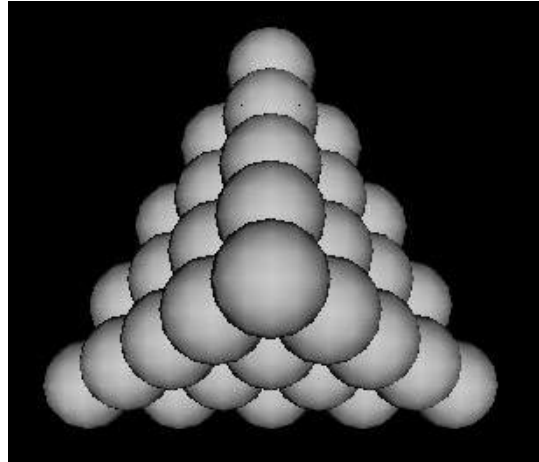


Fig. 5- Exemplo de empilhamento de balas de canhão na forma piramidal, com base triangular, com 5 balas na base de cada face, vista superior, 15 balas na face e 35 balas na pilha.

Alpoim explicou ainda como calcular as balas em pilhas quadrangulares e retangulares (Fig. 6 e 7):

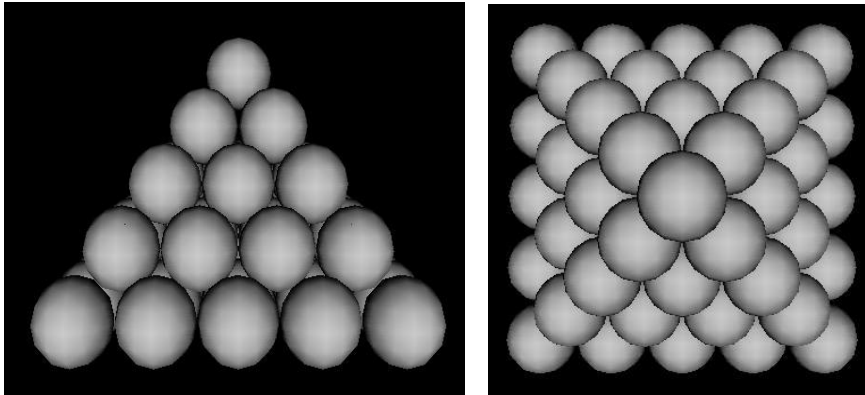


Fig. 6 e 7 - Exemplo de empilhamento de balas de canhão na forma piramidal, com base quadrangular, com 5 balas na base de cada face do triângulo, vista frontal e superior.

“Se o quadrado do lado da base, se multiplicar pelo terço do lado da mesma base, e a este produto ajuntarmos a metade do dito quadrado, e hum sexto do lado da dita base, a soma será o número de ballas, que a tal pilha contém.

Exemplo:

Uma pilha quadrangular tem 19 ballas de lado, ou de alto (que se contão pelo ângulo da pilha) e acaba em huma. O quadrado de 19 são 361, que multiplicado, pelo terço de 19, que são 6 e $\frac{1}{3}$ produz 2286 $\frac{1}{3}$; a este

producto se lhe ajunte metade do quadrado 361, que é 180 $\frac{1}{2}$, e faz 2466

$\frac{5}{6}$, e ajuntando-lhe mais hum sexto do lado são 3 e $\frac{1}{6}$, faz 2470 ballas, e

tantas diremos tem a pilha quadrangular” (ALPOIM, 1744, p.206).

Utilizando a linguagem matemática: 19 balas no lado da pilha.

O quadrado de 19 = $19^2 = 361$.

Multiplica-se $361 \times (19 \div 3 = 6 \frac{1}{3}) = 2286 \frac{1}{3}$.

Ao número $2286 \frac{1}{3}$ soma-se ($\frac{361^2}{2}$) = $2466 \frac{5}{6}$

Agora a $2466 \frac{5}{6}$ soma-se um sexto do lado (= $3 \frac{1}{6}$) obtendo-se 2470 balas na pilha.

Se Alpoim fosse explicar o método que utilizou atualmente, seria mais fácil explicar por combinações, ou melhor, por análise combinatória, pois se trata da soma dos quadrados dos números naturais, $n^2 \times \frac{n}{3} + \frac{n^2}{2} + \frac{1}{6} n$, porém, na época não se faziam tais resoluções e chamava-se a este processo de *matemática discreta*.

Alpoim tinha consciência de que nem todos os alunos estariam em condições de fazer os cálculos explicados e para tanto, ensinou também a trabalhar com tabelas, que ele chamou de *Taboada*, e que não é a tabuada comum mencionada atrás.

Utilizando as tabelas os artilheiros poderiam conhecer o número de balas de pilhas de até 20 balas de lado ou de altura. Estas tabelas estão localizadas no final do livro. O livro possui desenhos que exemplificam a forma em que eram empilhadas as balas, em forma piramidal triangular e retangular.

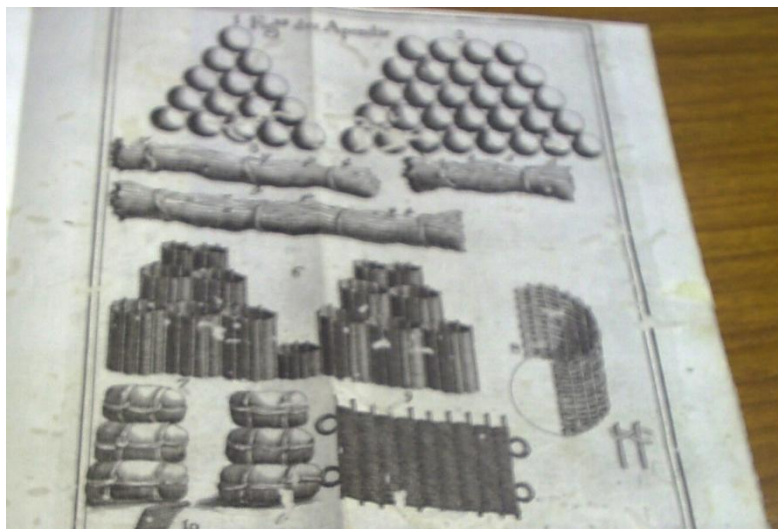


Fig. 8 - Desenhos elucidativos que mostram o formato em que se empilhavam as balas de canhões. Os desenhos foram assinados por Oliverius Cor, gravador francês que trabalhou em Portugal no período de 1744 a 1747. As gravuras foram elaboradas na Régia Oficina de T. A. H., Exame de Artilheiros, 1744.

As regras são dadas e exemplificadas, mas apenas de forma pragmática e como se viu, sem justificativa teórica.

Uma das razões deste procedimento deve ter sido o baixo nível de escolaridade dos militares. A finalidade era a prática, a otimização da atividade do artilheiro visando à rapidez de um soldado no seu dia a dia.

As peças e algumas partes das peças estão desenhadas com a finalidade de facilitar a compreensão das mesmas (Fig. 9).

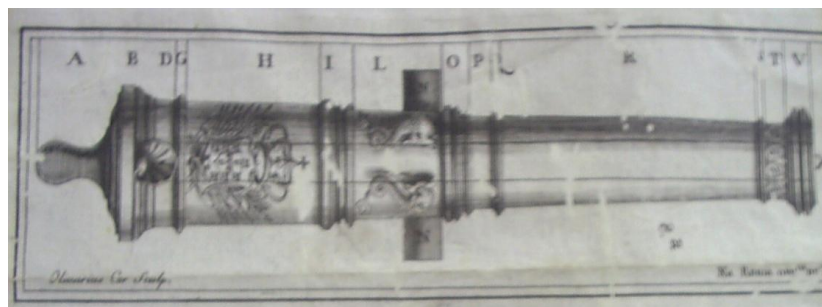


Fig. 9 - Desenho de uma peça de bronze com a identificação das suas partes. Assinado por Oliverius Cor, gravador francês.

O livro Exame de Artilheiros teve a sua circulação proibida por Carta Régia em 15 de julho de 1744. Lygia de Fonseca Fernandes da Cunha, Chefe da Divisão de Referência Especializada da Biblioteca Nacional, explicou o motivo da proibição da obra. Foi alegado que Alpoim não havia respeitado a pragmática de tratamento das personalidades citadas, conforme determinava o Código Filipino em vigor, e a alteração da Lei de 29 de janeiro de 1739:

“Lei porque V. M^e há por bem determinar os tratamentos que se deverão dar de palavra por escrito nestes Reynos e Senhorios, como nella se contém”.

Lygia da Cunha esclareceu ainda que Felix Pacheco analisou o assunto e provou que Alpoim não desrespeitou a legislação no que se referia ao tratamento dado ao Governador Gomes Freire de Andrade. Felix Pacheco observou ainda que muitos exemplares se espalharam e que acreditava ter sido dada apenas ordem de recolher os livros e não de terem sido eles proibidos. Para reforçar a conclusão exemplificou a publicação do *Exame de Bombeiros*, uma continuação do primeiro livro, feita quatro anos depois do primeiro, e que o próprio Alpoim se refere diversas vezes ao livro anterior.

O recolhimento dos exemplares do livro por motivo tão fútil contribuiu para a raridade atual da obra.

CONCLUSÃO

O Brigadeiro Alpoim veio a mudar radicalmente o panorama das defesas da cidade, profissionalizando-a e tornando-a competente, por meio de seus ensinamentos de décadas, e das obras que realizou, instaurando uma nova mentalidade e uma postura radicalmente diversa daquela que havia prevalecido anteriormente. Sua forma de agir esteve intimamente relacionada a sua convicção, que ele teve como objetivo passar a seus camaradas e discípulos, de que só pelo conhecimento e aplicação da ciência e da técnica se poderia desenvolver e consolidar um sistema de defesa eficaz e consoante às necessidades de seu tempo.

Sua atuação, todavia, não se limitou a estes aspectos, mas também se manifestou num enorme conjunto de realizações de engenharia que hoje denominaríamos civil, como projetos e execução de muitas construções, planos urbanísticos e de infra-estrutura urbana, das quais um número significativo perdura ainda em nossos dias.

REFERÊNCIAS

ALPOIM, José Fernandes Pinto. *Exame de Artilheiros: que compreende Arithmetica, Geometria e Artilharia*. Lisboa: Oficina de Jozé Antonio Plates, 1744. (Arquivo de Obras raras da Marinha do Brasil).

- ALPOIM, José Fernandes Pinto. *Exame de Bombeiros*. Madri: Officina de Francisco Martinez, 1746.(Biblioteca da Ajuda, Lisboa).
- Arquivo Nacional. *Ordem Régia* 19 de agosto de 1738. Catálogo de cartas régias (1662-1821). Publicação do Arquivo Nacional. Rio de Janeiro, I, p.472.
- GAMA, José Basílio da. *O Uruguai*. Rio de Janeiro: Agir, 1976.
- PARDAL, Paulo. *Memórias da Escola Politécnica*. Rio de Janeiro: Xerox do Brasil: UFRJ, Escola de Engenharia, 1984.
- _____. Nota Biográfica e Análise Crítica. In: ALPOIM, José F. Pinto, *Exame de Artilheiros*, reprodução Fac-Similar, Rio de Janeiro: Xerox do Brasil, 1987.
- PIVA, Teresa Cristina de C. *O Brigadeiro Alpoim: Um Politécnico no Cenário luso-brasileiro do século XVIII*. 2007. 349 p.Tese (Doutorado)- Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. UFRJ. Rio de Janeiro, 2007.
- TELLES, Pedro Carlos da Silva. *História da Engenharia no Brasil - Século XVI a XIX* – 2.ed., Rio de Janeiro: Editado pelo Clube de Engenharia 1994.

Teresa Cristina de Carvalho Piva

E-mails: teresa.piva@yahoo.com.br;
teresa.piva@iq.ufrj.br

Nadja Paraense dos Santos

E-mail: nadja@iq.ufrj.br

Programa de Pós-Graduação em História das
Ciências e das Técnicas e Epistemologia-
HCTE/UFRJ.