

S EMENTES
DE CIÊNCIA

LIVRO DE HOMENAGEM

ANTÓNIO MARINHO AMORIM DA COSTA

Sebastião J. Formosinho

Hugh D. Burrows

EDITORES

IMPRESA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA
2011

Carlos A. L. Filgueiras e Teresa C. C. Piva

Instituto de Química e Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das
Técnicas e Epistemologia – Universidade Federal do Rio de Janeiro
calf@iq.ufrj.br

V.

O ENGENHEIRO SETECENTISTA LUSO-BRASILEIRO JOSÉ FERNANDES PINTO ALPOIM

(...) 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. (...)

José Basílio da Gama, O Uruguai, 1769

Os versos da segunda estrofe do poema épico de Basílio da Gama mostram sua admiração pelo Brigadeiro Alpoim, o engenheiro que D. João V mandara ao Brasil anos antes. Basílio da Gama, um seguidor do Marquês de Pombal e inimigo declarado dos jesuítas, criticava o ensino ministrado por estes. No Canto I do poema há uma descrição do campo de batalha e uma apresentação do desfile do exército luso-espanhol contra as missões jesuíticas do Rio Grande do Sul em 1756, para executar as cláusulas do Tratado de Madrid, de 1750¹.

Este exército era comandado por Antonio Gomes Freire de Andrade, Primeiro Conde de Bobadela, Governador e Capitão General do Rio de Janeiro, Minas Gerais, e São Paulo.

Naquela campanha no sul do Brasil, Bobadela tinha a seu lado o braço direito de seu governo, o Brigadeiro José Fernandes Pinto Alpoim.

As fontes bibliográficas são contraditórias quanto ao local de nascimento de Alpoim, porém investigações em Portugal, particularmente no Livro de Batismos do Arquivo Distrital de Viana do Castelo, comprovaram que ele nasceu em 14 de Julho de 1700, na vila de Viana do Minho, atual Viana do Castelo.

Na Torre do Tombo encontram-se a Carta Patente de Alpoim como Sargento-Mor de Artilharia, datada de 19 de agosto de 1738. Por ela foi possível averiguar algumas das missões de Alpoim em Portugal.

Em 1729 Alpoim executou a planta da beira do Rio Douro e sua entrada na baía, também descrita na mesma Carta Patente. Esta descreve o episódio, porém dá para ele a data inverossímil de 1709. O historiador Lyra Tavares² supõe que a data deva ser 1729, o que parece mais razoável.

Entre as atividades de Alpoim, convém relatar sua função como lente substituto nas Academias Militares de Viana e de Almeida, como diz a Carta Patente, uma vez que ela prenuncia sua missão, alguns anos depois, no Rio de Janeiro.

Alpoim foi promovido a capitão engenheiro em 1737, passando a Engenheiro de Fortificações do Alentejo. Nesta função ele ficou sob a orientação de Manuel de Azevedo Fortes, Engenheiro-Mor do Reino e Professor da Academia Militar de Lisboa, como também mostra a Carta Patente.

Azevedo Fortes (1660 - 1749) foi figura notável do iluminismo português, tendo sido um expoente da engenharia no Portugal do século XVIII.³ Ele estudara em Espanha e França e, ao retornar a Portugal em 1695, passou a escrever várias obras pedagógicas de engenharia. Seu livro mais importante foi "*O Engenheiro Português*", de 1728/1729.

Esta obra consta de dois volumes nos quais se encontram compendiados os melhores conhecimentos de engenharia e artilharia da época. Azevedo Fortes demonstra a influência da escola francesa e critica o *Método Lusitânico*, de Luis Serrão Pimentel Olyssiponense, largamente usado em Portugal.

Ainda no Prólogo diz que seu livro não fora concebido para uso geral, e sim como um manual para a Academia Militar. Salienta ainda a importância do trabalho de campo, de um *método*, e que com desenhos é possível comparar diferentes hipóteses e chegar à melhor alternativa.

Azevedo Fortes é autor ainda do primeiro tratado sobre Lógica escrito em português, a “*Lógica Racional, Geométrica e Analítica*”, de 1744.⁴

Alpoim considerava Azevedo Fortes o seu “*grande mestre*”, expressão registrada por ele próprio em seus dois livros publicados.

Alpoim foi voluntário numa missão perigosa que exigia muita astúcia, por envolver a segurança das fronteiras de Portugal com a Espanha, o levantamento de uma fortificação em execução pelos espanhóis perto de Almeida, o *Forte do Fiel*. Ele se disfarçou de mendigo para infiltrar-se entre os castelhanos. Desta forma seria possível revelar aos soldados portugueses os segredos da defesa castelhana. Após examinar a área ele elaborou a planta do forte, a qual foi enviada posteriormente a D. João V. A Carta Patente de 1738 também faz menção deste episódio.

Por Ordem Régia de D. João V de 1738 Alpoim foi promovido e designado Sargento-Mor (correspondente ao atual posto de major) do Terço de Artilharia do Rio de Janeiro que se fundava, sendo transferido para o Brasil.⁵

A grande extensão territorial brasileira, a produção de açúcar, as descobertas auríferas e de diamantes em Minas Gerais foram alguns fatores que exigiram um permanente controle de Portugal nas defesas da colônia na primeira metade do século XVIII, em virtude da cobiça de várias potências europeias.

As invasões no Rio de Janeiro, em 1710 por Duclerc (1671 - 1711) e em 1711 por Duguay-Trouin (1673 - 1736), malograda no caso do primeiro e exitosa com o segundo, criaram um clima de terror na cidade, pois os corsários conquistaram e saquearam a cidade em 1711. Gerou-se um clima de insegurança nas tropas brasileiras, levando os governantes a solicitar ao Rei melhores fortificações para resguardar o porto do Rio de Janeiro ⁶.

O custo operacional para Portugal enviar e manter no Brasil profissionais europeus competentes nos trabalhos de fortificações era muito alto e a solução encontrada foi enviar professores e criar escolas que formassem pessoas qualificadas no serviço de guerra na colônia. Não se quer dizer

com isto que os portugueses nunca tivessem ministrado anteriormente Aulas de Fortificação no Brasil. A preocupação com a defesa da colônia já existia havia algum tempo, pois o Rei D. Pedro II, em 1699 ordenara por Carta Régia que se estabelecesse no Rio de Janeiro uma Aula de Fortificação criando um curso para a formação de técnicos em fortificação ², embora esta Aula, assim como outras em diferentes pontos da América portuguesa nunca tenham funcionado satisfatoriamente.

A cidade do Rio de Janeiro nesse momento possuía importância vital, pois constituía o escoadouro principal da riqueza mineral brasileira para Portugal, exigindo naquele momento uma grande proteção. Foi pensando nessa proteção que D. João V criou o Terço de Artilharia no Rio de Janeiro e designou Alpoim para comandá-lo e ser o responsável pelas aulas que capacitassem engenheiros militares, de modo a ficarem em condições de defender o território daquela região do Brasil.

O período anterior à época de Alpoim havia sido dominado por inúmeras lutas contra vários invasores estrangeiros, como os franceses mencionados. É significativo que após a vinda de Alpoim nunca mais se registrou qualquer invasão do Rio de Janeiro.

Alpoim chegou ao Rio em 1739. A Capitania tinha a sua testa como Governador Geral o engenheiro militar português Gomes Freire de Andrade (1685 - 1763), 1º Conde de Bobadela, que receberia este título em 1758 como reconhecimento aos serviços prestados ⁷.

Gomes Freire era Governador e Capitão General do Rio de Janeiro, mas sua jurisdição também se estendia a São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso e Colônia do Sacramento (em território hoje do Uruguai e às margens do Rio da Prata, em frente à cidade de Buenos Aires). Em 1738, durante seu governo, Santa Catarina e São Pedro do Sul (o atual Rio Grande do Sul) foram desligados de São Paulo, passando a formar uma capitania subordinada ao Governo do Rio de Janeiro. Bobadela desempenhou sua função de Governador por 30 anos, de 1733 até sua morte em 1763.

A acumulação de funções de governo por Bobadela representou um esforço de uniformizar as administrações de vários territórios. Gomes Freire, entre os relevantes serviços prestados, atuou também como engenheiro militar, sobretudo nas demarcações de limites territoriais ⁸.

O Conde de Bobadela aproveitou a abertura iniciada por D. João V em favor de alguns movimentos culturais de renovação em Portugal. Seguindo o exemplo do Reino na criação de academias literárias e científicas, fundou o Governador a *Academia dos Felizes*, em uma reunião literária promovida por um grupo de eruditos em sua residência no Rio de Janeiro em 1736. Pouco se sabe sobre as atividades desta academia, pois teve curta duração, sobrevivendo só até 1740. Existem manuscritos na Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro dos trabalhos recitados pelos acadêmicos. Fizeram parte desta agremiação 30 acadêmicos. Embora a academia tivesse tido curta duração, seus membros levantaram a possibilidade da criação de uma tipografia, atividade inexistente e proibida no Brasil ⁹.

A instalação da primeira tipografia no Brasil, em 1747, no Rio de Janeiro, foi uma das importantes providências culturais de Gomes Freire, e sua primeira impressão foi o folheto intitulado: “*Relação D. Fr. Antonio*”.

O trabalho é de autoria do Juiz Luís Antônio Rosado da Cunha, e conta 17 páginas. Seu título completo é: “Relação da entrada que fez o excelentíssimo e reverendíssimo senhor D. Fr. Antonio do Desterro Malheyro, bispo do Rio de Janeiro, em o 1.º dia deste presente Anno de 1747, havendo sido seis Annos Bispo do Reyno de Angola, donde por nomeação de Sua Magestade, e Bulla Pontifícia, foy promovido para esta Diocesi” ¹⁰.

A impressão ocorreu na oficina de Antonio Isidoro da Fonseca, um impressor de Lisboa, que veio para o Brasil e trouxe seu material tipográfico. A tipografia teve vida curta, tendo sido fechada pela metrópole, no temor de que publicasse ideias contrárias aos interesses do Reino¹¹.

A imprensa no Brasil só viria a ser estabelecida legalmente após a chegada da família real em 1808.

Inúmeras obras de engenharia e arquitetura foram executadas no governo de Bobadela, as quais tiveram participação intensa e crucial do engenheiro-arquiteto Alpoim. Alguns exemplos de seus projetos são o Palácio dos Governadores de Vila Rica, em Minas Gerais (1741), o Palácio dos Governadores no Rio de Janeiro (1743), mais tarde Paço Imperial, o hoje desaparecido Convento dos Barbonos (1740), o também demolido Convento da Ajuda (1750), a reforma no Aqueduto da Carioca (1750) e o Convento de Santa Teresa (1750)¹². Em adição a estes projetos há também um grande número de outros edifícios

cuja autoria lhe é atribuída, por vezes com fortes indícios de sua autoria real. Tanto Bobadela como Alpoim foram sepultados no convento carmelita de Santa Teresa, quando faleceram, respectivamente em 1763 e 1765.

Gomes Freire foi também o principal comissário do governo de Portugal nas demarcações dos limites no sul do Brasil com as colônias espanholas em 1750². Neste episódio o papel de Alpoim foi muito importante, pois a partir daí Portugal pôde negociar com a Espanha a expansão de seu território americano bem além da velha linha de Tordesilhas, multiplicando a superfície do Brasil por mais de três vezes.

A atuação de Alpoim no Brasil pode ser analisada observando três aspectos: o engenheiro e arquiteto, o militar, e finalmente o professor e autor de obras didáticas de engenharia e matemática aplicada.

O Rio de Janeiro, inicialmente uma pequena cidade colonial sem maior expressão, adquiriu uma preponderância crescente a partir da descoberta de ouro nos sertões de Minas Gerais no final do século XVII, uma vez que se tornou o porto de escoamento natural do metal precioso para a metrópole. Foi justamente esta crescente importância, oriunda da localização estratégica da cidade e de suas características peculiares, abrigada numa baía de águas profundas com um magnífico porto natural, que catalisaram seu desenvolvimento, até torná-la, em 1763, a capital da América portuguesa, em substituição a Salvador. Todo este processo aguçou a cobiça de muitos estrangeiros, culminando com a invasão e conquista da cidade pela poderosa esquadra de 17 navios (segundo alguns autores, 18), enviada por Luís XIV em 1711, sob o comando de René Duguay Trouin, com o pretexto de vingar a execução sumária do corsário Jean François Duclerc no ano anterior.

Os franceses haviam enviado previamente espiões que verificaram o precário estado da defesa da Baía de Guanabara, cujas fortalezas não tinham poder de tiro para evitar a entrada de uma esquadra como aquela. Assim, puderam entrar incólumes, numa expedição de conquista de uma facilidade impressionante¹³. Este episódio demonstrou a fragilidade das defesas da cidade, cuja importância crescia com os enormes carregamentos de ouro que chegavam do interior.

A resposta do governo português ao desafio de proteger a colônia tardou um pouco mas finalmente se materializou, criando uma instituição de formação

militar que ensinasse ciências, matemática, técnicas de fortificação, de artilharia, e todos os seus aspectos técnicos correlatos, capacitando um contingente para defender a cidade. O Rei D. João V criou para este fim a já citada “Aula do Terço”, em que a palavra “terço” se refere à terça parte de um regimento de artilharia¹². Esta fundação foi decidida por Ordem Régia de D. João V, em 1738, ao Governador Gomes Freire de Andrade, na qual o soberano ordena

“que se estabeleça a dita Aula, e para Mestre dela nomeio a José Fernandes Pinto Alpoim, que proximamente fui servido prover 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 Teórica da Artilharia a todos os que quiserem aplicar-se a ela e especialmente aos oficiais do dito Terço, ..., os quais serão igualmente obrigados a assistir as Lições da Aula ao menos por tempo de cinco anos e, faltando a elas, serão castigados a arbitrio do Governador da dita Capitania, e para o futuro não poderá o mesmo Governador informar para os postos de patente do dito Terço, nem aprovar para os de nombramento oficial algum, que não tenha frequentado a dita Aula, e seja examinado e aprovado nas matérias, que nela se ditarem.”¹⁴

O mesmo decreto que nomeara Alpoim também estipulava, como se viu, que além dos exercícios ele era obrigado “a ditar postila”¹⁴. Aí está provavelmente a origem dos livros didáticos que ele haveria de compor, e que são o fruto de suas lições. Estes dois livros são exemplos notáveis de obras de cunho científico e técnico, produzidos num período em que obras deste tipo eram raras mesmo na metrópole, e absolutamente inéditas no Brasil. O cultivo das ciências modernas ainda estava um longo tempo por surgir no panorama do ensino português, e só viria a ser implantado definitivamente por iniciativa do Marquês de Pombal durante o reinado de D. José I, filho do soberano que nomeara Alpoim. Todavia, no período joanino percebeu o governo da metrópole a necessidade de cultivar certos conhecimentos e técnicas essenciais à demarcação, posse e defesa de seus territórios. Assim se pode compreender a ênfase dada aos trabalhos de Alpoim, sobretudo

àqueles de ensino e desenvolvimento técnico. Ele teve ainda a fortuna de encontrar como superior um governante, Bobadela, imbuído de um espírito ilustrado e desejoso de promover o progresso de tudo aquilo que aumentasse a grandeza e a opulência de Portugal.

Alpoim escreveu no Rio de Janeiro dois livros como consequência do trabalho de professor. As duas obras evidenciam um caráter didático e profundamente comprometido com a formação adequada e eficaz de artilheiros e bombeiros (lançadores de bombas) capazes de defender com proficiência a sede da Capitania. Estes dois livros são o *Exame de Artilheiros*, publicado em Lisboa em 1744¹⁵, e o *Exame de Bombeiros*, saído à luz em Madrid em 1748¹⁶. Vários autores já expressaram dúvidas a respeito da exatidão dessas indicações de impressão, sugerindo que talvez eles tenham sido impressos no próprio Rio de Janeiro, com o assentimento de Bobadela, em desafio à proibição portuguesa do estabelecimento de tipografias em sua colônia. Realmente é estranho imaginar que o governo português fosse permitir a publicação do segundo livro, que trata das defesas do Rio de Janeiro, na capital de seu inimigo e rival, Castela.

O *Exame de Artilheiros* consta de 236 páginas e está dividido em 3 *Tratados*, dos quais o último possui 4 *Apêndices*. Os *Tratados* versam respectivamente sobre Aritmética, Geometria (abordando conceitos ligados a ponto, linha e reta) e Artilharia. Os quatro *Apêndices* dizem respeito a assuntos específicos de Artilharia. Um deles em especial, o *Apêndice II*, aborda cálculos interessantes, como a determinação do número de balas de canhão que se podem empilhar em pirâmides de base triangular, quadrada ou retangular, em que Alpoim lança mão de conceitos de análise combinatória explicados por meio de cálculos de frações, de forma a serem mais facilmente compreendidos por seus alunos.

O segundo livro, que é o *Exame de Bombeiros*, é bem mais interessante que o primeiro, por uma série de razões. Aparentemente, Alpoim deve ter considerado o primeiro livro como uma introdução, e agora vai elaborar com mais profundidade vários itens já anteriormente abordados, e tratar de assuntos novos de uma forma mais minuciosa e complexa que no livro anterior. O *Exame de Bombeiros* se estende por 396 páginas e é dividido em 10 *Tratados*. Estes têm como títulos: *Tratado de Geometria* (mais elaborada

que no *Exame de Artilheiros*), *Tratado de um Nova Trigonometria* (em que ele simplifica os valores trigonométricos de modo a ter números mais fáceis de usar pelos artilheiros), *Tratado de Longimetria*, *Tratado de Altimetria*, *Tratado dos Morteiros*, *Tratado dos Morteiros Pedreiros*, *Tratado dos Obus*, *Tratado dos Petardos*, *Tratado das Baterias dos Morteiros* e, finalmente, *Tratado sobre a Pirobolia Militar ou Fogos Artificiais*. A matemática discutida no segundo livro de Alpoim vai além da abordagem elementar discutida no *Exame de Artilheiros*, cobrindo agora a altimetria, a longimetria e os cálculos de balística, em que a cinemática galileana é utilizada, com exemplos de curvas parabólicas e frequentes alusões nominais a físicos como Galileo, Torricelli e Maupertuis. Pode-se dizer que Alpoim se revela um politécnico na melhor acepção do termo, tanto no projeto e execução de suas muitas obras como no papel de professor.

O último destes tratados tem um atrativo muito grande para químicos modernos, remetendo-nos inclusive aos versos de Basílio da Gama com que se abriu o presente texto. Ele se intitula *Tratado da Pirobolia Militar, ou dos Fogos Artificiais da Guerra*, e consta de 75 páginas mais um apêndice. Alpoim discorre sobre os fogos de uso militar em geral, e sua composição. Entre os materiais abordados estão os óleos, as resinas, a nafta, o alcatrão e vários outros materiais, mas sobretudo a pólvora. A pólvora era de importância capital na atividade militar, mas também o seria na atividade mineradora da época, sobretudo depois da exaustão do ouro de aluvião. Na segunda metade do século XVIII ela seria também fabricada na Capitania de Minas Gerais, como mostram documentos da época em que se evidencia a importação de salitre e enxofre pela Câmara de Vila Rica .

Ao tratar da pólvora, Alpoim vai muito além de seu mestre Azevedo Fortes, acrescentando tanto a suas concepções quanto aos poucos aspectos que Fortes havia abordado laconicamente, em seu livro *O Engenheiro Português*. Após repetir aproximadamente o que Fortes dissera sobre a composição da pólvora, Alpoim extrapola e passa a discutir esta composição em termos de eficiência. Em geral, seu método consiste em tratar os assuntos por meio de perguntas e respostas, revelando preocupação didática. Ao longo da exposição ele também faz freqüentes referências a autores anteriores que consultou.

No início do capítulo, Alpoim discorre sobre os componentes da pólvora. “Salitre” diz ele,

128

“não he outra couza mais, que hum sal, misturado de muito ar subtil, cujas particulas são volateis; e elasticas, que lhe provém, e da sua mesma natureza. Acha-se em cavernas húmidas, abobedas freças, paredes velhas demolidas; e em pedras expostas muito tempo ao ar, que lhe introduz as suas particulas; donde vem chamar-se a este salitre salpetrae, ou flor de muro. Também se produz em cavalherices, cortes de gado, ou curraes, que pelas suas superabundancias, e ourinas, contrahem esta materia salitroza; e ainda o há em terras, que de sua natureza o produzem.”¹⁶

Em seguida, estende-se por várias páginas a explicar a forma de fazer salitre, isto é, de extraí-lo e purificá-lo a partir de materiais contendo nitratos, assim como a forma de se proceder a testes para verificar sua pureza.

As tentativas de descobrir diferentes processos de obter salitre no Brasil aumentariam nos últimos anos do século XVIII e ao longo do século XIX, em iniciativas as mais variadas.^{17,18,19}

Depois de discorrer com tanta minúcia sobre o salitre, Alpoim faz o mesmo com o enxofre e o carvão, revelando um espírito investigativo que tudo quer esmiuçar.

A partir daí, a pólvora é estudada em sua costumeira forma metódica, sob a forma de perguntas e respostas que procuram abordar o assunto da maneira mais abrangente possível. Por isso, esta parte será dividida em diversos sub-itens, com o intuito de mostrar o espírito analítico do autor.

A composição a preparação de diferentes pólvoras

Para Alpoim, das diversas pólvoras conhecidas, a melhor tinha a seguinte composição: *76 ½ partes de salitre refinado; 12 ½ partes de enxofre; 12 ½ partes de carvão.*

Uma outra dosagem que ele mesmo achava pouco diferir da anterior era a que chamou de *pólvora de 6 de ás*, em que a unidade utilizada era o arrátel

(equivalente a uma libra, que em Portugal correspondia a 459 g), consistindo em: *6 partes de salitre; 1 parte de enxofre e 1 parte reforçada de carvão.*

Provavelmente a segunda composição, que pouco diferia da primeira, era mais fácil de compor, pois consistia em quantidades inteiras e bem mais simples de serem utilizadas pelos artífices militares encarregados do fabrico.

A pólvora era de natureza artesanal, e o processo de produzi-la compreendia a moagem prévia dos componentes, juntando-os então de acordo com as doses estabelecidas. Em seguida se procedia a uma nova moagem, para assegurar a uniformidade do material. Com a finalidade de ter uma mistura mais homogênea dos componentes ainda no moinho, periodicamente se borrifava água à mistura. A massa era considerada em boas condições após 24 horas desse processo.

Depois de pronta, a massa era espalhada no granador, um crivo, e por compressão passava pelos furos do mesmo, sendo colocada num tabuleiro e posta a secar ao ar ou em estufa, sendo finalmente acondicionada em barris.

Se a pólvora tivesse que queimar sob a água, era necessário acrescentar doses iguais de cal viva e de enxofre. Nossa interpretação para isto é que a cal viva, ao se hidratar, libera grande quantidade de calor, que inflama a pólvora.

Uma forma que ele utilizava para melhorar ainda mais a qualidade da pólvora era borrifar água e cal viva sobre a mistura sendo triturada no moinho, advertindo ainda que não se molhasse muito. Podemos interpretar este trecho como referindo-se à introdução de uma quantidade controlada de cal e água, que provocaria um ligeiro aquecimento e umedecimento, ligando melhor os componentes pela reação exotérmica da cal viva (óxido de cálcio) com a água, que produz a cal apagada (hidróxido de cálcio), e liberação de calor. Evidentemente, aqui a quantidade de cal tinha que ser controlada cuidadosamente, para evitar um aquecimento excessivo, que poderia levar à deflagração da mistura, embora Alpoim não entre em pormenores sobre isto. Todavia, ele acrescenta que

“a agoa não deve ser tanta, que fassa massa, que se pegue às mãos: as nossas fabricas da Corte, fazem a mais excelente polvora de toda a Europa.”¹⁶

Uma outra preocupação diz respeito ao tipo de moinho a ser usado:

“o moinho, em que se móem estes ingredientes, he como o de moer sumagre, ou azeitona, cuja mó, ou galga, he de pedra tal, que movendo-se sobre outra, não fere fogo.”

Outro processo descrito por ele, e que produzia a pólvora com maior rapidez, podendo ser usado em caso de necessidade, consistia em misturar os três ingredientes numa panela grande com água, a qual era posta sobre fogo brando até a maior parte da água evaporar, restando uma massa grossa. A massa era então retirada da panela e posta a secar em banho-maria, com agitação constante, a fim de acelerar o processo sem o perigo de deflagração da mistura. Em seguida a massa era retirada da panela e peneirada no granador. Este método rápido leva a uma pólvora inferior que, segundo Alpoim,

“não he tão activa, como a outra; mas, em cazo de necessidade, pôde passar por boa.”

Análise de qualidade da pólvora

O passo seguinte era a verificação da qualidade, ou “*bondade da pólvora*”, um processo de controle de qualidade bastante interessante. Alpoim fazia a verificação “*pela vista, pelo tacto e pelo fogo*”.

Se a forma escolhida for a *vista*, ou aspecto, a cor é importante. Se esta for azulada, a pólvora é considerada boa. Para verificar a umidade e quantidade de carvão, deve-se esfregar um papel branco na pólvora e depois expô-la ao sol. Se ela estiver brilhante, é porque o salitre não foi bem misturado, uma vez que seus cristais ficam nitidamente visíveis, e a pólvora passa a ser considerada de má qualidade.

Escolhendo-se o *tacto*, ou textura, para verificar a qualidade da pólvora, deve-se apertá-la entre os dedos; se ela se desfizer com facilidade é porque possui muito carvão. Ao fazer o teste espremendo a pólvora contra uma tábua ou entre os dedos e forem encontrados grãos mais duros, “*e que*

piquem de alguma sorte os dedos he sinal que o enxofre não está bem moído” e a massa não está bem homogeneizada com o salitre. A pólvora é então considerada ruim.

No método de verificação pelo fogo, ou por aquecimento, Alpoim explica que a qualidade da pólvora é tanto melhor quanto menos resíduo ela deixar após a combustão:

(...) pondo-a sobre hum papel branco, se o tomar toda junta, e de repente levantando fumo, como huma coroa, sem deixar negruras, nem faíscas, que queimem o papel, he boa pólvora: quando a pólvora he boa e bem seca, se pode fazer esta prova na palma da mão, sem que a queime. A pólvora roim, faz tudo pelo contrario: as pólvoras medianas, são as que queimão menos papel; e a que o enegrece, e não queima, he melhor que, as que o queimão.¹⁶

Dosagem dos componentes da pólvora

Para conhecer se a pólvora tem dosagens não proporcionais àquelas consideradas ideais, isto é, mais ou menos salitre, enxofre ou carvão, Alpoim diz que se deve botar

“um didal de pólvora sobre huma pedra lisa e lbe daremos fogo; se a pólvora tiver muito salitre, deixará na pedra humas pequenas bexigas ou empolas; se tem muito enxofre, se queimará pouco a pouco, depois que os outros simples já estiverem queimados (ou pôde ser, que o enxofre seria grossamente pizado) se tem muito carvão, o tal ficará sobre a pedra crú, e cheyo de viscosidades”.¹⁶

Alpoim ensina como separar os componentes da pólvora já pronta, isto é, como fazer uma análise para saber se os componentes estão na dosagem ideal. Para tal, deve-se verter vinagre ou vinho em um recipiente em quantidade superior à quantidade da pólvora, adicionando-se esta ao líquido. Aquecendo-se até a fervura, o carvão sobrenadará, boiando na superfície,

e poderá ser retirado com uma espátula. Para separar o enxofre, é necessário utilizar um pano grosso e filtrar o líquido remanescente. Finalmente, o salitre pode ser recuperado por diminuição do volume da solução por ebulição, seguida de resfriamento. O salitre precipitará e poderá ser isolado por decantação da solução sobrenadante.

Causas de deterioração da pólvora

Alpoim acautela o leitor a respeito de dois inimigos da pólvora, o excesso de umidade e seu oposto, a *secura extrema*. No primeiro caso, se a pólvora for armazenada em local úmido, o carvão absorve a umidade e com isso o salitre se dissolve, fazendo com que se rompa a unidade dos dois com o enxofre, originando então o que ele denomina um *tártaro viscoso*. Por outro lado, se a pólvora for armazenada por muito tempo em local muito seco ou ao ar livre, o carvão acaba por desprender-se da composição, separando-se como um pó fino, tornando a pólvora menos ativa. Ele exemplifica como se pode verificar este fenômeno, que consiste em tomar amostras de pólvora da parte de cima e da parte inferior de um barril: a primeira *“pesa menos que a do fundo”*, isto é, tem menor densidade.

Como transformar uma pólvora ruim numa pólvora boa

De acordo com Alpoim existem várias formas de transformar uma pólvora ruim numa pólvora de boa qualidade. O processo mais simples consiste em separar primeiramente os componentes, verificar qual deles está na proporção inadequada e refazer a dosagem, de maneira a obter uma composição satisfatória. A partir daí, repete-se o procedimento de moagem e granulação. O segundo processo envolve a fervura de uma mistura de aguardente e flor de salitre, ou salitre refinado. Em seguida, esta mistura é aquecida e usada para borrifar a pólvora indesejável, procedendo depois a uma nova granulação e secagem. Todavia, diz ele, *“be necessario advertir, que se esta*

pólvora se houver ainda de concervar por muito tempo, he melhor comprar pólvora nova; porque a outra toda se faz má”.

Como fazer pólvora em pães

Borrifando-se a pólvora em pó com aguardente e misturando-se bem, pode-se moldá-la em pães que, depois de secos devem ser guardados em vasos de vidro. Embora, segundo ele, haja quem use vinagre no lugar de aguardente, ele prefere a aguardente, e diz: *“eu e alguns dos meus discipulos, sabemos o para que serve, com utilidade do Principe”*. A vantagem da pólvora em pães é *“que nunca se corrompe, nem com humidade; he muito boa para quando se uzar della moida nos fogos, e he necessario cuidado em a moer”*. Contudo, é ainda melhor guardar nos armazéns o salitre, o enxofre e o carvão já prontos nos barris, e não a pólvora preparada, *“porque o tempo a gasta”*, além de constituir um fator de risco. Para isso, porém, é preciso dispor de moinhos para preparar a pólvora quando ela for necessária.

O Fogo grego

O fogo grego era uma mistura usada desde o século VII, e cuja invenção a tradição atribui a um certo Kalinikos de Heliópolis, no Egito. Sua manufatura foi um segredo guardado a sete chaves pelos imperadores bizantinos e os descendentes de Kalinikos, e a ele se deve boa parte da dificuldade em tomar Constantinopla encontrada por seus inimigos, fossem eles árabes ou turcos. O fogo grego era um projétil contendo uma mistura lançada por catapultas sobre os navios inimigos, que provocava um verdadeiro terror, uma vez que ardia mesmo debaixo d’água²⁰. Embora a composição do fogo grego original não seja conhecida, é claro que ele consistia em uma mistura combustível contendo resina, alcatrão ou cânfora, e uma fonte de oxigênio, que podia ser o próprio salitre, o que permitia que ele ardesse sob a água.

Em seu livro, na parte em que discorre sobre outros fogos e suas aplicações, Alpoim trata do fogo grego, que *“he uma especie de artificio,*

que queima, até dentro da agoa, aonde se lhe augmenta a sua violencia: o seu movimento, he para cima, para baixo, e para os lados: chama-se fogo Grego, por se dizer, que os Gregos, forão os primeiros, que o puzerão em uzo". Ele também dá várias preparações de fogo grego, como, por exemplo, "*cal viva, goma arabia, enxofre, óleo de linhaça, de cada couza x, pólvora, a que for necessaria, tudo muito bem misturado, se lhe embeba algodão, ou estopa, de que se fazem balas, indo, a cada capa, embrulhando em pólvora*".¹⁶

Segundo Alpoim, "*para se dar mais vigor à pólvora, para o fogo Grego, e ser mais inflamavel, a borrhifaremos com agoa alcanforada*". Em seguida, em sua característica maneira didática, ele dá o modo de preparar a água alcanforada: "*em 16 x de agoa clara, deitaremos x de alcanfor, e fundindo a fogo brando, fica feita a agoa alcanforada*".

As pólvoras coloridas

Esta parte do texto de Alpoim é bastante curiosa. Ele começa por dizer que "*suposto se pôde fazer pólvora de todas as cores; com tudo as mais uzuaes são branca, vermelha, amarella, verde e azul*". Em princípio se poderia supor que a matéria de que trata Alpoim seria a preparação de fogos de artifício coloridos, o que logo se percebe que não deve ser, uma vez que os aditivos que ele acrescenta à pólvora para torná-la colorida são quase sempre compostos orgânicos. Ora, a cor dos fogos de artifício se deve ao espectro de emissão de diferentes elementos químicos excitados, em geral metais. Por isso diferentes metais darão diferentes cores ao fogo de artifício. Cada elemento químico (metálico ou não) emite, quando excitado, uma radiação específica, que é característica dele, como se fosse uma impressão digital do elemento. Esta radiação pode ser emitida em diferentes regiões do espectro, como no visível, no ultravioleta ou mesmo no infravermelho. No caso dos metais utilizados nos fogos de artifício, aproveita-se a emissão que eles produzem no visível.

Existem tabelas em obras especializadas que mostram os diferentes compostos usados mais comumente²¹. Como exemplos, o bário é usado para fogos verdes, o cálcio para o laranja-avermelhado, o cobre para o azul, o sódio para o amarelo, o estrôncio para o vermelho, etc. A especificidade da

emissão de radiação pelos elementos químicos constitui a base da espectroscopia atômica, que permite, desde o século XIX, fazer análises químicas de quaisquer materiais, inclusive da composição de estrelas distantes, por meio do estudo de sua emissão luminosa. Foi, aliás, a espectroscopia atômica que permitiu a descoberta de um novo elemento, o hélio, no sol, em 1868, 27 anos antes de ser achado na terra²².

No preparo das pólvoras coloridas de Alpoim, só a pólvora verde continha um sal metálico, o verdete, nome antigo do acetato básico de cobre. Assim procedia ele para preparar esta pólvora:

“ponha-se a ferver, em agoa ardente com verdete, x de madeira branca podre, e depois de ter bem fervido, e embebido o verdete, se tira, séca, e faz um pó, que se mistura com x de enxofre e 10 x de salitre, e se faça a pólvora”.

Nas pólvoras de outras cores, ele normalmente utiliza compostos orgânicos de origem vegetal. Ora, isto é o que se faz hoje para obter pólvoras que produzam fumaça colorida, e não fogos coloridos. Quanto às fumaças, utilizam-se modernamente vários agentes orgânicos como o 1-(fenilazo)-2-naftol, que é um corante laranja brilhante usado em sinais de socorro²¹. Pode-se então presumir que, ao fazer as chamadas pólvoras coloridas, Alpoim tinha em mente produzir diferentes sinalizadores. A pólvora branca era preparada com salitre, miolo de sabugo seco e enxofre, podendo o sabugo ser substituído por tártaro calcinado (bitartarato de potássio); já a pólvora vermelha era obtida a partir de uma série de produtos, como água de pau-brasil, vermelhão (que pode, neste caso, ser um composto metálico, o óxido misto ou salino de chumbo), sândalo vermelho, loendro ou goivos, materiais que eram triturados e misturados a enxofre e salitre. A pólvora amarela continha açafraão selvagem, ao passo que a azul levava anil, ou serragem de teixo, ou então flor de lírio azul.

Pólvora surda e pólvora fulminante

Alpoim ensina também como fazer a pólvora *surda* ou *fulminante*, classificações que dependiam do estrondo que provocavam.

A pólvora surda, que faz pouco barulho, pode ser preparada de várias maneiras, mas o aditivo mais freqüente é o bórax veneziano. Segundo ele, os aditivos

“embaração a elasticidade do salitre, e lhe diminuem a sua actividade; e como a pólvora perde quazi toda a sua força, faz muito pouco estrondo; razão porque se chamará pólvora surda”.

A pólvora fulminante, por sua vez, entra em combustão com violência, fazendo grande estrondo. O aditivo empregado aqui é o “sal tártaro”, ou bitartarato de potássio. Em suas palavras,

“o effeito desta pólvora, dizem, he para baxo, e com tal violência, que se queimarmos alguma, em huma colher de cobre, a furará; e ainda sem estar reclusa, fará um grande estrondo; e por isso he necessario colher de ferro”. E logo adiante: “a razão, a meu ver, deste phenomeno, vem, de que o sal tártaro, unido com o enxofre e salitre, lhe retém de tal sorte os espíritos, que se não póde exalar, sem que a violência do fogo lhe rompa a união, cauzando o estrondo dito; porque se puzermos esta pólvora em colher de ferro, a fogo grande, não fará estrondo nenhum, e he porque os materiaes de que se compõe não tem tido tempo de se unirem, para produzirem o seu effeito; e por isso se deve fazer a experiência a fogo brando”.

Alpoim ainda se estende por várias dezenas de páginas a respeito de aplicações e usos de pólvora e de diversos tipos de fogos obtidos de diferentes materiais inflamáveis, visando objetivos militares. Estes assuntos não serão tratados neste artigo.

Ao apresentar este aspecto do trabalho do engenheiro Alpoim, queremos ressaltar quão pouco se conhece da história das ciências e das técnicas no Brasil colonial. Alpoim foi uma figura atuante, sobretudo na primeira metade do século XVIII, bastando para isso lembrar as datas de publicação de seus dois livros, 1744 e 1748, respectivamente. Enquanto a segunda metade do século XVIII tem recebido bem mais atenção nos últimos anos, é de acreditar-se que as primeiras décadas do século também poderão revelar dados importantes sobre as ciências e as técnicas no Brasil colonial.

Um aspecto muito interessante a ressaltar na obra de Alpoim é a extensão e a abrangência de seu texto sobre as pólvoras, cuja importância estratégica nunca é demais salientar. Embora ele se tenha valido de uma farta bibliografia e aquilo que escreveu sobre as pólvoras seja mais uma compilação dessa literatura do que fruto de trabalho de investigação original, seu valor não é desprezível, muito ao contrário. Não se pode deixar de lembrar que uma das contribuições mais significativas de Lavoisier na área da química aplicada dar-se-ia justamente em suas pesquisas sobre a pólvora, e foi graças à pólvora lavoisiana que os rebeldes comandados por Washington lograriam derrotar o exército britânico, assim como mais tarde a França revolucionária rechaçaria as tentativas de invasão das monarquias reacionárias. Sob este ponto de vista, Alpoim, ao escrever tão extensamente sobre a pólvora ainda na primeira metade do século XVIII aparece como uma figura singular e bastante avançada como um experimentalista dedicado e minucioso.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à Sociedade Brasileira de Química sua concordância para usarem neste texto alguns trechos do artigo dos mesmos sobre Alpoim, publicado como “O Fabrico e Uso da Pólvora no Brasil Colonial: o Papel de Alpoim na Primeira Metade do Século XVIII”, *Química Nova*, 2008, 31, 930-936.

REFERÊNCIAS

¹ CORTESÃO, Jaime. *Alexandre de Gusmão e o Tratado de Madrid*, v.1, Ed. fac-similar. Brasília: Senado Federal, (Coleção Memória Brasileira), 2001.

² TAVARES, Aurélio de Lyra. *A Engenharia Militar Portuguesa na Construção do Brasil*. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército Editora (Coleção General Benício), 2000.

³ MACHADO, Diogo Barbosa. *Biografia do Engenheiro-Mor Manuel de Azevedo Fortes*. In: da Silva Nigra, Dom Clemente Maria. *A Ilha das Cobras e suas Fortalezas: Resumo Histórico Documentado*. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação Geral da Marinha, 1988.

⁴ FORTES, M. de A. *Lógica Racional, Geométrica e Analítica*. Lisboa: Oficina de José Antônio Plates, 1744.

⁵ Arquivos Nacionais da Torre do Tombo, Lisboa. *Carta Patente de Sargento Mor*. 19 de agosto de 1738, Registro Geral das Mercês, cota: D. João V, Lv 29, folha 358 e 358 verso.

⁶ BARRETO, Aníbal. *Fortificações no Brasil - Resumo Histórico*. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército Editora, 1958.

⁷ CALMON, Pedro. *História do Brasil*. 4ª ed., Rio de Janeiro: José Olympio, v.III, e v. IV, 1981.

⁸ FORTES, Hugo Borges. *Canhões Cruzados*. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército Brasileiro Editora, Coleção General Benício, 2001.

⁹ CAVALCANTI, Nireu. *O Rio de Janeiro Setecentista – A Vida e a Construção da Cidade da Invasão Francesa até a Chegada da Corte*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004.

¹⁰ CUNHA, Luiz A. R. *Relação da entrada que fez o excelentíssimo e reverendíssimo senhor D. Fr. Antonio do Desterro Malbeyro bispo do Rio de Janeiro, em o 1.º dia deste presente Anno de 1747, havendo sido seis Annos Bispo do Reyno de Angola, donde por nomeação de Sua Magestade, e Bulla Pontificia, foy promovido para esta Diocesi*. Rio de Janeiro, Oficina de Antonio Isidoro da Fonseca, 1747.

¹¹ PEREIRA, Francisco Maria Esteves. *Diccionario Histórico, Chorographico, Heraldico, Biographico, Bibliographico, Numismatico e Artistico*: Lisboa, João Romano Torres, Editor, v.3, 1915.

¹² PIVA, T. C. C. O Brigadeiro Alpoim: um Politécnico no Cenário Luso-Brasileiro do Século XVIII, Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em História das Ciências, das Técnicas e Epistemologia, UFRJ, Rio de Janeiro, 2007.

¹³ MARTINS, R. V., A Invasão Francesa ao Rio de Janeiro em 1711 e a Moderna Formação Técnica dos Capitães de Artilharia no Brasil, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em História das Ciências, das Técnicas e Epistemologia, UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

¹⁴ 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.

¹⁵ ALPOIM, J. F. P. *Exame de Artilheiros*. Oficina de José Antonio Plates, Lisboa, 1744.

¹⁶ ALPOIM, J. F. P. *Exame de Bombeiros*. Oficina de Francisco Martinez Abad, Madrid, 1748.

¹⁷ FILGUEIRAS, C. A. L., *Química Nova*, 1998, 21, 351-353.

¹⁸ FILGUEIRAS, C. A. L. *Anais do IV Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia*, Caxambu, 1993, 104-109.

¹⁹ FERRAZ, M.H.M. *Química Nova*, 2000, 23, 845-850.

²⁰ LEICESTER, H. M., *The Historical Background of Chemistry*, Dover, N. York, 1971, p. 75.

²¹ RUSSELL, M. S., *The Chemistry of Fireworks*, The Royal Society of Chemistry, Londres, 2002, p. 85.

²² FILGUEIRAS, C. A. L., *Química Nova na Escola*, 1996, nº 3, 22-25.