

6
23
51
48

379

Ensaio sobre as Minas

COLEÇÃO ESTUDOS E MANUSCRITOS

COLEÇÃO
ESTUDOS E
MANUSCRITOS
3

COLECÇÃO ESTUDOS E MANUSCRITOS

- 1 – *A “Censura do Tabaco” do P.^{dre} Jerónimo da Mota e dois escritos de Ribeiro Sanches*, Armando Barreiros Malheiro da Silva.
- 2 – *Memórias Particulares*, Inácio José Peixoto.
- 3 – *Ensaio sobre as Minas*, José Anastácio da Cunha.

José Anastácio da Cunha

Apoio
Estado Maior do Exército

Ensaio sobre as Minas

Título

Ensaio sobre as Minas

1.ª edição 1994

Série — Coleção Estudos e Manuscritos — 3

ISBN 9872 - 6136

Autor

José Anastácio da Cunha

Introd. e notas Maria Fernanda Tavares

Trad. da introd. Michael Smith

Edição

Tipografia 1000
Impressão e distribuição: Universidade do Minho
Serviço de Publicações e Biblioteca

Capa

Projeto gráfico a partir de elementos contidos na folha de rosto do manuscrito original

Classificação

Classificação de informações ADABIM, Class. Sousa Moreira

Impressão

Impressão e acabamento: B. Sousa & Xavier, Lda

Deposito legal nº 30309/94

Copyright © Arquivo Distrital de Braga

Arquivo Distrital de Braga / Universidade do Minho

UNIVERSIDADE DO MINHO
SERVIÇO DE PUBLICAÇÕES E BIBLIOTECA
4681-1194

101884-03

Apoio
Estado Maior do Exército

TÍTULO

Ensaio sobre as Minas

1ª edição 1994

Série — Colecção Estudos e Manuscritos — 3

ISSN 0872 - 6426

ISBN 972 - 9102 - 23 - 6

AUTOR

José Anastácio da Cunha

Introd. e notas Maria Fernanda Estrada

Trad. da introd. Michael Smith

EDIÇÃO

Tiragem: 1000 exemplares

Arquivo Distrital de Braga / Universidade do Minho

CAPA

Arranjo gráfico a partir de elementos contidos na folha de rosto do manuscrito original

COMPOSIÇÃO

Laboratório de Informática ADB/IBM, Clara Sofia Moreira

IMPRESSÃO

Officinas gráficas de Barbosa & Xavier, Limitada

Depósito legal nº 76200/94

Copyright © Arquivo Distrital de Braga

TRABALHO PREPARADO NO DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
DA UNIVERSIDADE DO MINHO A PARTIR DO TEXTO INTEGRAL DO
MANUSCRITO Nº526 DO ADB.

6
23
51
48

José Anastácio da Cunha

Introdução

Em 1987 celebrou-se em Portugal o bicentenário da morte de José Anastácio da Cunha. Talvez porque ele foi injustiçado em vida, nós tenhamos querido, como povo, reparar essa injustiça. Mas não só: o grande movimento nacional então gerado com as diversas celebrações que ocorreram nas Universidades de Évora, Coimbra e Lisboa, com o seu principal objectivo, homenagear um grande português que foi matemático, que foi poeta e que fez um inovador no campo das ideias então vigentes. Muito se disse, muito se escreveu. Dois livros foram publicados, comendo as comunicações dos intervenientes¹.

Acompanhamos emocionados o percurso da sua vida: seu nascimento humilde em Lisboa em 1744; sua educação na Congregação do Oratório; alistamento aos 19 anos no quartelado em Valença do Minho; a vida que ele viveu; o contacto com os oficiais estrangeiros de ideias liberais, muitos deles protestantes, que então lá se encontravam; os amores pela Margarida cantada e sublimada em muitos dos seus versos; a sua cultura matemática que, através do Conde de Lippe, chegou aos ouvidos do Marquês de Pombal; o convite que este lhe dirigiu para lecionar Geometria na recém-criada Faculdade de Matemática da Universidade de Coimbra; a vida em Coimbra e, depois da queda

*Leitura, introdução e notas de
Maria Fernanda Estrada.*



267342 -D

Arquivo Distrital de Braga/Universidade do Minho
BRAGA 1994

NEG - 638707

- ANTONIO JOSÉ TEIXEIRA, O Instituto Nacional de Estatística, 1890-1899, vol. XXIX (1891-1892), Coimbra, Imprensa Nacional, sem as notas, em Anuário da Estatística, 1904, vol. I, p. 1-10.
- MULLER, J. A. *Mathematical Treatise containing properties of conic sections with the doctrine of Fluxions and Fluxions* (1767).
- RODRIGUES, J. F., José Anastácio da Cunha, matemático em Portugal, vol. I, Coimbra, Imprensa Nacional, 1987, p. 1-10.
- RODRIGUES, J. F., A obra matemática de José Anastácio da Cunha, *Colóquio Matemático*, vol. I, 1988, p. 1-10.
- SMITH, D. E., *A Source Book in Mathematics*, Dover, New York (1959).
- TEIXEIRA, F. G., *Trabalho de doutor José Anastácio da Cunha, em Física e Matemática*, Coimbra (1952).
- YOSCHERVITCH, A. P., C. A. G. e J. A. C., *Revista de História das Ciências*, XXXI (1978), p. 327-332.
- YOSCHERVITCH, A. P., A. C. e J. A. C., *Revista de História das Ciências*, XXVI (1973), p. 3-22.
- PAPPUS D'ALEXANDRIA, *La collection mathématique*, Livre VII, trad. Paul Ver Eecke, Paris (1933).
- PESSOA, FERNANDO, *Páginas de Estética e de teoria e crítica Literária*, ed. G. R. Lind e Prado Coelho, Lisboa (1961).
- O Processo de José Anastácio da Cunha*, ed. João Pedro Ferro, Lisboa (1988).
- QUEIRÓ, JOÃO FILIPE, *José Anastácio da Cunha: Um Matemático a Recordar 200 anos Depois*, *Matemática Universitária*, n.º 14, Dezembro de 1972, p. 5-17.



ENSAIO

sobre

AS MINAS

Por

JOZE ANASTACIO

da

CUNHA.



ENSALAO

de

AS MINAS

de

JOSE ANASTACIO

de

CUNHA.

[Página 1]

Ensaio sobre as Minas

Instrucção

Sobre huma materia tão importante como esta não temos nada escrito em Portuguez. Nas outras Nações sim tem havido pessoas de grande nome, que tem comprehendido o tratata, mas até agora ninguẽ o tem feito completamente, e sem cahir em notaveis abuzos, ou erros de consequencia. Os primeiros Mineiros cuidaram que a figura da escavação era hum Cone de huma altura igual ao Raio de baze; depois imaginaram q. era hum Cone truncado, cuja altura, Diametro [Página 2] do fundo, e Raio da baze erãem sempre iguaes; o Tenente General **de la Valière** achou por meio de huma medição exacta, que a escavação nem era hum Cone, nem hum Cone truncado; mas sim hum paraboloide; conservou porem o antigo abuzo, de que o diametro da baze nunca podia exceder a linha de menor resistência; que finalmente as experiencias feitas por M. Belidor na Escola d'Artelharia **dela Fère** pelos annos 1730 dester-raram de todo. Achada esta verdade importantissima ás apalpadellas, eis nos acõmette logo a curiosidade de averiguar /ou para fallar mais verdade/ a vaidade de demonstrar por principios **à priori**, como, e por-que faz a polvora na terra hum paraboloide, e não hum Cone, ou hum Cone truncado, ou outra qualquer figura. Eis ahi Mr Dulacq, que quiz fazer hum Mechanismo de Artelharia, e que para demõstrar [Página 3]

este ponto, se poem a calcular errado,* e a raciocinar em vão, como no resto da sua Obra, [Página 4] ou ainda mais se pode ser. Ajusta o vertice da parabolle ordinaria no angulo de hum triangulo, toma por razoens inversas, o que está mui longe de o ser, &c, &c, &c. O Sabio M.^r Muller Professor d'Arthelaria, e Forteficação na Academia Real de Inglaterra, discipulo de Belidor, e que assistio às experiencias, de que fallei, achou felismente huma nova Theorica segura, e completa, quanto baste para a pratica, e confirmada incontestavelmente por ella. Não cahio na tentação de querer deduzir de principios **a priori** a figura da escavação. Exactas, e repetidas medições lhe segurarã, que he hum parabolle: isso lhe basta, pois a razam porque o hé não inflúe nada na Arte das Minas. Vio que o Frustrado do parabolle terminado pela baze, e pelo circulo, que passa pelo Foco, está sempre na razam das cargas, e julgando este principio assaz demõstrado pela experiencia cons- [Página 5] tante, desprezando prudentemente todo o calculo, ou raciocinio vão, e inutil, reduz toda a Theorica das Minas à Resolução de huma equação do segundo graó.

* Quem prevenido da grande reputação de M. Dulacq neste Reyno se admirar do que aqui se diz delle, ponha os olhos nessas miseraveis equaçoes, que se achão no seu Mecham d'Art; pag. 110 mihi: $aul = t \times 0 = t$, $aul = i \times 0 = i$, e para se nam cuidar, que foi erro da imprensa acrescenta [puisque]¹ **0 ne multiplie point** i. e. porque 0 tem privilegios de unidade. He vergonha, e grande vergonha criticar couzas tão summamente triviaes, pois não ha Rapaz da escolla, que não possa ensinar a Mr. Dulacq, que 4 vezes **nada** he nada, e nam 4 vezes **nada** he 4, como elle cuida; mas sirva isto somente para que a gente se não deixe preocupar de hum grande nome, e para que alguns Autores afrancezados não escrevão tanto à pressa.

¹ Na cópia manuscrita lê-se "jurisque", a correcção foi feita de acordo com a pág. 110 do livro de Dulacq intitulado "Theórie nouvelle sur le Mécanisme de l'Artillerie", publicado em Paris, em 1741.

A minha primeira tenção quando me rezolvi a dar alguma couza em Portuguez sobre as Minas, foi traduzir fielmente o excellent Tratado de M.^r Muller, porem acho nelle algumas asserções, que me parecem mal fundadas, alguns principios, que não posso adoptar por me não parecerem certos, do que darei as minhas razões, e quem ler julgará. Alem disto vejo a Obra de Mr Dulacq na mão de quasi todas as pessoas da Profissão, e para q. os principiantes se não enganem com os brilhantes termos de **Demonstração, evidência provarei, demonstrarei &c**, tantas vezes, e tão em falso repetidos me pareceo justo por-lhe [Página 6] diante dos olhos, quanto Mr. Dulacq se enganou na determinação do modo, com que a polvora opéra na Mina, e quanto he diverso o Caminho, que seguio, do que devia seguir nesta averiguação.

Constará pois este pequeno Tratado de tres partes. Na primeira darei huma ideia de como a polvora opéra na terra, e como esta lhe resiste diversamente em diferentes partes, procurando deduzir destas considerações a figura da Escavação. Desta Theorica /que hé o que só posso chamar inteiramête meu neste papel/ pouco, ou nada se pode determinar para a practica. Eu confeço a sua inutilidade neste sentido, servirá porem de contentar a curiozidade naturalissima de saber pouco mais, ou menos por que razão, e como as Escavações tomam sempre huma [Página 7] figura certa, e não outra, e para desterrar os abuzos de alguns Autores, principalmente os erros de Mr. Dulacq, e alguns de Mr Muller, se não sou eu talvez o que me engano.

A segunda será hum extracto da Theorica de Mr. Muller, á qual ajuntarei hum Problema, que me parece necessario, e como a sua solução dá huma equação biquadratica, darei com essa occasião o excellent methodo de Daniel Bernoulli para achar as raizes das Equações racionaes, no q. me parece faço algũ serviço aos Curiozos, que o não tiverem ainda visto.

¹ Necessário mencionar que se "trata" de um tratado de aritmética e álgebra, e não de matemáticas.

A terceira conterá Regras practicas para regular as cargas, e linhas de menor rezistencia, conforme os diversos terrenos, e intentos acõmodadas á capacidade de hum Mineiro, que não saiba mais, que as quatro operações [Página 8] da Arithemetica, e extração da raiz quadrada, e cubica; As pessoas que não entendem Algebra poderaõ fazer o seu estudo nesta terceira parte somente, e deixar as outras.

Para cabal intelligencia do que digo na primeira parte, me parece necessario dar a propriedade, e formação universal das sessoes Conicas, e espero não deixará isto de ser util, e agradável á quellas pessoas, que não tiverem visto se não Belidor, o qual as trata separadamente, e cada huma por differente modo, o que não deixa de ser deffeuuozo, pois bem sabida hé a utilidade, e superioridade dos methodos geraes; e o Leitor o poderá julgar do que digo nesta.

Preparação

Est. 1^a
Fig. 1^a

Sobre a linha Recta AB destinada para [Página 9] directrix se levante huma perpendicular CG indefinita, e nella se escolha hum ponto qualquer D para vertice, e outro qualquer F , para Fóco, ou embigo de huma curva, e exprima p , e q a razaõ das distancias do vertice ao Foco, e a directrix, isto he, chame-se CD , p ; e DF , q ; digo que se cada hum dos pontos da Curva distar da directrix, e do Foco na razaõ de p a q , será huma sessaõ Conica, por se acharem nas Sessoens de hum Cone as mesmas propriedades como se verá

He evidente que quando $p > q$, hũ dos pontos da Curva se achará na linha CG , pois nella posso tomar huma linha FE , tal que seja $[\overline{CF + FE} : FE :: p : q]^2$, por haver de ser $FE < CE$, e tambem que o ponto E he o q. mais dista de F ; por que para nenhuma outra parte mais distante se poderá tomar outra, [Página 10] cuja distancia ao Foco, e á directrix estejam na razaõ de p a q . Isto mostra que neste cazo torna a curva a entrar em si mesmo, isto he que as suas pontas se ajuntam em E .

Nas outras porem não succede assim pois quando por ex. $p = q$ nunca posso tomar na linha CG huma parte FG , que seja para $[\overline{FG + CF} :: p : q]^3$. aliás seria a parte igual ao todo. Assim hirá a curva affastando-se para os lados sem nunca se poderem ajuntar as suas pontas: hir-se há porem affastando cada vez menos, por que cada vez se hirá aproximando mais da razaõ de igualdade de CG a FG por se poder augmentar FG quanto cada hum quizer, ficando CF sempre constante.

Quando $p < q$ muito mais se affastaraõ as pontas da curva pois por mais que se [Página 11] estenda CG nunca nella se poderá tomar huma parte FG que seja maior que o seu todo CG . pode-se contudo tomar para a outra banda da directrix /neste só cazo, e não nos outros/ o que mostra que a curva tambem jaz da outra parte.

Fig. 2^a

Bem quizera demõstrar, e expor estas, e outras couzas mais por extenso, mas a brevidade, que me propuz neste papel mo não permite, e o rezervo para hum particular [trattado]⁴. O Leitor se contentará com a ideia geral, que dou aqui deste methodo, e lhe ficará facil com qual quer

² Na cópia manuscrita lê-se " $CF + FE : FE :: p : q$ "; foi acrescentada a barra por cima de $CF + FE$, como é usado noutras partes do texto e que supomos aqui não ter sido copiada do original.

³ O mesmo da nota anterior, relativo agora a $FG + CF$.

⁴ Na cópia manuscrita lê-se "rattado"; supomos que o autor se refere aos Princípios Mathemáticos.

aplicação deduzir delle todas as propriedades das sessoens Conicas. Eu entretanto tocarei o que me parecer mais necessario, suppondo sabidas ao menos as principaes propriedades da Elipse.

[Página 12]

No primeiro cazo se demonstra que a curva he huma Elipse, e tambem chamando à metade do eixo maior a temos $[\overline{p + 2a} : \overline{2a - q} :: p : q]^5$. que dá esta equação $pq + 2aq = 2ap - pq$, e esta

$$A. \frac{pq}{p-q} = a,$$

isto he a metade do eixo, ou a distancia do vertice ao centro exprimida em partes de p , e de q . Ora na Elipse he o quadrado de qualquer ordenada para o rectangulo das partes, em que ella divide o eixo como o quadrado do eixo menor para o quadrado do eixo maior, ou como o lado recto, ou parametro para o eixo grande. Seja P o parametro x a abscisa, e y a ordenada; teremos $yy : \overline{2a - x} \times x :: P : 2a$; e será

$$B. \frac{\overline{2a-x} \times x \times P}{2a} = yy.$$

A equação A mostra que sendo p variavel quanto mais crescer mais diminuirá a ; e quanto mais crescerá a^6 ; consideremos pois p em todas as porporçoens, em que pode estar [Página 13] com q .

I. Seja a distancia da directrix ao vertice infinita isto he seja $p = \frac{1}{0}$ e pondo este valor na equação A , teremos

$$\frac{1 \times q}{0 \times \frac{1}{0} - q} (= \frac{q}{1-0q}) = q = a,$$

o que mostra que neste cazo coincide o centro com o Foco. Ora na Elipse a ordenada ao Foco he metade do parametro, e se acha fazendo

⁵ Na cópia manuscrita não existe as barras sobre $p + 2a$ e $2a - q$.

⁶ Parece que a frase completa devia ser "e quanto mais diminuir mais crescerá a ."

$$[p : q :: \overline{p+q} : \frac{pq+qq}{p} = \frac{1}{2}P;]^7$$

logo neste caso teremos $\frac{1}{2}P = a$, porq. a equaçã se transforma em

$$\frac{\frac{1}{0}+q \times q}{\frac{1}{0}} = \left(\frac{\frac{0 \times 1}{0} + 0q \times q}{1} \right) = q = a = \frac{1}{2}P.$$

ponhamos agora $2a$ em lugar de P na equaçã B , e teremos $\overline{2a - x} \times x = yy$, o que tudo mostra que entãõ he a curva hum circulo.

II. Da distancia infinita, em que estava a directriz AB se venha avizinhando o vertice D ; consideremo-la, por ex. n'huma distancia CD finita mas com tudo maior que DF , he [Página 14] evidente que a medida que a directriz veio caminhando da pozição AB até a pozição AB , se foi a curva estendendo, e alargando, isto he a medida, que diminuia CD hiam crescendo as NF a Respeito da constante DF , e temos a equaçã A , e a equaçã B , que nos dão

$$DO = \frac{CD \times DF}{CD - DF} \text{ e } \mathcal{N}Qq. = \frac{EQ \times QD \times P}{DE},^8$$

e continuando a directrix a chegar-se ao vertice quanto mais se chegar, mais crescerã o eixo, mais se affastarã o centro do vertice, ate que

III. Em chegando á pozição ab onde $p = q$ a equaçã A darã $a = \frac{pq}{0}$ ou $a = \frac{1}{0}$ escrevendo a unidade em lugar de q . isto he, foge o centro do vertice até huma distancia infinita. E a equaçã B darã

$$\left[\frac{\frac{2}{0} - x \times x \times P}{\frac{2}{0}} \left(= \frac{\frac{0 \times 2}{0} - 0x \times x \times P}{2} = \frac{2 \times x \times P}{2} \right) = xP = yy \right]^9$$

⁷ Na cópia manuscrita lê-se " $p : q :: p + q : \frac{pp+qq}{p} = \frac{1}{2}P$ "; parece manifesto que deve ser $pq + qq$ em vez de $pp + qq$; o sinal de igualdade que aparece nesta expressão relaciona apenas $\frac{pq+qq}{p}$ e $\frac{1}{2}P$.

⁸ $\mathcal{N}Qq.$ significa $\mathcal{N}Q^2$, como resulta da comparação com a equaçã B .

⁹ Na cópia manuscrita lê-se " $\frac{2}{0} + x \times x \times P \left(= \frac{\frac{0 \times 2}{0} - \frac{2}{0} \times x \times P}{2} = \frac{2 \times x \times P}{2} \right) = xP = yy$ "; parecem manifestas as correcções feitas, de acordo com a equaçã B .

equação da parábola. Logo porém que a directrix sahe da posição ab para qualquer outra xb em $\gamma D < DF$, isto he

[Página 15]

IV. Assim que for $p < q$ a equação A dará o centro para a parte opposta ω pois he evidênte que então será o seu primeiro membro negativo por ser $p < q$, e fazendo-o affirmativo teremos $\frac{pq}{-p+q} = -a$ que mostra ser o eixo tirado do vertice não para mesma banda de q como era dantes, mas para a de p . A equação B dará

$$\left[\frac{-2a-x \times x \times P}{-2a} = \frac{2a+x \times x \times P}{2a} = yy, \right]^{10}$$

equação da hyperbole. Continûe a directrix a chegar-se ao vertice: hirã deminuindo ao mesmo paço que o semieixo $D\omega$, pois he bem claro que quanto menor for p maior será o denominador $-p + q$, e menor o numerador pq .

V. Ultimamente em a directrix se avizinhandando tanto ao vertice que o toque, isto he, assim que for $p = 0$, teremos a , ou $a = \frac{0}{q} = 0$, o que mostra que então os vertices δD coincidem. Ora como a parametro se [Página 16] acha sempre fazendo

$$[p : q :: \overline{p+q} : \frac{pq+qq}{p} = \frac{1}{2}P,]^{11}$$

teremos neste cazo $\frac{1}{2}P = \frac{qq}{0} = \frac{1}{0}$, e por concequência a equação B dará

$$\frac{xx \times \frac{1}{0}}{0} = \frac{xx}{0} = yy, \quad xx = yy \times 0, \quad \text{e } x = 0,$$

onde se vê que neste cazo não ha abscis [sic] isto he que se na linha DG se tomar qualquer ponto por mais proximo que se tome ao vertice D a

¹⁰ Na cópia manuscrita não existe barra sobre $2a + x$.

¹¹ Mesma observação da nota 7.

perpendicular, que delle se levantar a DG nunca poderá tocar a curva, o que mostra que se abriu tanto que ficou recta, e coincide com a directrix.

Temos visto pelo movimento da directrix formar-se do circulo a Elipse, Parabole, e Hyperbole, e abrir-se até a linha recta. O que temos ditto sobeja para a intelligencia do que se segue e basta para dar aos principiantes /para quem só escrevo/ huma ideia deste methodo.

1. Lembremo-nos primeiro que tudo, que a pólvora incendiada não hé outra cousa mais que hum fluido elastico, e permanente, cuja força deve naturalmente estar na razão do calor, e da densidade, e como o calor está evidentemente na razão da densidade, segue-se que da força da pólvora está na razão duplicada da densidade; mas a densidade está sempre na razão composta da directa das quantidades, e da inversa dos volumes; logo a força da pólvora estará na razão composta da directa duplicada das quantidades, e da inversa duplicada dos espaços, que occupão, o que está amplamente explicado [Página 18] na Theorica da pólvora.

2. Consideremos huma carga de pólvora enterrada em hum lugar tão profundo, que o pezo da Columna superincumbente exceda á força da pólvora.

I. Se a terra hé incomprimivel não fará o impulso da pólvora effeito algum, e ficará esta occupando o mesmo espaço, que occupava de antes, pois de todas as partes se lhe reziste infinitamente.

II. Se a terra hé comprimivel lhe cederá igualmente por todas as partes até que a força da pólvora, que vai diminuindo na razão inversa dos espaços que vai occupando fique em equilibrio com a força com que a terra reziste á compressão.

perpendicular, que difere em $2p$ unidades da distância focal $2a$, o que mostra que se abriu tanto para cima como para baixo.

Temos visto pelo movimento da directrix formar-se do círculo a elipse, a parábola e a hipérbola, e abrir-se até a linha recta. O que temos dito aqui para a directrix dá para as outras e basta fazer a substituição $p \rightarrow -p$ para obter a equação da directrix oposta e a equação da directrix correspondente ao eixo y , que mostra ser o eixo ordenado do vértice não para mesma banda de q como era antes, mas para a de p . A equação B dará

$$\frac{y^2}{p^2} - \frac{x^2}{q^2} = 1 \quad (B)$$

equação da hipérbola. Continue a directrix a chegar-se ao vértice: irá diminuindo ao mesmo passo que o semi-eixo D_0 , pois se bem claro que quanto maior for p maior será o denominador $-p + q$, o menor o numerador pq .

V. Ultimamente, com a directrix se aproximando tanto do vértice que o toque, isto he. ou seja que for $p = 0$, teremos a , ou $a = \frac{p}{2} = 0$, o que mostra que então os vértices BD coincidem. Ora como o parâmetro se [Página 16] acha sempre fazendo

$$D_0 = a + \sqrt{a^2 + p^2} = \frac{1}{2}(p^2 + 4a^2)^{1/2}$$

teremos neste caso $\frac{1}{2}p^2 = \frac{1}{2}p^2$, e por consequência a equação B dará

$$\frac{y^2}{p^2} - \frac{x^2}{p^2} = 1 \quad (C)$$

onde se vê que neste caso não há abscissa. Isto he que se na linha D_0 se tomar qualquer ponto por mais próximo que se tome do vértice D a

¹⁰ Na cópia manuscrita he sempre $2a + p$.

¹¹ Mesma observação de nota 7.

Parte I.

Nova Theorica das Minas

1. Lembremo-nos primeiro que tudo, que a polvora incendiada não hé outra couza mais que hum fluido elastico, e permanente, cuja força deve naturalmente estar na razão do calor, e da densidade, e como o calor está evidentemente na razão da densidade, segue-se que da força da polvora está na razão duplicada da dēsidade; mas a densidade está sempre na razão composta da directa das quantidades, e da inversa dos volumes; logo a força da polvora estará na razão composta da directa duplicada das quantidades, e da inversa duplicada dos espaços, que occupão, o que está amplamente explicado [Página 18] na Theorica da polvora.

2. Consideremos huma carga de polvora enterrada em hum lugar tão profundo, que o pezo da Columna superincumbente exceda á força da polvora.

I. Se a terra hé incomprimivel não fará o impulso da polvora effeito algum, e ficará esta occupando o mesmo espaço, que occupara de antes, pois de todas as partes se lhe reziste infinitamente.

II. Se a terra hé comprimivel lhe cederá igualmente por todas as partes até que a força da polvora, que vai diminuindo na razão inversa dos espaços que vai occupando fique em equilibrio com a força com que a terra reziste á compressão.

Fig. 5^a

3. Esteja agora a Carga n'humã distância tal da superfície da terra, que seja o pezo das columnas superincumbentes menor que a força da polvora, supondo pois a Carga em \mathcal{D} /de figura Cubica, ou esferica para maior comodidade/ então.

I. Se a terra não he comprimivel, procurãdo a polvora estender-se para todas as partes dirigindo a sua força por linhas perpendiculares á superficie da esfera, que forma, e sendo rezistida infinitamente por todas as partes excepto pela parte de cima lhe cederá só a linha de menor rezistencia CD , e muitos raios DE tomados nas direçoens das forças cõmunicadas pêla polvora, porem he claro que estes raios DE rezistirão diversamente, pois a força cõmunicada a cada hum pela polvora em e hé a mesma /pela propriedade dos fluidos de terem sempre [Página 20] todas as suas forças em equilibrio/ e a rezistencia, que elles fazem a essa força tanto pelo seu pezo, como pela coherencia de huns com os outros cresce n'humã certa razão directa dos mesmos raios, e por consequencia acharemos hum AD cuja rezistencia esteja em equilibrio com a força da polvora, e não lhe cederâ, e muito menos qualquer dos outros aD , o que tudo parece evidente.

II. Se a terra porem hé comprimivel, todas as partes desde \mathcal{G} para baixo lhe cederão sómente pela sua compressibilidade, e de \mathcal{G} para cima pela mesma compressibilidade, e juntamente por serem de hum pezo menor, que a força da polvora, e este hé verdadeiro cazo das Minas, pois a terra hé comprimivel: examinaremos isto mais miudamente.

[Página 21]

4. Accende-se a polvora, e começa a dilatar-se, a terra lhe cederá igualmente por todas as partes até hum certo termo, em que a força necessaria para a comprimir mais hé maior, que a que basta para vencer a coherencia das partes, e o pezo. Ora esta rezistencia procedida da coherencia das partes, e do pezo em nenhuma parte hé menor que junto á linha de menor rezistencia, logo por esta parte principiará a ceder, e /se acazo se pode assi dizer/ quebrará a terra da mesma sorte, que se quebra huma taboa opprimida de huma potencia capaz de vencer a coherencia das suas partes.

5. A polvora, que vai continuando a dilatar-se acha huma sahida em *a*, mas esta sahida he pequena pelo que continuará a opprimir toda a circumferencia, porem ja não igualmente; por que 1^o o vaõ ja esta cheio de terra [Página 22] solta de quando a terra por ali se quebrou, e que só rezistem pelo seu pezo: 2^o as partes *b* cedem empurrando para dentro do dito vão as partes *e*: 3^o cada uma das partes *d* cederão empurrando tambem para a banda de *a* as partes, que lhe ficarem para essa banda: 4^o finalmente a parte mais inferior *e* cederá para baixo empurrando para os lados as partes, *q*. lhe ficam vizinhas. Ora he claro que quanto mais terra houver acima de cada parte *d* mais custará a essa parte o ceder; isto he, mais rezistirâ, menos espaço cederâ, e esta rezistencia bem se vê, que gradualmente vai augmentando desde *b* até *e*.

Fig. 6^a

6. Cederá pois a circumferencia *bdde* gradualmente: cederâ cada parte *d* em razão composta da compressibilidade da terra, e da multidão de

partes, que tem, que mover [Página 23] para a banda de *a* para ceder; ora a compressibilidade da terra pode-se suppor a mesma em qualquer altura, crescerá logo esta rezistencia com a multidão de partes, que tem que mover para a banda de *a*. Neste computo porem deve tambem entrar a diversa altura de terra que cada parte *d* tem em cima de si, e quanto essa terra dista do vão *f*, *a*, pois quanto mais distar delle menos abalada estará, e menos solta, e mais custará a mover-se debaixo della a parte *d*, o q. tudo nos tira totalmente a esperança de saber em q. razão cresce a ditta rezistencia; deixemos pois esta averiguação, e continuemos.

Fig. 7^a

7. Supponhamos que n'um primeiro instante cedeo a parte *a* até *b*, no segundo até *B*, no terceiro até *B*, hé claro que o espaço *bB* há de ser maior que o espaço *ab*, *BB* maior que *bB* &c, porque a parte *b* tem em cima [Página 24] de si menos terra, e mais solta, e abalada q. *a*, *B* que *b*, e *B* que *B* /tomando a força da polvora sempre igual, ou tomando os tempos desses instantes em razão duplicada dos espaços occupados pela polvora/. Os espaços *ad*, *dD*, *DD*, &c. hirão sempre sendo tanto mais pequenos quãto mais se aproximarem de, *eE*, *E* &c, e a razão, em que esta diminuição se faz hirá crescendo cada vez mais, isto hé

$$[ab : \partial d, \&c < bB : \partial D, \&c < BB : DD, \&c,]^{12}$$

por que huma das couzas, que contribuem para qualquer parte *∂*, *D*, ou *D*&c, rezistir mais, ou menos hé a maior, ou menor distancia, em que está da ultima *b*, *B*, ou *B*, &c pois quanto maior for essa distancia mais

¹² Na cópia manuscrita lê-se "*ab∂d, &c < bB : ∂D, &c < BB : DD, &c,*" não existindo o sinal de razão entre *ab* e *∂b*, como parece que deve existir; além disso, as letras da fig. 7, estampa 2, não correspondem rigorosamente às do Texto, pelo que se torna difícil a interpretação correcta das expressões em que figuram.

terra tem, que mover para a parte de c , C , ou $C\&c$,¹³ o que mostra, q. tirando raios do centro O á curva destes hirão sempre crescendo mais os que estiverem mais proximos á linha de menor rezistencia, que os que estiverem mais [Página 25] apartados.

He tambem assas claro que isto hirá continuando até que a polvora não achando cousa, q. se lhe opponha, ou a retarde da parte de cima escape toda para o ar, e isto succederá quando a esquina B se desvanecer inteiramente como em b .

Emfim façamos outra consideração: se a polvora acha-se igual rezistencia por todas as partes formaria huma esfera; achando porem menor rezistencia de huma banda estender-se há para essa parte formando Que hé o q. primeiro nos vem a ideia? hum Elipsoide, e nos acabamos de ver o circulo $a\partial\partial e$ hir abrindo-se, e estendendo-se ate formar huma curva $E\delta\delta\beta$, em que se não acha curvatura para a parte de dentro, quero dizer, que huma linha tirada por β paralella a af a não corta em outra parte, vimos hir crescendo cada vez mais a razão entre o interválo Oe do [Página 26] foco ao Vertice, e o eixo ea (§7), e quando finalmête não há rezistencia da parte de cima se poderá tomar por infinito. Não concorre tudo isto confirmar-nos, em que a escavação de huma Mina se hade formar da mesma sorte que vimos na Preparação hir pelo movimento da **Directrix**, abrindo-se e estendendo-se o circulo até formar a parabole? Na falta de meios de poder calcular a rezistencia da terra nas diversas partes da curva para determinar a sua natureza, bastava, o que está dito para fazer a hypotezis plauzivel, porem a experiencia o confirma, pois medindo-se exactamente qualquer Mina se acha ser hum paraboloides. Alem disso, por que outro modo se poderia formar hum paraboloides?

¹³ As letras c , C ,..., não se vêem na fig. 7 da Est. 2; em compensação as letras d , ∂ , D ,..., aparecem duas vezes.

Não me canço em refutar o com que Mr. Dulacq, o pertende formar, por que envolve tantos absurdos, que absolutamente não necessita de refutação.

[Página 27]

10. Deixando pois todos os calculos, e raciocinios vãos, e inuteis, inferimos do que está dito

I. Que se /n'um terreno homogêneo/ se fizerem duas Minas, cujas cargas estejam na razão dos cubos das linhas de menor rezistencia, as Escavações serão paraboloides semelhâtes. Por que discorrendo pelo modo a cima, e tomando os augmentos momentaneos do raio *oa* sempre semelhantes, isto hé, sempre na razão das linhas de menor rezistencia, acharemos os Elpsoides correspondentes tambem semelhâtes, por se acharem sempre no fim desses espaços semelhantes por toda a parte rezistencias semelhantes (isto he semelhantes quantidades de terra para mover) e semelhantes sómas de forças communicadas, que vem a fazer a mesma relação entre as forças, e as rezistencias n'uma, e noutra Mina, o que fará que o numero [Página 28] destes espaços momentaneos, será o mesmo tambem n'uma, e n'outra, e por conseguinte **compondo** serão as suas sômas, isto he os paraboloides semelhantes *Q.E.D.*

II. Que sendo a linha de menor rezistencia a mesma, e as cargas diversas, a que tiver maior carga fará maior abertura. He esta verdade assas evidente por si mesma; mas do que está dito se não pode tirar meio algum para determinar essa abertura, segundo a quantidade de polvora da carga.

III. Que sendo a carga a mesma, será menor a abertura da quella, cuja linha de menor rezistencia for maior. He igualmente claro, e

evidente, pois contra huma mesma potencia há maior rezistencia tanto de cima, como dos lados, e por consequencia não se abrirá tanto.

[Página 29]

Parte II

IV. Que no primeiro cazo, em que as Minas são semelhantes será a terra arrojada com igual velocidade; por que nas peças semelhâtes, as cargas semelhantes arrojam bálãs semelhantes com igual velocidade.

Theorica M. Muller

Seria em mim temeridade querer levar mais longe esta Theorica, e querer á força deduzir della huma exacta explicação dos Fenomenos admiraveis da polvora incendiada no ceio da terra, e derivar como fa-
ceis Corolarios a [sic] regras da Arte das Minas. Assim contentâdo-me com ter mostrado /segundo me parece/ palpavelmente como se forma a Escavação, passo a dar a Theorica de M. Muller pelo modo mais breve, claro, e methodico, que podré.

Principio I

"A figura da Escavação da Mina he hum paraboloides"

Este principio plenamente confirmado por exactas, repetidas, e authenticas experiencias, he o mesmo que Dalaqz pertenceo [Página 31] em vão demonstrar por meio do raciocinio, e calculo, e que nos imaginámos ter mostrado. Se o conseguirmos, ou se tambem trabalhamos de balda, dirá o Leitor. M. Muller não se detem em averiguar, por que modo, e por que razão isto hé; para dar as Regras da Arte das Minas basta-lhe saber que o hé.

¹⁴ John Muller (1699-1784), alendo de nascimento, foi, em 1741, nomeado director da Academia Real Militar de Woolwich na Inglaterra; mais tarde, tornou-se o professor de Fortificação e Artillaria, lugar que ocupou até ser reformado. A Theoria das Minas aqui referida é escrita por J. Muller no seu livro "The Attack and Defence of Fortified Places", 2ª ed., publicado em Londres em 1751. Anotámos de novo todas e sistematiza partes dessa Theoria.

Parte II

Theorica M. Muller¹⁴

Esta Theorica não se emprega em raciocinios, nem em averiguações da cauza dos Fenomenos. Recebe-os das mãos da Experiencia, e sem mais gastar tempo se encaminha logo à practica. Eis aqui os principios, em que se funda.

"Principio I"

"A figura da Escavação da Mina he hum paraboloido"

Este principio plenamente confirmado por exactas, repetidas, e authenticas experiencias, he o mesmo que Dulacq pertendeo [Página 31] em vão demõstrar por meio do raciocinio, e calculo, e que nos imaginâmos ter mostrado. Se o consegui-mos, ou se tambem trabalhamos debalde, dirâ o Leitor. M. Muller não se detem em averiguar, por que modo, e por que razão isto hé; para dar as Regras da Arte das Minas basta-lhe saber que o hé.

¹⁴ John Muller (1699-1784), alemão de nascimento, foi, em 1741, nomeado director da Academia Real Militar de Woolwich na Inglaterra; mais tarde, tornou-se af professor de Fortificação e Artilharia, lugar que ocupou até ser reformado. A Teoria das Minas aqui referida é exposta por J. Muller no seu livro "The Attack and Defence of Fortified Places", 2ª ed., publicado em Londres em 1757. Anastácio da Cunha traduz e sistematiza partes dessa Teoria.

"Principio II"^(a)

(a)
Notta I

"Nas Minas feitas em hum mesmo terreno homogeneo o Frustrro de Paraboloide $ABED$, que tem por altura a linha de menor rezistencia está sempre na razão da Carga."

Est. 1

Fig. 8¹⁵ M. Muller quer provar este principio dizendo

"Que ninguem poderâ dizer q. alguma terra da linha DE para baixo [Página 32] he arrojada para cima pela polvora, q. por consequencia a terra arrojada hé só a de DE para cima, isto hé, o Paraboloide truncado $ABED$, e que como os effeitos são proporcionaes ás cauzas, estarâ sempre a quantidade de terra arrojada, isto hé o Frustrro $ABED$ na razão da quantidade da polvora da carga."

Quam pouco exacto hé este raciocinio! quantas objeções tem contra si! 1^o Nem todos concederão que de DE para baixo nenhuma terra sobe para cima. 2^o Quem nos segura que toda a terra de DE para cima hé arrojada pela polvora? Se M. Muller quer que toda a terra de DE para baixo seja somente [comprimida]¹⁶, porque razão o não será tambem, e não arrojada, parte da que fica de DE para cima? 3^o Se o effeito proporcional á cauza fosse nas Minas sómente a terra arrojada, concedendo-lhe que essa terra [Página 33] hé o Frustrro $ABED$ então se elle considera essa quantidade de terra determinada logo no primeiro impulso da polvora parece antes dever estar na razão do quadrado do diametro da carga como quer Dulacq. pag. [sic] e se colige facilmente na Theorica da polvora: se porem a considera proporcional á sôma das forças cõmunicadas em todo o tempo, que a Mina rebenta, tambem erra,

¹⁵ As figuras 8, 9 e 10 não se referem à estampa 1 mas sim à estampa 2, como se pode verificar.

¹⁶ Na cópia manuscrita lê-se "comprida".

pois os efeitos da polvora sô são proporcionaes quando os obstaculos, q. move, e os espaços por onde os move, são porporcionaes ás suas quantidades. Esta asserção sô teria lugar nas Minas semelhantes, isto hé, na quellas, cujas cargas estão na razão triplicada das linhas de menor rezistencia.

A verdadeira prova, que M. Muller dá deste principio, he quando mostra que sete experiencias feitas na Escola d'Artelharia [Página 34] de la Fere correspondem com a mais escrupuloza exactidão aos calculos, que nelle funda.

Problema Geral.

"Determinar as dimenções, e relações dos Frustros dos paraboloides, ou excavações das Minas, mencionados no II Principio."

"Seja $r \frac{1}{4}$ da circumferencia de que hé [raio]¹⁷ a unidade, isto hé, seja $r = 1,57$ Ora o raio hé para a metade da circumferencia ou 1 he para $2r$ como os quadrados dos raios para as areas dos seus circulos, serâ $2r \times \overline{AE}^2$ o Circulo de AE , $2r \times \overline{CF}^2$ o circulo de CF , $r \times \overline{AE}^2 \times \mathcal{E}\mathcal{G}$ o paraboloido ABG , $r \times \overline{CF}^2 \times \mathcal{F}\mathcal{G}$, o paraboloido CDG , e por consequencia $r \times \overline{AE}^2 \times \mathcal{E}\mathcal{G} - r \times \overline{CF}^2 \times \mathcal{F}\mathcal{G}$ o Frustró $ABCD$.

Est. 1
Fig 9 e 10

[Página 35]

¹⁷ Na cópia manuscrita lê-se "raiz", mas deve ser raio, de acordo com a tradução da palavra inglesa "radius" em Muller. A letra r aqui referida corresponde, como é óbvio, a $\frac{\pi}{2}$.

Seja \mathcal{P} o parametro, e como a propriedade da parabolé nos dá $\mathcal{P} \times \mathcal{E}\mathcal{G} = \overline{\mathcal{A}\mathcal{E}}^2$, $\mathcal{P} \times \mathcal{F}\mathcal{G} = \overline{\mathcal{C}\mathcal{F}}^2$ substituidos estes valores na expressão do Frustro teremos em seu lugar esta $r \times \mathcal{P} \times \overline{\mathcal{E}\mathcal{G}}^2 - r \times \mathcal{P} \times \overline{\mathcal{F}\mathcal{G}}^2$: e como $\mathcal{E}\mathcal{G} = \mathcal{E}\mathcal{F} + \mathcal{F}\mathcal{G}$ substituido este valor de $\mathcal{E}\mathcal{G}$ se transformarâ esta expressão nesta, $r \times \mathcal{P} \times \mathcal{E}\mathcal{F} \times \overline{\mathcal{E}\mathcal{F} + 2\mathcal{F}\mathcal{G}}$; e como $\mathcal{F}\mathcal{B} = \mathcal{E}\mathcal{F} + 2\mathcal{F}\mathcal{G}$ se transformarâ ainda nesta $r \times \mathcal{P} \times \mathcal{E}\mathcal{F} \times \mathcal{F}\mathcal{B}$. Como r hé hum numero constante pode-se para mais facilidade desprezar quando se tratar sómente da comparação dos Sólidos, ou Frustros, e não da sua medição reduzindo a expressão a esta $\mathcal{P} \times \mathcal{E}\mathcal{F} \times \mathcal{F}\mathcal{B}$ por ex. sejam $\mathcal{A}\mathcal{B}\mathcal{G}$, abg , as escavações de duas Minas serâ pelo que acabando de dizer o Frustro $\mathcal{A}\mathcal{B}\mathcal{C}\mathcal{D}$ para o Frustro $abcd$, como o sólido $r \times \mathcal{P} \times \mathcal{E}\mathcal{F} \times \mathcal{F}\mathcal{B}$ para o solido $r \times p \times ef \times fb$ onde se vê que deixando [Página 36] r de fora preziste a analogia. Pela mesma razão quando a linha de menor rezistencia for a mesma, se poderâ deixar de fora, ficando a expressão reduzida a esta, $\mathcal{P} \times \mathcal{F}\mathcal{B}$ o que facilita, e abrevia muito as operações."

Com este problema se resolvem os tres seguintes, que com os dois Principios forma em suma a Theorica de M. Muller.

Problema II

"Dado o Frustro, e a linha de menor rezistencia achar o parametro da parabolé."

"Seja A o Frustro, b a linha de menor rezistencia, p o parametro. Escrevendo pois na equação $r \times \mathcal{P} \times \mathcal{E}\mathcal{F} \times \mathcal{F}\mathcal{B}$, p em lugar de \mathcal{P} , b em lugar de $\mathcal{E}\mathcal{F}$, e $b + \frac{1}{2}p$ em [Página 37] lugar de $\mathcal{F}\mathcal{B}$ /conforme as propriedades da parabolé/ teremos esta equação

$$C. \frac{1}{2}rbpp + rbbp = A,$$

e ordenando-a teremos esta $pp + 2bp - \frac{2}{rb}A = 0$, cuja raiz he

$$D. p = -b + \sqrt{\frac{2}{rb}A + bb} \quad "$$

Tratando-se somente da comparação dos Sólidos pode-se deixar r de fora, e sendo a linha de menor resistencia a mesma se pode deixar hum b de fora, ficando então a equação, $pp + 2bp = 2A$ que dá $p = -b + \sqrt{2A + bb}$

Problema III

"Dado o Frustró, e a linha de menor resistencia achar o diametro da baze."

"Como temos A , e b achado p pelo Problema antecedente a propriedade da parabole nos dá

$E. p \times \frac{1}{4}p + b =$ ao quadrado [Página 38] do raio da baze,

pelo que $2\sqrt{\frac{1}{4}pp + bp}$ será o diametro buscado."

"Problema IV."

"Dada a linha de menor resistencia e o diametro da baze achar o Frustró."

"Chamemos $2a$ o diametro da baze teremos $\sqrt{aa + bb} =$ à hypotenuza FB /fig. ant./ Ora $FB - EF$, ou $\sqrt{aa + bb} - b = \frac{1}{2}p$; logo no sólido $rp \times EF \times FB$ temos p conhecido EF (b) conhecido $FB(\sqrt{aa + bb})$ conhecido e r cõstante, e por conseguinte conhecido todo o Sólido."

Com estas equações se propoem M. Muller rezolver, e rezolve todos os problemas, que podem pertencer à Theorica das Minas, excepto porem hum que não toca, e que sem em- [Página 39] bargo disso me parece importantissimo, mas para o rezolver hé necessario saber achar as raízes das equações, o que se faz mais geral, e comôdamente pelo

Methodo de Daniel [Bernoulli]¹⁸ M Muller Traité
[Analytique des sections coniques fluxions et fluentes]¹⁹

"Problema 1"

"Achar a menor raiz de qualquer equação racional, que não contenha mais de huma quantidade variavel."

"He necessario igualar a equação à unidade, de sorte que a equação geral $1 = ax + bxx + cx^3 + \&c$ possa exprimir a equação par- [Página 40] ticular; depois disto hé necessario tomar tantos termos arbitrarios, A, B, C, quantas forem as raízes da equação, e multiplicar estes termos por ordem inversa /isto hé principiando sempre pelo ultimo/ cada hum por seu coefficiente, que nessa ordem lhe corresponde dos termos da equação, e a sua sóma será o termo seguinte por ex. $aC + bB + cA = D, aD + bC + cB = E, aE + bD + cC = F$ & sic caetera, o que suppondo $A = B = 0, e C = 1$ dá $0, 0, 1, a, aa + b, a^3 + 2ab + c, a^4 + 3aab + 2ac + bb, a^5 + 4a^3b + 3aac + 3abb + 2bc$, e o penultimo termo divi-

¹⁸ Na cópia manuscrita lê-se "Bernoville"

¹⁹ Na cópia manuscrita lê-se "Traité Analyque des sectiones consiques Fluxioens &c Fluentes". O Título do livro de J. Muller agora referido é "Traité Analytique des sections coniques, fluxions et fluentes avec un essai sur la quadrature et un traité du mouvement", publicado em Paris em 1760; os problemas em causa são tratados nas páginas 202 e 205 desse livro.

dido pelo ultimo será **proximè** a raiz buscada: Assim

$$x = \frac{a^4 + 3aab + 2ac + bb}{a^5 + 4a^3b + 3aac + 3abb + 2bc}$$

He preciso notar que quanto mais se cõtinar a serie, menos defferirâ a raiz da verdadeira, e que os termos arbitrarios A, B, C, de [Página 41] vem sempre ser cifras, e unidas. Todo o artificio deste methodo consiste em escolher os termos arbitrarios de sorte que a serie seja o mais convergente, que pode ser; mas para isto creio que so a pratica poderâ ensinar o caminho mais breve."

"Demonstração" (b)

"Reduzindo este valor de x a huma serie infinita darâ

$$[x = \frac{1}{a} - \frac{b}{a^3} + \frac{2bb-ac}{a^5} + \frac{5abc-5b^3}{a^7} + \&c.]^{21}$$

Ora como isto mesmo se acha buscando o valor de x por meio das series, segue-se que o valor achado hé **proximè** à raiz que se busca."

"Problema 2"

"Achar a maior raiz de huma equação qualquer racional, que não contenha mais de huma quantidade variavel."

[Página 42]

²⁰ Esta Nota II não se encontra no livro de Muller referido na nota 19.

²¹ Na cópia manuscrita lê-se $x = \frac{1}{2}a - \frac{b}{a^3} + \frac{2ab-ac}{a^5} + \frac{5abc-5b^3}{a^7} + \&c.$; a correcção foi feita de acordo com o livro de Muller: "Traité Analytique".

(b)
Not. II ²⁰

"Ponha-se a incognita elevada á mais alta potencia de huma banda, e todos os mais termos da outra de sorte que a equação se possa comparar com a formula geral $x^n = ax^{n-1} + bx^{n-2} + cx^{n-3} \dots + d$ e se seguirá a Regra do Problema antecedente, excepto que o consequente hé que se deve agora dividir pelo seu antecedente. Assim teremos 1, a, aa + b, $a^3 + 2ab + c$, $a^4 + 3aab + 2ac + bb + d$, $a^5 + 4a^3b + 3aac + 3abb + 2bc + 2ad$, e

$$x = \frac{a^5 + 4a^3b + 3aac + 3abb + 2bc + 2ad}{a^4 + 3aab + 2ac + bb + d}$$

será a raiz buscada.

A demõstração hé a mesma, que a do Problema antecedente, e se notará da mesma sorte que quanto maior for o coefferente a do segũdo termo mais convergê a serie"

Supposto isto vamos ao nosso cazo.

[Página 43]

Problema

Dado o Frustro, e o Raio da base de huã Mina achar a linha de menor rezistencia.

²² Na cópia manuscrita há mais uma parcela "+2bc", manifestamente repetida e que não se encontra no "Traité Analytique" de Muller.

Por meio das equações *C.* e *E.* podemos ter huma, em que não aja mais que a incognita *b* /pois *p* tambem o hé neste cazo/ v. g. excrevendo na equação *E.* em lugar de *p* o seu valor achado na equação *D.*, temos $-bb + b\sqrt{\frac{2A}{b}} + b^2 + \frac{A}{b} = 2aa$ deixando *r* de fora para simplificar mais o calculo, e pondo o radical de huma banda, e os mais termos da outra, quadrando ambos os membros, e ordenando, teremos $4a^2b^4 - 4Ab^3 + 4a^4b^2 - 4Aa^2b + AA = 0$ ordenando finalmente esta equação para ser rezolvida pela 1ª regra de Daniel [Bernoulli]²³ será,

$$1 = \frac{4a^2}{A}b - \frac{4a^4}{AA}b^2 + \frac{4}{A}b^3 - \frac{4a^2}{AA}b^4,$$

e pela 2ª

$$b^4 = \frac{A}{a^2}b^3 - a^2b^2 + Ab - \frac{1}{4a^2}AA$$

e reduzindo *a*, e *A* a numeros em huma, ou outra darâ [Página 44] proximamente o valor de *b*.

Exemplo I.

Seja o raio igual à unidade, e o Sólido *A* duplo do Cubo do raio, escrevendo pois 1 em lugar de *a*, e 2 em lugar de *A*, será a equação, cuja raiz se busca /ordenando-a para ser rezolvida pela regra segunda/ $b^4 = 2b^3 - bb + 2b - 1$, e tomando para primeiros termos 1, 1, 1, 0 teremos [1, 1, 1, 0, 3, 6, 10, 19, 37, 69, 129, 244, 360, 664,]²⁴ e dividindo o ultimo termo 664 [pelo]²⁵ penultimo 360 teremos $b = \frac{664}{360} = 1.844$ proximè.

²³ Na cópia manuscrita lê-se "Bernouilli".

²⁴ Segundo a regra indicada, entre o termo igual a zero e o termo igual a três desta sequência, faltam os termos 0, 1, 1, 1.

²⁵ Na cópia manuscrita lê-se apenas "pe".

Para vemos se o valor achado hé sufficientemente exacto, não temos mais do que formar pelo Probl. III o sólido A pois temos o raio 1, e a linha de menor resistencia 1.844, e se acharâ que differe de Sólido 2 em pouco [Página 45] mais de $\frac{3}{1000}$.

Exemplo II

Seja agora a unidade o diametro da baze, e o Sólido A $\frac{1}{16}$ do cubo do diametro; escrevemos por conseguinte $\frac{1}{2}$ em lugar de a , e $\frac{1}{16}$ em lugar de A , o que nos dá /ordenando a equação para ser resolvida pela primeira regra/ $1 = 16b - 64b^2 + 64b^3 - 256b^4$; mas como das series, que se acham para esta equação nenhuma converge bem, será melhor que expulsemos $[b]^{26}$ da equação $C.$, o que nos dá $[\frac{1}{16}p^4 + * + * + Ap - a^4 = 0]^{27}$, que ordenada para ser rezolvida pela primeira regra, fica $1 = \frac{A}{a^4}p + * + * + \frac{1}{16a^4}p^4$ e substituidos, os numeros, as letras, $1 = p + 0 + 0 + p^4$ e suppondo 1, 1, 1, 1 teremos 1, 1, 1, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 14, 19, 26, 36, 50, 69, 95, 131, 181, 250, e por conseguinte $p = \frac{181}{250} = .724$ **proximè**. Ora o valor de b [Página 46] tomando na equação E . he $b = \frac{aa}{p} - \frac{1}{4}p$, que substituidos os numeros, as letras, dá $b = .164$, e formado o Sólido se achará igual a .0623&c que differe do verdadeiro em pouco mais de $\frac{2}{10000}$.

²⁶ Na cópia manuscrita não está indicada a incógnita a eliminar, mas é immediato que se trata de b , tirado da equação E .

²⁷ A equação obtida como resultado da eliminação referida na nota anterior é a indicada; na cópia manuscrita lê-se: $\frac{1}{16}p + * + * + Ap - a^4 = 0$.

Parte III

Pratica das Minas

Definições²⁸

1. *Por **Mina** se entende huma passagem por baixo do chão continuada até de baixo do lugar, que se quer fazer saltar, por meio de certa quantidade de polvora, que se poem no fim da dita passagem.*
2. *A passagem até o lugar onde está a polvora se chama **Galeria**.*
3. *O lugar onde se mete a pol- [Página 48] vora se chama **Camera**.*
4. *Huma linha tirada do centro do espaço occupado pela polvora perpendicularmente à superfície mais vizinha, se chama **linha de menor rezistencia**.*
5. *A cava, que a Mina forma quando Rebenta, se chama **escavação**.*

²⁸ Estas definições encontram-se no livro de Muller "The Attack and Defence" na página 213, embora aí não estejam numeradas; daqui em diante é sempre citado este livro de J. Muller e não mais o "Traité Analytique".

6. O fogo se cõmunica ás Minas por hum canudo de coiro, ou pano grosso, cujo diametro hé de polegada, e mea pouco mais ou menos, chamado **Salcichão**, e que desde a Camera se estende até o principio da Galeria, onde se lhe poem huma mecha de tal sorte regulada, que possa hum Mineiro, [Página 49] que dá fogo, ter tempo de se retirar, antes que o fogo chegue a Camera.

7. As Minas feitas pelos sitiadores no Attaque de huma Praça se chamam simplesmente **Minas**, e as que são feitas pelos sitiados **contra Minas**; mas tanto humas, como outras se fazem do mesmo modo, e para o mesmo effeito, isto hé, para fazer voar o inimigo, e as suas obras. Antes de ser atacada a Praça, e muitas vezes no mesmo tempo, em que se edifica, para poupar despezas, se fazem sómente as principaes Galerias. Os sitiados fazem geralmente grande quantidade de pequenas Minas de baixo da esplanada de seis, sete ou oito pez de profundo sómente, as quaes se chamã Fogassas. Tãobem fazem outras a que chamã **Cofres**, ou **Caixoens**, [Página 50] que são verdadeiramente huns Caixoens de madeira de três, ou quatro pez de comprimento, e hum ou hum e meio de largo enterrados quatro cinco, ou seis pez de baixo da esplanada, e distantes doze pez huns dos outros.

(M.^r Muller Att. and. Deff. pag 214)

Como se devem fazer as Galerias, e as Camaras

"As Galerias, que se fazem na fortificação antes de ser atacada a Praça são divididas em varios ramaes, que se dirigem a diferentes lugares, tem geralmente quatro pez de

largo, e [Página 51] cinco de alto, e se fazem de abobeda, e de pedra, e cal, para sustentar a terra, e durarem mais tempo, pois sendo a terra sustentada com espeques de madeira continuamente estarão precisando de concerto. Não sendo porem necessario, que duren muito tempo, faz-se então a Galeria de tres pez de largo, e cinco de alto, e se sustenta a terra com espeques de madeira.

Principiada a Galeria, e sabida a sua direção vai o primeiro Mineiro trabalhando de joelhos, e ao mesmo tempo está outro de traz d'elle para hir deitando a terra n'um cesto, ou carrinho, que estando cheio, leva até á entrada.

Se o principio da Galeria hé no fundo de huma cova ou poço não muito [Página 52] alto, deve estar outro Mineiro em cima, para deitar abaixo huma pequena corda com hum gancho de ferro, em que o Mineiro debaixo pendura o cesto, e em quanto este se pucha, e vaza vai enchêdo outro.

Sendo o poço mui fundo, e a Galeria mui comprida se poem na boca do poço para mayor expedição hum Sarilho com a sua corda enrolada, em cujas pontas se atam dois cestos, de sorte, que em quando se puxa hum para cima vai o outro para baixo como os alcatruzes de huma nora.

Quando o primeiro Mineiro se acha cançado o que lhe está imediato occupa o seu lugar, e elle vai para o ultimo: assim se vão succedendo huns e os outros [Página 53] até todos estarem cançados, e então são rendidos por igual numero, que geralmente hé de duas em duas oras.

Quando o primeiro Mineiro cava mais terra, do que hum homem só pode acarretar se poem de traz delle outro em proporcionada distancia, o qual [recebendo]²⁹ delle o cesto o leva até o principio da Galeria; e á medida, que esta vai crescendo se vão pondo mais destes homens para acarretar a terra, a iguaes distancias para hirem passando os cestos de mão, em mão, e para evitar toda a confusão.

Continuada a Galeria por algũ espaço os Mineiros serão seguidos de Carpinteiros, que vão segurando com espeques a terra superior, não sendo barro forte [Página 54] ou greda para não cahir. E isto se fas fixando na terra hum páo de prumo de hum lado, outro do outro, com hum atravessado em cima, e tirando de cima deste a terra que baste para poder meter-se por cima delle huma taboa de pinho, e sustentada esta no outro extremo do mesmo modo sustentará a terra.

Deve sempre haver cuidado, em que os páos de prumo fiquem bem fixos, para o que se lhe metem á força boas cunhas no pé; aliás o abálo da terra cauzado pelas descargas de Artelheria, e pelas Minas, que rebentarem a o pé, pode fazer cahir a terra com perigo das vidas dos Mineiros.

Em quanto a obra se vai conti- [Página 55] nuando uzã os Mineiros do lível³⁰ dos Pedreiros, para que a Galeria não suba nem desça; e sendo-lhe necessario desviar-se da

²⁹ Na cópia manuscrita lê-se “rebendo”, no original de Muller está “... who takes the basket from the first ...”.

³⁰ O mesmo que nível; expressão arcaica.

direcção, que levam se servem de hum esquadro para o fazerem sempre em angulos rectos.

Continuada a Galeria até o lugar, onde se hade collocar a polvora, fazem os Mineiros a Camera, que geralmente hé de figura Cubica, e capaz de receber em si hum Caixa de madeira, a qual encerre a polvora necessaria pra a carga; esta caixa se cobre de palha, e sacos de area para impedir, que a polvora adquira alguma humidade.

A Camera se faz sempre mais baixa que a Galeria; havendo lu- [Página 56] gar para meter a Caixa, carregar a Mina e especar bem a parte superior, hé o que basta. Deve-se observar, que se os Sitiados podem fazer subir agoa do fosso, e incomôdar com ella a Galeria em vez de mais baixa se deve fazer a Camera mais alta, que a Galeria alias não deixarão de introduzir nella agoa, e deitar a perder a Mina.

Quando a Galeria hé mui comprida, e estreita achar-se o ar tão estagnado, que nem se pode ter luz aceza nem respirar, o que obriga os Mineiros a sahir da Mina a miudo. Tem-se inventado varios modos de prevenir este inconveniente. Uzam alguns de hum grande folle a cujo bico applicam hum canudo de couro de tres polegadas de diametro pouco mais ou menos, o qual chega desde o [Página 57] principio da Galeria até o fim onde os Mineiros trabalham, ou tambem penduram hum saco feito á maneira de funil de dois pez de diametro em cima, e tres polegadas em baixo com arcos pela parte de dentro para se conservar o pano sempre estendido, e lhe applicam o canudo de couro, porem quanto a mim não pode servir de nada este methodo, por

que a differença da rarefacção do ar superior, e inferior não pode cauzar circulação sensivel. O melhor meio hé abrir buracos para a parte de cima de figura Conica a cada quarenta, ou cincoenta Jards, o que em partes se pode fazer com huma broca de varios pedaços, e alargar-se de pois pela parte debaixo, mas isto nem sempre se pode fazer especialmente estando a Galeria debaixo de alguma muralha alta [Página 58] ou edefficios, ou de parte, em que o inimigo o possa perceber, pois não deixará de deitar alguma massa fumoza dentro da Galeria para suffocar os Mineiros. Tenho informaçoens de que hum canudo, ou calhe de páo, que chegue desde o principio até o fim da Galeria cauza a circulação, que baste para os Mineiros poderem trabalhar sem inconveniente. Affirmã alguns que o fogo de carvão posto na boca da Galeria produz o effeito dezejado, o q duvido, excepto se uzar do canudo. Deve-se observar, que quando se uza do Canudo de couro deve este ser feito de modo que fique aberto, para que possa correr o ar por elle livremente aliás seria inutil."

[Página 59]

Como se devem carregar, e alcancar³¹ as Minaz

Pag. 218

"Acabada a Galeria, e a Camera, se faz huma caixa assas forte de madeira do tamanho, e figura da Camera e huma terça parte mayor que o volume da polvora, que hade conter, no fundo, e pelos lados desta caixa se poem alguma

³¹ Esta palavra, que conservámos da cópia manuscrita, não a encontrámos nos dicionários da Língua Portuguesa consultados; supomos que devia ser *acalcar*, o mesmo que *calcar*; o título no original inglês é "Of loading and stopping the Mines".

palha, e esta se cobre com sacos vazios para que a polvora nam adquira humidade, no lado proximo á Galeria se abre hum buraco perto do fundo para por elle passar a Salcicha, a qual se prende no fundo por meio de huma cavilha de páo, para que se os inimigos chegarem á boca da Galeria a não possã arrancar. Isto feito se deita na dita caixa a polvora solta e se cobre tambem com palha, e sacos; sobre tudo isto se poem a tampa da caixa, e se carrega bem para baixo com fortes espeques, e para que estes fiquem mais seguros se fixam da parte de cima em pranchas, metendo-lhe quãtas cunhas for possivel.

Feito isto os espaços vazios entre os espeques se enchem de pedra, e barro, e se calca o mais que puder ser; por que o minimo descuido neste trabalho hé o que basta para alterar consideravelmente o effeito da Mina.

[Página 61]

Depois disto se entroduz a calhe de madeira desde a boca da Galeria até á Camera com alguma palha no fundo; mete-se-lhe dentro o Salcichão com palha por cima, e se cobre tudo com a sua tampa de páo pregada com pregos. Deve haver especial cuidado em não opprimir muito a calhe, quando se ataca a Galeria, para não damnificar o Salcichão, que pode não deixar tomar fogo á polvora, e impedir deste modo, que a Mina rebente.

Attaca-se pois a Galeria com pedras, e barro tudo bem calçado ate seis ou sete pez mais longe da Camera, que o comprimento da linha da menor Resistencia.

Para impedir, que a Mina re- [Página 62] bente para a parte da Galeria, e fazer que todo o seu effeito seja para cima, se faz a Galeria com hum ou dois cotovelos em angulos rectos, e tudo bem seguro com espeques, e pranchas, e os intervallos atacados de pedra, e barro ou terra. Deve-se observar que a distancia até onde se hade atacar a Galeria, se deve contar em linha recta desde a Camera, e não seguindo os cotovellos da Galeria."

Regras

Para as curvas, e Escavações das Minas.

Hé preciso primeiro saber, que

"os Mineiros costumã ordinariamente reduzir os diferentes terrenos, em [Página 63] que fazem as Minas a 6 especies, que são

- 1 Terra solta, ou area*
- 2 A terra ordinaria*
- 3 A pissarra*
- 4 O barro*
- 5 Barro misturado com pedras*
- 6 Toda a especie de Alvenaria*

Achou-se que o pé cubico da primeira peza, 95 libras, da segunda 124, da terceira, 126, da quarta, 135, e da quinta, 160. Da sexta não se pode determinar o pezo com exactidão.

Pertendem que para levantar huma toeza cubica da primeira especie de terreno são necessarias 9 Libras de polvora; 11 para a segunda; 13 para a terceira, [Página 64] 15 para a quarta; 18 para a quinta; 20, ou 25 para a Alvenaria sobre a terra, e 35, ou 40 sendo de baixo da terra. Medidas Francezas.

M. de Vauban no segundo Volume do seu ataque, e defesa de Praças diz que as seguintes Regras nunca faltam

Para uma toeza Cubica de	{	terra ordinaria	14lb
		pissarra	17lb
		terra misturada	18lb
		barro.....	19lb
			22lb
		[15lb] ³²	

Estas Regras de M. de Vauban fazem as cargas das Minas maiores, que as dos Mineiros modernos. Só os experimentos he que podem decidir esto ponto; pelo que [Página 65] aconselhará aos Mineiros fizessem sempre (podendo) huma mina de experiencia, em cada novo terreno, que achassem.

³² No livro de Muller pode ver-se que a carga de 22lb corresponde a terra gordurosa ou dura, misturada com pedra, e a de 15lb, e não 25lb como se lê na cópia manuscrita, corresponde a areia húmida.

Est. 1

Para conhecer o Frustrado do Paraboloido mencionado no principio II.*

Fig. 9

1. Tome-se o duplo da differença entre a hypotenuza \mathcal{FB} . e a linha de menor rezistencia, \mathcal{EF} .
2. Multiplique-se esta quantidade pela linha de menor rezistencia, \mathcal{EF} .
3. Multiplique-se este producto pela hypotenuza, \mathcal{FB} .

[Página 66]

4. Multiplique-se este producto por 1.57, e este ultimo producto será o Frustrado $ABDC$ buscado.

Exemplo. Seja a linha de menor rezistencia \mathcal{FE} ., 10 pez; a hypotenuza \mathcal{FB} , se se não conhece antecedentemente se acha tirando, a raiz quadrada da soma dos quadrados da linha de menor rezistencia, e do raio da baze, e sendo este tãobem 10 pez a soma dos 2 quadrados será 200, e a sua raiz quadrada 14.14 igual a hypotenuza \mathcal{FB} .

Então as quatro operaçoens desta Regra darão

1^a 8.28.

2^a 82.8

³³ O autor sistematiza os problemas por meio de 10 regras e as operações de cada regra também são numeradas; os dados utilizados são os mesmos do livro de J. Muller, mas lá não está feita a sistematização dos problemas, nem a numeração das operações em cada um deles; optámos pois por não usar o itálico que indica tradução. Na cópia manuscrita as Regras também aparecem sem o sinal de transcrição.

3ª 1170.792

4ª 1838.137, e será o Frustró, 1838 pez [Página 67] cubicos, desprezando os decimaes.

Regra II.

Tendo o valor do Frustró $ABDC$, e alinha de menor resistencia \mathcal{EF} para conhecer o parametro (parametro he duplo da differença entre a hypotenuza, e a linha de menor resistencia).

1. Multiplique-se a linha de menor resistencia \mathcal{EF} pelo numero 1.57.
2. Por este productó se divida o duplo do Frustró, $ABCD$.
3. Ajunte-se a esta quantidade o quadrado da linha de menor resistencia, \mathcal{EF} .

[Página 68]

4. Tire-se a raiz quadrada desta soma.
5. Desta raiz se subtrahia a linha de menor resistencia, este resto será o parametro.

Ex. Seja a linha de menor resistencia 10, e o Frustró 1838.137 teremos.

1º 15.7.

2º 234.14

3º 334.14

4º 18.28

5º 8.28 e sera 8.28. o parametro buscado.

Regra III

Tendo o valor do Frustró $ABCD$, e a linha de menor resistencia para achar [Página 69] o raio EB da baze.

1. Ache-se pela Regra II o parametro.
2. Ajunte-se $\frac{1}{4}$ deste parametro à linha de menor resistencia
3. Multiplique-se esta soma pelo parametro.
4. Tire-se a raiz quadrada deste producto, e esta raiz será o raio buscado.

Ex. Seja 1838 o Frustró, a linha de menor resistencia 10 teremos

1º 8.28.

2º 12.07.

3º 99.93. que hé **proximè** igual a 100 por excesso, pelo q. 4º 10.0 e será 10, o raio de baze.

[Página 70]

Regra IV.

Para determinar a carga de qual quer Mina proposta

Proposta a Mina, isto hé, dado o terreno, em que hade ser feita, e o valor do Frustró ou quantidade de terra, que se quer levantar, ou algumas das suas dimençoens, pelas quaes por meio das tres regras antecedentes se possa determinar a sua solidez, não há mais do que multiplicar o numero de Libras, que requer a toeza ou pé Cubico desse terreno, pelo numero de toezas ou pez Cubicos, que contem o Frustró.

Ex. Seja o terreno, da segunda especie; o Frustro 1838. pez, ou [8.509.]³⁴ toezas. Ora a toeza Cubica de terreno da segunda especie [Página 71] requer 11 Libras de polvora, e assim multiplicando 11 por 8.509, teremos 93.599, ou $93\frac{3}{4}$ que serão as Libras de polvora necessarias.

Quem duvidar da lotação ordinaria da polvora, que assignã às diversas especies de terrenos fará huma experiencia no terreno, em que houver de trabalhar, e medindo exactamente o Frustro a quantidade de Polvora da carga dividida pelo numero das toezas ou pez cubicos, que o Frustro contem lhe dará a conhecer quanta polvora requer a toeza, ou pé Cubico desse terreno.

Ex. No terreno, que me propuzeram fiz huma Mina que carreguei com 120 Libras de polvora, medindo o Frustro o achei de 2457. pez cubicos, ou 11.375, toezas cubicas dividindo 120 por 11.375, acho que este [Página 72] terreno requer 10.549 ou $10\frac{1}{2}$ libra por toeza.

Regra V.

Para fazer Minas semelhantes, isto hé, cujas escavaçoens sejã semelhantes, (cuja terra por conseguinte será arrojada com igual velocidade) sendo o terreno o mesmo, e dadas as linhas de menor rezistencia.

Devem ser as Cargas como os cubos das linhas de menor rezistencia.

³⁴ Na cópia manuscrita lê-se "8.5.09."; como uma toeza corresponde aproximadamente a 6 pés, o quociente de 1838 por 6³ dá aproximadamente 8, 509.

Ex. Seja a linha de menor rezistencia da primeira, 10; a da segunda, 20, então se a carga da primeira hé $93\frac{3}{4}$ acharemos a carga da segunda, dizendo como 1000 (cubo de 10) [Página 73] hé para 8000 (cubo de 20): assim hé $93\frac{3}{4}$ para hum quarto termo, que será 750 o **proximè**, e carregando a segunda Mina com 750 libras teremos huma escavação semelhante à primeira.

Regra VI.

Sendo o terreno o mesmo e dadas as cargas.

Devem as linhas de menor rezistencia ser como as raizes cubicas das cargas.

Ex. Seja a Carga da primeira Mina $93\frac{3}{4}$; a sua linha de menor rezistencia, 10; e a carga da segunda 750. Ora as raizes Cubicas destas cargas se acham ser **proxime** [Página 74] como 1. para 2. pelo q. termos $1 : 2 :: 10 : 20$, e 20 será com pouca differença a linha de menor rezistencia da segunda Mina

Regra VII.

Sendo os terrenos diversos, e dadas as linhas de menor rezistencia

Devem ser as Cargas em razão composta dos cubos das linhas de menor rezistencia, e das Fortalezas dos terrenos (tomo as forças dos terrenos na razão das quantidades de polvora, que requerem por toeza, ou pé Cubico,) e para mais facilidade.

1. Determinem-se as Cargas pela Regra V como se o terreno fosse o mesmo.

[Página 75]

2. A quantidade de polvora, que requer por toeza cubica o terreno da segunda Mina se divida pela quantidade que requer o da primeira.

3. Multiplique-se este quociente pela carga achada na primeira operação, e este producto será a carga buscada.

Ex. Seja a linha de menor rezistencia da primeira 10; a da segunda, 20; o terreno da primeira da 2ª especie; o da segunda da 3ª então se a carga da primeira hé $93\frac{3}{4}$ libras teremos.

1ª 750lb carga da 2ª se o terreno fosse o mesmo

2ª $\frac{13}{11}$

3ª 886.363 ou $886\frac{1}{3}$ libras será a carga buscada.

[Página 76]

Regra VIII.

Sendo os terrenos diversos, e dadas as cargas.

Os cubos das linhas de menor rezistencia não de estar na razão composta da directa das cargas, e da inversa das Fortalezas dos terrenos, pelo que para achar a linha de menor rezistencia conveniente para a segunda Mina.

1. A polvora, que requer o terreno da 2^a Mina se divida pela que requer o da 1^a.

2. Por este quociente se divida a carga da segunda.

[Página 77]

3. Multiplique-se este segundo quociente pelo Cubo da linha de menor rezistencia da 1^a.

4. Divida-se este producto pela carga da primeira.

5. Tire-se a raiz cubica deste quociente, e esta raiz será a linha de menor rezistencia da 2^a para haver de ser semelhãte á primeira.

Ex. Seja o terreno da primeira da 2^a especie; o da segunda da 3^a a carga da primeira, $93\frac{3}{4}$; o da segunda $886\frac{1}{3}$: então se alinha de menor rezistencia da primeira hé, 10, teremos.

1^a $\frac{13}{11}$

2^a 750

[Página 78]

3^a 750000

4^a 20. será a linha de menor rezistencia da segunda. ³⁵

Regra IX.

Dada a carga de huma Mina, e o Frustrro (ou algumas das suas dimençoens por meio das quaes pelas Regras I. II e III se possa conhecer) para saber a que especie pertence o terreno, em que foi feita.

³⁵ A transcrição encontra-se de acordo com a cópia manuscrita; contudo a regra VIII refere cinco passos e aqui só estão os resultados de quatro deles; 20 seria o resultado do 5^o passo e falta o resultado do 4^o passo que é, aproximadamente, 8000.

Divida-se o numero das Libras de polvora da carga pelo numero das toezas cubicas, que contem o Frustro, e o quociente indicando que polvora cabe a cada toeza indica a que especie pertence o terreno.

Ex. Seja a carga 120lb o Frustro [Página 79] 2457 pez cubicos, ou 11.375 toezas cubicas. Teremos 120 dividido por 11.375 igual a 10.5, o que mostra ser o terreno, em que esta Mina foi feita alguma couza mais leve ou menos forte, que o da segunda especie.

Regra X.

Dada a carga de huma Mina, e proposto o diametro da boca para achar a linha de menor rezistencia.

Busque-se na nossa Taboa o diametro proposto em todas as Colūnas até achar defronte na divisão, que tem por titulo cargas, a carga dada, e o titulo da Colūna indicará a linha de menor rezistencia buscada.

Ex. Seja a Carga dada 2204 libras [Página 80] e o diametro de 64 pez. Busque-se o numero 64. na divisão dos diametros em todas as Colūnas até se achar defronte na das Cargas o numero 2204, e no titulo da Colūna se achará a linha de menor rezistencia de 18 pez.³⁶

Não sendo pela Taboa só Rezolvendo a equação do Problema ultimo, hé que se pode achar esta linha para o que se não podem dar regras de pratica semelhantes ás antecedentes.

³⁶ Note-se que até um exemplo é dado para ensinar a utilização da Tábua do autor.

Táboa de M. de la Salieze para as Cargas das Minas.

<i>Ld. M. Resist.</i>	<i>Carga</i>	<i>Ld. M. Resist.</i>	<i>Carga</i>	<i>Ld. M. Resist.</i>	<i>Carga</i>	<i>Ld. M. Resist.</i>	<i>Carga</i>	<i>Ld. M. Resist.</i>	<i>Carga</i>					
<i>Peso</i>	<i>Libras.</i>	<i>Onc.</i>	<i>Peso</i>	<i>Libras.</i>	<i>Onc.</i>	<i>Peso</i>	<i>Libras.</i>	<i>Onc.</i>	<i>Peso</i>	<i>Libras.</i>	<i>Onc.</i>			
1		2	9	68	5	17	460	9	25	1558	9	33	3369	0
2		12	10	93	12	18	516	12	26	1647	12	34	3680	12
3	2	8	11	124	12	19	643	0	27	1815	4	35	4019	8
4	6	3	12	162	0	20	750	0	28	2658	0	36	4374	0
5	11	11	13	205	15	21	868	3	29	2286	0	37	4748	11
6	20	4	14	257	4	22	998	4	30	2530	4	38	5144	4
7	32	2	15	316	4	23	1140	10	31	2792	4	39	5561	2
8	48	0	16	384	0	24	1296	0	32	3072	0	40	6000	0

[Página 81]

Táboa de M. Muller segundo a sua Teorica, e Suz posta a linha de melhor resistencia de 10 pez.

<i>Diam.</i>	<i>Carga.</i>	Diam.	Carga.	Diam.	Carga.	Diam.	Carga.	Diam.	Carga.
22	150	34	394	46	773	58	1229	70	1980
24	181	36	452	48	857	60	1406	72	2098
26	217	38	502	50	916	62	1518	74	2213
28	255	40	560	52	1020	64	1621	76	2372
30	297	42	639	54	1115	66	1713	78	2501
32	344	44	717	56	1205	68	1842	80	2648

³⁷ A primeira Táboa encontra-se no livro de Muller; contudo, os dois primeiros espaços em branco na cópia manuscrita que se transcreve, são ocupados por zeros na referida Táboa.

³⁸ A segunda Táboa também faz parte do livro de Muller.

Advirta-se que nesta Taboa de M. Muller /suponho q. por cautela/
 muito maiores cargas do q. rezultão dos principios sobre q. he calculada.

*Taboa do Autor para todas as as Minas desde hũa
 cuja linha de menor rezistencia he de 5 pez, e o diame-
 tro de 30 a tẽ hũa cuja linha de menor rezistencia
 he de 20 pez, e o diametro de 360.*

Linha de M. Resist. 5. Pez.			26	30	34	38	42	46	50	54	58	62
Cargas.			110	135	152	175	190	228	257	287	306	327
Diamet.	Libras.		13	6	8	15	11	10	3	3	8	7
	Onças											
10	12	8	36	20	24	28	32	36	40	44	48	52
12	19	10	38	22	26	30	34	38	42	46	50	54
14	27	11	40	24	28	32	36	40	44	48	52	56
16	37	6	L. d. M. R. 6.			26	28	30	32	34	36	38
18	48	11	L. d. M. R. 7.			28	30	32	34	36	38	40
20	61	11	Cargas.			30	32	34	36	38	40	42
22	76	6	Libras.			32	34	36	38	40	42	44
24	92	13	Onças			34	36	38	40	42	44	46

Continua a Tabela do Autor.

2	25	9	20	87	15	20	96	6	4	48	2
4	35	14	2	108	13	2	119	2	6	64	2
6	48	3	4	132	5	4	144	12	8	82	12
8	62	10	6	158	6	6	173	3	30	104	10
20	79	7	8	187	1	8	203	12	2	129	1
2	98	4	30	218	8	30	238	14	4	156	10
4	119	8	2	252	40	2	276	4	6	187	5
6	143	1	4	289	6	4	316	10	8	222	2
8	169	1	6	329	0	6	360	0	40	258	4
30	197	6	8	394	8	8	406	8	2	296	7
2	226	15	40	413	0	40	456	1	4	342	3
4	261	4	2	464	7	2	508	12	6	389	1
6	296	13	4	515	2	4	564	10	8	439	6
8	334	13	6	568	11	6	623	8	50	493	1
40	375	4	8	624	15	8	685	8	2	550	3
2	418	2	50	684	0	50	750	11	4	610	12
4	463	8	2	745	15	2	819	1	6	674	11
6	511	5	4	810	15	4	890	10	8	742	3
8	561	10	6	878	4	6	965	4	60	813	0
30	614	8	8	948	11	8	1043	2	2	887	6
2	669	9	60	1021	14	60	1124	2	4	965	4
4	727	4	2	1097	15	2	1208	7	6	1046	11
6	787	7	64	1176	13	64	1295	12	8	1131	7
L. d. M. R. "8"			L. d. M. R. "9"			6	1386	6	70	1219	13
						8	1480	2	2	1311	11
Cargas.			Cargas.			70	1576	15	4	1407	4
Libras Onç.			Libras Onç.			72	1677	2	6	1505	15
						L. d. M. R. "10"			8	1608	8
									80	1714	6
						Cargas			2	1857	6
						Libras Onç.			4	1936	14
10	19	5	10	21	8				6	2053	7
2	28	9	2	31	10				8	2173	9
4	39	15	4	44	1						
6	53	9	6	58	13						
8	69	8	8	76	4						

Continúa a Tabla de Autor.

20	2297	1	8	1744	3	50	934	6	6	229	12
<i>L. d. M. R. 11.</i>			70	1849	0	2	1020	6	8	270	9
<i>Diametro Cargas Libras. Onz.</i>			2	1967	10	4	1110	8	30	315	7
<i>Diametro Cargas Libras. Onz.</i>			4	2090	4	6	1204	14	2	364	4
<i>Diametro Cargas Libras. Onz.</i>			6	2216	14	8	1303	2	4	417	1
<i>Diametro Cargas Libras. Onz.</i>			8	2307	4	60	1405	12	6	474	1
14	52	3	80	2481	10	2	1512	7	8	535	4
6	69	7	2	2619	4	4	1623	7	40	600	10
8	89	10	4	2761	5	6	1738	14	2	670	5
20	112	13	6	2907	3	8	1857	14	4	744	3
2	139	3	88	3057	0	70	1981	6	6	822	8
4	168	10	<i>L. d. M. R. 12.</i>			2	2109	1	8	919	3
6	201	8	<i>Diametro Cargas Libras. Onz.</i>			4	2241	0	50	993	0
8	237	11	<i>Diametro Cargas Libras. Onz.</i>			6	2376	11	2	1083	10
30	277	7	<i>Diametro Cargas Libras. Onz.</i>			8	2517	9	4	1179	10
2	320	10	<i>Diametro Cargas Libras. Onz.</i>			80	2662	4	6	1279	14
4	367	7	16	74	14	2	2811	2	8	1384	10
6	417	14	8	96	7	4	2964	2	60	1493	8
8	471	14	20	121	2	6	3121	9	2	1626	6
40	529	9	2	149	3	8	3283	2	4	1725	15
2	591	0	4	180	12	90	3448	12	6	1848	13
4	650	1	6	215	11	2	3618	15	8	1976	2
6	725	1	8	254	6	4	3793	6	70	2108	0
8	797	11	30	296	9	96	3971	13	2	2244	9
50	874	4	2	342	12	<i>L. d. M. R. 13.</i>			4	2385	6
2	954	7	4	392	10	<i>Diametro Cargas Libras. Onz.</i>			6	2530	14
4	1038	7	6	442	7	<i>Diametro Cargas Libras. Onz.</i>			8	2680	14
6	1096	6	8	504	2	<i>Diametro Cargas Libras. Onz.</i>			80	2835	8
8	1218	1	40	565	11	<i>Diametro Cargas Libras. Onz.</i>			2	2994	11
60	1313	8	2	631	6	18	103	2	4	3168	7
2	1412	15	4	701	2	20	129	7	6	3326	15
4	1515	3	6	774	12	2	159	3	8	3499	13
6	1622	5	8	852	8	4	192	9	90	3672	1

Continua a Taboa do Autor.

2	3858	7	2	1704	10	6	257	10	2	4321	4
4	4046	2	4	1829	13	8	303	0	4	4532	15
6	4239	8	6	1960	14	30	352	14	6	4749	0
8	4433	7	8	2096	6	2	406	13	8	4970	2
100	4633	14	70	2236	12	4	465	7	100	5196	10
2	4838	15	2	2381	14	6	528	9	2	5428	8
4	5048	12	4	2531	15	8	596	7	4	5665	9
L ^a . M ^o . R ^o . 14.			6	2686	12	40	669	0	6	5907	13
Cargas Libras Onças			8	2846	11	2	746	4	8	6155	9
			80	2990	11	4	828	7	110	6408	9
Cargas Libras Onças			2	3181	3	6	915	8	2	6666	15
			4	3355	11	8	1007	5	4	6930	6
20	138	1	6	3535	5	50	1104	4	6	7149	7
2	138	10	8	3719	12	2	1206	3	8	7486	13
4	205	0	90	3909	0	4	1313	0	120	7753	5
6	244	4	2	4103	10	6	1425	0	L ^a . M ^o . R ^o . 16.		
8	287	8	4	4292	13	8	1542	0	Cargas Libras Onças		
30	334	15	6	4507	4	60	1664	8			
2	386	8	8	4716	4	2	1795	6	Cargas Libras Onças		
4	442	6	100	4930	10	4	1923	12			
6	503	6	2	5149	9	6	2061	4	24	228	8
8	567	5	4	5373	14	8	2203	13	6	271	12
40	636	9	6	5602	10	70	2351	10	8	319	7
2	710	4	8	5836	13	2	2504	12	30	371	7
4	788	8	110	6075	10	4	2662	15	2	428	5
6	871	7	2	6319	11	6	2829	1	4	489	12
8	958	0	L ^a . M ^o . R ^o . 15.			8	2994	11	6	556	0
50	1050	5	Cargas Libras Onças			80	3168	15	8	627	1
2	1148	4				2	3348	1	40	703	2
4	1249	15	4	3532	3	2	784	8			
6	1356	7	6	3722	0	4	870	5			
8	1467	12	8	3916	12	6	961	9			
60	1583	12	4	216	6	90	4117	0	8	1058	2

Continua a Taboa do Autor

50	1150	12	6	9096	6	8	4517	9	4	950	15
2	1266	11	8	9414	9	20	4539	9	6	1049	15
4	1378	15	L ^a . N. N. 17.			2	4767	3	8	1154	15
6	1496	10				4	5001	2	50	1965	7
8	1619	7	Diamete Cargas. Libras. Pic.			6	5240	10	2	1381	15
60	1747	15				8	5486	5	4	1503	11
2	1881	9	26	285	12	100	5737	11	6	1632	5
4	2020	13	8	335	9	2	5995	5	8	1766	7
6	2165	7	30	390	2	4	6258	15	60	1906	9
8	2315	8	2	449	9	6	6528	6	2	2052	4
70	2471	1	4	513	12	8	6803	13	4	2204	2
2	2632	3	6	582	12	110	7085	6	6	2362	3
4	2798	15	8	657	9	2	7572	13	8	2576	4
6	2970	13	4	736	8	4	7666	6	70	2637	11
8	3148	12	40	821	4	6	7965	14	2	2872	13
80	3332	1	2	911	3	8	8271	1	4	3055	4
2	3520	14	4	1006	11	120	8582	8	6	3243	12
4	3715	5	6	1107	6	2	8900	8	8	3438	6
6	3915	5	8	1213	12	4	9223	9	80	3639	4
8	4121	0	50	1325	9	6	9553	1	2	3846	7
90	4331	15	2	1443	0	8	9880	9	4	4059	9
2	4548	14	4	1565	14	130	10230	1	6	4279	2
4	4771	2	6	1698	9	2	10577	4	8	4504	14
6	4999	4	8	1828	13	4	10931	3	90	4736	14
8	5232	15	60	1968	15	136	11290	5	2	4975	2
100	5472	1	2	2114	17	L ^a . N. N. 18.			4	5211	7
2	5716	14	4	2266	3	Diamete Cargas Libras. Pic.			6	5470	7
4	5967	6	6	2421	3	28	351	6	8	5727	6
6	6223	12	8	2586	9	100	5985	15	2	6258	7
8	6485	8	70	2755	8	2	6536	5	4	6536	5
110	6760	7	2	2994	15	30	408	3	6	6818	8
2	7025	15	4	3110	12	2	469	15	8	7106	13
4	7304	15	6	3297	3	4	526	14	110	7401	13
6	7589	4	8	3489	7	6	603	13	2	7702	14
8	7879	7	80	3687	9	8	686	9	4	8010	7
120	8175	4	2	3891	13	40	768	14	6	8324	2
2	8476	2	4	4101	12	2	856	15	8	8644	5
4	8783	9	6								

Continua a Taboa do Autor

120	8969	1	70	2811	5	150	- 313	11	4	5667	1
2	9303	12	2	2995	5	152	759	10	6	5940	6
4	9643	0	4	3184	10	<i>L. d. M. R. S.</i> <i>20.</i>			8	6220	10
6	9986	9	6	3382	7				100	6507	13
8	10340	1	8	3585	12	<i>Cargas.</i> <i>Libras. Onç.</i>			2	6796	5
130	10698	8	80	3795	8				4	7102	3
2	11063	0	2	4011	11	32	513	3	6	7411	8
4	11434	3	4	4234	8	4	585	8	110	8048	8
6	11810	9	6	4463	13	6	663	8	2	8377	11
8	12194	15	8	4699	14	8	707	2	4	8713	15
140	12584	15	90	4942	3	40	836	40	6	9056	14
2	12981	6	2	5164	0	2	931	13	8	9406	14
144	13384	3	4	5447	0	4	1033	0	120	9764	1
<i>L. d. M. R. S.</i> <i>19.</i>			6	5709	2	6	1140	4	2	10328	8
<i>Cargas.</i> <i>Libras. Onç.</i>			8	5977	15	8	1253	9	4	10499	5
			100	253	9	50	1373	4	6	10699	4
			2	535	17	2	1499	3	8	11263	5
			4	824	5	4	1631	6	130	11655	13
30	427	7	6	119	10	6	1770	4	2	12054	11
2	493	12	8	419	19	8	1915	0	4	12460	3
4	561	4	110	730	9	60	2066	9	6	12868	12
6	636	6	2	045	11	2	2224	9	8	13294	15
8	717	5	4	368	4	4	2389	3	140	13728	0
40	803	0	6	696	6	6	2560	8	2	14186	14
2	894	11	8	051	12	8	2741	8	4	14599	6
4	992	2	120	373	15	70	2923	2	6	15048	3
6	1095	8	2	722	10	2	3114	4	8	15504	2
8	1204	12	4	077	14	4	3312	3	150	15967	3
50	1314	15	6	440	2	6	3516	14	2	16436	15
2	1441	4	8	791	4	8	3727	7	4	16913	13
4	1568	10	130	188	2	80	3946	13	6	17398	7
6	1701	18	2	566	9	2	4171	12	8	17880	11
8	1841	9	4	837	8	4	4403	14	160	18388	3
60	1986	5	6	351	5	6	4642	12	~ ~ ~		
2	2139	40	8	754	4	8	4888	14			
4	2298	0	140	162	11	8	5141	3			
6	2462	11	4	003	0	30	5400	8			
8	2633	14	8	865	15	2					

[Página 87] *deve ajustar 886 1/3 para 750, e a soma 450*

dividida por 55 dará 8.1818 cuja raíz quadrada 286 pez ou

Os uzos destas Taboas são tão claros que me parece inutil demorar-me em explica-los. Comtudo hé necessário advertir que todas são feitas na suppozição de hum terreno, que requer 11 libras de polvora por toeza, e por conseguinte a carga, que acharmos correspondente a huma escavação determinada se deve dividir por 11, e multiplicar pelo numero, que exprime a fortaleza do terreno, em que foi feita essa Mina, e o numero, que rezultar será o das libras de polvora necessario para a carga.

Mina feita no terreno de 13 libras

Ex. Tenho de fazer huma Mina n'um terreno, que requer 13 libras de polvora por toeza, e cuja linha de menor rezistencia, e raio são cada hum de 20 pez: a carga corres- [Página 88] pondente a esta linha, e raio na Taboa de M. de la Valiere hé de 750 libras multiplique-se 750 por $\frac{13}{11}$, e o producto $886\frac{1}{3}$ he o numero de lb da carga componente.

Da mesma sorte dada a carga, e o terreno se achará a escavação correspondente deste modo. Divida-se o numero, que exprime a fortaleza do terreno dado por 11: divida-se por este quociente a carga dada e a linha, e raio que nas Taboas corresponder ao numero, que vezinhar determinarão as escavações.

Ex. sei que $886\frac{1}{3}$ lb hé a carga de huma Mina feita n'um terreno que requer 13 lb por toeza divida-se $886\frac{1}{3}$ por $\frac{13}{11}$ e o quociente será 750; busque-se este numero na Taboa de M. de la Valiere, e a linha de menor re- [Página 89] zistencia, que lhe corresponde que hé de 20 pez determinará a escavação, e da mesma forma se usará da Taboa de M. Muller.

"Ainda que as camaras se fazem ordinariamente cubicas comtudo sendo a quãtidade de polvora consideravel será mais vantajozo fazelas chatas pois não sómente ficará o fundo da escavação mais espaçozo, mas tambem a linha de menor rezistencia, que sempre se toma do centro da camara será mais proporcional à terra superior.

Seria bom quanto a mim, que as camaras se fizessem todas da mesma altura da da Mina de experiencia. Nesse cazo se acharia o lado da camara multi- [Página 90] plicando a altura dada por 55 (por que 55. hé o numero das lb. que peza hum pé cubico de polvora ordinaria)³⁹ e dividindo por este producto a quantidade de polvora dada a raiz quadrada deste quociente será o comprimeto buscado.

Por ex. para achar o lado de hũa caixa, que hade conter 360 lb. de polvora cuja altura he 1 pé (e para a facilidade de computo será melhor que em todos os cazos seja a altura sempre de 1 pé)⁴⁰. Temos então 55. multiplicado por 1 he 55. e 360 dividido por 55 he 6.5455 cuja raiz 2.558 pez ou 30.7 polegadas será o comprimento buscado.

N. B. deve-se observar que a caixa hade ser huma quarta parte maior que o volume da polvora, que encerra por cauza [Página 91] da palha, e sacos, de que se hade guarnecer por dentro: e assim sendo a quantidade de polvora 360 lb

³⁹ Esta nota dentro de parêntesis não se encontra no livro de Muller.

⁴⁰ O mesmo da nota anterior.

se lhe deve ajuntar a quarta parte, que hé 90, e a soma 450 dividida por 55 dará 8.1818 cuja raiz quadrada 2.86 pez ou 34 polegadas será o lado, que se busca.

Tão bem não será máo observar que quando succede ficar a camara sobre huma rocha, ou outra qualquer substancia dura, encontrando então a força ou acção da polvora maior rezistencia da parte debaixo se empregará toda em levantar a terra superior; e por conseguinte será o effeito da Mina muito maior que o da mesma quantidade de polvora collocada sobre outra substancia mais branda. Pelo que se a Camara se collocar sobre huma plataforma de fortes pranxoens, ou de pedras será necessario menor [Página 92] quantidade de polvora para a carga da Mina.

Se se fizerem vazos da figura de hũ cone truncado sufficientemente abertos em cima de sorte que nelles caibã as cargas competentes ás Minas podem ter grande serventia nas Praças sitiadas, porque postos sobre huma plataforma bem firme, e bem especados da parte de cima pouca porção de Galeria necessita atacar-se, e logo que a Mina rebentar podem os Mineiros entrar na Galeria retirar o vazo alguma couza mais para traz e carregado outra vez o que se pode repetir varias vezes, de sorte que na mesma Galeria se podem fazer rebentar varias Minas, e com bem pouco trabalho.

[Página 93]

*Como se dirigem as Galerias.*⁴¹

Est. II
Fig. 1.

"Supponhamos que o poço se hade abrir em A, e a Mina de profundidade determinada hade ser debaixo do objecto B. A primeira couza, que se hade fazer hé achar exactamente a distancia AB. ou por trigonometria ou por qualquer outro meio depois se deve achar tambem exactamente por meio de huma boa agulha, e hum compasso a inclinação da linha AB. a respeito do Sul, e Norte que suppremos representada pelo angulo BAN. Abre-se então o poço de 5 ou 6 pez para cada parte, e tão fundo como o deve ser a Mina. Começa o Mineiro a dirigir a Galeria, segundo o dito angulo, servindo-se do lível⁴² dos pedreiros para a levar horizontal, e continuada ella a vai me- [Página 94] dindo ate se achar debaixo do objecto B. e ali forma a Camara.

Se o objecto B está mais alto ou mais baixo, que o lugar onde se fez o poço subtrahe-se ou ajunta-se à altura deste a diferença das alturas dos lugares A, e B.

Fig. 2

Pode succeder encontrar-se algum obstaculo no caminho, como hum rochedo, agoa, ou lugar alagadiço, em taes cazos se faz a Galeria com cotovelos, em angulos rectos v. g.

⁴¹ O texto que se segue diz respeito à Estampa 3 e não à Estampa 2; todas as figuras desta estampa vêm no livro de Muller, página 246.

⁴² Mesma observação da nota 30.

volta-se em angulo recto de C para D. tendo passado o obstaculo se vai de D. para E por huma direcção parallela a primeira parte AC: chegando a E, se abre hum caminho para F perpendicular a DE, e se faz EF igual a CD por este modo se achará o ponto na primeira direcção, [Página 95] na qual se continúa até que a soma das tres partes AC, DE, FB seja igual à distancia dada do objecto B. até o poço A.

Varios cazos podem ocorrer na condução das Galerias, que não se podem adivinhar, nem descrever, pelo que os deixarei à industria, e Sciencia dos Mineiros experimentados.

Huma couza de sūma importancia hé que a Mina se ache exactamente debaixo do objecto, que sequer fazer saltar aliás se perde muito tempo, trabalho, e despeza inutilmente.

Hé tambem igualmente necessario conhecer ao justo a linha de menor rezistencia para determinar a carga competente; se esta linha se não pode conhecer com exactidão necessaria será sempre melhor dar-lhe polvora demais, que [Página 96] de menos."

(Notem bem o que se segue os Mineiros, que não tem se não pratica).

"O Leitor conhecerá facilmente que hum bom Mineiro deve ser bem versado na parte pratica da Geometria sem a qual lhe será impossivel conduzir as Minas cõ alguma certeza, e por isso aconselho a aquelles, q. dezejã entender bem esta materia, que primeiro estudem Geometria."

Minas de diferentes castas

Fig. 3

"Se huma Mina tem huma só camera tal como A. se chama simples; se tem duas dupla, ou dobre; se tem tres, tripla & sic caetera.

Est. II
Fig. 1.

N'uma Mina simples feita debaixo do reparo de huma Praça para abrir brecha não deve ficar a boca da Galeria defronte do [Página 97] lugar onde se determina fazer a Camara, antes pelo contrario se deve abrir, ou de hum lado ou do outro, e fazer a Galeria com dois cotovelos B e C para poder ficar mais bem atacada, e com mais segurança, e para que a distancia da boca O á camara possa ser maior que a linha de menor rezistencia, aliás faria a Mina o seu effeito para a banda da Galeria. Deve-se tambem observar que a Camara está no meio de hum contraforte, por cuja cauza fará maior brecha do q. se estivesse na terra por detraz da muralha.

Fig. 4

Quando se fas huma Mina dobre debaixo do reparo para abrir brecha deve ficar a boca O da Galeria quanto mais perto se puder julgar do meio do intervalo dos dois contrafortes. Conduzida a Galeria por toda a grossura da muralha em linha recta se volta para a direita, e esquerda em forma de T pelo que se dá a estas Minas o [Página 98] nome de Mina T, e se collocam as Camaras nos contrafortes vizinhos a iguaes distancias da Galeria direita. Esta Mina dobre abrirá muito maior brecha, que huma simples, e por esta razão se prefere a qualquer outra.

Fig. 2

Mas havendo de fazer huma Mina tripla debaixo do reparo se procurará abrir a Galeria em O defronte do contraforte, e voltando para a direita, e esquerda da mesma sorte se collocam as Cameras AB nos dois contrafortes adjacentes. Pelo que toca á Galeria da terceira C conduz-se esta á roda do contraforte, e se colloca a Camera no fim delle. Esta ultima se carrega ordinariamente com 50 arrates de polvora mais que cada huma das outras, deve porem haver grande cuidado na conducção da calhe da Salsicha para que seja igual em comprimento à da Camara B (ou A) aliás não [Página 99] pegará o fogo em todas tres ao mesmo tempo, e pode não pegar na Camera C. o que muitas vezes succede, e não se conseguirá o effeito dezejado.

Fig. 5

Raras vezes se uza de Minas mais que triplas nos sitios das Praças, mas quando se quer demolir qualquer obra se fazem tantas, quantas são necessarias para demolir huma face inteira de huma vez, o que se faz communicando o fogo a todas ao mesmo tempo; isto hé, todos os Salsichoens se vão terminar em hum e de tal sorte se dispoem que as suas partes desde a Camara até o ponto, em que se ajuntam sejam exactamente iguaes.

Advertencia

Ainda que nas ultimas duas figuras suppuz a boca O da Galeria exactamente [Página 100] no meio do interválo das duas Minas lateraes bem pode o Leitor ver que he isto huma couza impossivel na pratica, por que nem os lugares nẽ as distancias dos contrafortes se podem ver por fora da muralha por consequencia huma mera estimativa hé que pode

*servir de guia; porem continuada a Galeria por toda a grossura da muralha se pode dirigir a Galeria para a direita, e esquerda até encontrar os contrafortes, e então achando-se a distancia de hũ maior que a do outro se disporá a calhe, e salsichão da menor distancia em **ziguezague**. Em todas as Praças fortificadas por M. de Vauban a distancia do centro de hũ contraforte a outro vizinho hé sempre de 18 pez sendo a muralha da mesma altura do reparo, e de 15 sendo mais baixa, e desta sorte achado hũ contraforte se sabe ja a distancia, que vai delle ao mais vizinho mas, em qualquer outra fortificação de nada serve esta observação.*

[Página 101]

(Mr Muller Att. and Deff. pag. 54)

Poucas Praças há que não sejam contraminadas, e quando os sitiados se vem obrigados aceder á superioridade dos sitiadores tanto em gente como em Peças de Artelharia, e já sem esperança de restaurar as obras perdidas, não faltarão de dar fogo ás suas Minas, como ultimo, e unico meio, que lhe resta para poder retardar os progressos do inimigo, e fazelo voar com as suas mesmas obras, obrigando-o assim attaca-las de novo, e a fazer novos alojamentos no mesmo lugar, que ao principio julgava seguro. Hé por consequencia necessario mostrar o modo de achar as Minas dos sitiados para prevenir o seu effeito ou destruir a maior parte dellas.

[Página 102]

Para este effeito se abrem pòços na terceira paralella de 7 ou 8 pez [quadrados]⁴³, e de 18 ou 20 de altura se o terreno o permittir, e dáli se conduzem Galerias até á estrada coberta de 4 pez de largo, e 5 de alto, fazendo deligencias para encontrar as do inimigo para o que se fûra para os lados para baixo, e para cima com huma longa agulha de ferro ou broca de espaço em espaço para ver se as Galerias ou os Mineiros do inimigo estão perto; se se acha que estão por baixo abre-se para baixo hum buraco por onde se lhe deita huma bomba tanto para os expulsar como para os destruir; se se acha que estão por cima pode se fazer huma pequena Mina para os esmagar, mas estando de hum ou outro lado hé necessario averiguar se se avizinã, ou se se affastam. No primeiro cazo se abre hum buraco, e se lhe mete dentro huma pistolla prompta a disparar-se logo que [Página 103] chegarem ao alcance; e no segundo cazo se deve continuar a Galeria direita a elles até que estando perto delles se faz huma pequena Mina para da mesma sorte arrombar a galeria e destruir os Mineiros.

Os Sitiadores hão de conduzir as suas Galerias directamente por baixo das obras, que fazem sobre o terreno para as livrar das Minas do inimigo, e no cazo, que se não encontrem, como facilmente pode succeder se lança ramaes para huma, e outra parte com pequenas Minas nos extremos, que rebentando não deixarão de destruir muitas das Minas, e [Galerias]⁴⁴ do inimigo.

⁴³ Na cópia manuscrita lê-se “7 ou 8 pez em quadro”, enquanto no original inglês se lê “7 or 8 feet square”.

⁴⁴ Na cópia manuscrita lê-se “Galeria” no singular, enquanto no original inglês a palavra aparece no plural.

Não obstante todo o cuidado, que nisto pode haver não se deve presumir que o Sitiador possa destruir todas as Minas dos sitiados, e por isso logo que elles dão fogo a algumas [Página 104] das suas se mandã immediatamente trabalhadores a alhojar-se nas escavações. E se por alguns meios se puder conduzir agoa às Galerias do sitiado não deixará de as destruir como sucedeu no Sitio de Turin onde muitas Minas ficara sem effeito por este meio.

O Sitiado faz as suas Minas geralmente a 4 ou 5 pez de distancia da estrada coberta onde sabem que os Sitiadores se hão-de alojar, e se não atrevem a fazelas mais perto por medo de quebrarem as palliçadas; por esta razão os Sitiadores farão tambem ali as suas para deixar as outras sem effeito, e fazer em parte os Seus alojamentos. Desta cautella se deve uzar sempre que ouver suspeita de algumas Minas dos Sitiados..."

[Página 105]

Vantagens da Theorica de

Mr. Muller.

(pag. 233)

"Não será improprio fazer menção de algumas vantagens deste methodo em comparação, dos que ate agora se tem uzado entre os Mineiros, huma das principaes hé que sendo necessaria huma Mina de grande abertura n'hum terreno onde se não pode profundar muito, sem encontrar agoa vem

[Página 102]

se obrigados a fazer duas ou mais Minas huma ao pé da outra, para que os seus effeitos juntos produzã a dezejada abertura ao mesmo tempo, que sempre se pode produzir qualquer abertura seja a linha de menor rezistencia qual for;

Ha varios cazos especialmente na [Página 106] Defesa das Praças, em que huma grande escavação produz hum alojamento conveniente aos Sitiadores, o que se deve evitar quanto for possivel por isso todo o ponto he fazer as Minas, de sorte que destrua as obras dos Sitiadores sem lhes dar commodidade para se cobrirem. Isto se executa fazendo a linha de menor rezistencia pequena, e carregando a Mina com mais polvora.

Outras vantagens há em fazer a linha de menor rezistencia pequena; os poços, e Galerias se fazem com muito mais brevidade, e se podem collocar varias Minas humas debaixo das outras, por meio das quaes hum mesmo espaço de terreno, se faz saltar por varias vezes; e como os sitiadores se alojã na escavação logo que a Mina rebenta julgando se seguros a segunda Mina lhes fará ainda maior danno que a primeira, e o mesmo se pode dizer da terceira.

[Página 107]

*Como os lugares, em que se fazem as batarias para abrir brecha na face de hum baluarte sempre se conhecem, podem se fazer Minas de baixo delles, não só para as batarias como tambem para fazer cahir as Peças d'Artilharia no fosso; e isto por varias vezes como em **la Fere** onde huma*

mesma bateria opposta a huma luneta, e que continha duas Peças de 24 se fez saltar tres vezes huma depois de outra, e de cada vez cahirá sempre as Peças no fosso."

Nota I

Prova do Principio II.

(pag. 223)

.....
.....
"Rezolveo-se o Commandante em chefe da Artilharia em la Fere a fazer várias experiencias em consequência, do que se fizerão couza de 150 Minas desde [Página 108] o anno de 1725 até o de 1730 de muitas, das quaes fui testemunha de vista

.....
Sete Minas destas, cuja linha de menor rezistencia era 10 pez se carregará com as seguintes quantidades de polvora; a primeira com 120 lb; a segunda com 160; a 3^a com 200; a 4^a com 240; a 5^a com 280; a 6^a com 320, e a 7^a com 360. Rebentaram estas Minas hũa depois da outra, e examinadas as suas escavacoens se acharam os diametros da baze pelo teor seguinte. O da 1^a de $22\frac{2}{3}$ pez; o da 2^a de 26; o da 3^a de 29; o da 4^a de $31\frac{1}{4}$; o da 5^a de $33\frac{1}{2}$ o da 6^a de 36; e da 7^a de 38."

.....
.....
Agora para mostrar quanto esta Theoria concorda com as experiencias mencionadas supporei a primeira Mina conhecida, e [Página 109] procuraremos então quaes eram os diametros das outras. Todas as linhas de menor rezistencia

destas Minas eram cada huma de 10 pés, e o diametro da baze da primeira, se achou de $22\frac{2}{3}$, e assim $AE = 11.33$, ou $11.4EF = 10$ substituidos estes valores na equação $FB = \sqrt{EF^2 + EB^2}$ dá $FB = \sqrt{229.96} = 15.16$; e CD ou $p = 2FB - 2EF = 10.32$; pelo que substituidos estes valores no rectângulo $p \times FB$ (N) ⁴⁵ por ser a linha de menor rezistencia sempre a mesma dá $10.32 \times 15.16 = 156.5$, e este hé o sólido pelo qual se hão-de determinar as dimensões das mais Minas.

Agora se 120 lb. dão 156.5 quanto darão, 160 lb.? o 4^o termo $208\frac{2}{3}$ será o sólido da 2^a; isto hé $[208\frac{2}{3}]^{46} = A$, e $2A = 417\frac{1}{3}$. Este valor como tão bem o de $b = 10$ substituido na equação $p = -b + \sqrt{2A + bb}$ (n) ⁴⁷ dá $p = [12.7]^{48}$ $FG = \frac{1}{4}p = 3.2$ e $EG = 13.2$; agora estes valores subs- [Página 110] tituidos em $p \times EG = \overline{EB}^2$ dá $\overline{EB}^2 = 167.64$ e $EB = 13$ proximè, e como AB se achou pela medição de 26 pes bem se vê quanto este calculo concorda com a experiencia.

Vamos á terceira: Fazendo esta regra como a carga 120 da primeira hé para a carga 200 da terceira, assim hé o sólido 156.5 da primeira para o sólido da terceira teremos $A = 260.84$ ou $2A = 521.68$ e como $b = 10$ a equação $p = -b + \sqrt{2A + bb}$ dá $p = 14.93$, $\frac{1}{4}p = FG = 3.73$, e $GE = 13.73$ substituidos estes valores em $p \times EG = \overline{EB}^2$

⁴⁵ Não vemos a razão deste parêntesis; não existe no texto de Muller, que, por outro lado, está totalmente traduzido (página 232).

⁴⁶ Na cópia manuscrita lê-se "208" apenas, em desacordo com o texto de Muller.

⁴⁷ O mesmo da nota 45.

⁴⁸ Na cópia manuscrita lê-se "127", em desacordo com o texto de Muller.

dá $EB = 14.32$, e $AB = 28.64$ o que concorda sufficientemente com a experiencia pois nella se achou $AB = 29$.

Se formos continuando por este modo a respeito da 4^a, 5^a, 6^a e 7^a experiencia acharemos os diametros da baze pelo teor seguinte o da 4^a de [Página 111] 31.2; o da 5^a de 33.2, o da 6^a de 35.3 e o da 7^a de 37.4 o que sufficientemente concorda com as experiencias, pois a maior differença não excede a 6 polegadas, e ainda isso mesmo pode proceder de varias cauzas, como de não ter sido a linha de menor resistencia de 10 pez bem exactas; por que poucas polegadas de mais ou de menos podẽ cauzar alteração ou da dezigualdade do terreno, que podia ser mais ou menos denso com muitos outros accidentes que podem ocorrer na pratica, e a não deixam concordar exactamente com a Theorica."

Nota II

Esta demonstração tirada do methodo das series nenhuma força pode ter para as pessoas, que dellas não tem noticia. Em beneficio pois destas pessoas darei aqui este methodo copiado do excelente Tratado do [Página 112] Cavalheiro Newton intitulado *Analisis per Quantitatem series Fluxiones ac Differentias*.

Diz elle assim n'uma Carta que escreve a M. Oldembourg⁴⁹

"Proponha-se a Equação da Area da Hyperbole

$$z = x + \frac{1}{2}xx + \frac{1}{3}x^3 + \frac{1}{4}x^4 + \frac{1}{5}x^5 \&c$$

⁴⁹ A carta está incluída no livro referido, cujo título completo é "Analysis per quantitatem series fluxiones ac differentias, cum enumeratio linearum tertie ordinis", publicado em Londres, em 1711.

e multiplicados os seus membros por si mesmo sahirá

[Página 113]

$$z^2 = x^2 + x^3 + \frac{11}{12}x^4 + \frac{5}{6}x^5 \&c$$

$$z^3 = x^3 + \frac{3}{2}x^4 + \frac{7}{4}x^5 \&c$$

$$z^4 = x^4 + 2x^5 \&c$$

$$z^5 = x^5 \&c$$

tiro agora $\frac{1}{2}zz$ de z

$$\text{e fica } z - \frac{1}{2}zz = x - \frac{1}{6}x^3 - \frac{5}{24}x^4 - \frac{13}{60}x^5 \&c$$

$$\text{ajunto-lhe } \frac{1}{6}z^3 \text{ e sahé } z - \frac{1}{2}zz + \frac{1}{6}z^3 = x + \frac{1}{24}x^4 + \frac{3}{40}x^5 \&c$$

$$\text{tiro-lhe } \frac{1}{24}z^4 \text{ e resta } z - \frac{1}{2}zz + \frac{1}{6}z^3 - \frac{1}{24}z^4 = x - \frac{1}{120}x^5 \&c$$

$$\text{ajunto-lhe } \frac{1}{120}z^5 \text{ e sahe } z - \frac{1}{2}zz + \frac{1}{6}z^3 - \frac{1}{24}z^4 + \frac{1}{120}z^5 = x$$

$$\text{quam proxime ou } x = z - \frac{1}{2}zz + \frac{1}{6}z^3 - \frac{1}{24}z^4 + \frac{1}{120}z^5 - \&c$$

.....
.....
Por meio desta casta de calculo se tirão as raizes
da maior parte das equações

[Página 114]

.....
Na Regressão porem das Areas para as linhas rectas po-
derão servir estes Theoremas

THEOREMA I.

Seja $z = ay + by^2 + cy^3 + dy^4 + ey^5 \&c$. E então será

$$y = \frac{z}{a} - \frac{ba}{a^3}z^2 + \frac{2b^2-ac}{a^5}z^3 + \frac{5abc-5b^3-a^2d}{a^7}z^4 \left[+ \frac{3a^2c^2-21ab^2c+6a^2bd+14b^4-a^3e}{a^9}z^5 + \&c \right]^{50}$$

Por exemplo. Proponha-se huma Equação da Area da Hyperbole $z = y - \frac{1}{2}y^2 + \frac{1}{3}y^3 - [\frac{1}{4}y^4]^{51} + \frac{1}{5}y^5 \&c$ E substituindo na 1 Regra 1 em vez de a , $-\frac{1}{2}$ em vez de b , $\frac{1}{3}$ em vez de c , $-\frac{1}{4}$ em vez de d , e $\frac{1}{5}$ em vez de e sahirá $y = z + \frac{1}{2}z^2 + [\frac{1}{6}]^{52}z^3 + \frac{1}{24}z^4 + \&c$

THEOREMA II.

Seja $z = ay + by^3 + cy^5 + dy^7 + ey^9 + \&c$ e será

$$y = \frac{z}{a} - \frac{b}{a^4}z^3 + \frac{3b^2-ac}{a^7}z^5 + \frac{8abc-a^2d-12b^3}{a^{10}}z^7$$

⁵⁰ Na cópia manuscrita o termo z^5 está incluído no último termo do numerador da fracção; a correcção foi feita de acordo com o texto original de Newton.

⁵¹ Na cópia manuscrita lê-se apenas " $\frac{1}{4}$ "; correcção feita de acordo com o texto original.

⁵² Na cópia manuscrita lê-se " $\frac{1}{0}$ "; correcção feita como a precedente.

[Página 116]
$$+\left[\frac{55b^4-55ab^2c+10a^2bd+5a^2c^2-a^3e}{a^{13}}z^9 + \&c\right]^{53}$$
 ⁵⁴

.....

.....

Os valores de y dados nestes dois Theoremas são achados pelo modo, que se achou o valor de x no 1º Exemplo. Pois divide-se por a , e fica $\frac{z}{a} = y + \frac{b}{a}y^2 + \frac{c}{a}y^3 + \frac{d}{a}y^4 + \frac{e}{a}y^5 \&c$

depois obre-se como no dito Exemplo, e sahirá o mesmo valor.

Será necessário advertir aos principiantes que este methodo só tem lugar, quando estas series são convergentes, isto hé taes que os seus termos vão diminuindo de sorte que já o 5º, 6º, 7º, 8º ou 9º termo seja tão pequeno que se possa deixar de fora no Calculo. Vg no Exemplo a cima se suppoem que já o termo, em que x se acha [Página 116] elevado á 6ª potencia he tão pequeno que não merece contar-se, e por conseguinte em todas as operaçoens se deixa de fora como tambem todos os mais, em que x sobe á mais alta potencia. Por exemplo eis aqui como se quadra z e o seu valor neste cazo.

[Página 119]

Trata-se do livro de Guillaume Le Rond "L'Artifère raisonnée", publicado em Paris, em 1764.

⁵³ Na cópia manuscrita lê-se " $55b^4 - 55ab^2c + 10a^2bd + 5a^2c^2 - a^3ez^9 + \&c$ " apenas; correcção feita como as anteriores.

⁵⁴ Acaba aqui a tradução do referido texto de Newton.

$$z = x + \frac{1}{2}xx + \frac{1}{3}x^3 + \frac{1}{4}x^4 + \frac{1}{5}x^5 + \&c$$

$$x + \frac{1}{2}xx + \frac{1}{3}x^3 + \frac{1}{4}x^4 + \frac{1}{5}x^5 + \&c$$

$$xx + \frac{1}{2}x^3 + \frac{1}{3}x^4 [+]^{55} \frac{1}{4}x^5 + \&c$$

$$+ \frac{1}{2}x^3 + \frac{1}{3}x^4 + \frac{1}{4}x^5 + \&c$$

$$+ \frac{1}{3}x^4 + \frac{1}{4}x^5 + \&c$$

$$+ \frac{1}{4}x^5 + \&c$$

e todos os mais termos, que conterião mais altas potencias por minimos se desprezam.

O coefficiente do segundo termo hé sempre o que determina como se deve obrar na operação seguinte Vg no Exemplo a cima como o coefficiente do segundo termo he $\frac{1}{2}$ tiro [Página 117] $\frac{1}{2}zz$ de cada parte, e como no resto o Coefficiente do segundo termo hé $-\frac{1}{6}$ tiro $-\frac{1}{6}z^3$ (isto hé a junto $\frac{1}{6}z^3$) e como no resto o coefficiente do segundo termo he $\frac{1}{24}$ tiro $\frac{1}{24}z^4$ &c sic Caetera.

⁵⁵ Na cópia manuscrita não existe este sinal +.

[Página 118]

Appendix

Como nesta terceira parte se não acham algumas couzas, e se explicão outras talvez muito de passagem, parecendo-me com tudo necessarias as exporei aqui por meio dessas duas Estampas tiradas de M. le Blond, as quaes com as suas explicaçoens bastam para dar hũa sufficiente ideia dellas.

(M. le Blond Artill. Raisonn. Art. IV.)⁵⁶

Explicação da 3^a Estampa⁵⁷

A Figura 1^a mostra a Broca do Mineiro

A 2^a huma sonda

A 3^a huma porta das, com que se fexam os cotovellos das Galerias:
As letras *O* denotam as vigas horizontaes, e *N* as verticaes.

[Página 119]

⁵⁶ Trata-se do livro de Guillaume Le Blond "L'Artillerie raisonnée", publicado em Paris, em 1761.

⁵⁷ É óbvio que a descrição não diz respeito à Estampa 3 da cópia manuscrita, mas a uma estampa que numerámos como 4; as figuras desta estampa são tiradas do referido livro de Le Blond. Contudo as figuras não estão numeradas e parece que há figuras omissas.

A 4^a *C* hé a Galeria *BB* he hum canudo, que chega desde a boca do poço até a camara *D*; *A* he huma vella agitada pelo vento para fazer circular o Ar dentro da Galeria.

NB. Este meio parece impossivel que produza o effeito dezejado pois não sei que o Ar movido pela vella ao pe da boca do canudo possa ter grande influencia no Ar, que se encerra nelle.

A 5^a *T* he o poço, *LKKL*, hé a Galeria, *E* outro poço mais pequeno, *G* huma comunicação entre os dois poços, *H* hum canudo que vai ate o fim da Galeria. No poço, *E* se poem hum ou mais brazeiros cujo fogo se deve continuamente estar a soprando: O fogo dos brazeiros rarefaz o Ar [*Página 120*] no poço *E* pelo que todo o Ar, que se contem no canudo como mais pezado correrá para o poço *E* o que fará correr todo o Ar exterior pela Galeria adiante para entrar no canudo a occupar o lugar cedido pelo Ar que correu para *E*.

N. B. Parece impossivel que este expediente deixe de ter effeito, tem porem o inconveniente de não se poder sempre por em execução á vista do inimigo como dis S.^t Remy.⁵⁸

A 6^a Mostra a maneira de especar as terras sobre, e ao pé da Camara.

A 7^a e 8^a N, fornilho ou Camara cheia de polvora.

O Espeques pela parte de cima da Camara.⁵⁹

⁵⁸ O autor aqui referido é Surirey de S.^t Rémy, que publicou uma obra intitulada "Mémoires d'Artillerie", com várias edições, tendo a primeira edição sido publicada em 1697.

⁵⁹ As descrições desde "O" até "d" parecem corresponder à estampa que foi tirada do referido livro de Le Blond. É curioso que esta estampa é simétrica em relação à original.

[Página 121]

- P Enxelharia desde o forninho até o primeiro cotovello.
- Q Vigas, Espeques, Estroncas, que especam o primeiro Cotovello.
- R Espaço, que hade ser de enchelaria como está representado na planta, e que se ãomite no perfil para deixar ver a especaria do cotovello Q
- S Especaria do Segundo cotovello.
- T Enxelharia entre as especarias do Segundo, e terceiro cotovello.
- V Especaria do terceiro cotovello.
- X Enxelharia entre o terceiro, e quarto cotovello, que não está representada no perfil.
- Y Especaria do terceiro cotovello.
- Z Enxelharia desde o quarto, e ultimo cotovello até a porta da Galeria.
- a Fogo que pega na Salcicha.
- b Poço, que se faz logo ao principio, em cujo [Página 122] fundo começa a Galeria
- c Cestos que servem para tirar a terra da Galeria, e para se ministrar ao Mineiro o que necessita.
- d Sarilho para issar os cestos.

Explicação da 4ª Estampa⁶⁰

A figura 1ª representa huma Mina feita no contraforte de huã muralha para abrir brecha. A sua linha de menor rezistencia não hé perpendicular ao plano do horizonte mas sim à superficie exterior *HJ* da muralha. Bem se vê que feita pela polvora a escavação *HEJ* toda a parte superior da muralha hade cahir no fosso, e fica feita a brecha. Se porem a camara se collocase em *D* então todo o effeito seria para cima, e recebendo a muralha talvez muito pouco aballo não se conseguiria [Página 123] o effeito dezejado.

A 2ª, representa dois andares de Minas, isto he duas Galerias huma sobre outra, e cada hũa com seus tres fornilhos.

N. B. Esta invenção de **Minas de varios andares (des mines a plusieurs Étages)** hé de M. de Valiere, são utilissimas nas esplanadas, e consiste a sua singularidade em fazer saltar repetidas vezes o mesmo terreno, por cujo meio se atrazam infinitamente as obras do inimigo, e se lhe mata muita gente.

A 3ª e 4ª representam tres andares de Minas.

A 5ª denota 11 *EEEE* a planta do primeiro andar *EE* da figura 3. *H22FF* ã do segũdo *FF* da mesma figura, 333*G*, a do terceiro *G* da mesma.

⁶⁰ A estampa aqui referida seria provavelmente a 2ª estampa tirada do livro de Le Blond, já que o autor fala em duas dessas estampas. Existe porém uma 5ª estampa na cópia manuscrita que numerámos com 5, mas que não parece corresponder a esta descrição.

A 6ª mostra o perfil de huma esplanada contra minada segundo o methodo de M. de [Página 124] Valiere com tres andares de Minas, a Galeria *LN*, a escada de comunicação de fornilha *L*. para o fornilha *M.* &c. As linhas de menor resistencia são perpendiculares ao plano da esplanada *L*, *F* representa hum plano que passa por todos os fornilhos que por isso se chama **plano dos fossos**, e faz com o da esplanada hum angulo de 45 grãos.

A 7ª representa o plano *LF* da 6ª com os fornilhos, que nelle se acham.

Estas duas figuras servem para mostrar como se hão de determinar os intervallos dos Fornilhos, e dos andares, em que se acham o que se faz por esta construcção.

A distancia *FG* se toma de 4 ou 5 pés a linha de menor resistencia *NO* igual *OF* (fig. 6) igual ao intervallo *MR* (fig. 7) dos fornilhos do primeiro andar igual ao intervallo *ME* ou *ER* igual à metade do intervallo *EV* dos fornilhos do segundo andar, que hé arbitraria. A distancia *MN* (fig. 6) hé igual a *JE* (fig. 7) O intervallo *EB* em *BV* (fig. 7) hé igual a linha de menor resistencia *PM* (fig. 6). O intervallo *BS* hé quadroplo de *ON* (fig. 6) ou *MR* (fig 7). E por este modo se regularão as distancias de mais andares se for preciso, e ex aqui em poucas palavras o methodo de M. de Valiere. Na sua Taboa se buscarão as linhas de menor resistencia destas Minas (as quaes, por meio das dimenções dadas se acham facilmente ou por calculo, ou com o petipé) e se lhes darão as cargas, que a essas linhas correspondem.

Em terras brandas ou Soltas se fará o intervalo *MR* (fig. 7) maior que a linha de menor resistencia couza de $\frac{1}{3}$ da mesma, ou que o Mineiro prudente julgar para que as Minas se não destruam huas ás outras

e todas as mais distancias, e intervallos se regularão pelo intervallo *MR* da mesma sorte, que explicamos.

[Página 126]

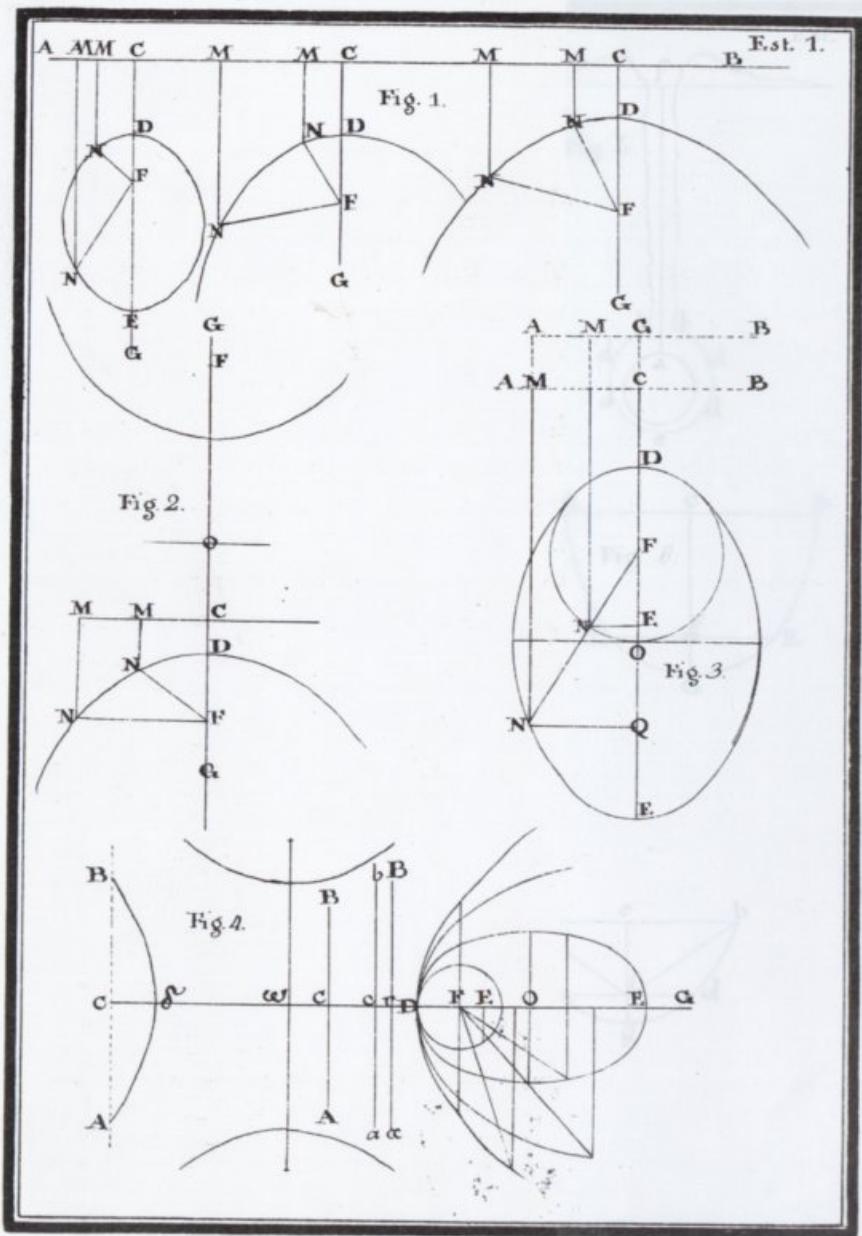
A figura 8^a mostra as aberturas de cada huma das Minas.

NB com a Theorica de M Muller se pode aperfeiçoar summamente este methodo como facilmente acharão os curiozos por pouco q queirão meditar sobre esta materia.

Não devo acabar sem pedir perdão aos Mineiros de consumada experiencia por pertender expor a pratica das Minas, sem ainda ter visto jogar se não duas, a cuja fabrica não assisti como tambem de alguns termos, que se acharem menos proprios, por esta razão em toda a parte pratica deste papel não fis mais do q. copiar fielmente os Autores, que cito, e o meu intento he sòmente ser util aos Officiaes moços meus Camaradas.

F I M





Estampa 1

e todas as partes da
da mesma sorte, que explicita

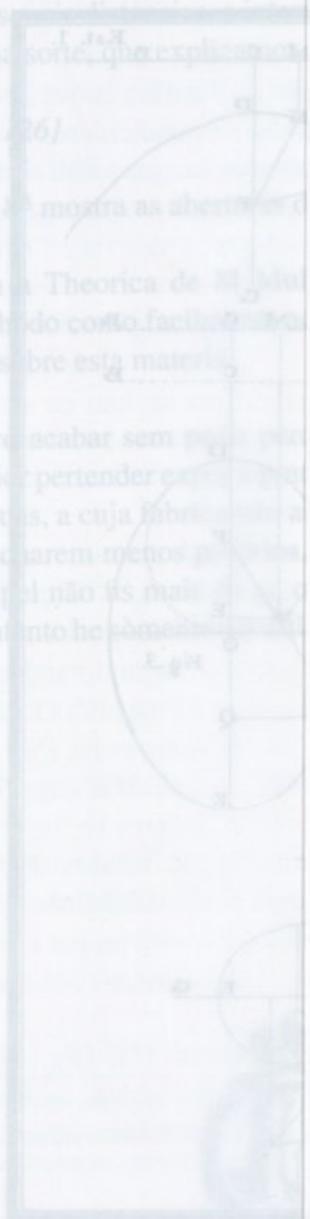
l. 1. q. 1. 2. 3.

(Página 16)

A figura 1.ª mostra as aberturas

NB com a Theorica de 1.ª. Mas
este metho do costu facto 2.ª. e
meditar sobre esta materia.

Não deve acabar sem
riencia por pertender esta
se não deus, a cuja fabrica
que se acharem metos
deste papel não os mais
o meu intento he



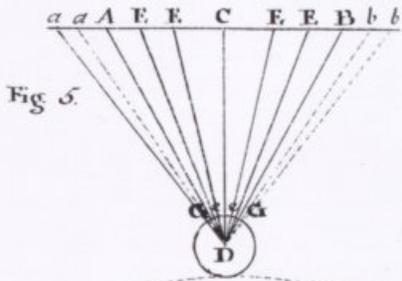


Fig 5

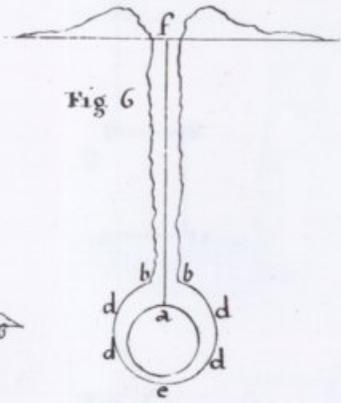


Fig 6

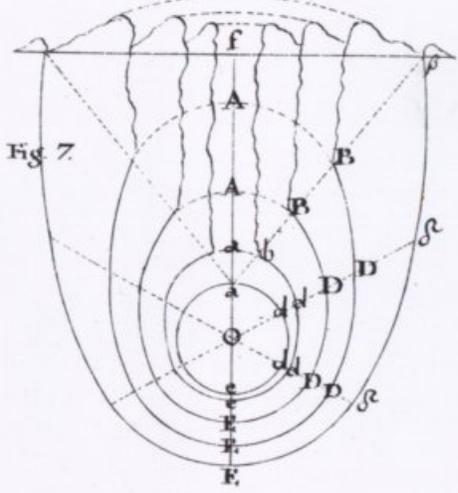


Fig 7

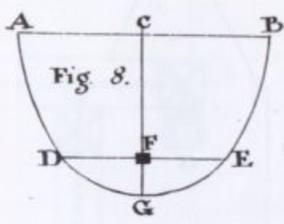


Fig 8

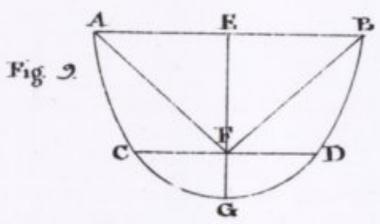


Fig 9

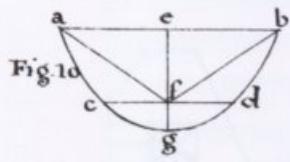
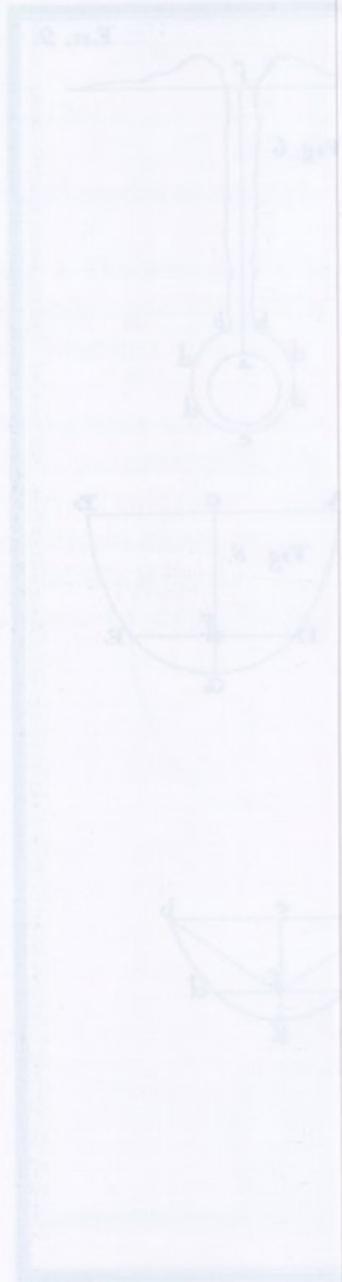


Fig 10

Figure 3



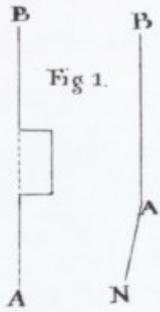


Fig. 1.

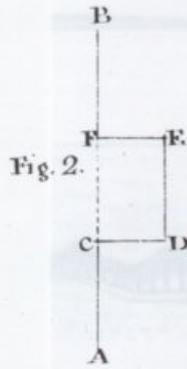


Fig. 2.

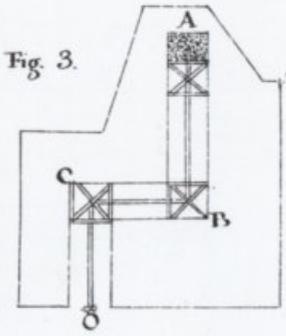


Fig. 3.

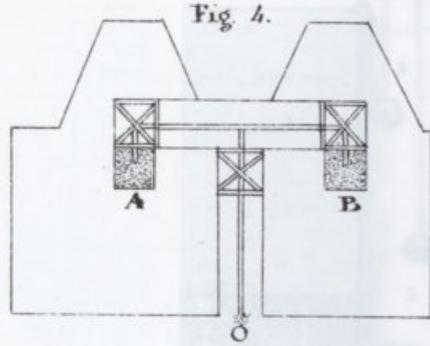


Fig. 4.

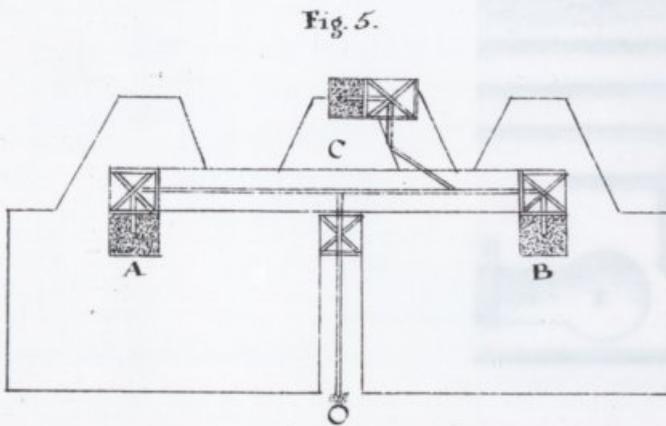
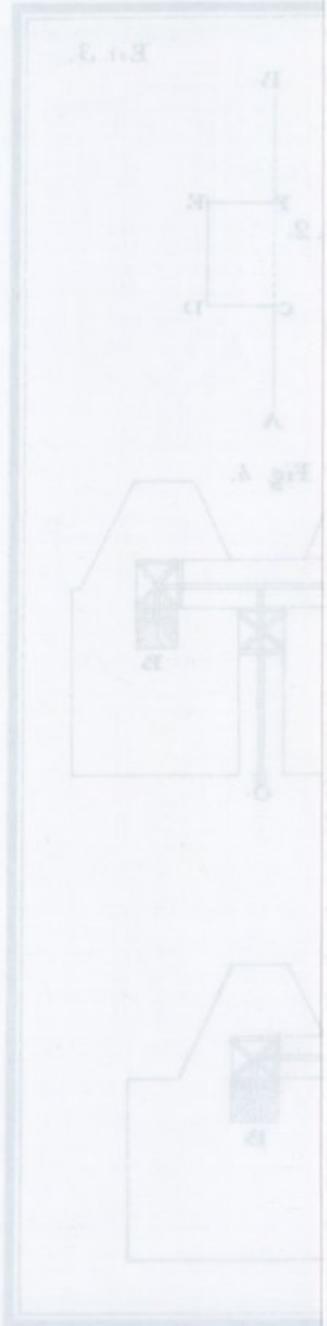


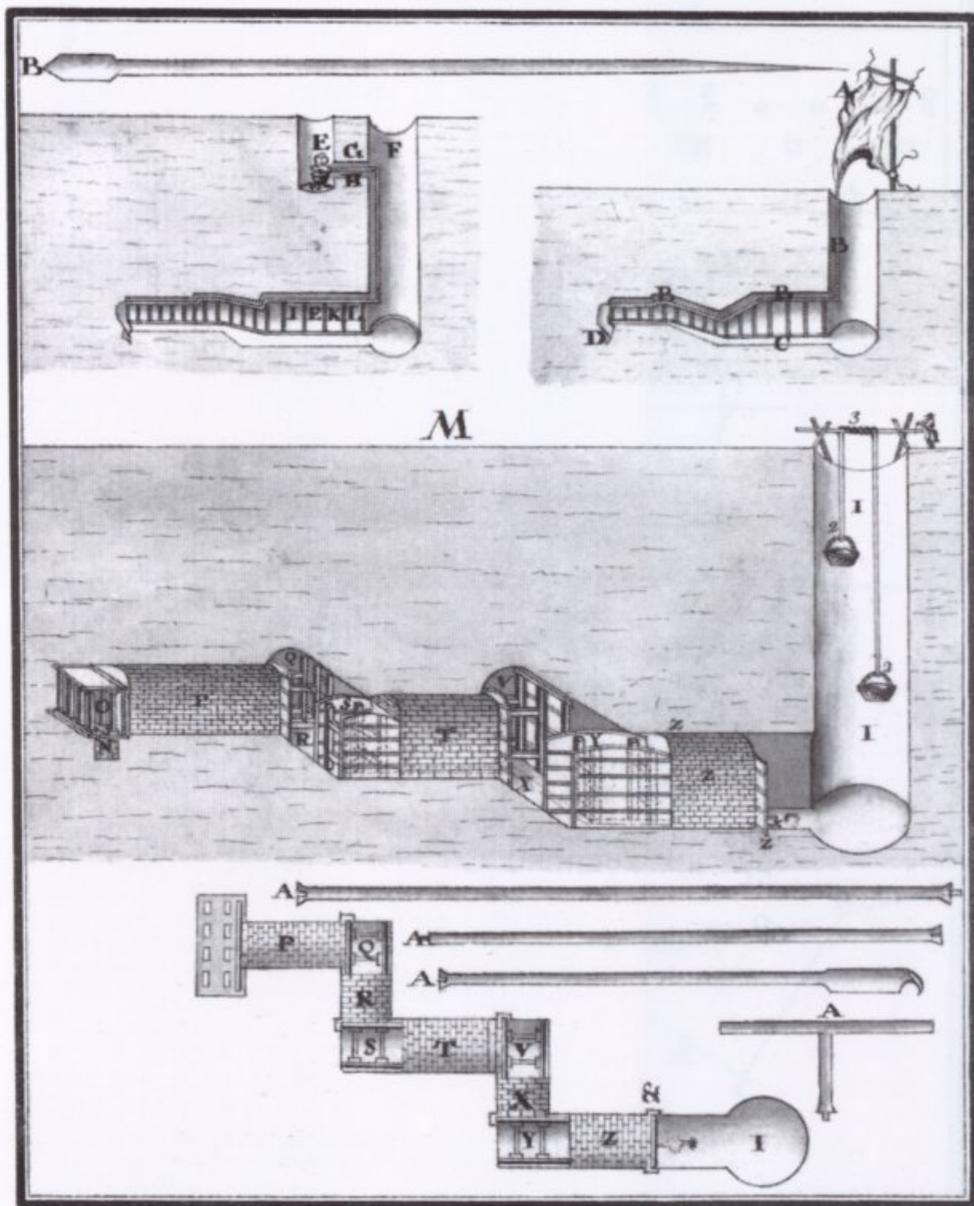
Fig. 5.

Estampa 3



En 3.

Fig. A

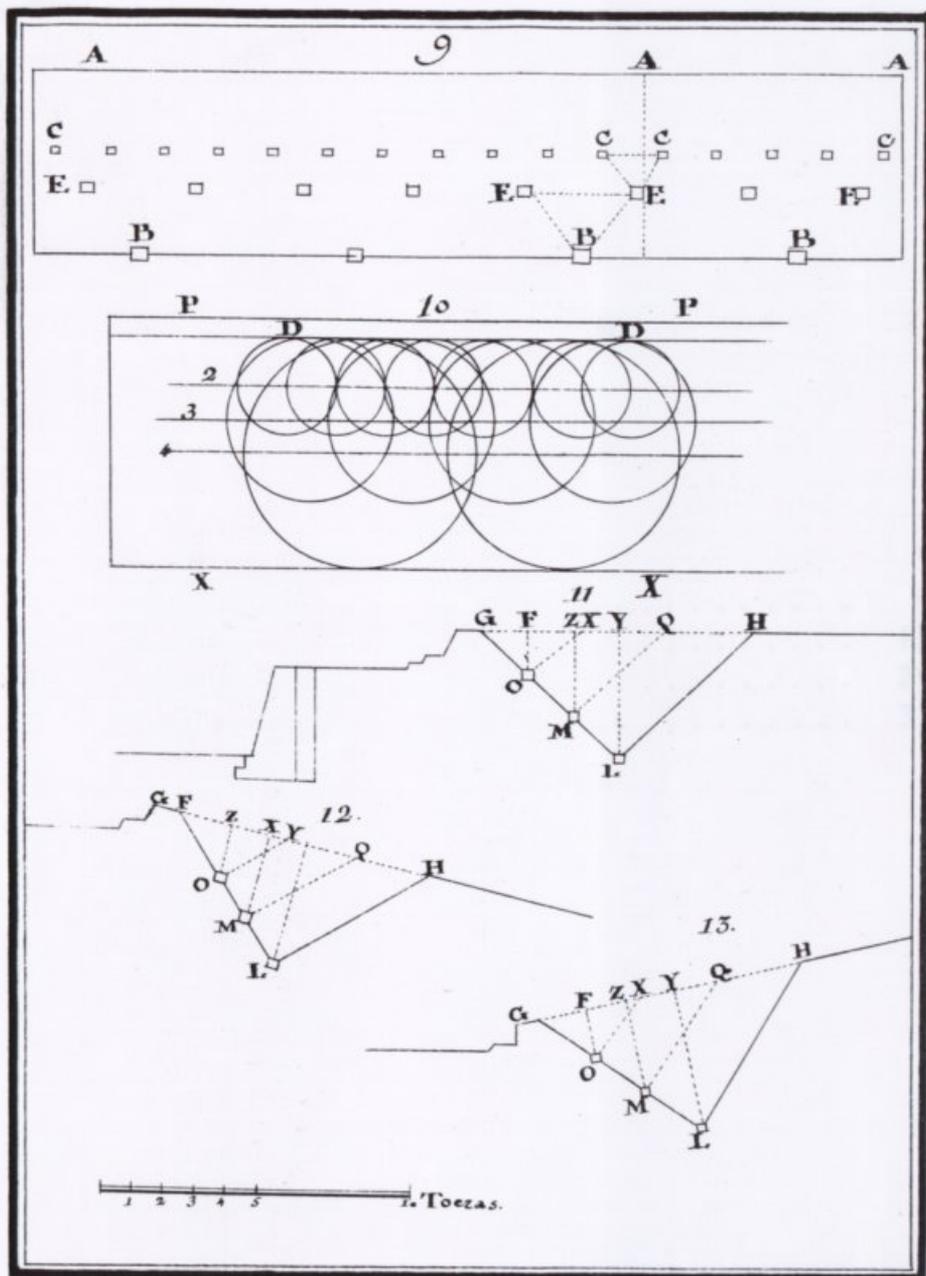


Estampa 4
61

⁶¹ O número desta estampa não se encontra na cópia manuscrita.

Figura 1
18





62 Mesma observação da nota anterior.

Estimpo 7



Índice do Manuscrito

Instrucção	3
Preparação	6
Parte I	13
Parte II	21
Parte III	31

Índice do Manuscrito

3	.....	Instrução
6	.....	Preparação
13	.....	Parte I
21	.....	Parte II
31	.....	Parte III

Índice de Estampas

Estampa 1	79
Estampa 2	81
Estampa 3	83
Estampa 4	85
Estampa 5	87

Índice de Estampas

79	Estampa 1
81	Estampa 2
83	Estampa 3
85	Estampa 4
87	Estampa 5



COIMBRA
18 AGO 1934

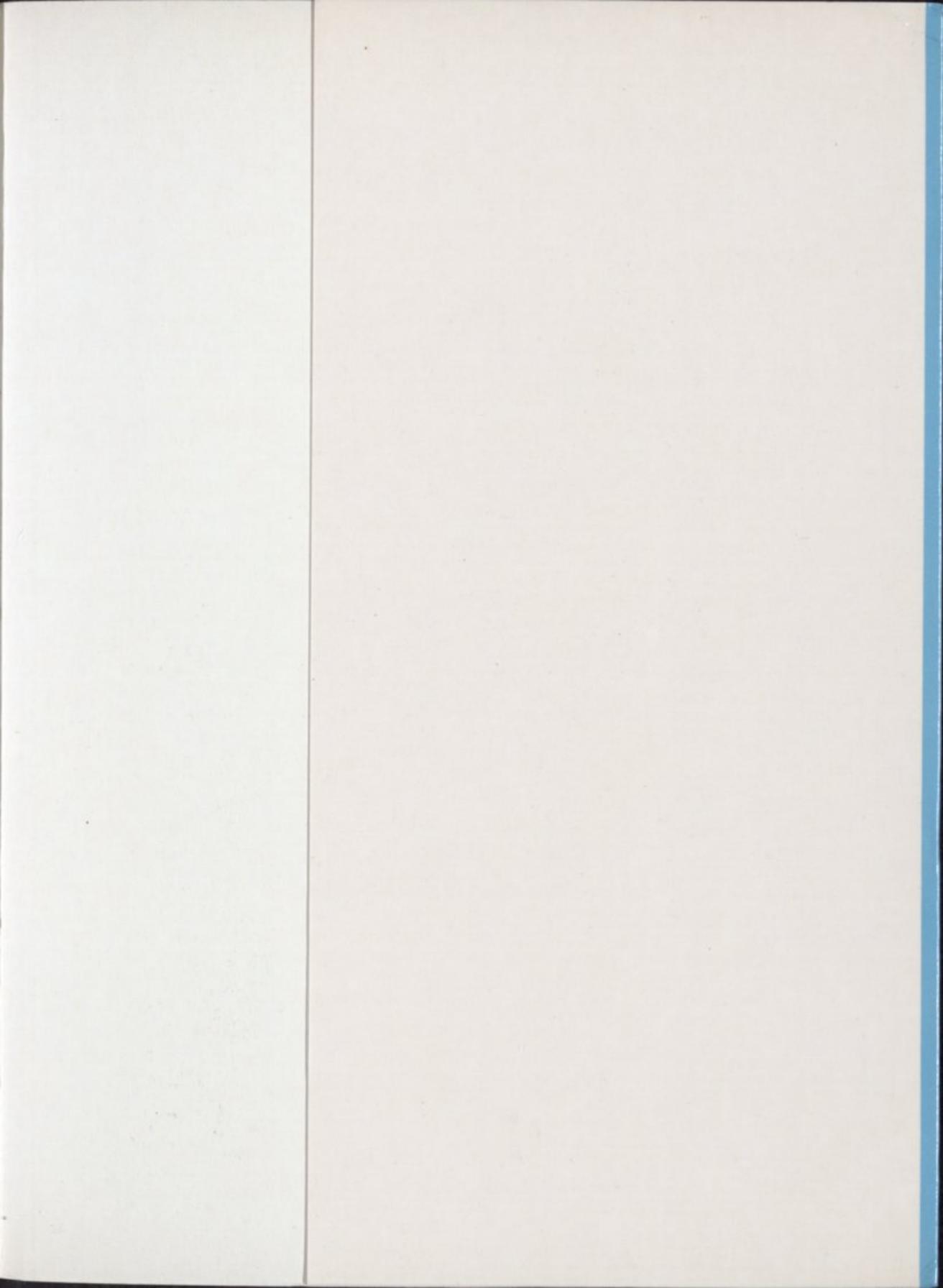
BIBLIOTECA GERAL DA UNIVERSIDADE

16 AGO. 1994

COIMBRA



60984 81800



1954

BRAGA

ENSAIO SOBRE
AS MISSÕES
JAZEIRAS

ANTONIO
CUNHA