



*Memoria sobre os muros de apoio , ou muros , que servem de sustentar as terras.*

**M**R. Cointeraux tentou edificar muros de apoio , ou para sustentar as terras , com o menor dispendio possível , sendo ao mesmo tempo mais solidos e duradoiros : ainda que á experiencia pertença o determinar o ponto de vantagem do que ensina aquelle auctor , todavia estamos persuadidos que podemos fazer algumas observaçoens , que julgamos não serão inteiramente desacertadas. Mr. Cointeraux , conhecido pelos seus trabalhos sobre o fabrico do pizo (1) julgou que os muros de apoio poderiam ser feitos desta materia , e pensa que melhor seria substituir á pedra e cal hum muro de pizo , sustentado por huma parede ordinaria , que tivesse para a de pizo a razão de 1 para 2 , porém em favor da sua asserção dá por facto o que he questão , e não demonstra que o pizo em lugares humidos , se conserva inalterado. As terras as mais proprias para o pizo são as que contém argila bastante para formar huma liga , que se augmenta com o pilão , o qual reunindo as moleculas , augmenta-lhes o contacto immediato e os faz participar da natureza da pedra ; mas a argila , e os saes contidos no pizo são principios que o damnificão , sendo exposto á continua humidade.

Os Romanos , que edificavão com pizo , davão á terra certa preparação em agoa , na qual os saes , que tendem a diminuir a adhesão das moleculas que as cercão , se dissolvião , e deixavão , senão totalmente , ao menos em grande parte , a terra que se tinha de empregar : assim penso que se o methodo de Mr. Cointereaux tem a vantagem da eco-

nomia, falta-lhe a da duração. Convimos de que o seu methodo he muito util em muitos outros casos, mas não admittimos que possa suprir neste á pedra e cal.

As paredes de terra, que se he obrigado a fazer para os alicerces, conservão ás vezes huma direcção, pouco mais ou menos vertical e a terra parece suste-se por si mesma de modo, que seria inutil revesti-la de hum muro muito espesso, e que bastaria hum avental de alvenaria; mas as terras não resistem assim ás chuvas; quebrão-se, e tomão inclinação, mais ou menos plana, segundo a sua qualidade: para que a terra não desabe cumpre suste-la com hum muro, cuja força de inercia seja tal, que resista ao seu pezo.

Se facilmente se demonstra a necessidade de hum muro, que sustente a terra, não he tão facil o marcar que espessura lhe convem mais nos diferentes casos; não parece mesmo que se possa resolver o problema com tanta exactidão. quanta he para dezejar; o meio que ha para levar-nos á resolução, seria observar hum grande numero de casos, em que o equilibrio, que o constructor busca estabelecer entre a resistencia do muro e a acção da terra, se rompesse, e indagar as causas, que a isso contribuirão mas as circumstancias, em que estas indagaçoens se poderião fazer, são raras e as forças, que resultão da acção da terra sendo susceptiveis de variação, bem como as causas da destruição do muro, he quasi sempre mui difficultozo marcar a causa da queda, e tirar consequencia certa de hum acontecimento desta natureza.

Este resultado, sobre o qual estão quasi todos de accordo escapou aos primeiros que se occuparão deste objecto. Bullet, Couplet, Belidoro derão successivamente theorias, que no pouco accordo com os resultados, e falsidade dos principios, sobre que se fundavão, mostrão quão pouca confian-

ça merecem. A primeira theoria, que acerca desta materia satisfaz, foi publicada por Coulomb, em 1773, na collecção das memorias dos Sabios Estrangeiros da Academia das Sciencias de París. Mr. Prony tomou de novo a questão, e levando avante a analyse de Coulomb, alcançou a meta.

Trasladamos aqui, para utilidade dos Constructores, a formula, a que elle chegou, fazendo:

$h$  = a altura do muro.

$x$  = a espessura da parte superior do muro.

$n$  = a relação entre a altura, e a base do taludo, ou escarpa do frontal, ou face exterior do muro.

$n'$  = a mesma quantidade para a sua face exterior.

$\omega$  = ao pezo especifico da terra.

$\Pi$  = ao pezo especifico do muro

$T$  = a tangente trigonometrica da metade do angulo que a escarpa da terra faz com a vertical.

Obteve:

$$x = h \left\{ - \left( n + \frac{1}{2} n' \right) + \sqrt{\left[ \frac{1}{2} \frac{\pi}{\Pi} \right] t^2} \right\}$$

O valor de  $x$ . dado por esta equação, exprime a grossura, que o muro deve ter absolutamente, para não cahir voltando em roda da aresta exterior da sua base. Suppoem-se o muro posto em huma base incompressivel, tal qual huma rocha, ou huma plataforma de madeira sustentada por estacas: a formula suppoem mais, que a forma do muro foi de antemão determinada, e he a de hum prisma, cujas arestas são horisontaes, e a base hum trapezio; ou hum rectangulo. se os frontaes, ou faces do muro são verticaes: forma admittida por ser a que he sempre empregada, não tendo os constructores tratado senão de fixar a grossura superior que o muro deve ter em relação á sua altura, e ás escarpas dos seus frontaes, ou faces, segundo os quaes achava-se inteiramente determinada.

Não me demorarei em fazer notar, que o muro opposto á acção da terra, terá tanta mais estabilidade, relativamente á sua massa, quanto maior for a base, e a distancia horisontal do seu centro de gravidade, e quanto mais consideravel for a aresta, em roda da qual elle voltaria, se cahisse; donde resulta, que a fôrma de hum triangulo rectangulo ABC, (fig. 1.<sup>a</sup>) he a mais favoravel aos muros em questão; mas esta forma raras vezes pôde ser empregada na pratica; porque para resistir ás causas de destruição, a que fora exposto, seria mister que o vertice do muro tivesse certa espessura, que depende sempre da natureza dos materiaes, que se empregão na construção.

A maneira, porque as terras obrão sobre os muros de revestimento, ou reforço, não está ainda perfeitamente conhecida; porém a experiencia prova que o comprimento dos muros influe consideravelmente sobre a sua duração, e apressa a ruina; porque de dois muros da mesma altura, e grossura, o mais longo he sempre o que resiste menos. Hum facto, que merece attenção, e que pelas suas causas parece ligar-se ao precedente, he que os estragos, que soffrem os muros de arrimo, ou apoio, de certo comprimento, manifestão-se sempre no meio. Explicamos este effeito singular, observando, que estes muros são sempre presos nos seus extremos por outros muros, que formão com elles angulos; mais ou menos abertos, que os fazem mais estaveis, ao mesmo tempo que as terras comprehendidas nesses angulos, perdem huma parte de sua força, como passamos a demonstrar. Seja A A A A (fig. 2.<sup>a</sup>) hum muro visto de alto abaixo, B A B A as arestas angulares, e B B B B as arestas superiores da escarpa, que 'as terras tomarião, se não fossem sustentadas pelo muro. Se prolongarmos estas ultimas linhas até  $d_1$  de huma parte, e até  $c$  de outra, teremos dois espaços  $A_1cBd$ ,  $A_1cBd$ , nos

quas o esforço das terras se dividirá igualmente sobre  $Ac$ , e  $Ad$ ; e como o volume de terra, que opéra sobre cada huma destas partes, he igual ao terço do que está comprehendido no cubo de terreno, que tem por base,  $AcBd$  (2), segue-se que a acção das terras sobre  $Ac$ , e  $Ad$ , he hum sexto menor do que a que supporta o muro no resto do seu comprimento; porque o volume de terra, que tende ahi a cahir he igual á metade do que está contido em o prisma  $BBcc$ , da mesma base, que o cubo, do qual  $AcBd$  representa humas das faces.

Se observarmos agora, que os angulos hum sexto menos carregados do que o resto do muro, apoião as partes, que os avisinhão, mas que a força, que estas tirão ou o soccorro, que pedem, se enfraquece á medida que o muro se estende, poderemos (considerando o excedente da resistencia, que o muro oppoem á acção das terras para as suas extremidades, assim como o resultado da sua força de inercia) suppo-lo mais espesso nos angulos, do que no meio, e reforçado como o indica a linha  $mn$ ; então o ponto mais fraco, sendo o meio do comprimento do muro he evidente que esse será o lugar em que dobrará, e cederá por fim. Naturalmente se apresenta o meio de corrigir esta desigualdade de resistencia, que acabamos de observar: bastaria para isso fazer (depois de calculada, como de ordinario, a grossura que deve ahi ter) reforça-lo á partir do meio segundo a linha  $pA$ , ou qualquer outra, de modo que oppoesse em todas as suas partes hum excedente da força de inercia capaz de contrabalançar o excedente de força, que as terras, que operão para o centro, tem sobre as que operão para os extremos. Mr. Gauthey, Inspector Geral de pontes e calçadas, cujos trabalhos o fizerão justamente celebre, encarregado de construir em Chalons ás bordas do Saône, hum

muro de caes de comprimento assás consideravel ; fez nessa occasião indagaçoens e experiencias sobre a materia , de que tratamos , e adoptou hum genero de construcção igualmente economico e seguro (3): a arte lhe ensinava que hum muro de reforço não oppoem ao esforço das terras senão a sua força de inercia e a experiencia mostrava que muros mui fracos em si mesmos adquirião por meio da barbaça , esporoens , ou contrafortes , o grão de solidêz que lhes faltava , e vio que , combinando o effeito dos contrafortes , e o dos lugares mais comprimidos horisontaes , praticados ás vezes na face interior dos muros , e que recebendo huma parte do pezo da terra augmentavão a estabilidade podia não só sem inconveniente , porém mesmo com vantagem , diminuir a grossura do muro de reforço , ou revestimento. Vejamos o como elle chegou ao fim , a que se propoz.

A figura 3 representa o muro visto pelo lado addido á terra , e construido segundo o methodo de Mr. Gauthey ; *a a a* , são arcadas sustentadas por contrafortes postos de distancia em distancia , fazendo parte do muro com ellas. Vê-se na fig. 4 a projectura ou avançamento dessas partes , e como as terras estão sustentadas nos espaços *b b b* , he facil de notar que em razão dos arcos *a a a* , sobre que descança , grande parte do pezo da terra , e do seu effeito , he empregada em acrescentar a estabilidade do muro ; porque se suppomos o trapezio ABCD ( fig. 4 ) representando aqui a base do prisma formado pelas terras , que carregão sobre o muro , divididos em laminas parallelas , e correndo sobre a linha da escarpa DC he evidente que huma parte do pezo das laminas *d d d* , apoiadas sobre os arcos *a a a* , será suportada por elles , e fará o effeito de huma força que passando pelo plano do meio dos espaços *b b b* , parallelamente ao muro , tenderia a consolida-la sobre a base ; e co-

mo o pezo dessas laminas augmenta com o das que ellas suportão, resulta que o momento da força, que tende a manter o muro, he igual, ou mesmo excede, ao da acção das terras, de sorte que a estabilidade, que resulta do pezo mesmo do muro, he inteiramente em demazia.

Não he preciso mais para estabelecer a superioridade deste methodo sobre os que estão geralmente admittidos. A economia, que d'elle resulta, he de mais de hum terço quanto á pedra e cal e hum quarto quanto ás estacas; além disso estes muros não apresentam difficuldade alguma na construcção, a unica precaução essencial he de ligar com cuidado a massa dos arcos e dos contrafortes com a do resto do muro. O espaço entre os ultimos pôde hir de 5 até 18 pés, segundo a natureza dos materiaes, que se empregão; a sua espessura pôde marcar-se a 3 pés pouco mais ou menos. A sua parte saliente acha-se naturalmente determinada, dando ao perfil total do muro as mesmas dimensoens, que se darião a hum muro disposto segundo a formula dada por Prony, e precedentemente citada. A grossura dos arcos construidos de pedra deve ser de 22 á 24 polegadas, e a do muro no vertice nunca menor de 24 a 28 polegadas: assim não se deve pôr a primeira ordem de arcadas a menos de 6 pés abaixo do vertice; regular-se-ha depois a distancia entre as arcadas e o numero, segundo a altura do muro e o escarpado da terra, observando que devem ser tanto mais proximas, quanto mais consideravel for o angulo da escarpa. Mr. Gauthey empregou pela primeira vez, ha perto de 30 annos, na construcção dos muros do caes de Chalons ás margens do Saone o methodo que referimos: a experiencia tem perfeitamente justificado os seus calculos, pois que desde então nada se tem mostrado que faça temer a ruina do muro.

O esbroamento das terras, que no dia 14 de Junho proximo passado ( 1813 ), causou tanto dano á Cidade da Bahia, convidou-me, como hum dos seus naturaes, a concorrer a bem do remedio, que para o futuro poderá obviar males iguaes, em quanto as vistas verdadeiramente dignas do Excellentissimo Senhor Conde dos Arcos lhe não dão aquelle, que elle premedita, e que a natureza e localidade mostram aos homens, que como elle sabem vêr. Estou certo de que o Homem, que primeiro se mostrou sobre as ruinas daquella catastrophe, e que com o exemplo e conselho a soube minorar porá ( como vemos ) todo o empenho em obstar a acciden-tes taes, e que por isso não desdenhará hum trabalho, que, se não he de grande utilidade, ao menos annuncia patriotismo.

Ao Illustrissimo e Excellentissimo Senhor Conde dos Arcos, Governador e Capitão General da Bahia, &c.

Offerece

*Domingos Borges de Barros.*



## NOTAS.

(1) Especie de tijolos não cozidos, e feitos de terra solta hum tanto carregada de argila batida em moldes, ou fôrmas de madeira: he o que os Francezes chamão *pise*.

(2) O que aqui digo he fundado na possibilidade, que ha em dividir os prismas de base quadrangular em 3 piramides iguaes. No caso em questão as terras contidas no cubo, que tem por base  $AcBd$ , se divide em 3 piramides; huma forma o angulo da escarpa, correndo sobre os seus planos inclinados  $ABd$ ,  $ABc$  carregão huma na parte  $Ac$  do muro e outra na  $Ad$ ; estas partes sustentão evidentemente cada huma o terço do volume de terra contido no espaço  $AcBd$  quando em todo o comprimento do muro cada parte semelhante á  $Ac$  ou  $Ad$ , suporta o esforço de metade das terras contidas em hum cubo da mesma dimensão do que supponho formado no angulo do muro.

(3) Os resultados principaes das experiencias, que Mr. Gauthey fez, se achão impressos nas Memorias da Academia de Dijon.

## AGRICULTURA.

*Memoria sobre a Cochonilha e o methodo de a propagar - offerecida aos lavradores Brasileiros, por hum patriota zelozo, e amante da felicidade publica.*

## DEDICATORIA.

**A** Quem com mais satisfação poderia eu comunicar as minhas observaçoens do que a vós?

He a Cochonilha este util ramo de commercio, que teve o seu principio neste nosso Paiz no Vice-