

PIRÂMIDES:

O SEGREDO DE IMOTHEP



O CAIRO

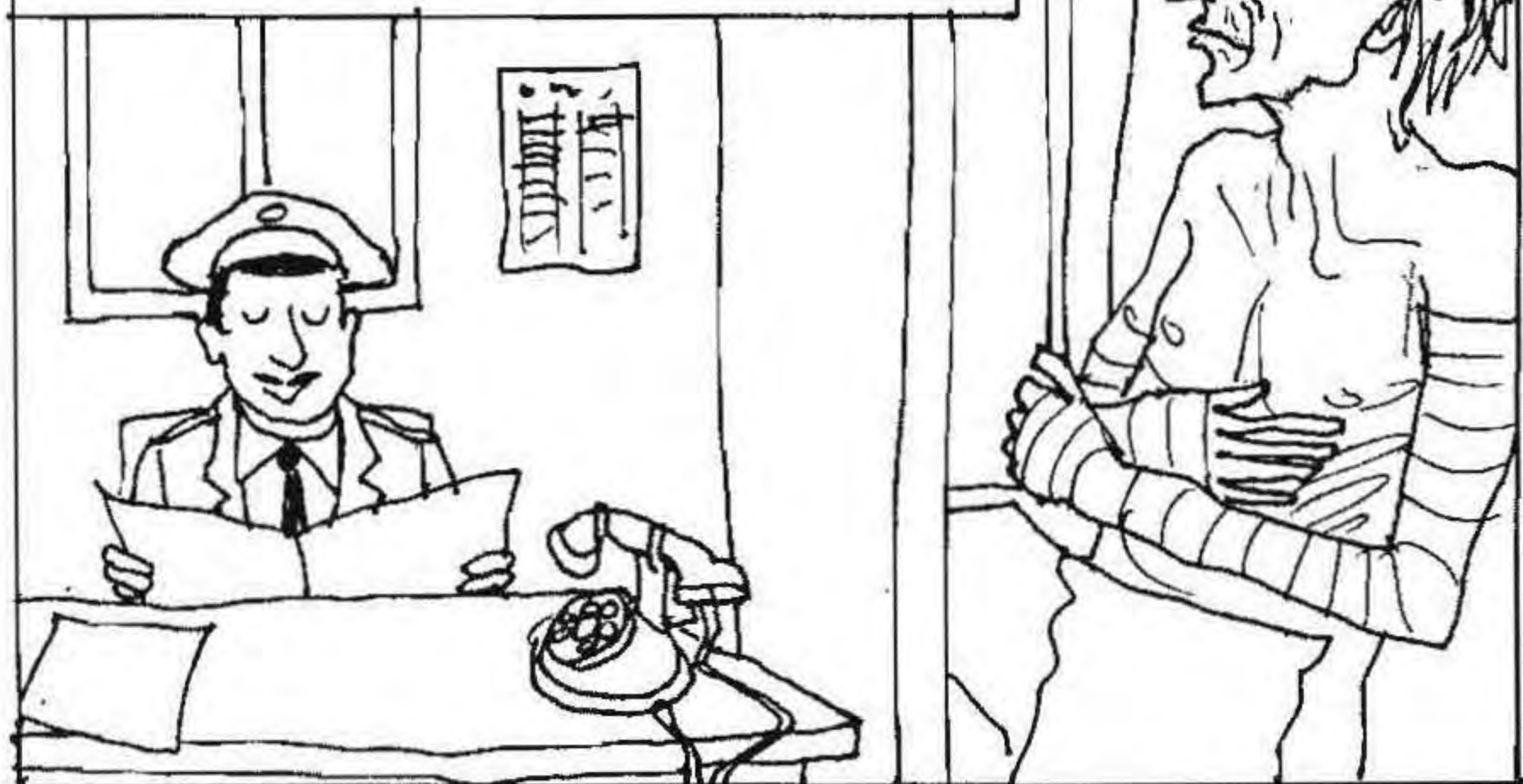


Os túmulos dos faraós que se encontravam no vale dos reis haviam sido profanados e pilhados num ápice. Os sacerdotes, encarregues de tomar conta destes, acabaram, numa noite, por recuperar todas as múmias, acabando por lhes dar abrigo numa gruta, lotando assim o espaço consagrado ao vale dos reis



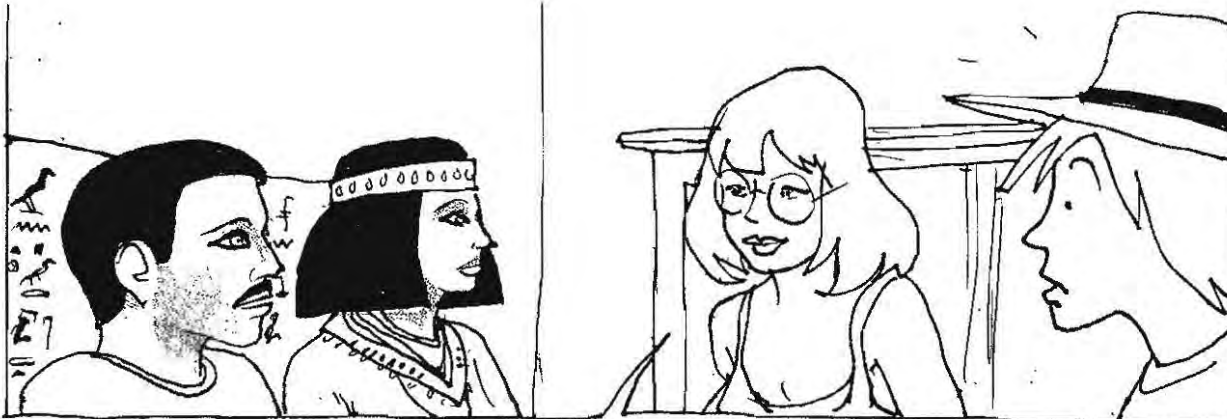
E foi assim que se salvou a múmia de Ramsés II

Quando o museu abriu as portas, foi colocada a múmia de Ramsés na entrada, com vista a atrair as atenções dos visitantes. Como era hábito, Ramsés andava com os braços cruzados junto ao peito



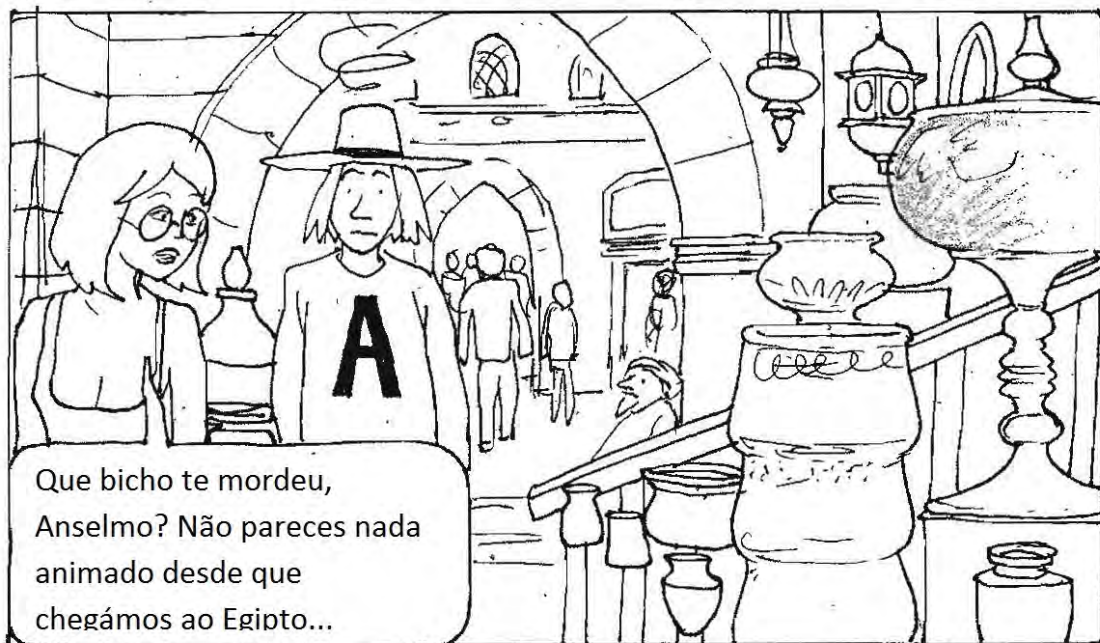
Um dia, Ramsés afastara o seu braço esquerdo em cerca de dez centímetros, produzindo um estalido sinistro. Aterrorizado, o guarda desatou a fugir, recusando-se a voltar a pôr os pés no museu, que passara a considerar um local assombrado





Com 4500 anos de idade, esta é a estátua de Rahotep, meio-irmão de Quéops, e da esposa Nefret. Dotada de olhos em pasta de vidro, de tal forma realista que quando, em 1871, os trabalhadores deram com ela na necrópole de Meidum, fugiram convencidos de que havia seres vivos alojados na campa (*)

Esta estátua do príncipe com o seu bigode é brutal. Até parece um daqueles Parisienses todos janotas, transportado para o Antigo Império Egípcio.



(*) ver anexo página



Anselmo, o que achas desta estátua de Bastet?



Foi aquele tipo, ali, que me deu isto



Ora essa, o vendedor...



Aqui não há vendedores. Na verdade... só sou eu a trabalhar nesta loja.

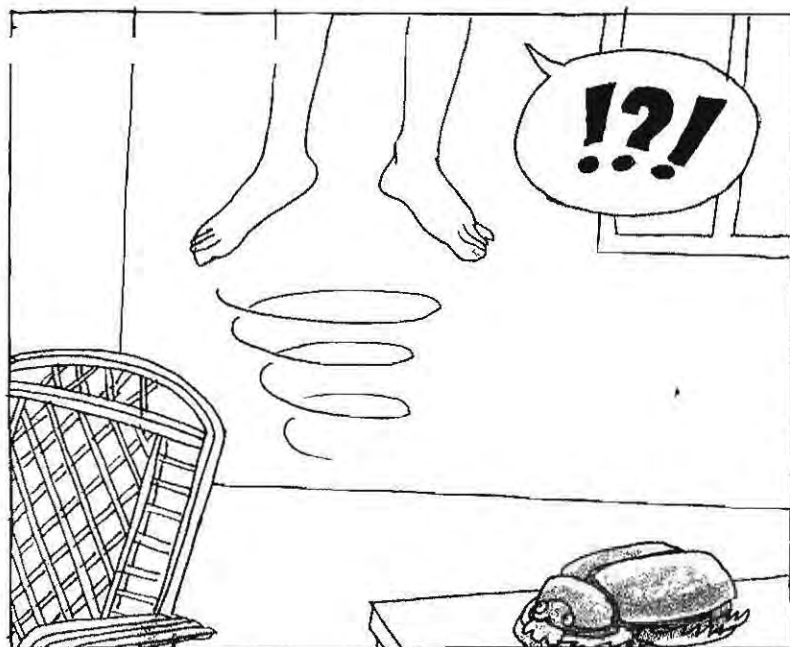
Ainda há-de estar na sala, ali ao fundo



Essa agora....



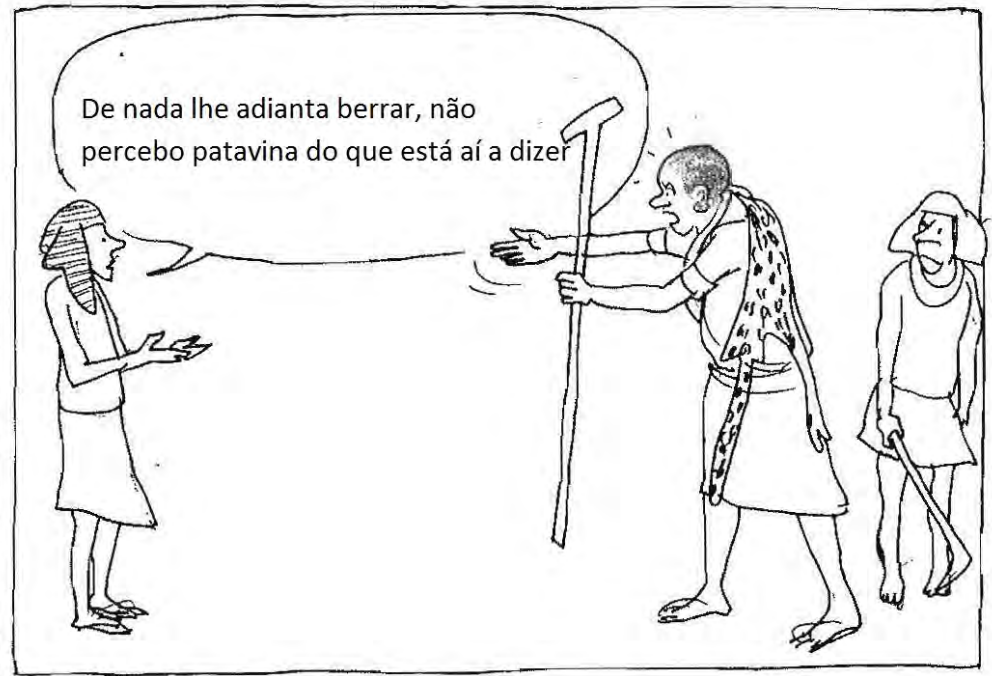
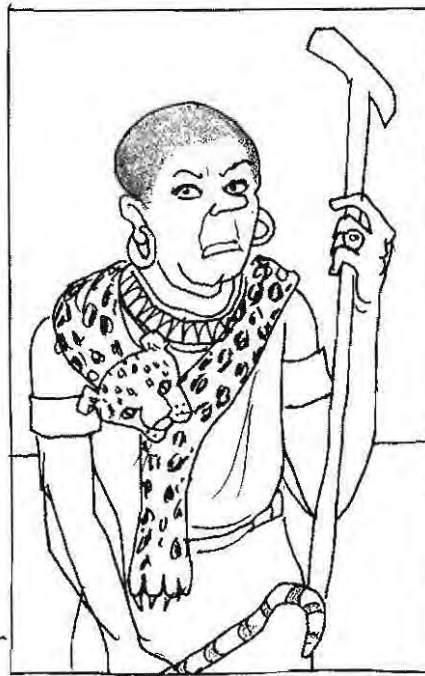


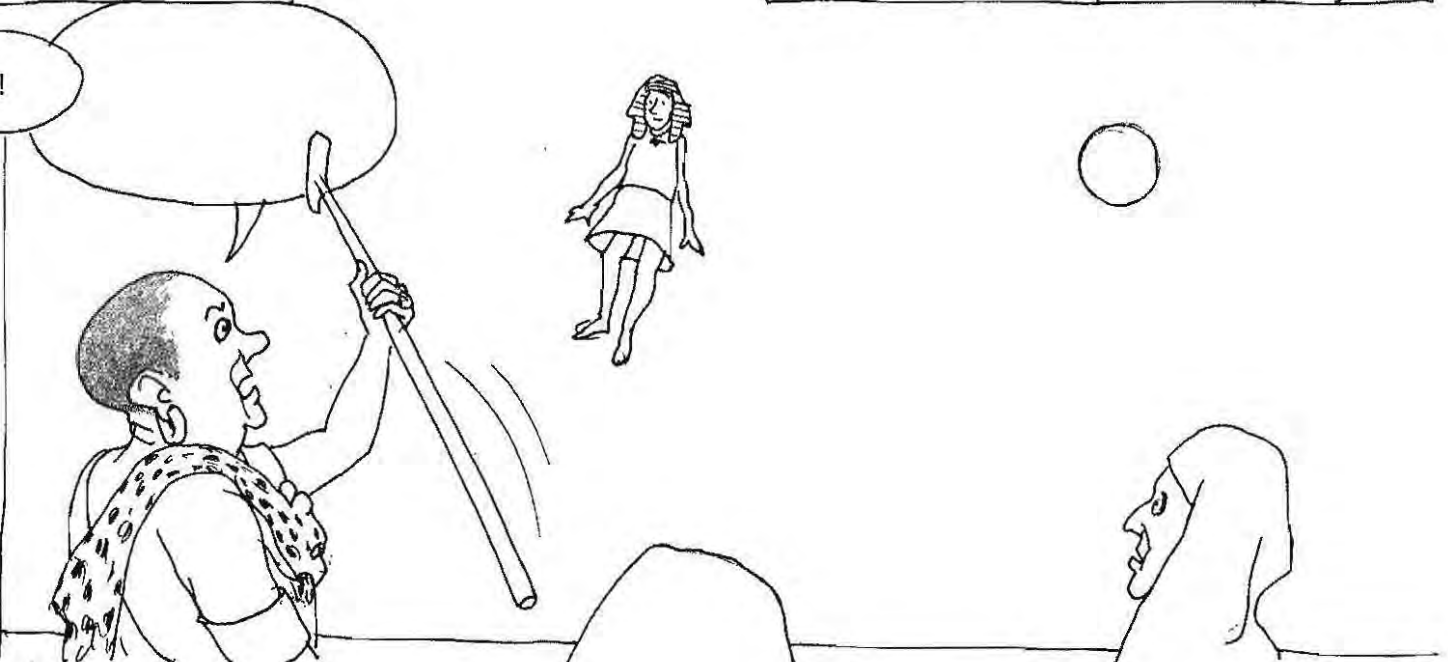
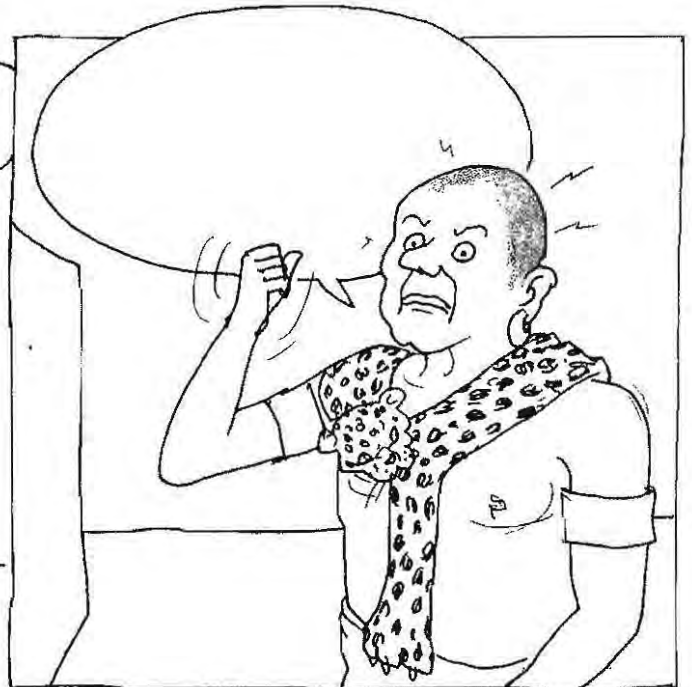


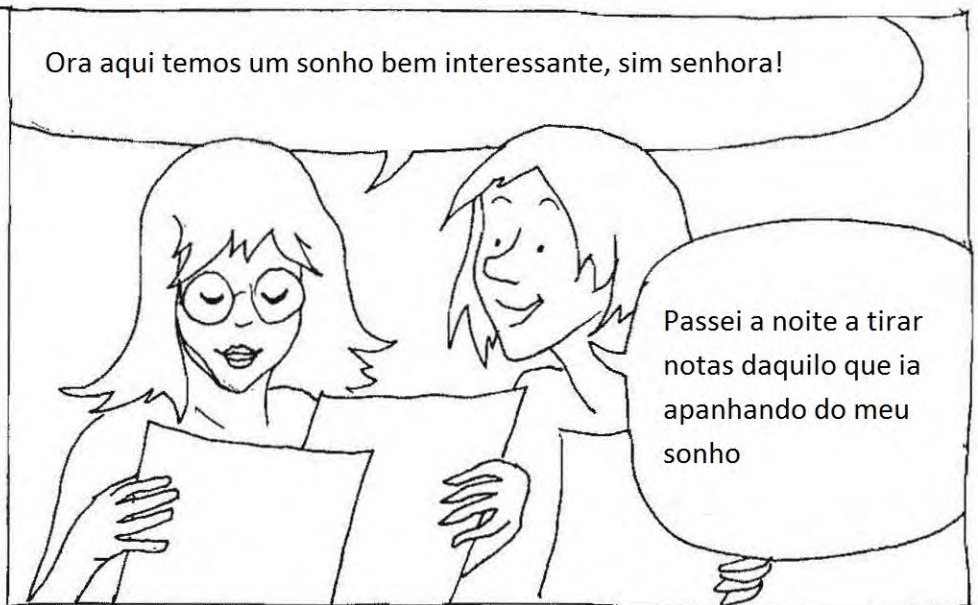
Olha eu agora a sobrevoar o planalto de Gizé, e a pirâmide de Quéops parece intacta, com o seu revestimento de calcário que brilha ao luar...



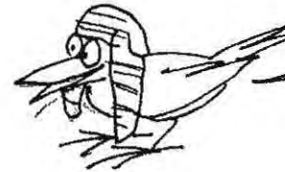
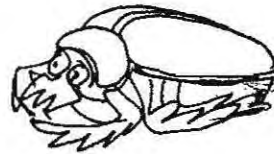
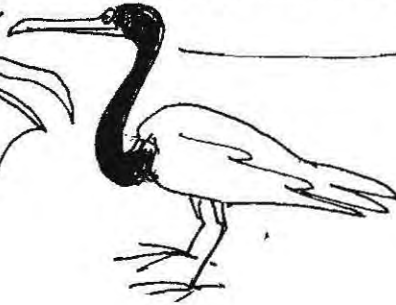
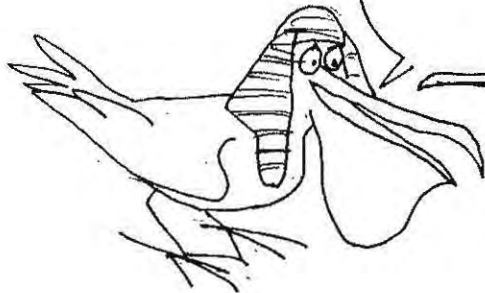
A de Quéfren está inacabada, e a de Miquerinos nem sequer existe...







Lá está o nosso Anselmo lançado em mais uma das suas aventuras rocambolescas, após ter visto num sonho a máquina de que se serviam os antigos Egípcios para erguer os grandes blocos de pedra

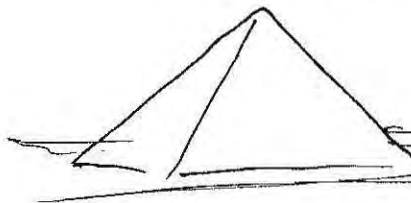


Porreiro, pá!

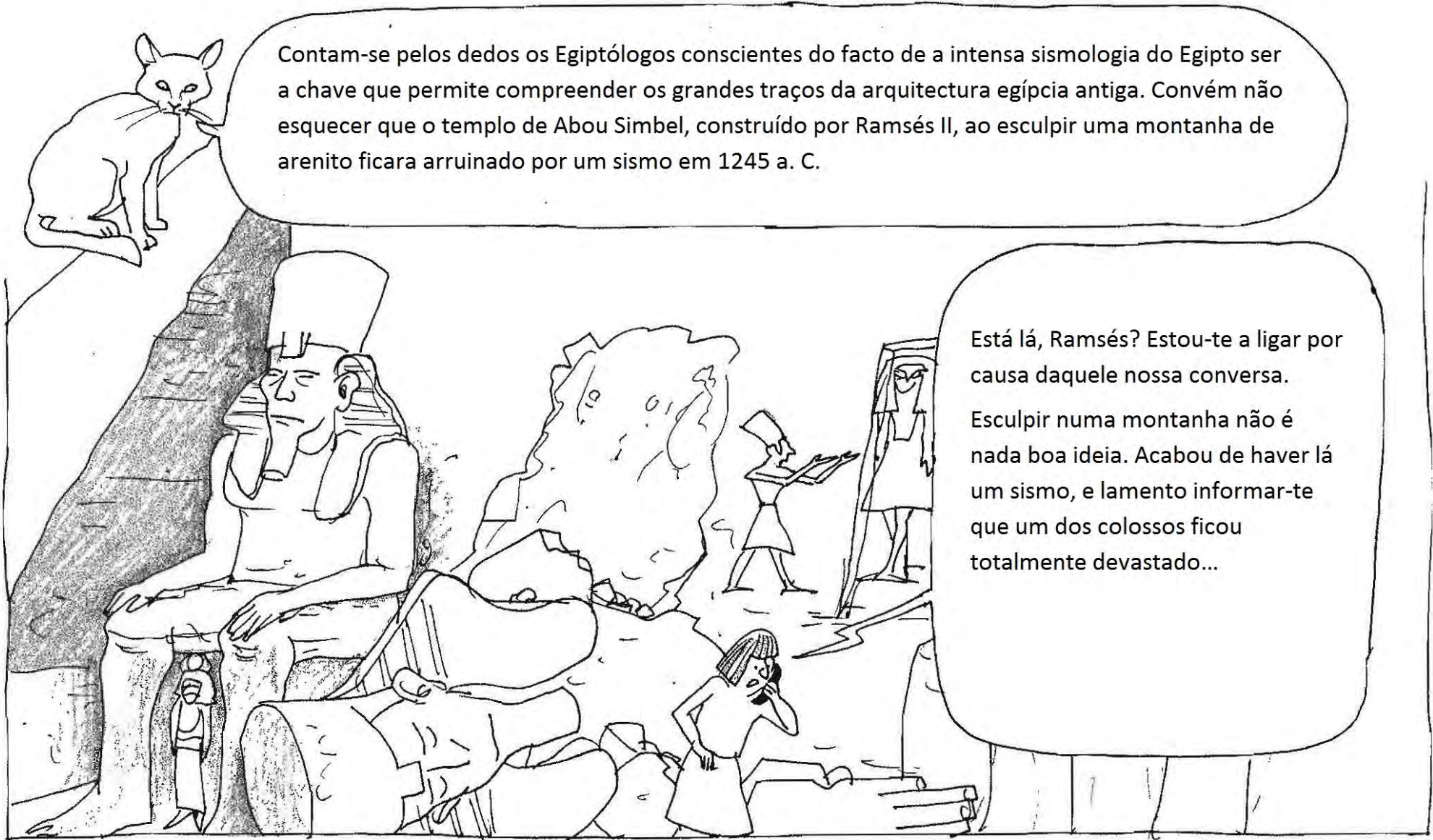


Antes de passarmos para a descrição desta máquina, vejamos uma série de princípios da arquitectura do Antigo Egipto

No Antigo Império Egípcio (2700-2200 a.C.), o ferro era desconhecido. O país dispunha de cobre, e importava estanho. Rico em arsénico, o cobre martelado era suficientemente duro para permitir trabalhar o calcário.



A SISMICIDADE



Contam-se pelos dedos os Egiptólogos conscientes do facto de a intensa sismologia do Egipto ser a chave que permite compreender os grandes traços da arquitectura egípcia antiga. Convém não esquecer que o templo de Abou Simbel, construído por Ramsés II, ao esculpir uma montanha de arenito ficara arruinado por um sismo em 1245 a. C.

Está lá, Ramsés? Estou-te a ligar por causa daquele nossa conversa. Esculpir numa montanha não é nada boa ideia. Acabou de haver lá um sismo, e lamento informar-te que um dos colossos ficou totalmente devastado...

Um andar subterrâneo composto por uma sucessão de camadas mecanicamente diferentes constitui, tal como em Gizé, uma sucessão de camadas de calcário e de marga, que é uma subestrutura óptima para atenuar os tremores de terra. Isto tivera um papel de grande relevo para a escolha do local, quando em ... a. C. o Cairo fora devastado por um sismo, as pirâmides mantiveram-se intactas.



São construídas em cima de um mamelão esculpido que, com os seus degraus de escadas, serviu de pino centrado, ao manter todo o conjunto em pé durante os sismos.

mamelão

Isso acontece em diversas regiões do mundo onde essas espécies de "anfiteatros" são interpretados como sendo assentos de uma assembleia ritual quando, na realidade, têm a função de manter uma estrutura em pé



Cujas pedras desapareceram, tendo sido recuperadas

O "trono" do Inca

A resistência aos sismos sugere que seja proscrita qualquer regularidade. Exemplo: o templo que está aos pés da Esfinge, ou as famosas paredes incas de Cusco

É por isso que as pirâmides se mantiveram em pé?

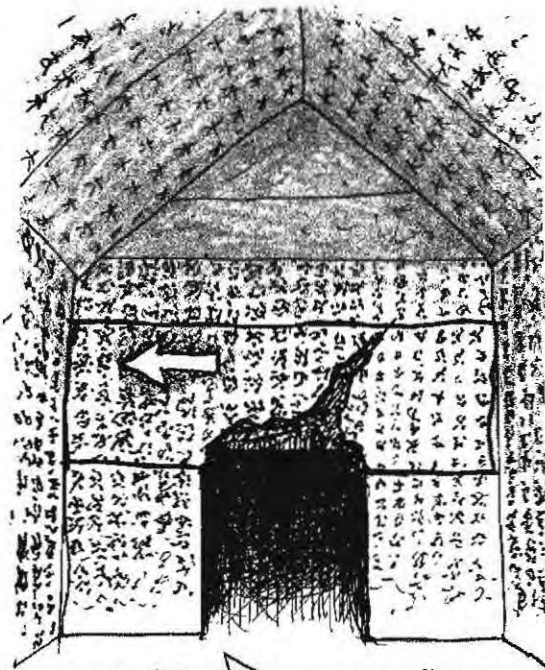
Em parte, sim. Quando as pessoas do Cairo haviam acabado de retirar a camada de calcário fino de Tura, deixaram aquela que estava por baixo, cuja qualidade era bastante inferior

A ideia geral é que aquilo que já está rachado, não corre o risco de rachar. A estrutura "multi-fissurada" das pirâmides torna-as aptas a absorverem a energia dos sismos mais fortes.

Resta agora saber se os nossos padres-arquitectos executam correctamente o seu trabalho na forma como manipulam os blocos...

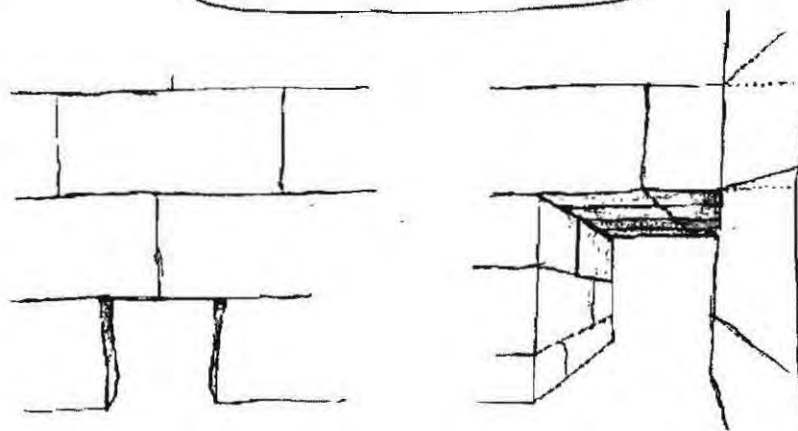


...recusando-se a recorrer à técnica do "lintel rachado"

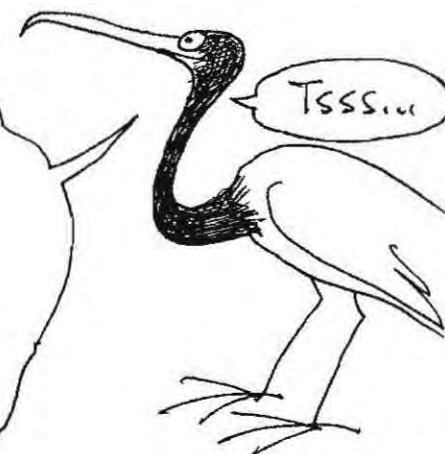


antes

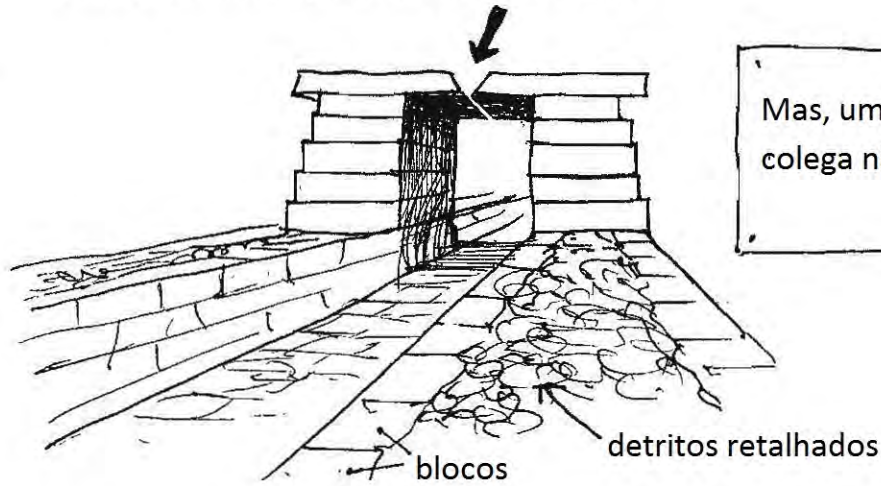
reparação



o arquitecto do faraó Unas (2350 a. C.) achara que o maciço seria a solução. Mas o enorme lintel, ao sofrer um cisalhamento, acabara por ceder. Reparado (ver ilustração ao lado), volta a rachar-se no sismo seguinte.



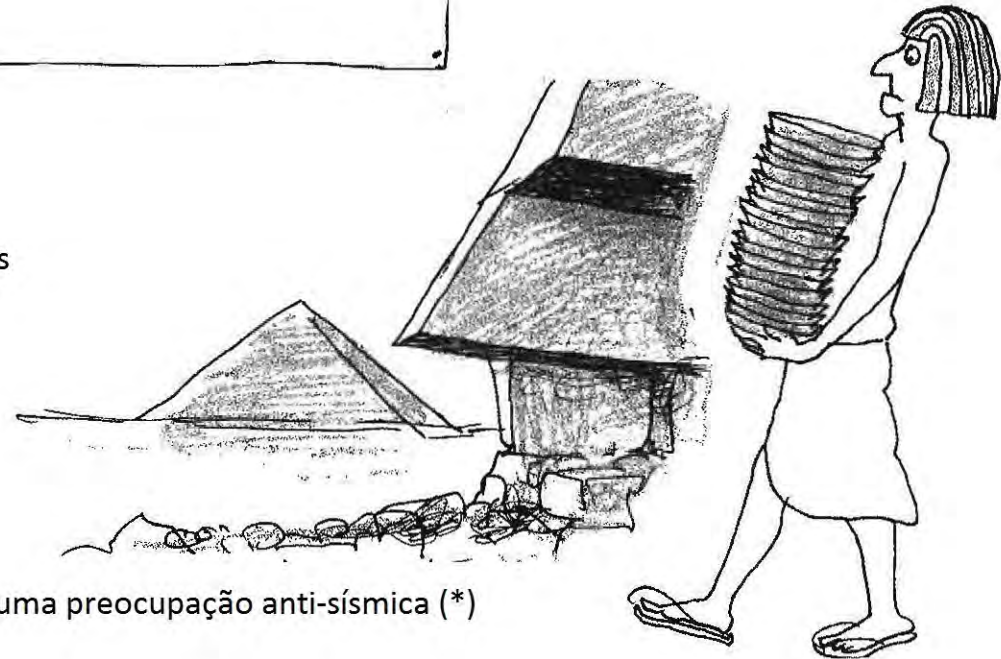
Corte inclinado que deixa entrever a luz



Mas, um pouco mais à frente, o seu colega não cometeu o mesmo erro

Para quem estiver minimamente atento, toda a arquitectura egípcia assenta numa preocupação anti-sísmica (*)

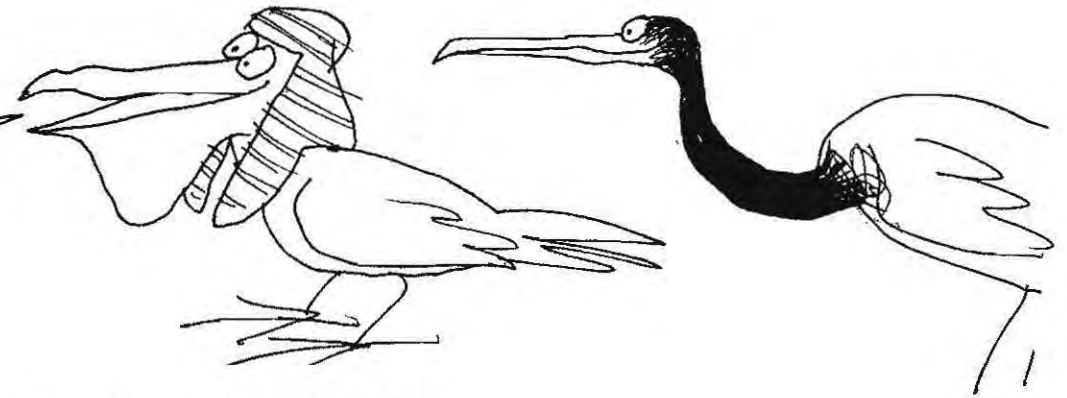
Resto da calçada de acesso (cobertura) da pirâmide de Unas (Sacará)



Pyramidion Sacará
1230 a. C.

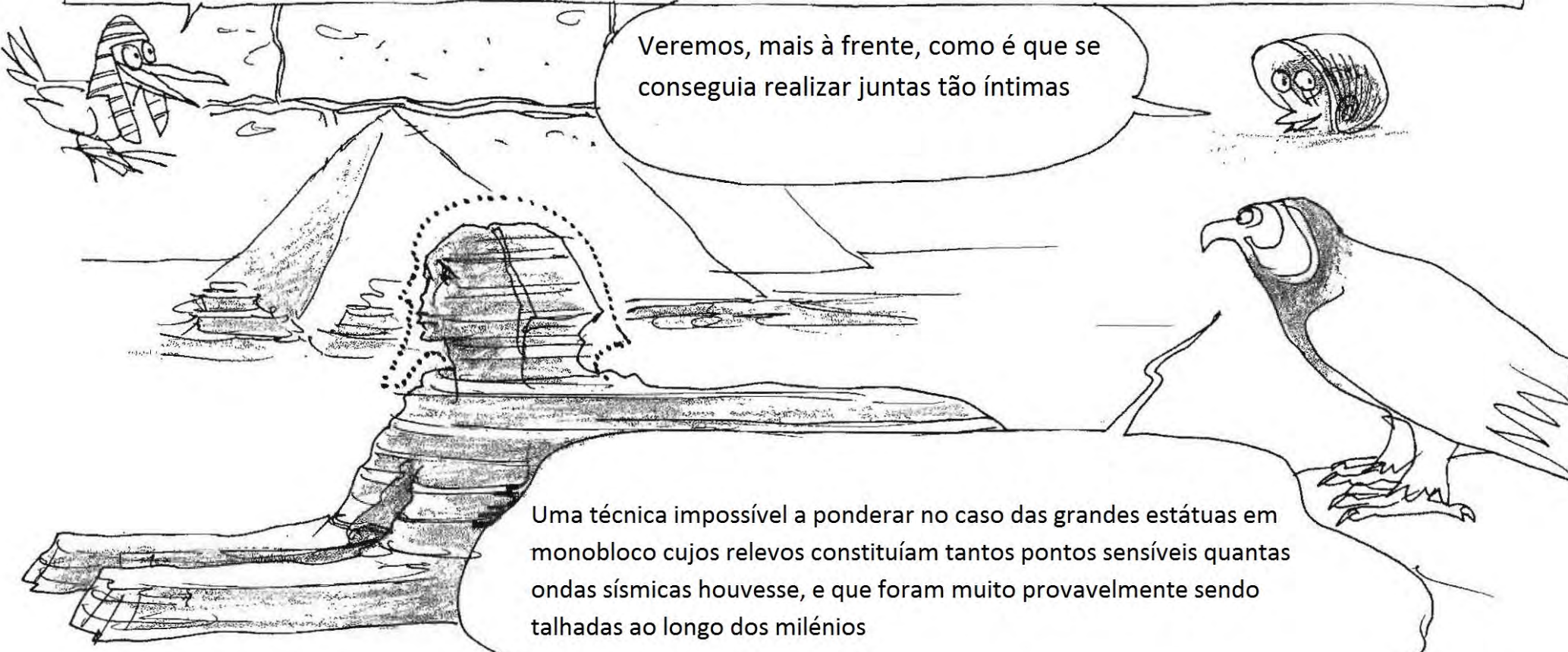


Até os **PYRAMIDIONS**, elemento somital das pirâmides, eram concebidos para se manterem no respectivo alojamento em caso de fortes abanões



(*) no primeiro plano, os blocos da **PIRÂMIDE ROMBOIDAL**, a mostrarem a inclinação das camas de pedra e, no plano de trás, a **PIRÂMIDE VERMELHA** em **DASHUR**


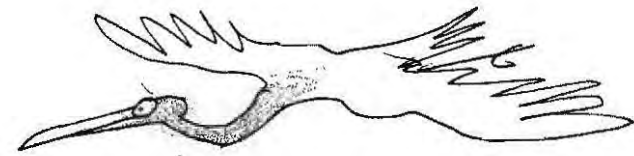
Mas se há coisa que os egiptólogos não perceberam absolutamente nada é o facto de que negociar superfícies de contacto entre os blocos, esquadras, não planas, não era conseguido mas, antes pelo contrário, ambicionado pelos arquitectos da Antiguidade, precisamente para garantir a estabilidade dos seus edifícios. Juntas cimentadas ter-se-iam rachado. Juntas planas teriam permitido um desmoronamento. Só juntas em superfícies esquadras, inclusive em relevos de poucos milímetros, dariam origem a um reajuste automático em cada microssismo.




Veremos, mais à frente, como é que se conseguia realizar juntas tão íntimas

Uma técnica impossível a ponderar no caso das grandes estátuas em monobloco cujos relevos constituíam tantos pontos sensíveis quantas ondas sísmicas houvesse, e que foram muito provavelmente sendo talhadas ao longo dos milénios


OS MATERIAIS DISPONÍVEIS



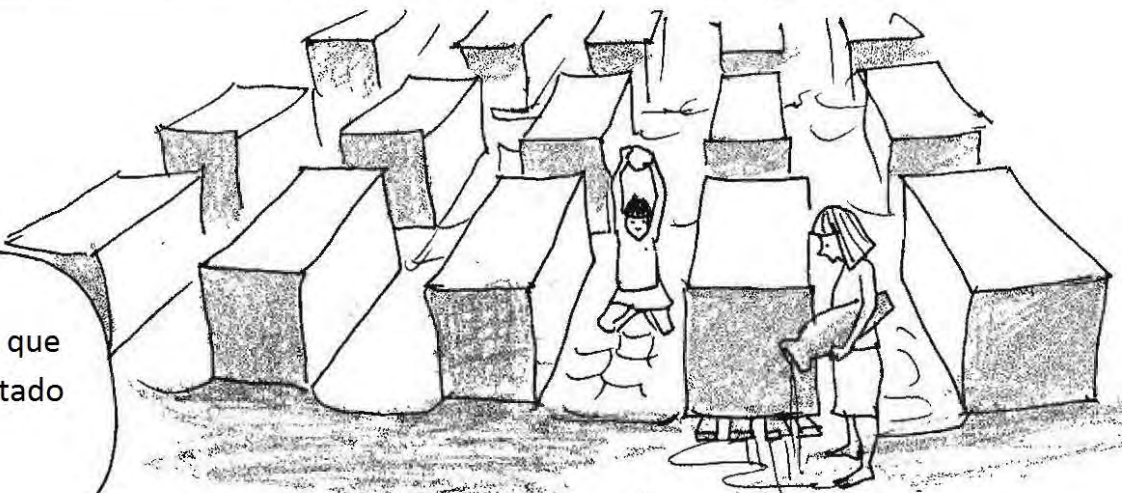
Os Egípcios foram peritos a usar todo o tipo de pedra possível e imaginária, a começar pelas rochas sedimentares como o calcário e o arenito, e a acabar nas rochas mais primitivas como o granito e o basalto bem como materiais abrasivos, entre os quais o quartzo ou o dolerito usado como percutor



Conseguia-se trabalhar relativamente bem pedras como o calcário. Outras, extremamente duras, serviam de ferramentas

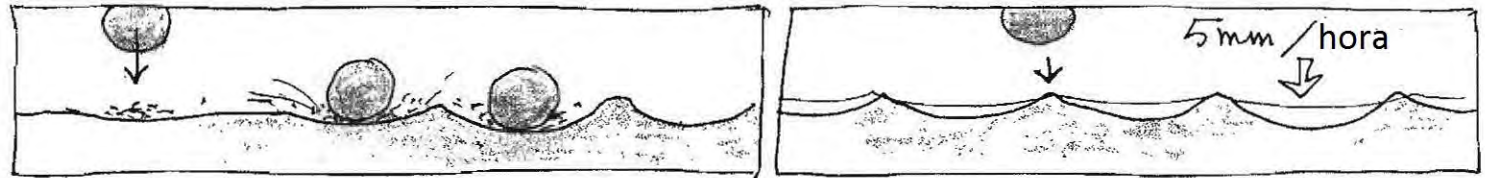


O planalto de Gizé era por si só uma vasta pedreira que fornecia um calcário bastante rudimentar, apresentado sob a forma de camadas, separadas por marga

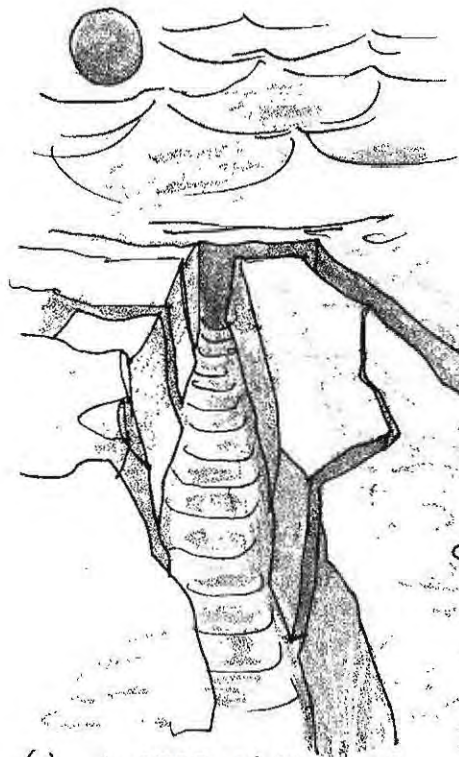


Os blocos eram separados com recurso a cunhas de madeira
(Georges Goyon)

Como não dispunham de aço, de ferro ou simplesmente de bronze, os Egípcios do Antigo Império (*) praticaram com eficácia **USINAGEM POR PERCUSSÃO** (*). O granito continha inclusões sob a forma de **BOLAS DE DOLERITO**, que é uma pedra bastante dura, as quais davam pela altura da cabeça de um homem



Encontra-se junto do obelisco de Assuã vestígios desta técnica em que se pode observar concavidades que evocam alojamentos para os ovos. Mudava-se o ponto de pancada quando a curvatura da concavidade ora criada ficava parecida com a do percutor utilizado, o que reduzia a eficácia da pancada

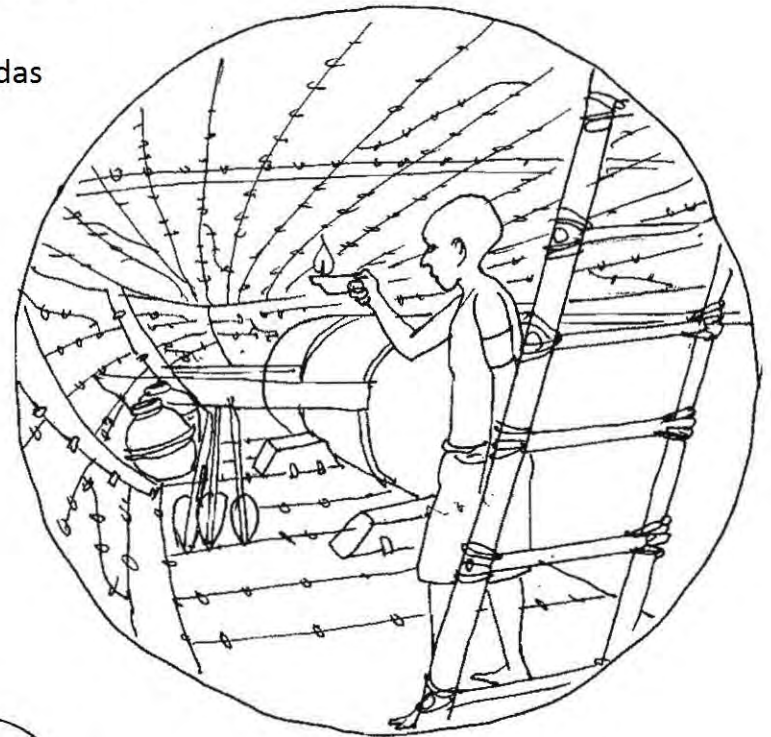
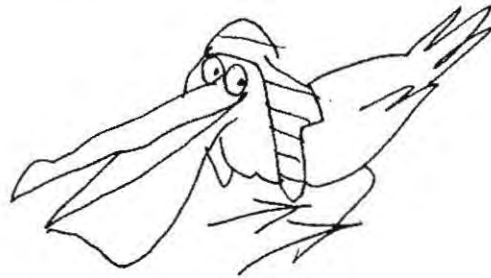
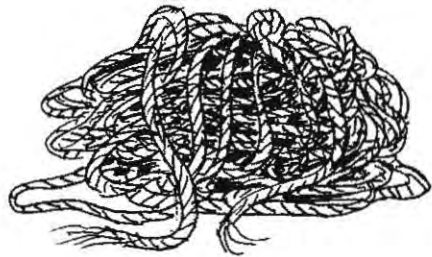


A ruptura deste obelisco, que mede 41 metros de comprimento e 4 metros de largura na base e pesa 1200 toneladas, resultante de um sismo, interrompera as obras. Veremos mais à frente como é que eram encaminhados monstros destes

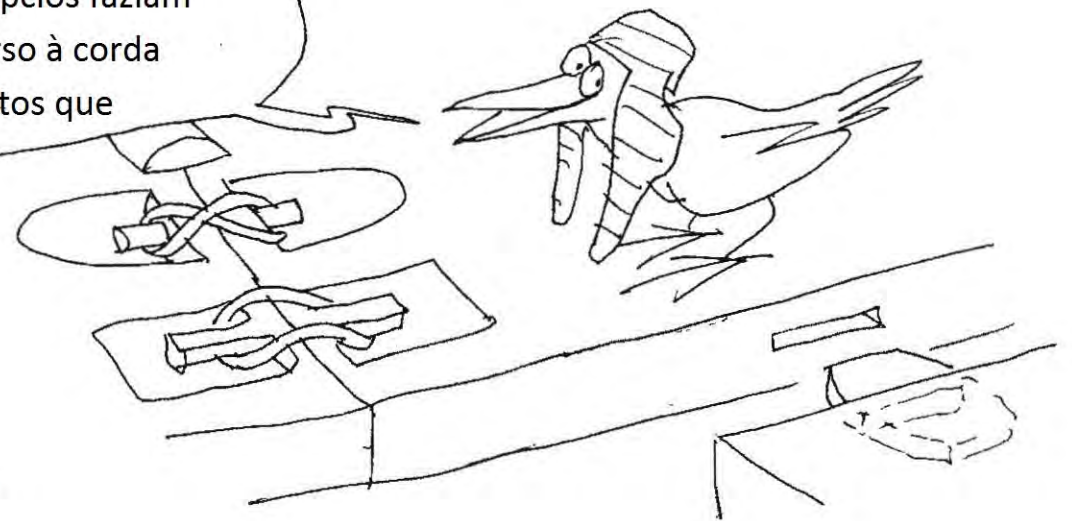
(*) de 2700 até 2200 a. C.

* eficazes a trabalhar calcário, as ferramentas de cobre e de bronze não atacavam as “pedras duras” como o granito

Ainda que a madeira de acácia fosse proveniente da produção local, já as grandes peças de madeira precisavam de ser talhadas em troncos de cedro importados pelo mar do Líbano. As resinas forneciam cola e verniz. Os Egípcios do Antigo Império sabiam muito bem confeccionar cordas de cânhamo, que conseguem ser tão resistentes quanto as cordas modernas (*)



Mas como a madeira era uma coisa rara e preciosa, os Egípcios faziam engenhocas, através de montagens complexas, com recurso à corda ("costura") no sentido de recuperarem os meros fragmentos que conseguissem arranjar

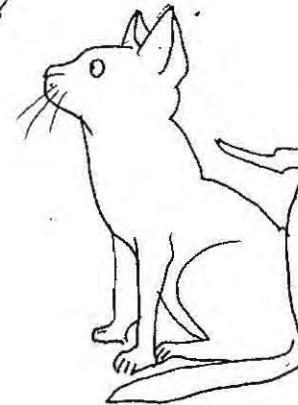
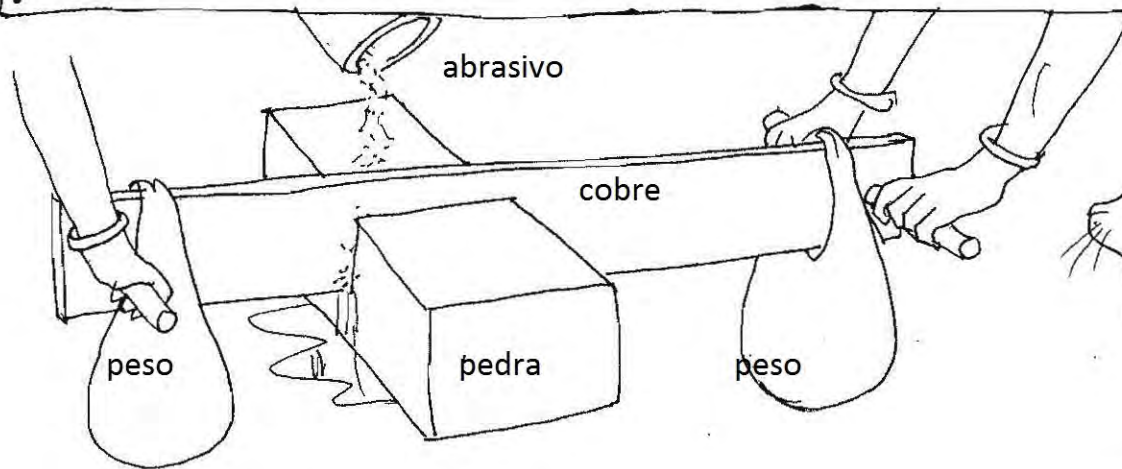


AS FERRAMENTAS

No Antigo Império, como o único metal disponível era o cobre, o ataque directo dos materiais (pedra, madeira) era impossível (por exemplo com uma serra munida de dentes), daí a necessidade de se recorrer à **ABRASÃO**.



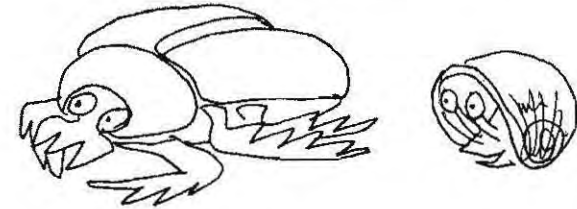
Perfuração de dobradiça



Tira-se então partido do bloco de quartzo em todo o tipo de operação, nomeadamente serrar, perfurar e devastar



Na pedra como na madeira

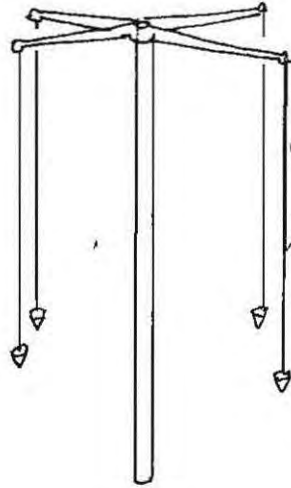
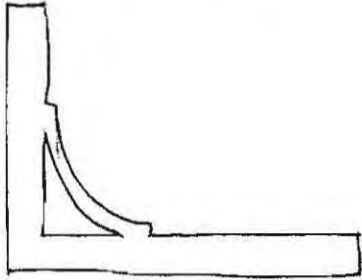


INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

O fio de chumbo



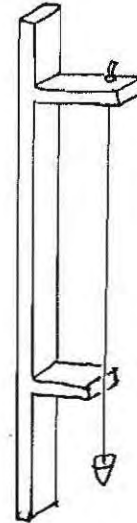
O esquadro



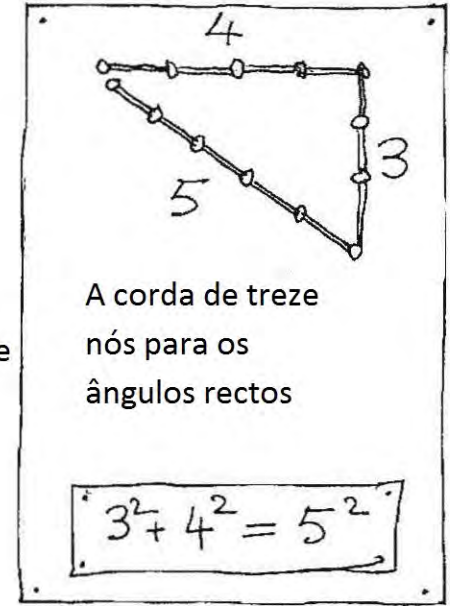
a groma para medir
as linhas de visão



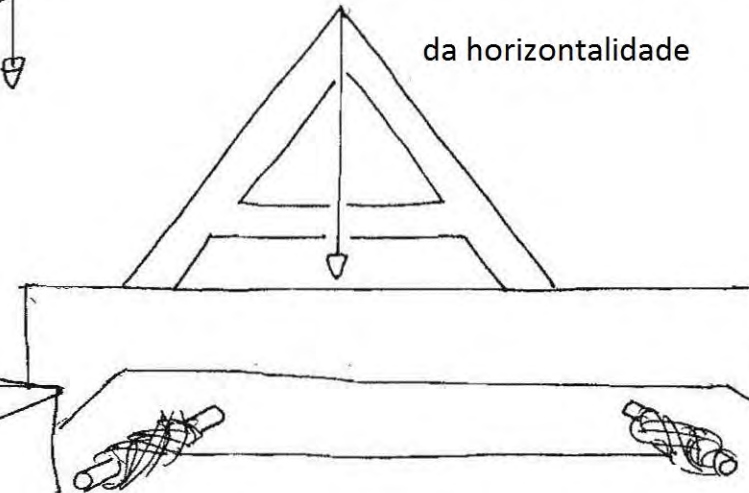
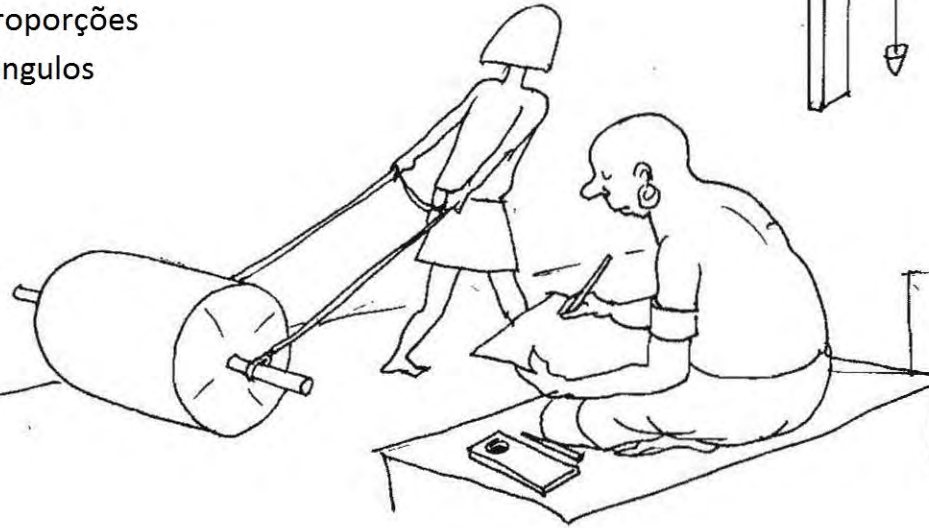
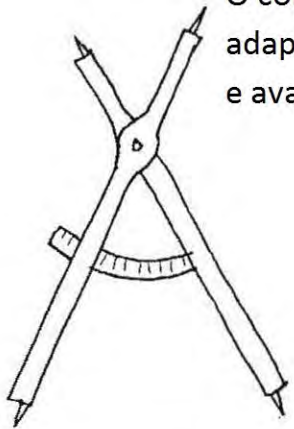
e para verificação:



da verticalidade



O compasso, com
adaptação das proporções
e avaliação dos ângulos



da horizontalidade

π do nivelamento

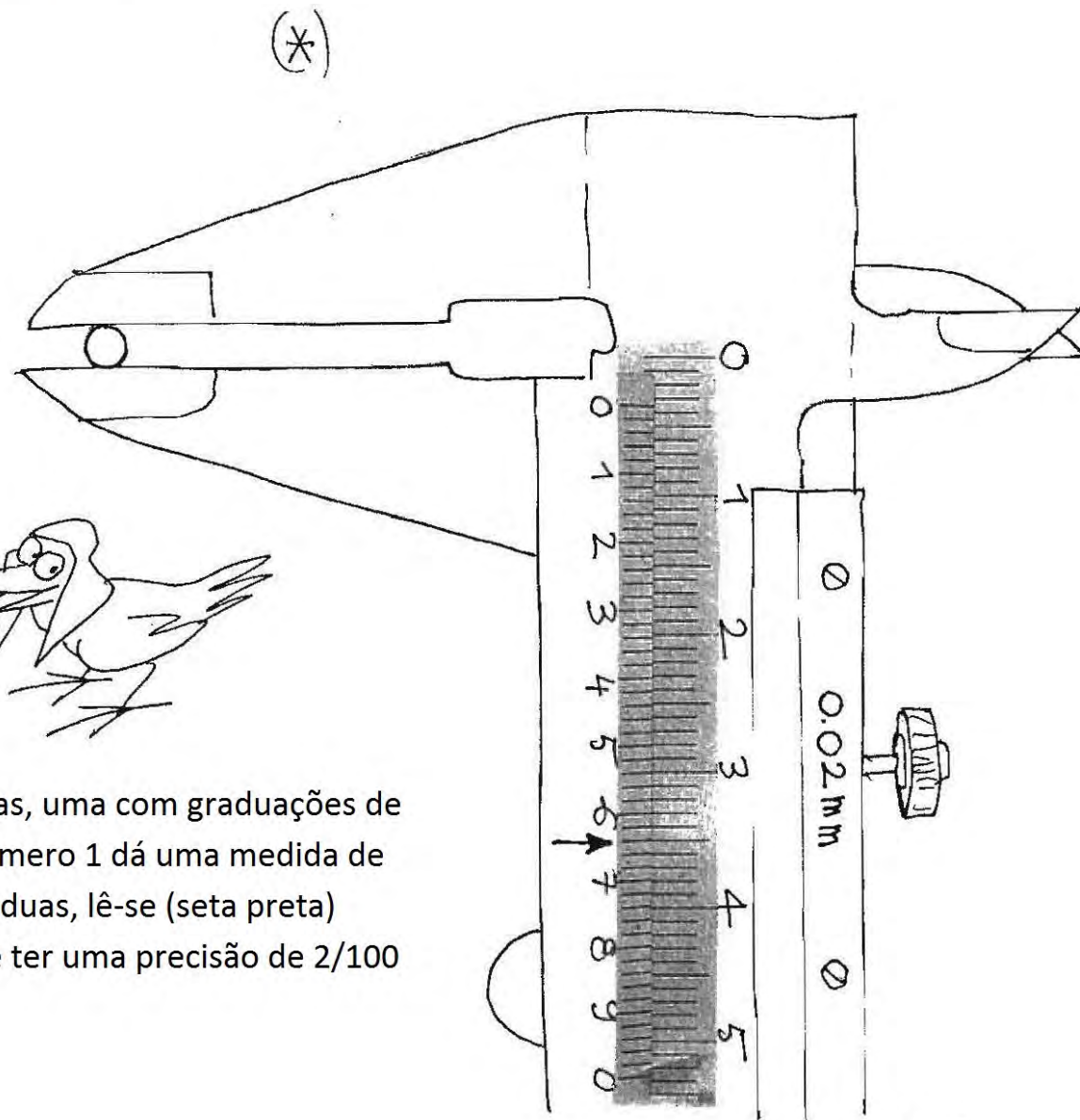
22 O rolo, para as distâncias, próprio para fazer aparecer o número sempre que se avaliar relações de comprimento

3000 ANOS ANTES DE VERNIER

Isto é uma **CRAVEIRA**, instrumento preferido daqueles que, não sendo egiptólogos, trabalham no ramo da **ENGENHARIA**

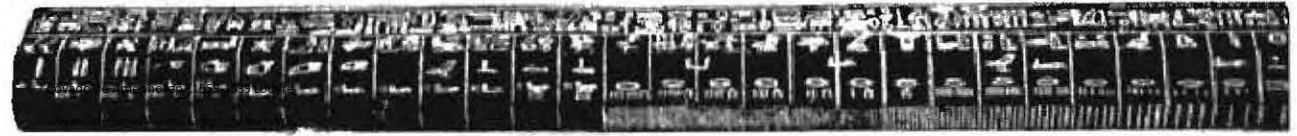
Numa só palavra, os **ENGENHEIROS**

Este instrumento coloca frente a frente duas pequenas réguas, uma com graduações de um milímetro, outra com graduações de 0,9 mm. A régua número 1 dá uma medida de 3,6mm (a olho nu). Mas, procurando a coincidência entre as duas, lê-se (seta preta) 3,64mm. Graças à sua escala de Vernier, a craveira consegue ter uma precisão de 2/100 de mm.



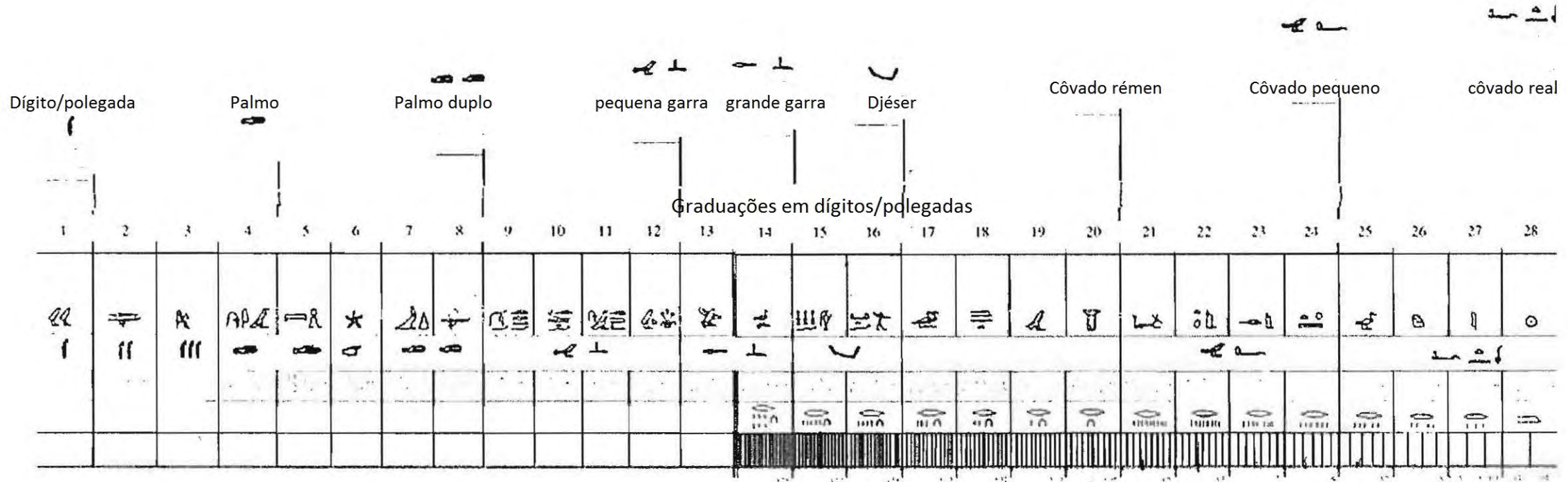
(*) Pierre Vernier, matemático, que (re)inventara este objecto em 1631

O CÔVADO REAL EGÍPCIO



Côvado de Amenhotep 11559-1539 Louvre

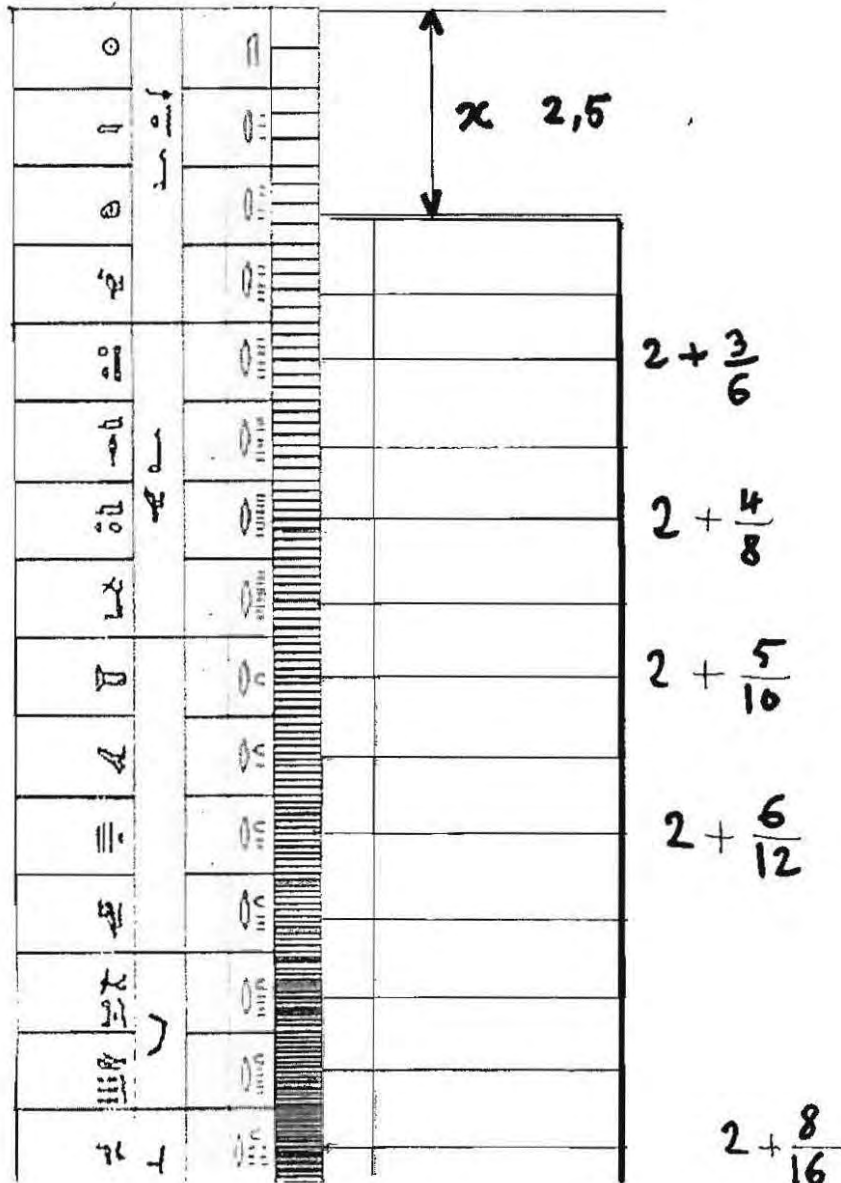
A seguir, são mencionadas as subdivisões:



as próprias subdivisões “dígitos/polegadas” situadas à direita estão divididas em 2: $\frac{1}{2}$ depois em 3 $\frac{1}{3}$ por quatro $\frac{1}{4}$ até dezasseis $\frac{1}{16}$ devendo-se traduzir o Olho de Hórus \circ por "dividido por", e sendo que o símbolo \cap representa o “dez egípcio”. O caracter progressivo destas subdivisões, e o facto de constarem unicamente na metade do côvado, não recebeu explicação até à data.

DESVENDEMOS O MISTÉRIO

As **MEDIDAS**, no Egípto faraónico, traduziam-se como o valor de um número inteiro mais o rácio de dois números inteiros. Fosse para ler um plano, fosse para consignar um dado sobre este, os arquitectos egípcios usavam não **UM** côvado mas **DOIS**, cercado o segundo de 180º:

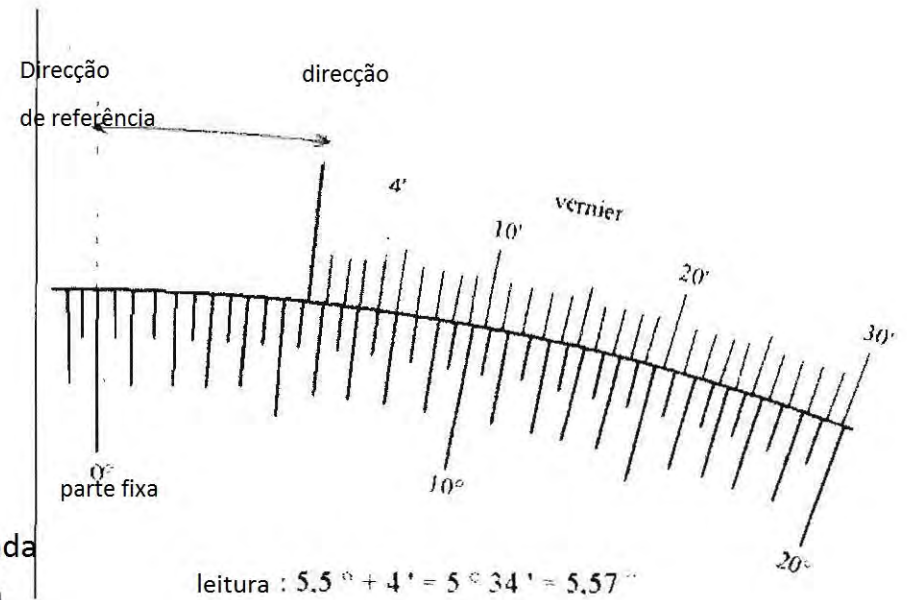
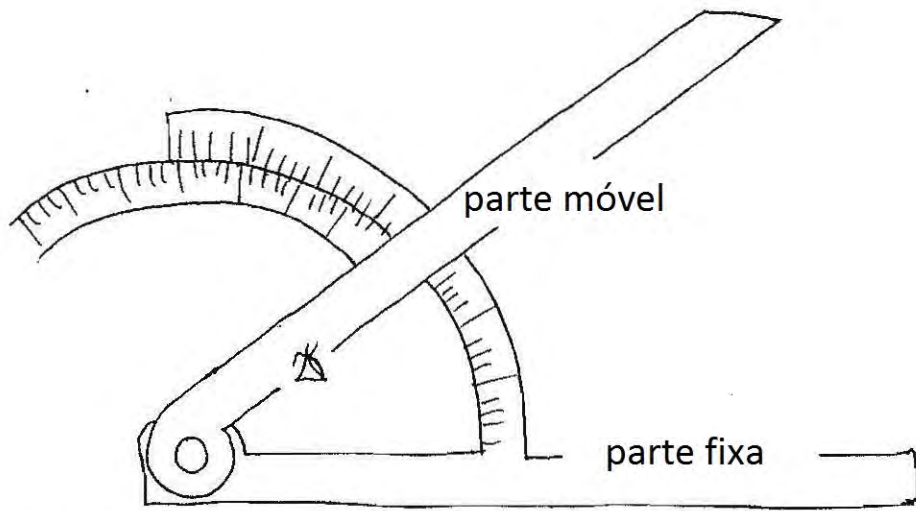


Desviando o segundo côvado (neste caso, 2.5 cm), se procurarmos coincidências entre as graduações, encontraremos as medidas que se seguem, o que nos permite, pela mesma ocasião, concluir que:

$$\frac{3}{6} = \frac{4}{8} = \frac{5}{10} = \frac{6}{12} = \frac{8}{16}$$

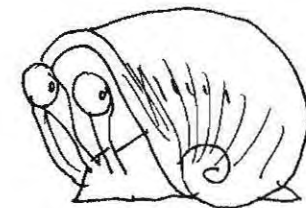
Posto isto, o côvado real do Antigo Império possui um sistema MULTI-VERNIER que permitia realizar medidas precisas ao 16º de dígito/polegada, isto é 0.116, permitindo





Um **goniómetro**, aparelho para medir ângulos, é uma “craveira enrolada” dotada de um Vernier angular. Também aqui se procede procurando uma coincidência entre dois transferidores que contenham graduações com intervalos diferentes. O goniómetro permite, através de referências, assinalar a direcção/localização e a posição (rumo) de um objecto com uma precisão cuja margem de erro é de centésimos graus.

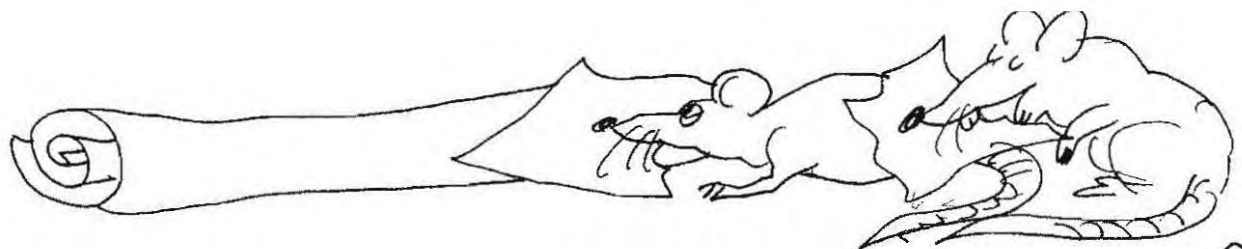
Embora não se tenha encontrado quaisquer goniómetros com vernier egípcios, atendendo à precisão das respectivas construções, é altamente provável que dispusessem de uns desde o ano 2600 a. C.



Sempre que não se dedica a reconstituir a história dos povos dos tempos antigos, a arqueologia procura dar umas luzes sobre a ciência e as técnicas de outrora. Concentra, nesse caso, a sua atenção nas ferramentas, nos instrumentos de medição e nos objectos e nas construções de todos os tamanhos e feitios que possam ter sido realizados com estes elementos. Às vezes, dispõe da descrição deste ou daquele *modus operandi*, sob a forma de desenhos, de esquemas, inclusive de textos. Mas a descoberta destes últimos constitui um evento excepcional. Quando os povos ignoram a escrita, simplesmente não existem. Posto isto, ninguém irá conhecer as fantásticas receitas desses metalurgistas ferrenhos que eram os Gauleses. Tratando-se do Egipto, a imensidade do tempo decorrido não facilita as coisas. O que é feito das centenas de milhares de ferramentas dos edificadores das pirâmides? O que é feito das suas técnicas? O que é feito dos cálculos dos seus engenheiros e arquitectos?

Tudo, praticamente, se perdeu, ao longo destes quarenta séculos que nos separam desses tempos antigos – dada a falta de fios condutores, os nossos especialistas, desconcertados face à imensidão, à monstruosidade daquilo que esta história dá a conhecer, forjam um paradigma, com base num consenso, povoado à partida naquilo que determinado povo era suposto desconhecer – tudo isto com base num esquema evolutivo que exclui quaisquer recessão, autêntico culto ao progresso – ouve-se, deste modo, frases como “os antigos Egípcios não conheciam a química, nem a roda nem a roldana – não praticavam a navegação em alto-mar. Não passavam de meros matemáticos, meros géometros. Caso contrário, teriam arranjado forma de nos deixar registos escritos disso.”


Pois está claro...



OS MEIOS DE TRANSPORTE



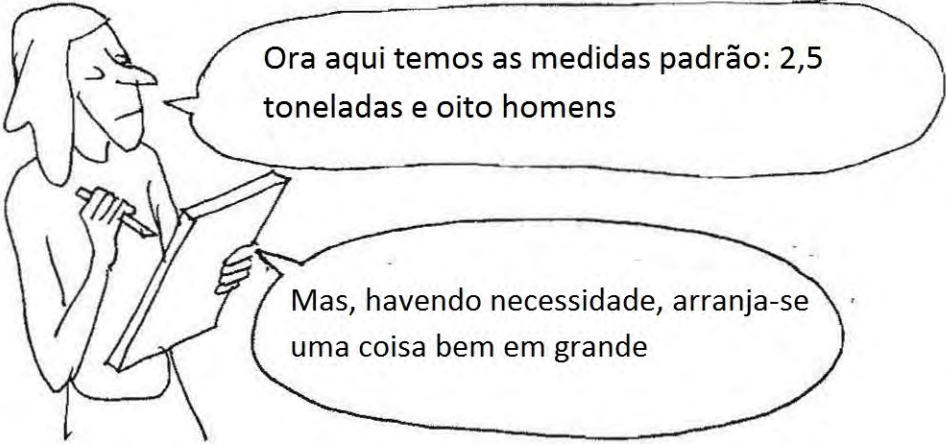
A RODA? Mas então o que fazem à carga no solo?



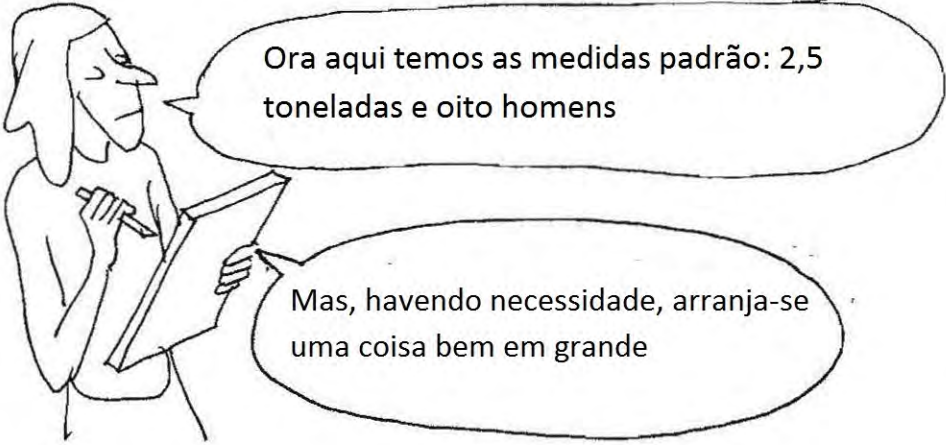
O ligeirinho não faz propriamente o vosso género



A solução consiste em deslizar numa boa cama de silte húmido

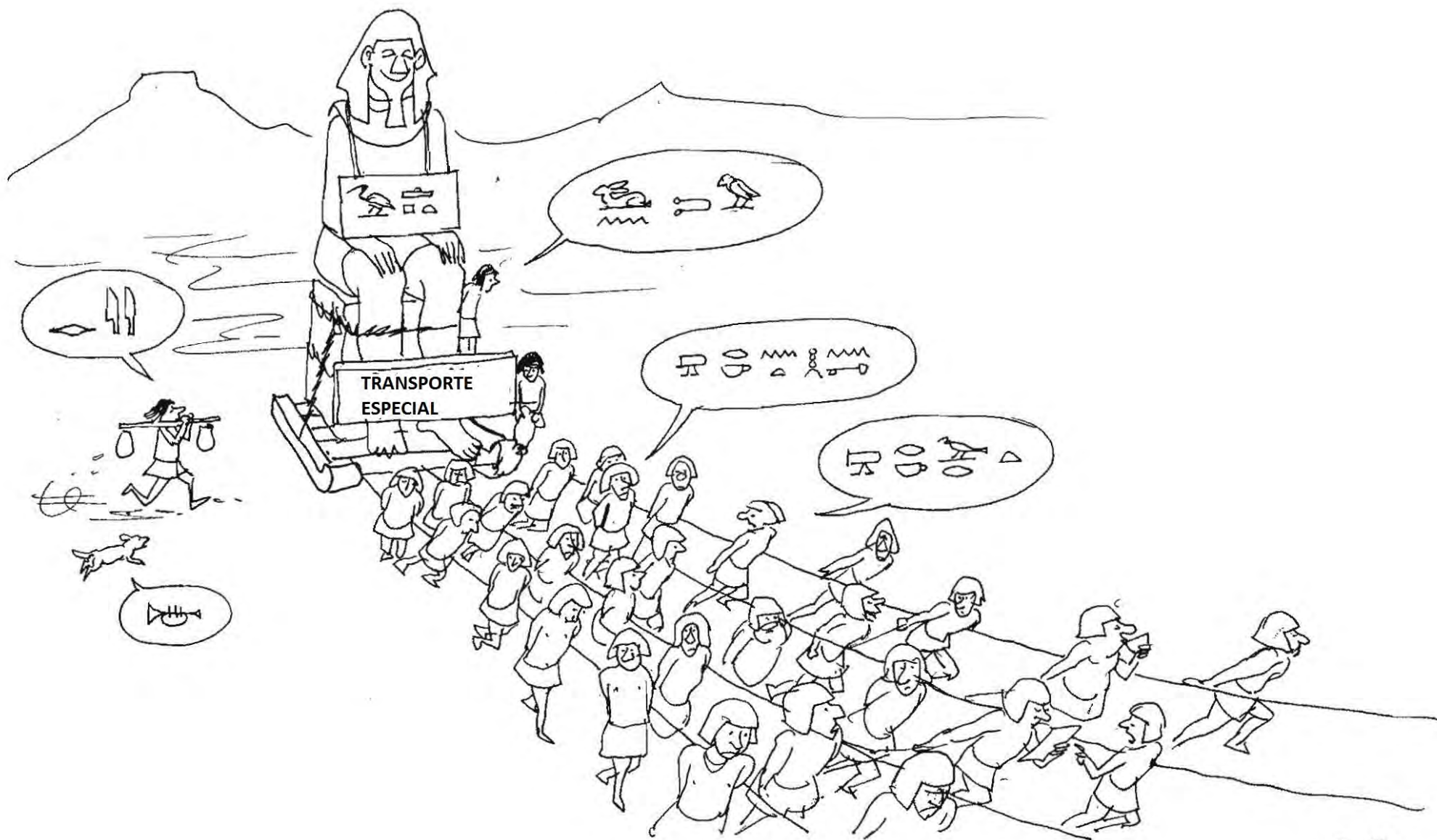


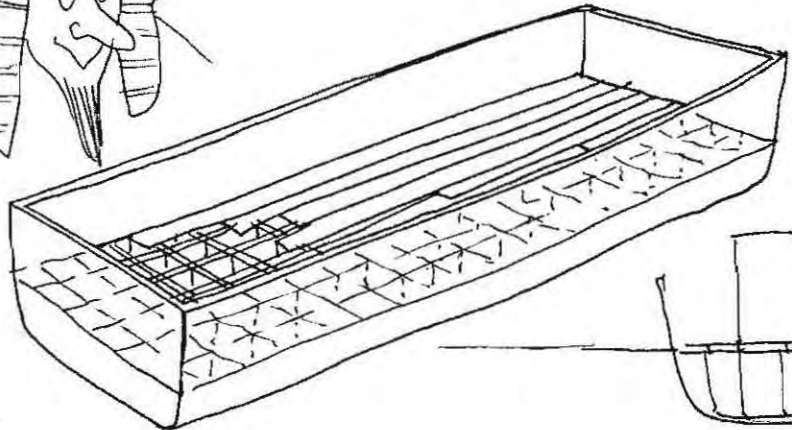
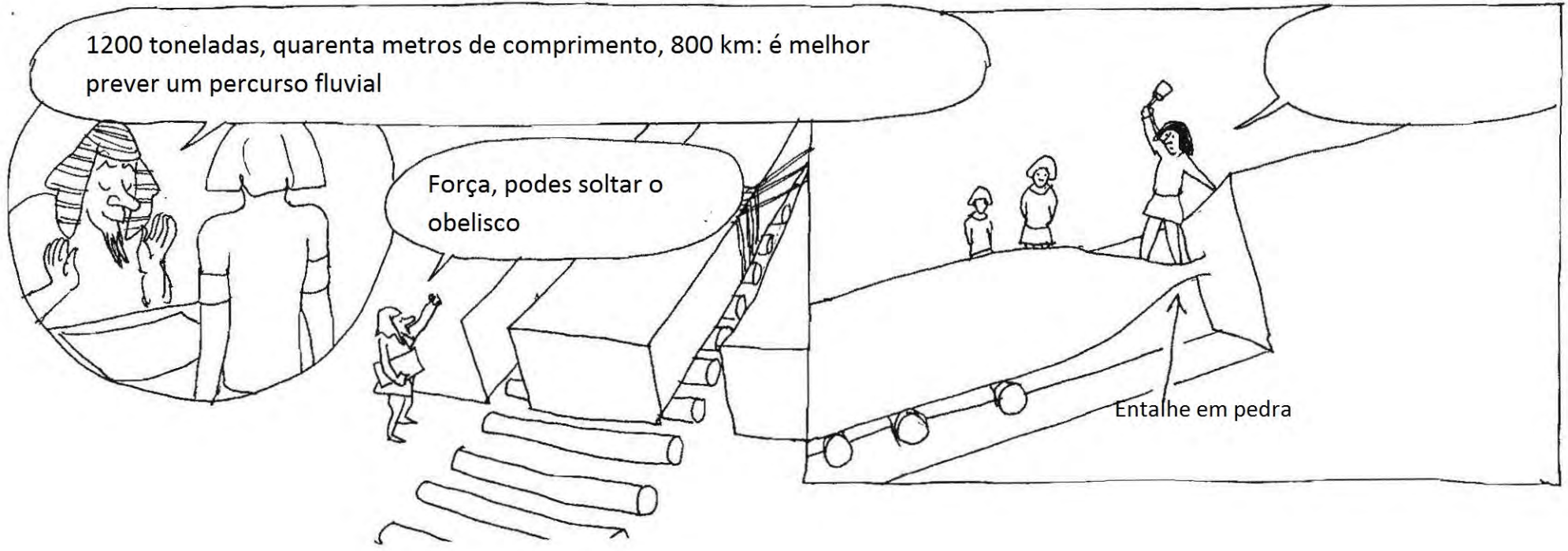
Ora aqui temos as medidas padrão: 2,5 toneladas e oito homens



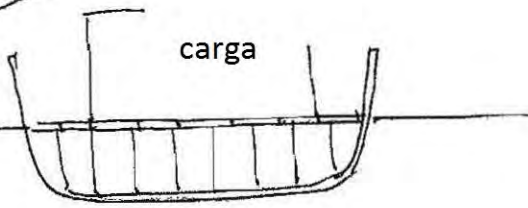
Mas, havendo necessidade, arranja-se uma coisa bem em grande

A estátua de Djehutihotep (o nome dele consta no cartaz), simples governador provinciano:
sessenta toneladas, sete metros de altura, puxada por 172 homens

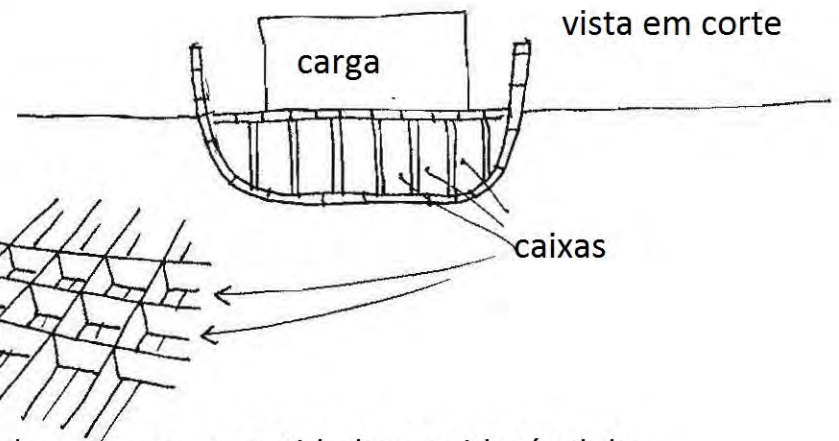
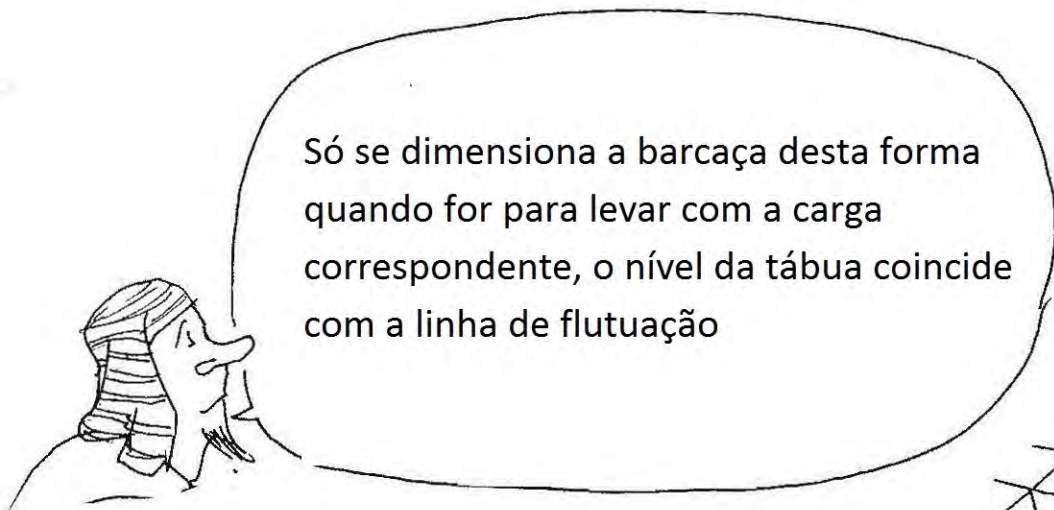




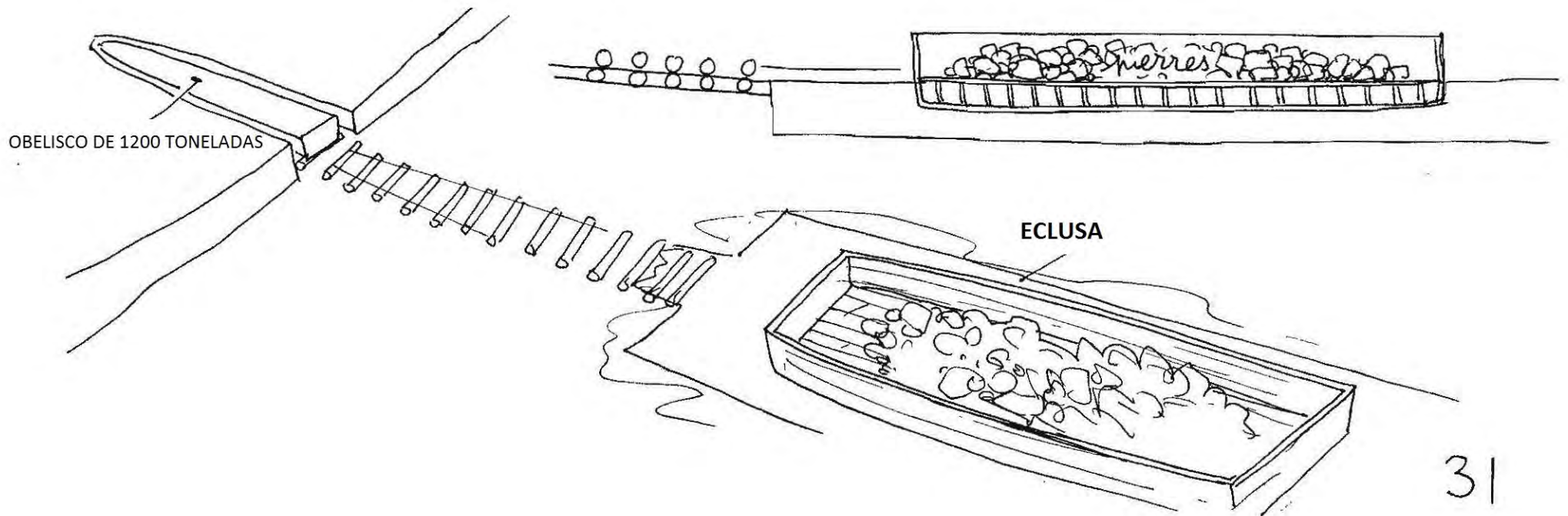
Para esses transportes pesadíssimos usamos embarcações especialmente concebidas para cargas X ou Y. Coloca-se um fundo à base de caixas, coberto com uma tábua para melhor repartir a carga – a forma exterior não precisa de ser hidrodinâmica, devendo a barça ser rebocada ao longo de um canal paralelo ao Nilo



(os meus agradecimentos a Thierry Pierre pelas suas observações)



Depois, leva-se a barça numa **ECLUSA** depois de se a ter carregado com uma quantidade considerável de pedras com o mesmo peso.

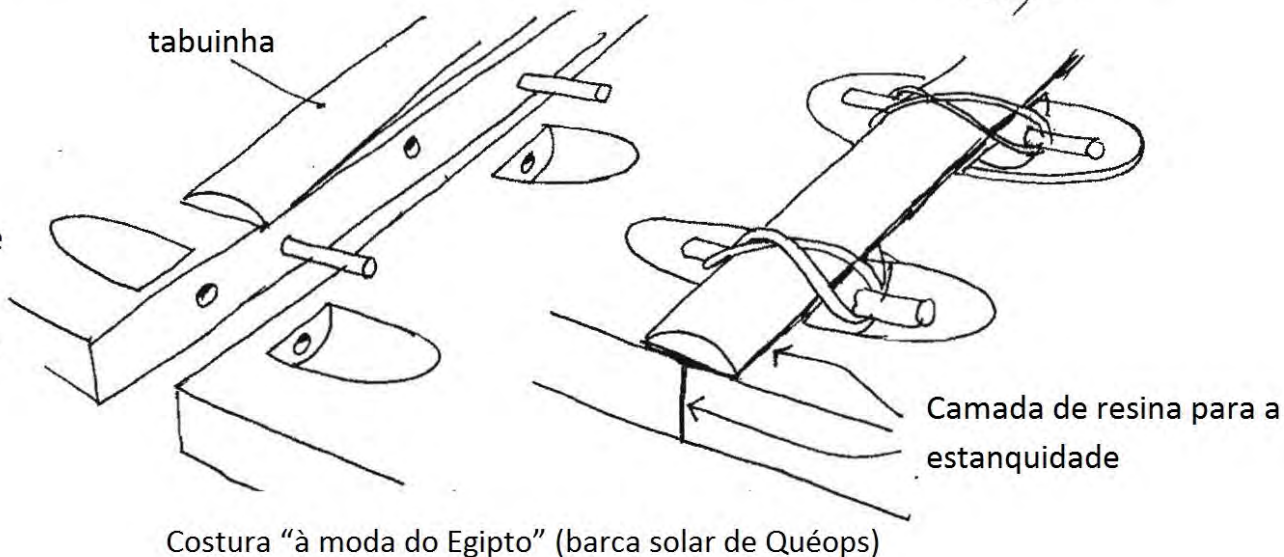


ECLUSA DE AREIA

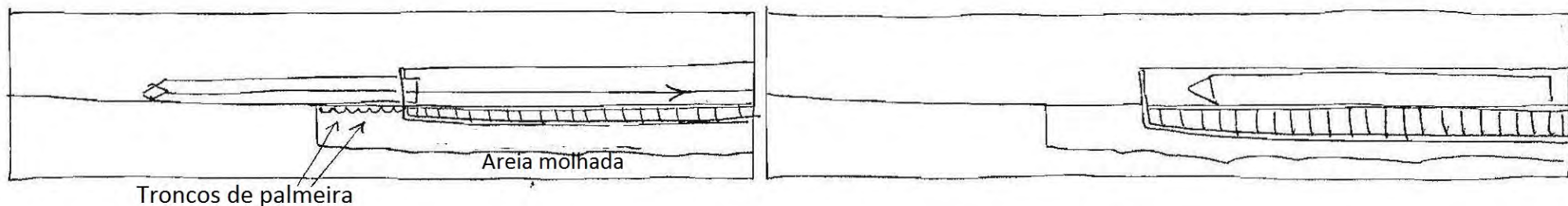
Satura-se a água da eclusa de areia até esta perder toda e qualquer fluidez, passando a comportar-se como um sólido



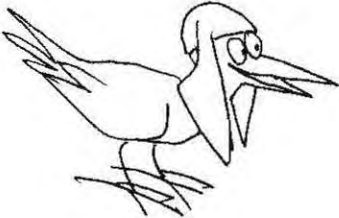
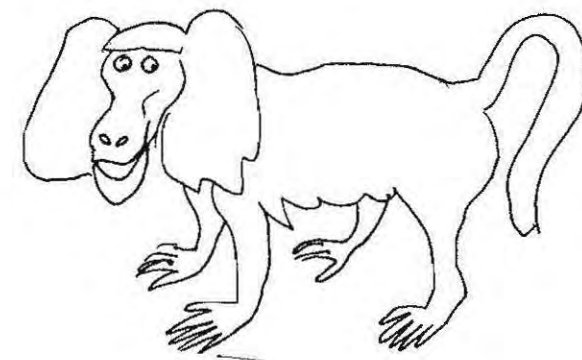
Todos os navios egípcios tinham cascos feitos de tábuas cujos elementos estavam unidos por meio de cordas, a que se dá o nome de **CASCOS COSIDOS**



A eclusa de areia possibilitava o carregamento do obelisco, fazendo-o deslizar ou rodar em cima de uma cama de silte húmido em direcção à tábua do porão da barcaça



Depois, bastava “voltar a coser” a frente da barcaça e trocar a areia húmida por água para que a barcaça, ao voltar a recuperar a sua capacidade de flutuar, pudesse navegar pelo canal e ser levada a bom porto



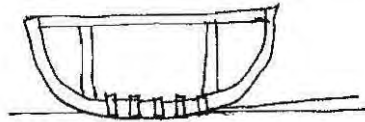
Uma vez no destino, a descarga é executada procedendo às operações em sentido inverso e usando uma segunda eclusa de areia



Isto tudo é um grande truque e força de magia

1830:

dois mil anos mais tarde



5 quilhas!

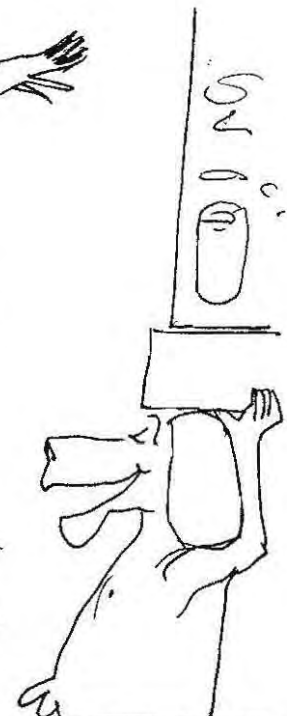
Cabrestantes

"cabra"



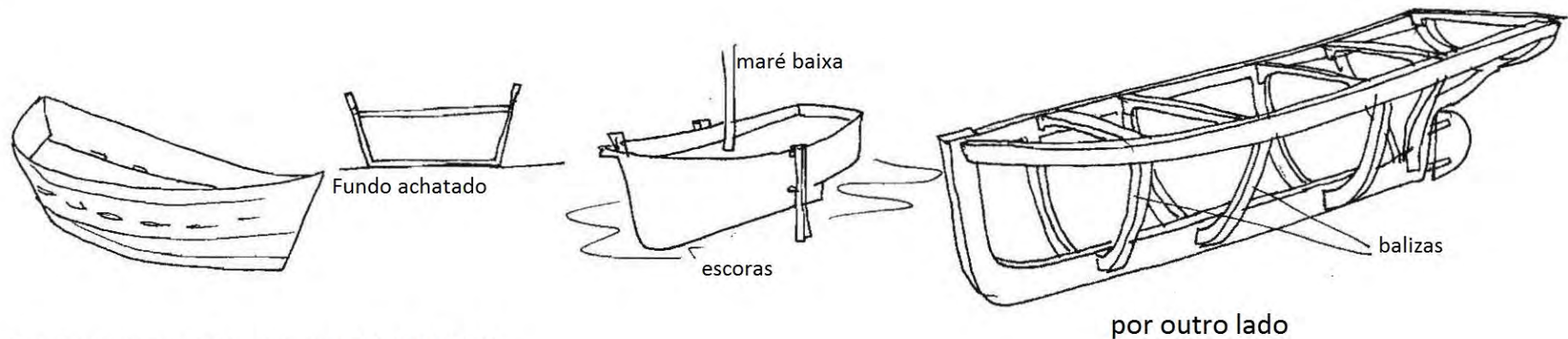
âncoras

o "Louxor"



Os Franceses, no caso do transporte do obelisco de 23 metros e de 230 toneladas, que fora instalado na praça da Concórdia em Paris, haviam usado um barco de fundo achatado, especialmente concebido para o efeito (cinco quilhas), cuja frente também era removível. Numa primeira altura, este obelisco assentava em cima de um plinto reforçado por quatro vezes o equivalente a quatro babuínos montados em cima das patas de trás. Como os respectivos sexos ficavam à vista, fora esculpido outro suporte, dentro do mesmo material que o obelisco = granito cor-de-rosa

Este modo de carregamento e descarregamento das naves egípcias fora posto à prova por históricos da antiguidade. Por outro lado, esta técnica dos cascos cosidos permitia transportar unidades completamente desmontadas, desde o Nilo até ao Mar Vermelho, onde se acabou por encontrar em várias unidades armazenadas em grutas (*), bem como o armazenamento. Foi encontrado um navio com 43 metros de comprimento em 1954, em peças sobressalentes numeradas, dentro de um poço junto da pirâmide de Quéops (**), excluindo a montagem por buchas. Esta técnica, que aliava economia da madeira, leveza e resistência, fora abandonada quando os navios tiveram de confrontar o fenómeno das marés, típico das nortadas.



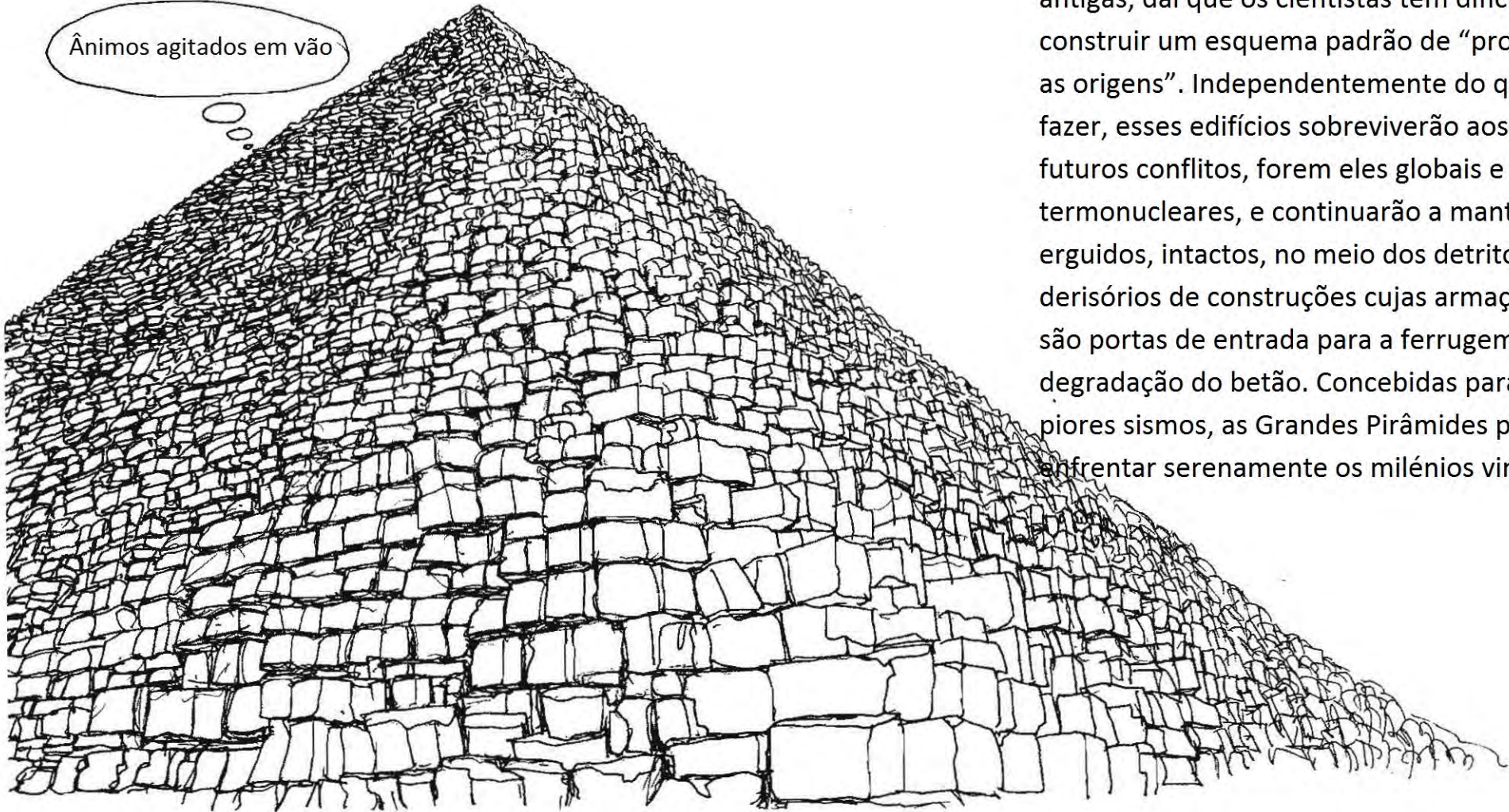
Fenómeno que implicava **ENCALHAR**

O fácil acesso a importantes recursos de madeira de diversas formas permitia abandonar o **CASCO REVESTIDO** trabalhando a favor de um conjunto quilhas + pares tendo como corolário a possibilidade de manipular grandes **ESCOTILHAS** para garantir o carregamento e o descarregamento da carga



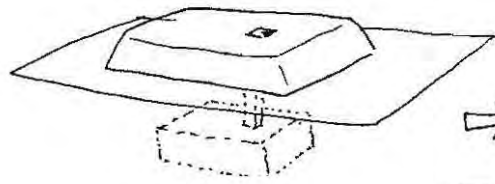
RAMPAS E MÁQUINAS DE TODO O TIPO

Ânimos agitados em vão

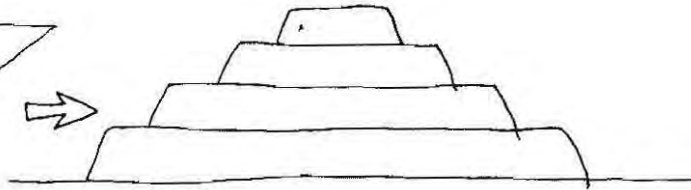


Tendo em conta a luminosidade que constitui a presente obra, as Grandes Pirâmides conservarão um vasto pano de mistério, sendo que as realizações mais imponentes e mais elaboradas são mais antigas, daí que os cientistas têm dificuldade em construir um esquema padrão de “progresso desde as origens”. Independentemente do que se possa fazer, esses edifícios sobreviverão aos nossos futuros conflitos, forem eles globais e termonucleares, e continuarão a manter-se erguidos, intactos, no meio dos detritos vaidosos e derisórios de construções cujas armações de aço são portas de entrada para a ferrugem, levando à degradação do betão. Concebidas para resistir aos piores sismos, as Grandes Pirâmides podem enfrentar serenamente os milénios vindouros

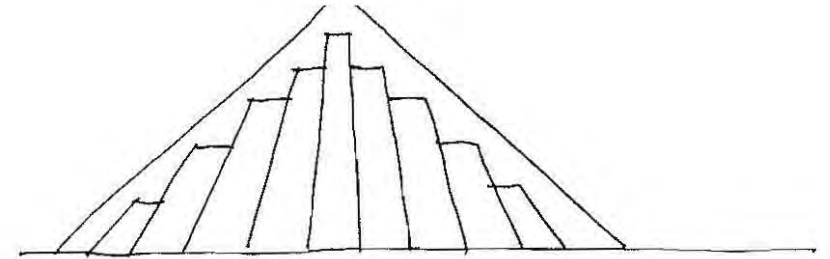
No âmbito da estrutura interna estamos perante duas correntes de ideias. Se as pirâmides são a extensão dos túmulos que são os **MASTABAS**, então podemos considerá-los como sendo empilhamentos destes. Em oposição, Borchardt, em 1930, ponderara justapor camadas de pedras apoiadas umas em cima das outras – Mas isso representava, no caso da pirâmide de Quéops, um total de dois milhões e meio de blocos.



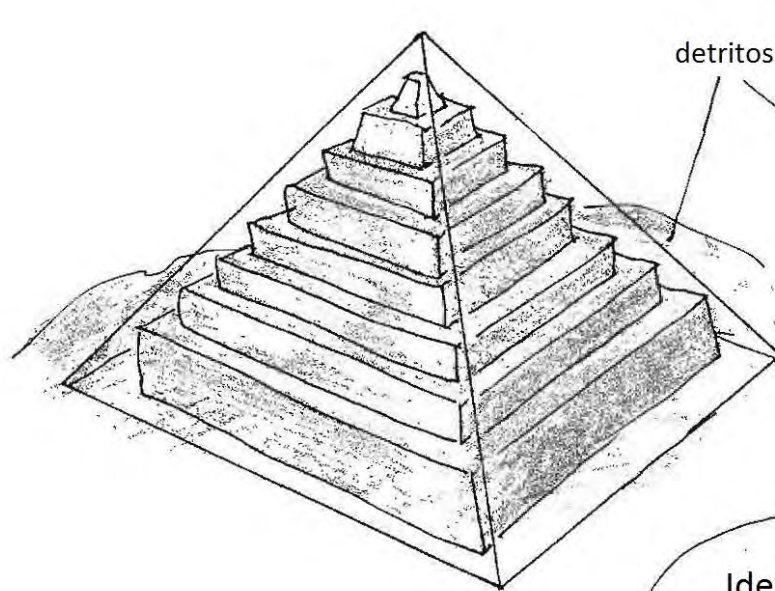
Túmulo – mastaba subterrâneo



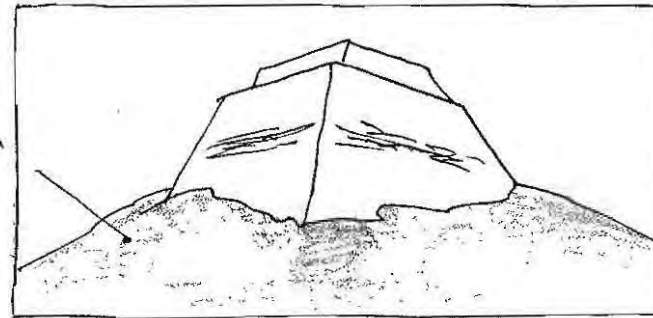
Saqqarah: interpretação clássica



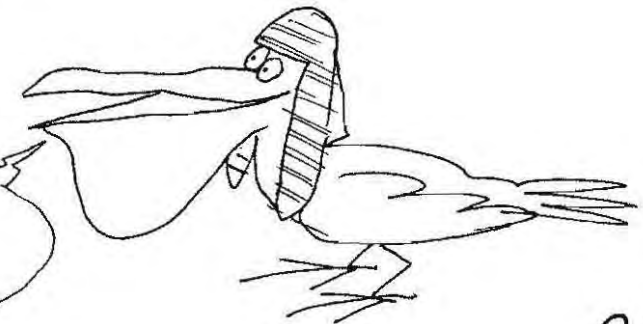
modelo de Borchardt



detritos

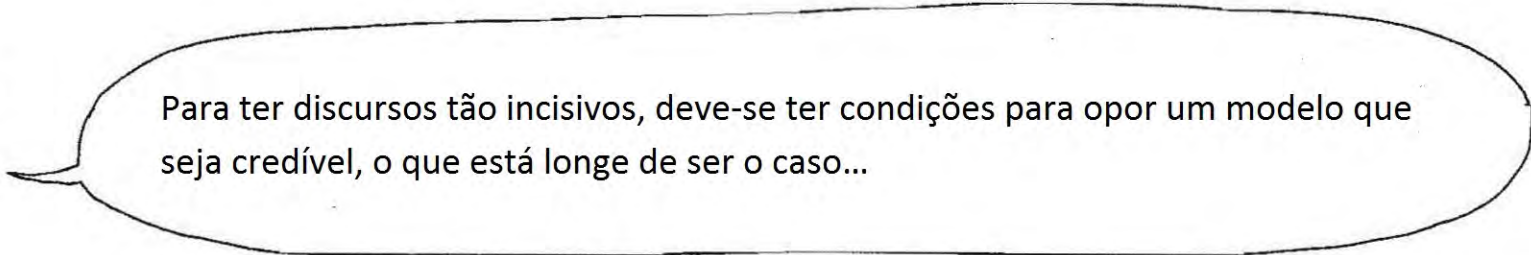
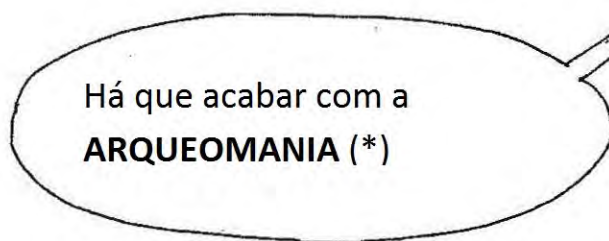
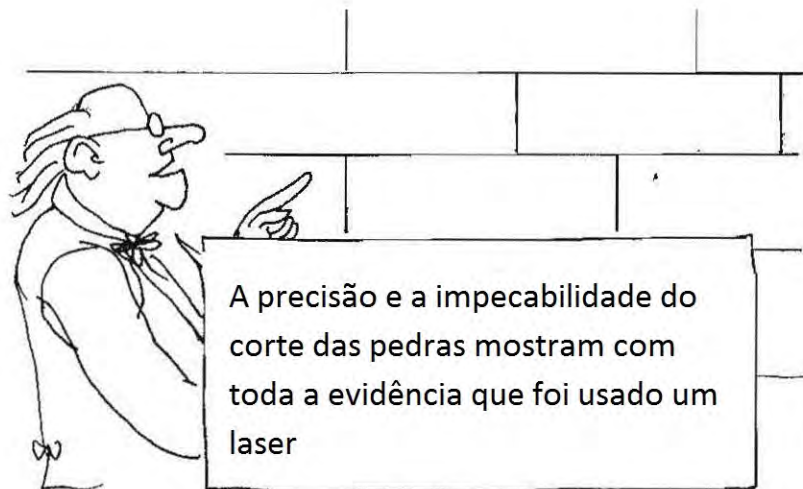


Ideia reforçada pelos restos da pirâmide de Meidum

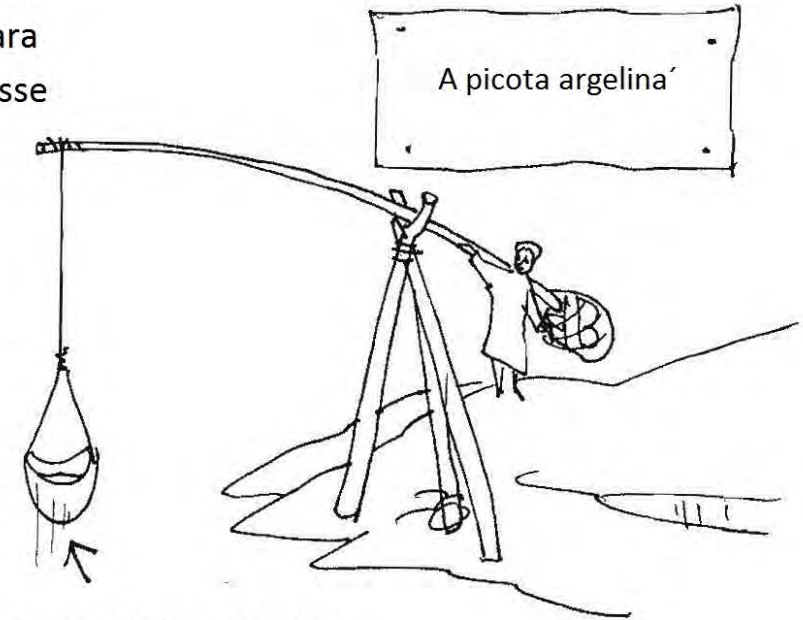


Tendo em conta a dificuldade de reconstituir as técnicas que haviam permitido construir as pirâmides, assistiu-se à emergência das teorias que recorressem a ajudas externas

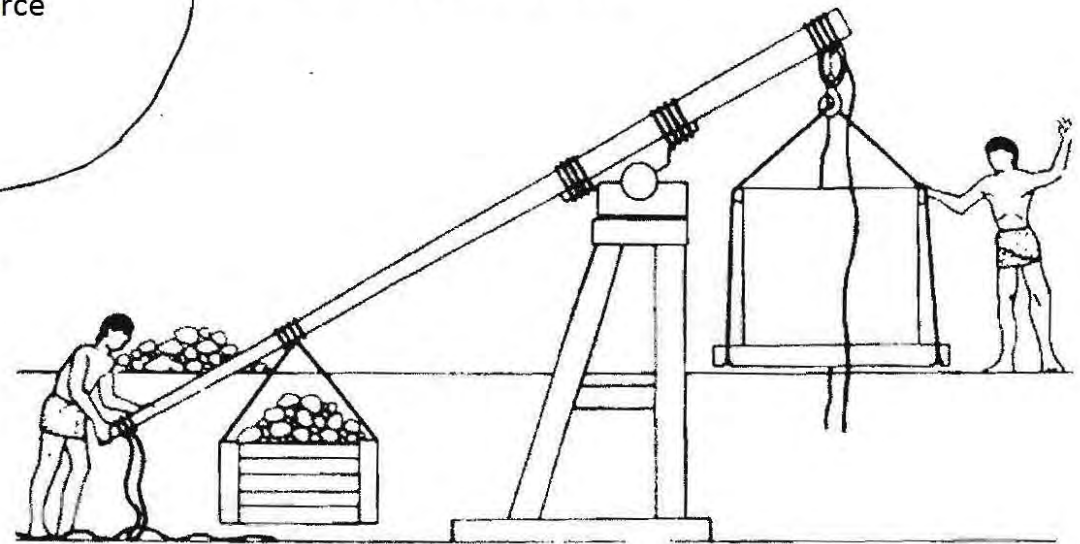
Em França, desde 1975, o arquitecto **JEAN-PIERRE ADAM**, omnipresente em todas as cenas mediáticas, luta ferozmente contra todas e quaisquer teorias que não emanem do meio egiptológico



Começa por aderir ao clube dos **MAQUINISTAS**, propondo, para que fossem elevadas as pedras, um sistema derivado da **PICOTA** oriental. Este desenho, extraído do seu livro (*) é fisicamente absurdo: sendo a relação dos braços de alavanca de 1.6 para levantar o “bloco padrão” de 2500 quilos, era necessário que a sua caixa contivesse $2500/1.6 = 1562$ quilos, não sendo aqui de todo o caso.

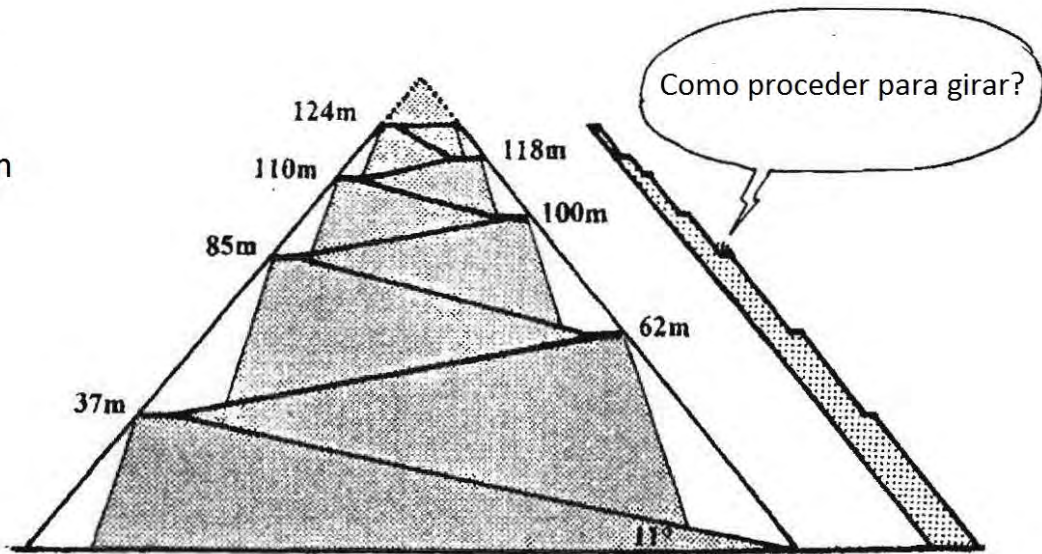
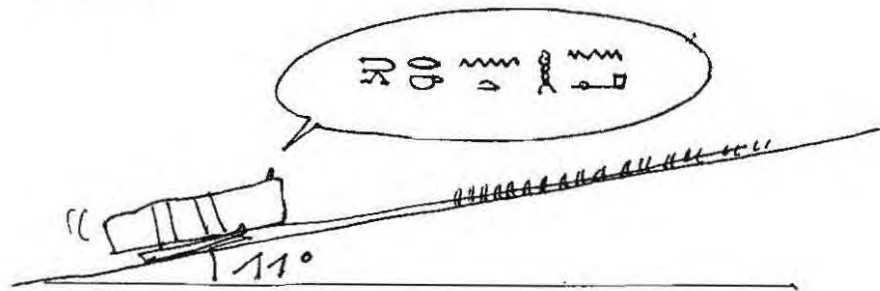


Uma dezena de litros de água

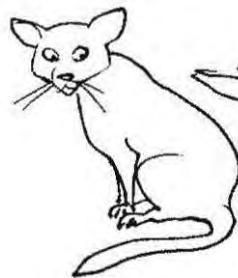
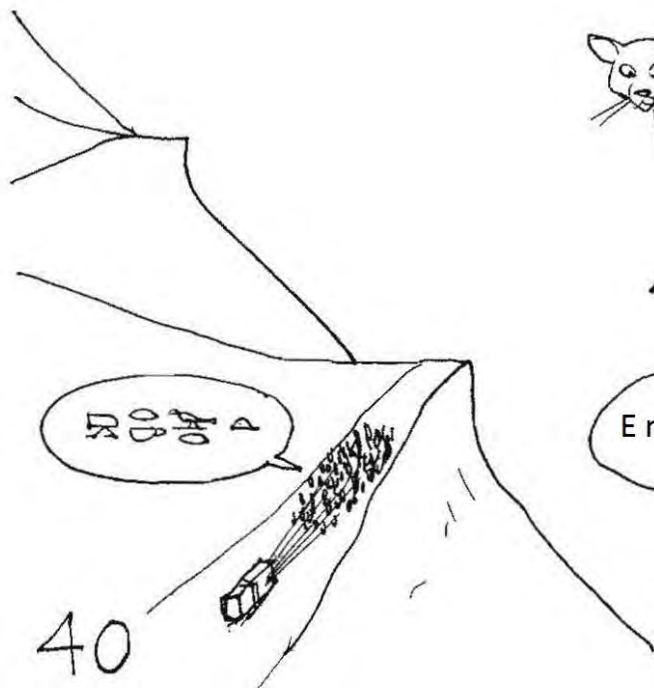


Sempre fiado na sua imaginação e naquilo que considera como seu **BOM SENSO**, Adam torna-se **RAMPISTA**. Opta então por uma **RAMPA CONTÍGUA**, só numa das faces, com um **DECLIVE DE 11°**

60 toneladas

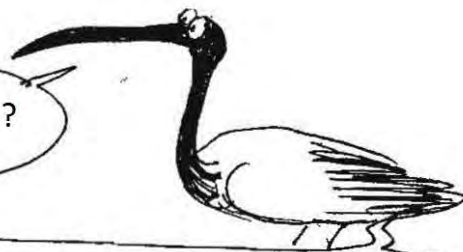


A rampa contígua, adoptada por JP Adam

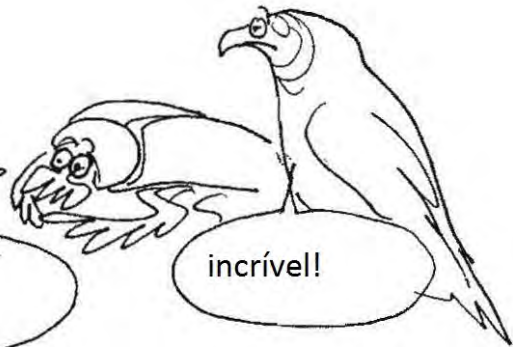


Para puxar 60 toneladas num declive de 11° é necessária uma força de 3 toneladas, ou seja o equivalente a 150 puxadores. Para os manobrar, a rampa teria de medir, no mínimo, 15 metros de largura.

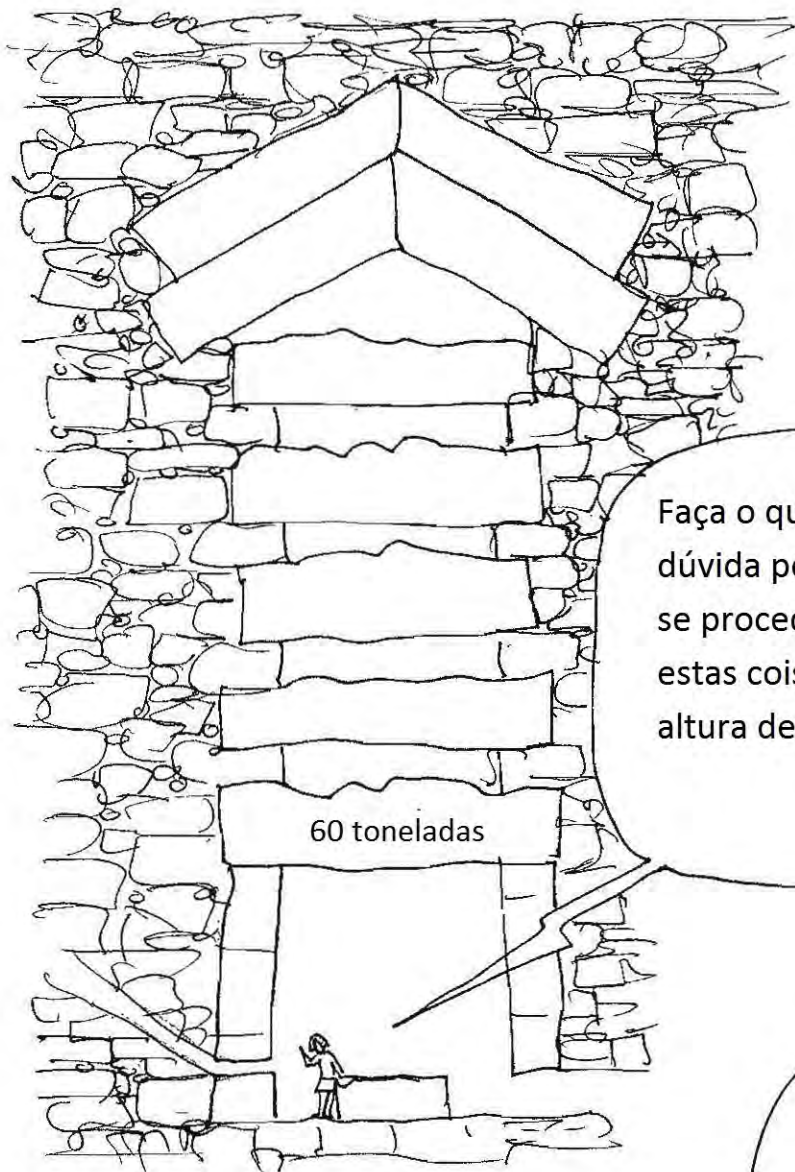
E nas viragens, como é que é!?



Essa coisa prende-se de que forma à parede da pirâmide?



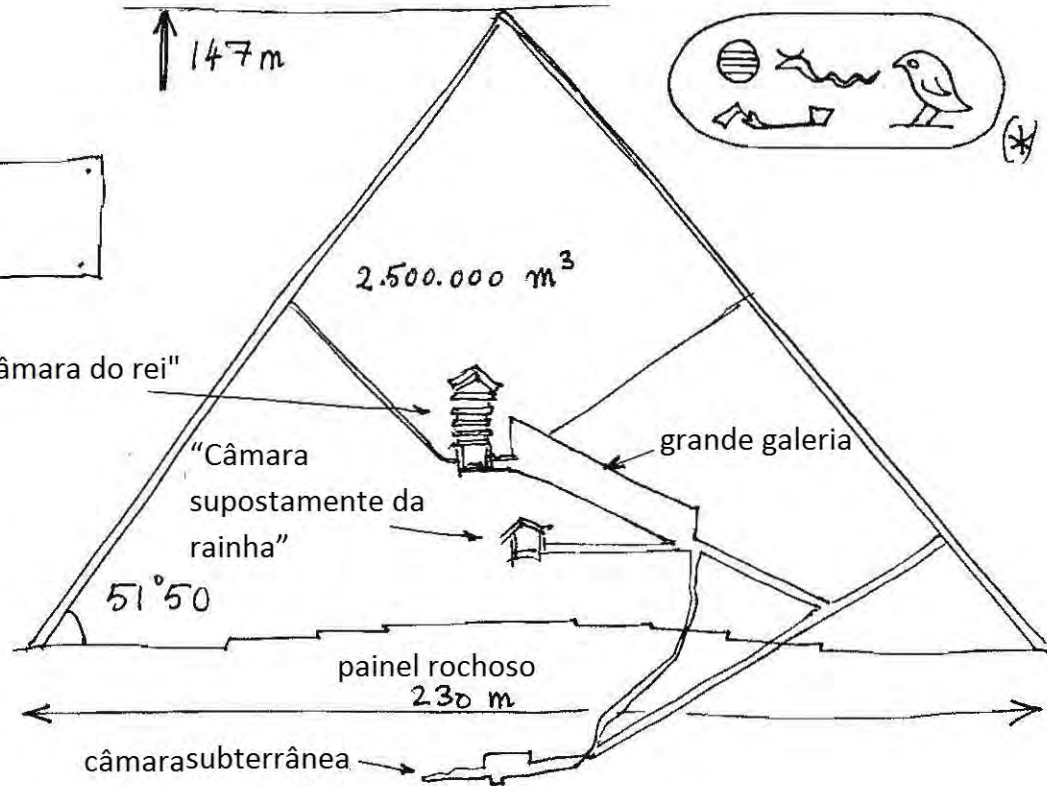
incrível!



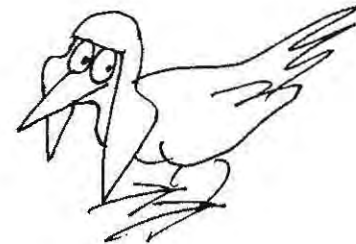
"Câmara do rei"
pirâmide de Quéops

Faça o que se fizer, a dúvida persiste: Como se procede para subir estas coisas a uma altura de 70 metros?"

2560 a. C.

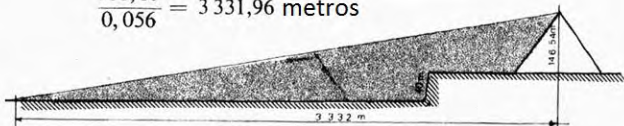


A primeira ideia havia sido uma rampa linear de adobe, reforçada com vigas de madeira

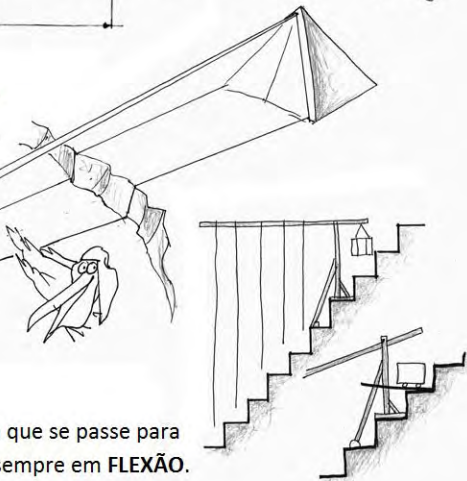


(*) pronuncia-se "kufu" (Quéops)

$$\frac{186,59}{0,056} = 3\,331,96 \text{ metros}$$

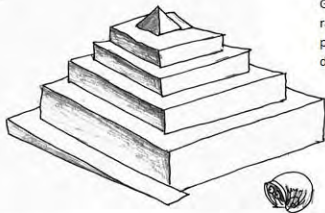


Como a pirâmide de Quéops havia sido edificada em cima de um painel, que ocupava o vale do Nilo em cerca de 40 metros, o projecto de **RAMPA LINEAR**, durante muito tempo defendido por Lauer, implicaria um comprimento superior a 3 quilómetros e sobretudo um volume de tijolos equivalente a várias vezes o volume da própria pirâmide, cujos vestígios acabariam por se descobrir algures.



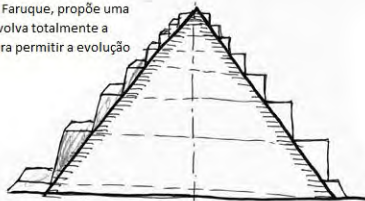
42

Fora isso, os **MAQUINISTAS** sugerem que se passe para uma multi-picota cuja viga trabalhe sempre em **FLEXÃO**.

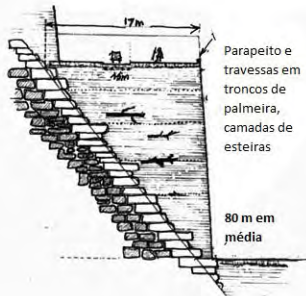


Mas a natureza mecânica desta rampa, amarrada a tijolos almofadados, é considerada problemática

Georges Goyon, egiptólogo oficial do rei Faruque, propõe uma rampa helicoidal feita de adobe, que envolva totalmente a pirâmide, suficiente larga (15 metros) para permitir a evolução de duzentos puxadores



Outro inconveniente: perde-se todo e qualquer contacto com a superfície da pirâmide

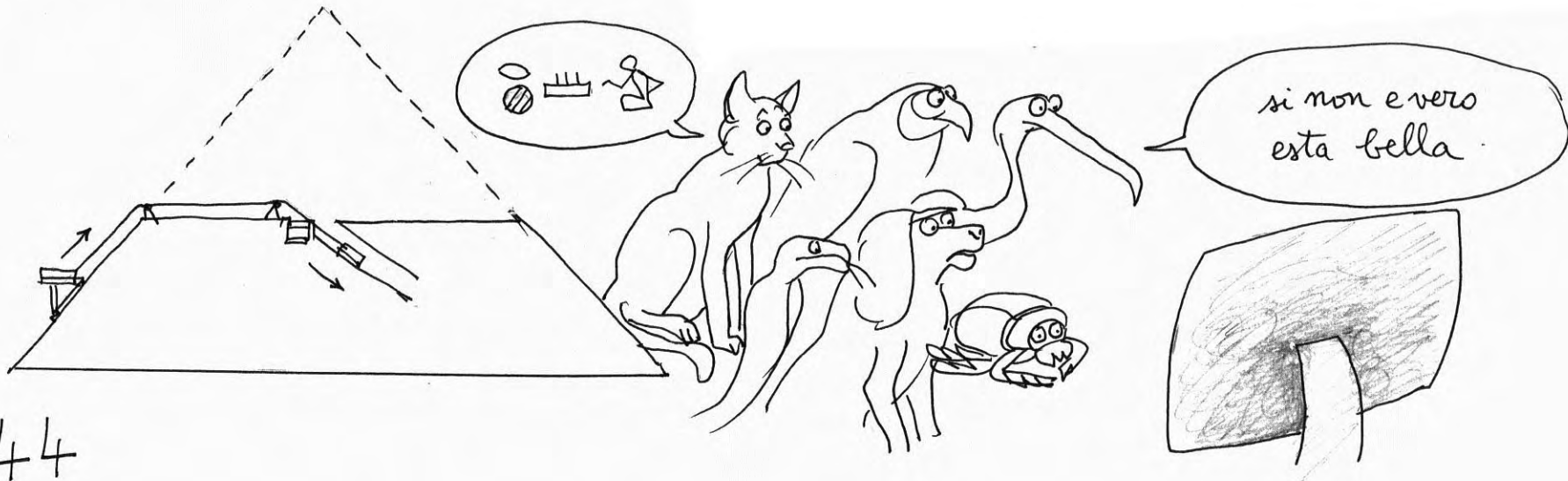
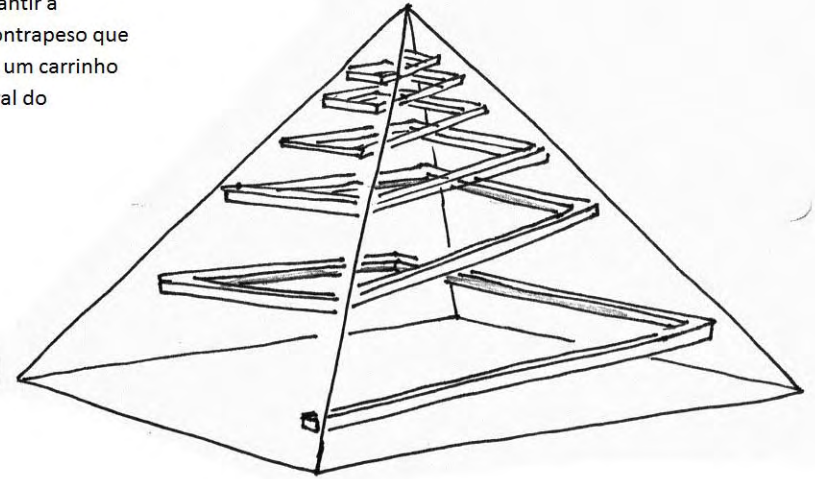


Georges Goyon, CNRS
1905 - 1996

Erguer a pirâmide implica, a qualquer momento, uma detecção centimétrica dos elementos que a compõem, o que impõe um acesso ao seu eixo, materializado por um fio de chumbo disposto num poço central

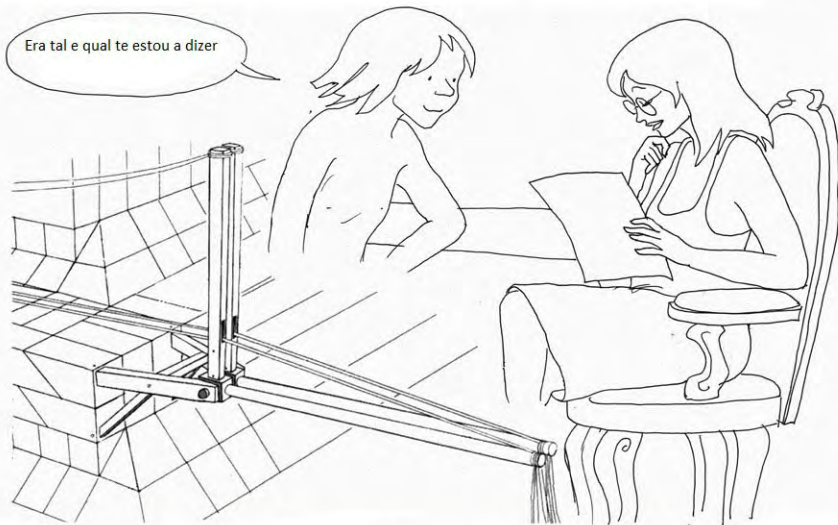
(*) Le secret des Bâtimeurs des Grandes Pyramides. Réédité en 1997. Editions Pygmalion.

Em 2006, o arquitecto Jean Pierre Houdun desenvolve com reforço de imagens de síntese a ideia de uma rampa interna, inicialmente proposta pelo engenheiro italiano Elio Domedi. Para garantir a elevação dos grandes blocos, retomando a ideia de Pierre Crozat, Houdin recorreu a um contrapeso que deslizasse em toda a extensão da Grande Galeria, cuja inclinação é de 50 graus. Posto isto, um carrinho elevador, auxiliado por um contrapeso que se movesse abaixo, permitiria que este ancestral do funicular funcionasse



44

A VISÃO DO ANSELMO (*)



(*) Para ver aquilo que o Anselmo viu no seu sonho: http://www.jp-petit.org/VIDEOS/pyramide_montage.mov

Eu via os dois braços subirem e descerem

E o que os fazia mover?

Cordas de rapel

Um operário às cavalitas de um monólito, fazendo deslizar alternadamente nós interligados a correrem sobre cordas de tracção, as quais se estendem, à vez, ao ritmo do funcionamento dos dois braços da máquina de tracção.

Braço da máquina de tracção

Peça de pedra sobre a qual as cordas se apoiam

Duas equipas de seis homens

Contrapeso das cordas de rapel

Cavilha

Subi até à rampa para ir espreitar, e foi então que tive chatices com o tipo da cabeça rapada, que usava uma pele de pantera



Seis homens



Am an

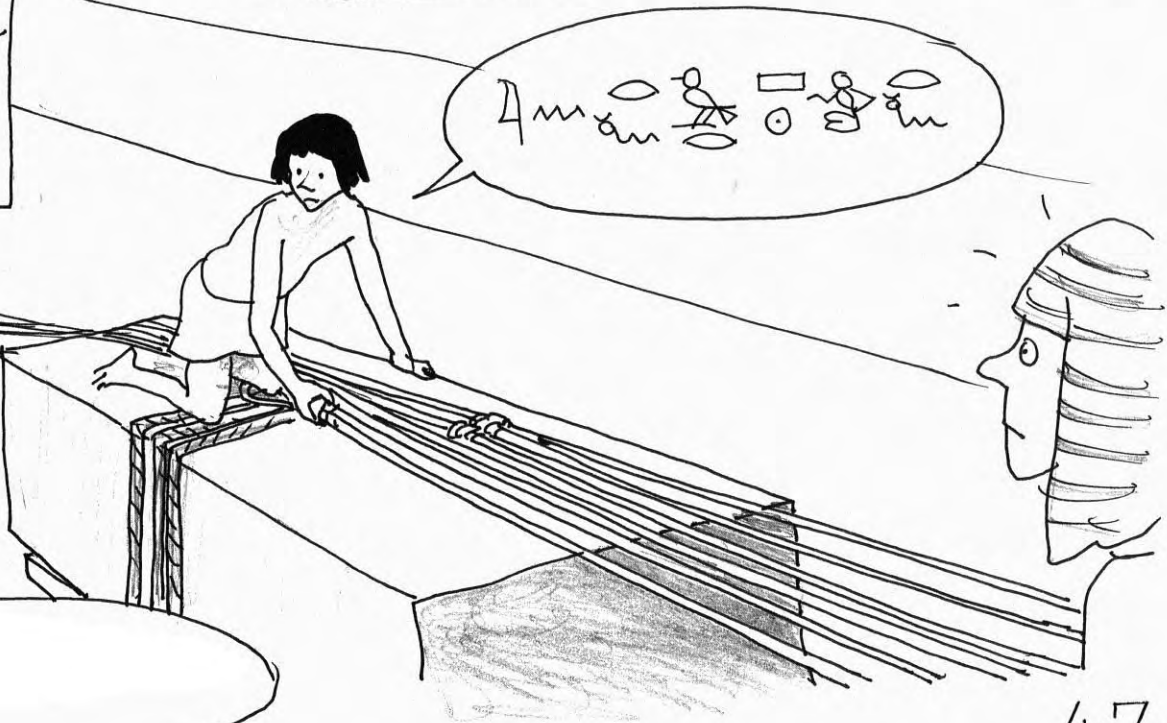


Pronto, acalme lá os ânimos, homem!

Oh diacho...



Tinha interrompido o trabalho a decorrer



Am an

Então, e o que fizeste?

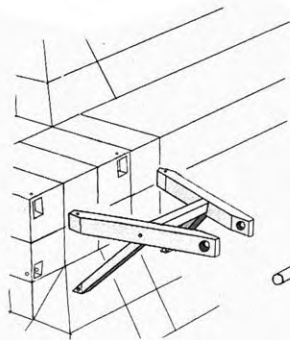
E todos aqueles que se encontravam na plataforma revoltaram-se

Desatei a voar

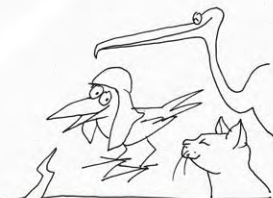
E dirigi-me ao hotel para tirar apontamentos

E essa tal máquina, consegues descrevê-la na íntegra?

Até ta posso construir de raiz, se quiseres!



Suporte das cordas,
em pedra



Foi o que aconteceu em 2006 no Palácio da Descoberta de Paris, à escala 1/4. Graças a ela, crianças com dez anos de idade tiveram a oportunidade de puxar, em cima de um plano inclinado, um bloco de pedra de 500 quilos

Na tua máquina, essa montagem amplifica substancialmente a força de tracção, mas por via de consequência, quando se baixam as barras, o movimento da carga não excede os vinte centímetros. É necessário, de cada vez, voltar a pôr tudo no sítio para usufruir de uma nova tracção, não é?

É uma aplicação moderna da alavanca (*)

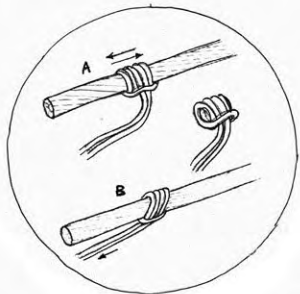
À semelhança do quebra-nozes...

Estás-te a esquecer de que há **DUAS** máquinas a trabalharem alternadamente

Um miúdo, às cavalitas de um bloco, consegue mover um conjunto de nós interligados

Uma aplicação modernas dos nós

Você outra vez?



Podem experimentar com uma vassoura e um cordel, resulta muitíssimo bem

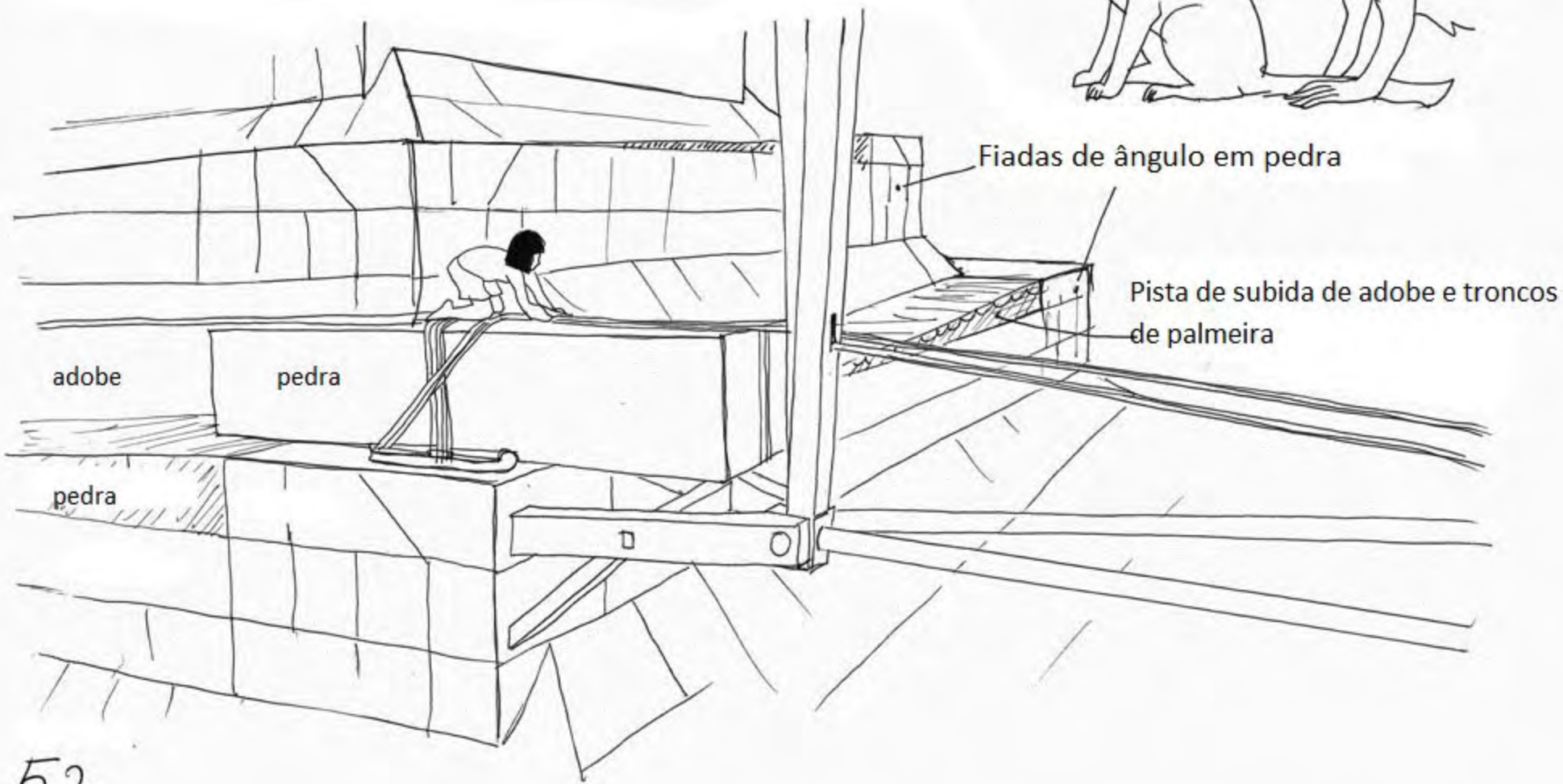
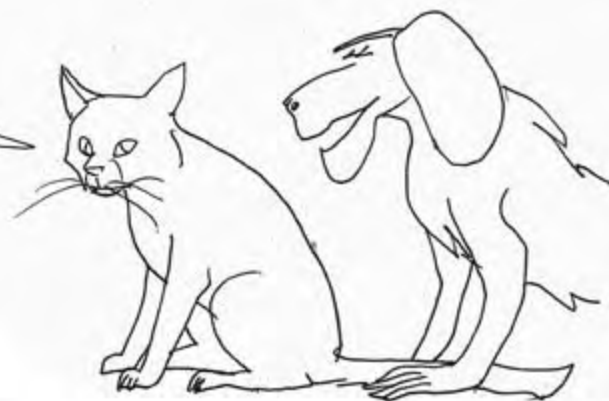
O bloco subia num instante, sem realizar qualquer paragem

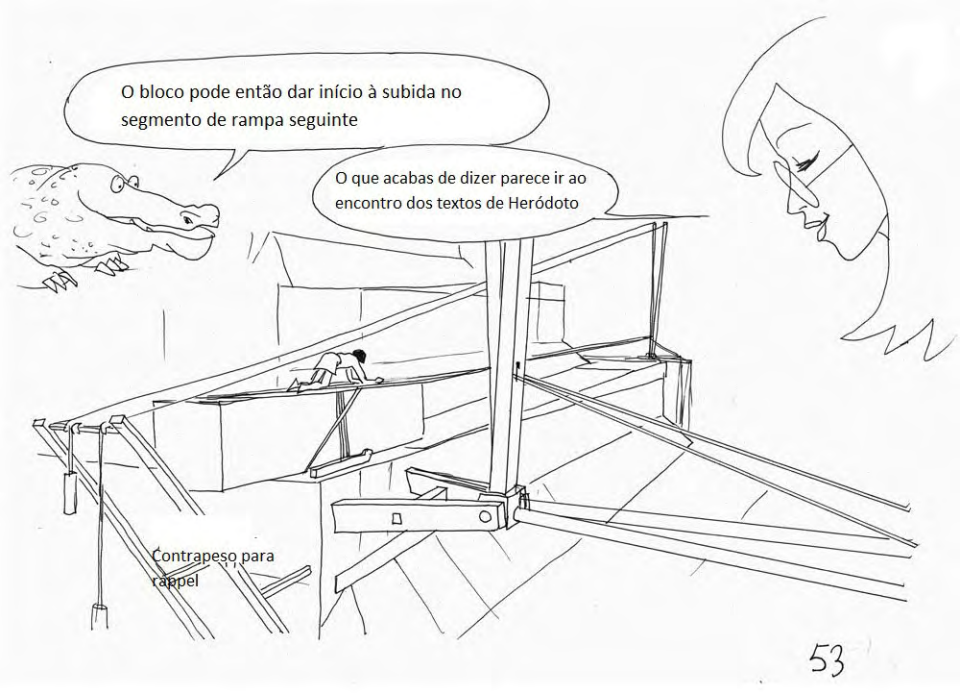
Estou a ver, mas então e quando se chega ao ângulo?

Tudo controlado

A rampa de Goyon era de adobe. Esta é de pedra.

Quando o bloco chega ao ângulo, posiciona-se em cima de uma plataforma horizontal de pedra, tornada deslizante por acção do silte húmido. Consegue-se portanto manipulá-lo em cima desse suporte





O bloco pode então dar início à subida no segmento de rampa seguinte

O que acabas de dizer parece ir ao encontro dos textos de Heródoto

Contrapeso para
rappel



Heródoto, histórico grego que viveu no século V a. C. aprende pela boca dos padres egípcios como é que as pirâmides haviam sido construídas, tendo registado o seguinte texto:

Ἐποιήθη δὲ ὧδε αὕτη ἡ πυραμὶς ἀναβαθμῶν τρόπον, τὰς μετεξέτεροι κρόσσας, αἱ δὲ βωμιδᾶς ὀνομάζουσι τιαυτήν τὸ πρῶτον ἐπειτε ἐποίησαν αὐτήν, ἤειρον τοὺς ἐπιλοιπούς λιθοὺς μηχανῆσι ξύλων βραχέων πεποιμένῃσι, χαμάθεν μὲν ἐπὶ τὸν πρῶτον στοιχὸν τῶν ἀναβαθμῶν ἀείροντες· ὅκως δὲ ἀνίοι ὁ λίθος ἐπ' αὐτόν, ἐς ἐτέρην μηχανὴν ἐτίθετο ἐστεύσαν ἐπὶ τοῦ πρῶτου στοιχοῦ, ἀπὸ τούτου δὲ ἐπὶ τὸν δεῦτερον εἴλκετο στοιχὸν ἐπὶ ἄλλης μηχανῆς. Ὅσοι γὰρ δὴ στοιχοὶ ἦσαν τῶν ἀναβαθμῶν, τοσαῦται καὶ μηχαναὶ ἦσαν, εἴτε καὶ τὴν αὐτὴν μηχανὴν ἐοῦσαν μίαν τε καὶ εὐβάστακτον μετεφόρεον ἐπὶ στοιχὸν ἕκαστον, ὅκως τὸν λίθον ἐξέλοιεν· λελέχθω γὰρ ἡμῖν ἐπὶ ἀμφότερα, κατὰ περ λέγεται. Ἐξεποιήθη δ' ὧν τὰ ἀνώτατα αὐτῆς πρῶτα, μετὰ δὲ τὰ ἐχόμενα τούτων ἐξεποιεῦν, τελευταία δὲ αὐτῆς τὰ ἐπίγεια καὶ τὰ κατωτάτω ἐξεποίησαν.

Estas pirâmides haviam sido construídas com graus (ἀνάβαθμῶν).

alguns deles eram uns corvos (κροσσας) e outros plataformas. (βωμιδᾶς) Quando se começou a construir desta forma, elevava-se da terra as outras pedras (λίθους), por meio de máquinas (μηχανῆσι) feitas de (βραχέων) madeirões (ξύλων) e montara-se as mesmas na primeira fiada.

Quando lá chegava uma pedra, dispunham-na em cima de outra máquina que estava em cima desse primeiro alicerce. Daí, subiam-na por meio de outra máquina, até porque havia tantas fiadas quantas máquinas – quem sabe se só dispunham de uma só máquina, fácil de transportar de um alicerce para outro

O sistema do Anselmo combina máquina e rampa, o que não acontece com esta, que é de pedra.

Os krossai (κροσσας) são pedras que vão para além da superfície da pirâmide, aquilo a que os arquitectos chamam de **CORVOS**. Deste modo, toda a carga da rampa assenta nessas partes horizontais



As bomidas (βομιδας) são essas plataformas de ângulo sobre as quais é possível fazer girar as cargas mais pesadas; segundo Heródoto, as pedras são portanto recuperadas por outra máquina, etc. O Anselmo e a Sofia trabalharam bastante com cartão e cola para estabelecer a coerência daquilo que o Anselmo viu no seu sonho. Poderão encontrar tudo isto no anexo A.

Se quiserem, poderão construir vocês mesmos, em cartão ou em madeira, a maquete correspondente a esse modelo.

O facto de esta rampa (estreita) ser de pedra faz que esta consiga aguentar cargas chegando a alcançar dezenas de toneladas.

Esta rampa é suficientemente larga para fazer com que as equipas descendentes possam cruzar os carrinhos elevadores e os carregadores de blocos. As obras de acabamento da pirâmide deixam pouquíssimos resíduos não recuperáveis (os blocos triangulares). O resto pode ser recuperado para construir... como outras pirâmides constituem as respectivas rampas externas – foi desta forma que Snefrou, pai de Quéops, construiu as suas três pirâmides em Dashour – vindo posteriormente o seu filho Quéops, o seu neto Keplieren e o seu bisneto Mykerinos a construírem as deles.

Esta Grande Galeria é fenomenal!

Já reparaste em todas aquelas falhas?



Mais uma medida
anti-sísmica

Os antigos Egípcios eram perfeitamente capazes de construir abóbadas. Construíram várias, mas em conjuntos que não eram feitos para durar: lojas, como esta do Ramasseum, em Thebes



Acontece que esta escapou aos sismos.
Caso contrário, ter-se-ia imediatamente
desmoronado.

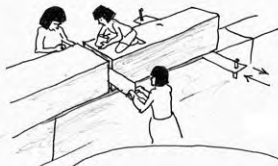
Ainda estou a pensar nas pedras da
Grande Galeria.

Nem sequer a lâmina de uma gilete se
poderia passar nas juntas



Existe uma maneira
preliminar de explicar (*)





Em 2004, Jean Pierre Petit sugere que os pedreiros possam ter trabalhado as juntas na própria estação arqueológica, abrassando as faces visíveis com uma lâmina de cobre, resultando em pó de quartzo (*). No caso das juntas verticais, este pó é misturado com pedra argilosa com vista a obter uma massa abrasiva

No final da operação, os dois blocos ficam intimamente ligados, eventualmente de acordo com uma superfície esquerda, resultando no reposicionamento automático dos mesmos em caso de microssismo



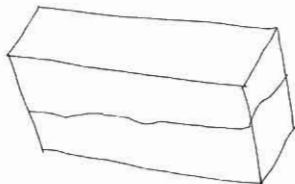
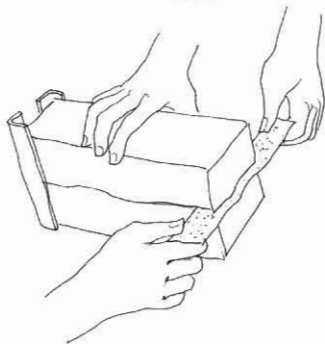
Porreiro!

Podemos ilustrar este conceito pegando em dois blocos de balsa e começando por destruir o nivelamento de duas das respectivas faces, atacando-as com um instrumento qualquer. Depois, abrasamos essas mesmas faces visíveis com um "papel de vidro face dupla", que nós próprios fabricaremos colando duas faixas uma contra a outra

(*) corydon, bastante abundante em Assouan

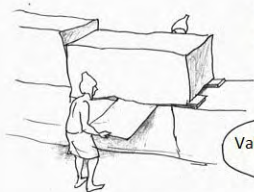


Duas faixas de papel de vidro coladas
uma contra a outra



Resultado: os dois blocos estão dotados de duas superfícies
esquerdas, mas paralelas

Na América do Sul, J.P. Petit sugere (2004) a abrasão das duas faces visíveis recorrendo a um cobertor de lã salpicado de pó abrasivo (aquela gente desconhece o metal, mas na verdade também fabrica... pirâmides)



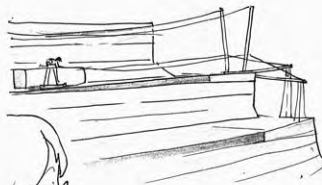
Vale a pena experimentar



Há mais alguma coisa de que te recordes?

Epá foi tanta coisa...





Enquanto aquelas duas máquinas trabalhavam de forma alternada e faziam subir um carrinho de madeira cujas pás deslizavam sobre argila húmida, pude reparar que as rampas eram constituídas às camadas

Mas, nesses de sistemas de rampas deparamo-nos sempre com o mesmo problema: como prendê-las a um sistema de fiadas de pedra, subjacente, cuja inclinação pode chegar a alcançar os 52 graus?!

A rampa que eu vi era feita de **PEDRA!**

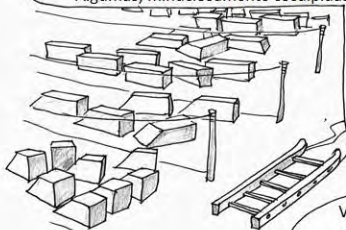
Ótimo! Mas o que é feito dos milhares de metros cúbicos de pedra que a constituíam, que viriam a subsistir após desmontagem deste **ANDAIME DE PEDRAS?**

Em cima da plataforma, lembro-me de ver uma enorme quantidade de pedras, dispostas por tipo. Algumas, minuciosamente esculpidas, eram de calcário fino.

Outras eram feitas de calcário mais grosseiro, em que só as faces horizontais eram achatadas.

Finalmente, havia uma massa de detritos de tamanho considerável que os operários carregavam em sacos.

Vejamos as coisas do ponto de vista arqueológico. Muitas dessas pedras encontram-se na estação arqueológica. O que me conta leva-me a crer que as pedras de revestimento eram transportadas em cima das fiadas **PREVIAMENTE TALHADAS**



Revestimento da pirâmide de Ounas-Sakkarah

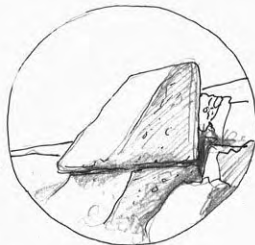


Quéops, a base

Revestimento da pirâmide romboidal



Não faltam pedras triangulares
na estação arqueológica de Gizé



Visto que a estação serviu de pedreira para a cidade do
Cairo, bastante próxima, acabaram por ficar lá porque não
dava para fazer nada com elas

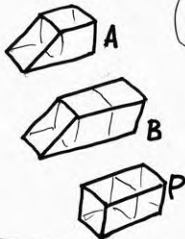
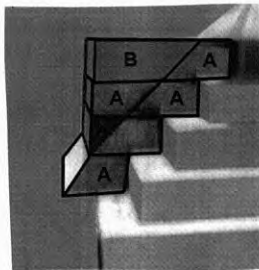


Não havia maneira de lhes dar uso
enquanto elemento de revestimento



O mais provável é que isso
era um resíduo de corte da
tua rampa de pedra



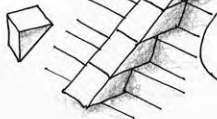
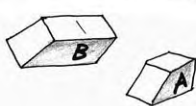


O que achas deste esquema de rampa, apoiada nas fiadas, com quatro elementos: um de tipo **A**, outro de tipo **B** e um simples paralelograma, os que eu vi no meu sonho!

Parece-me exequível. Quando a pirâmide estiver concluída, depois basta retirar dois elementos **A** e **B**, e realizar um corte da parte acinzentada para obter a face da pirâmide.

E o que se faz aos tais dois blocos **A** e **B**?

Talvez isso explique a presença dos blocos triangulares



Guardam-se para a pirâmide posterior!



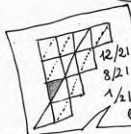
O meu caro amigo Tiresias está a insinuar que as pirâmides eram... construídas aos lotes?

Isso explica muita coisa: por isso é que Quéops levaria 25 anos a construir a dele



A estrutura de pedra é suficientemente sólida para aguentar com uma carga de dezenas de toneladas

A cobertura de adobe fornece um declive fraco, este sistema obriga a **CORTAR PREVIAMENTE** $\frac{3}{4}$ da superfície da pirâmide, sendo que aquilo que se corta depois no local é mínimo



57% da pedra constitui esta rampa torna-se o **REVESTIMENTO**, 38% serão para a pirâmide seguinte, com apenas 5% de resíduos

Resta agora perceber como é que esta rampa (krossai) encaixa em plataformas quadradas, nos ângulos (bomidès)



A RAMPA DE PEDRA DE JEAN-PIERRE PETIT

Em primeiro lugar, a Sofia e o Anselmo construíram maquetes, utilizando cartolina munida de um quadriculado cujas redes medem 5mm X 5 mm. Começemos por aí.



O ALGORITMO

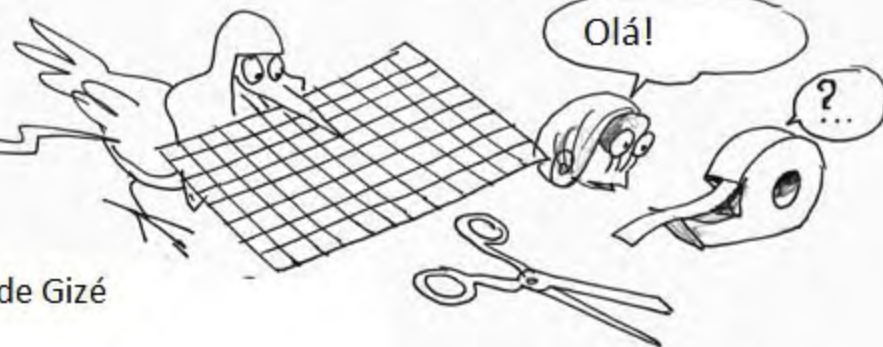
É a solução do problema geométrico seguinte:

Como manipular, por **RECURSIVIDADE**, um objecto que tenha uma simetria de ordem 4 (uma pirâmide) por intermédio de um objecto que siga uma trajectória ascendente e com forma de espiral?



A seguir, pretende-se que esse objecto, que assenta nas fiadas de uma estrutura piramidal subjacente (*) constitui simultaneamente um **ANDAIME DE PEDRAS** que permite o encaminhamento dos blocos em cima de uma rampa de subida e, uma vez a obra concluída, o revestimento. E isto com um mínimo de resíduos não reutilizáveis (*)

Começemos por trabalhar com papel cartolina quadriculado



* os blocos triangulares



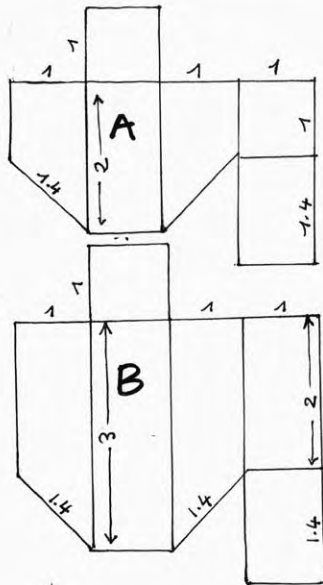
abundam na estação de Gizé

Vamos supor que é o novo faraó Quéops. O faraó Snefrou, por conseguinte o seu pai, legou-lhe uma montanha de pedras previamente talhadas, de que o próprio se serviu para edificar a sua **PIRÂMIDE VERMELHA** e a sua **PIRÂMIDE ROMBOIDAL**, mais a sul, na estação de **DASHOUR**. Autêntico conjunto que permite constituir um andaime de pedra, essas pedras vão permitir-lhe edificar a sua super pirâmide em apenas vinte anos.

Também graças às pedras facilmente extraídas da pedreira de Gizé, as quais possuem automaticamente faces planas e horizontais, uma vez que são talhadas em camadas sedimentares de calcário grosseiro, separadas por finas camadas de argila.

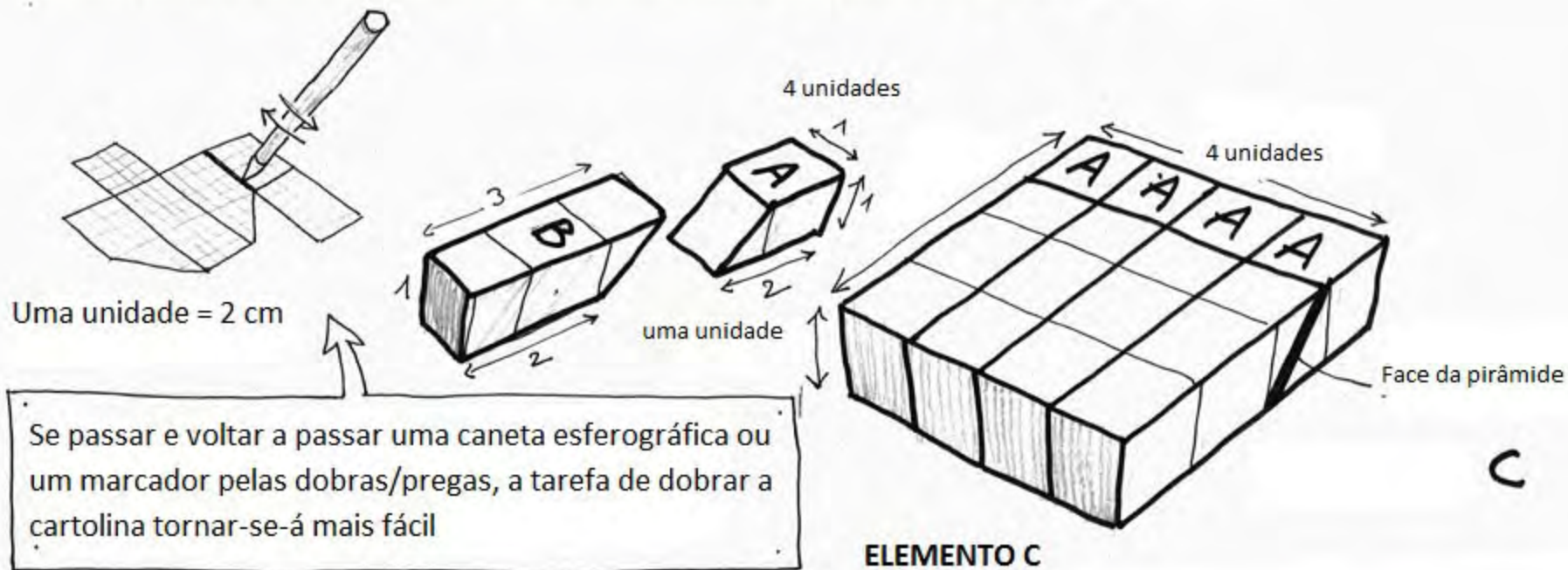
Vai portanto constituir ___ blocos de tipo **A** e ___ blocos de tipo **B**. (*)

É um pouco fastidioso, não haja dúvida. Mas a boa compreensão tem o seu preço.



(*) Caso opte pela marcenaria, corte isto em lamelas de 2 cm X 2 cm

Este comprimento de 2 cm que é meramente ilustrativo, representa a unidade U



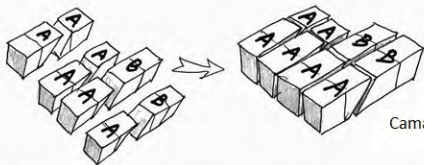
Colando 4 elementos de tipo **A** e quatro elementos de tipo **B**, obterá o conjunto **C**, que representará a plataforma de ângulo sobre a qual monólitos, com 20 a 60 toneladas cada (52 no total na pirâmide de Quéops) poderão efectuar uma viragem de 90°, sobre uma cama de argila húmida, uma técnica mencionada no baixo-relevo onde se vê 172 rebocadores puxarem a estátua de Djehutihotep. Ver página 29.

Se duvidar da eficácia desta técnica, experimente deitar líquido de lavar a loiça sobre a tijoleira da sua casa de banho. Depois, tente atravessar essa divisão sem escorregar!

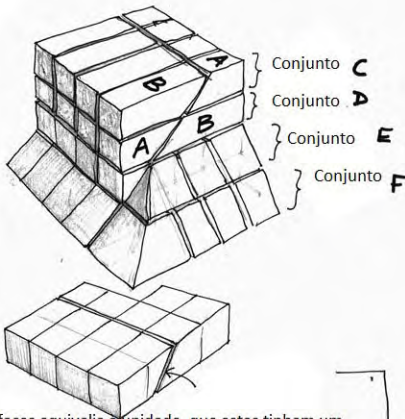


A **PEÇA DE ÂNGULO** é composta por quatro camadas/extractos de pedras previamente cortado(a)s.

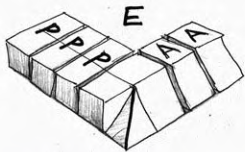
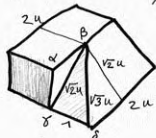
Abaixo, segue-se a explicação de como constituir a camada seguinte, a camada **D**, sempre a partir do stock de blocos padronizados **A** e **B**.



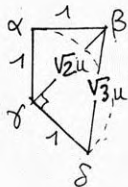
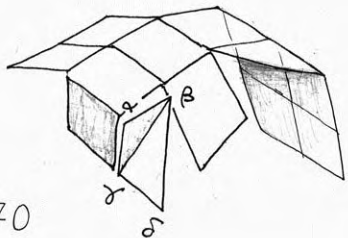
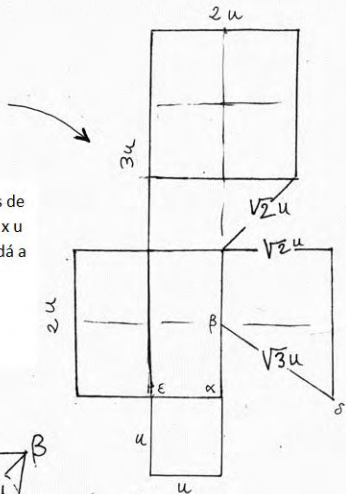
Camada **D**



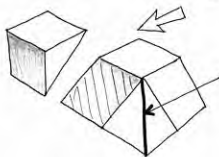
Em tudo aquilo que se segue, vamos supor que o declive das faces equivalia a unidade, que estas tinham um ângulo de 45° com a horizontal. Posto isto, as pirâmides apresentam faces mais inclinadas. O declive da de Quéops é $14/11$, o que corresponde a um ângulo de $51^\circ 30' 34''$. Os puristas poderão introduzir este dado, substituindo o valor unidade U para as malhas/malhagens horizontais por $11/14 U = 0,7857 U$



O conjunto **E** é formado por dois blocos de tipo **A**, três paralelepípedo **P** de lados $u \times u \times 2u$ e um bloco cujo recorte ilustrado dá a forma



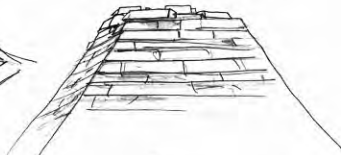
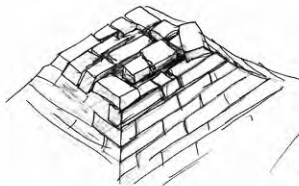
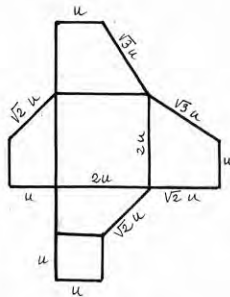
O recorte desta peça E fornece o único resíduo identificável, na estação arqueológica: um novo **BLOCO TRIANGULAR**

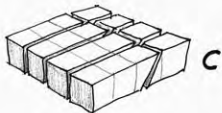


A última camada F é constituída por 7 blocos de tipo A e por um bloco cuja forma corresponde ao recorte ilustrado ao lado. Todos são parte integrante do revestimento.

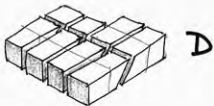


Encontram-se associações desses blocos no resto da parte somital da pirâmide de Quéfren:

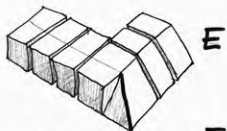
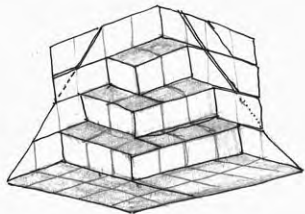
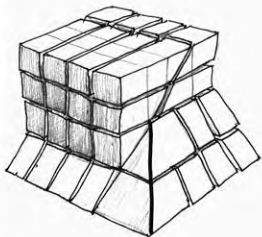




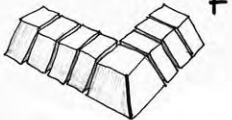
C



D



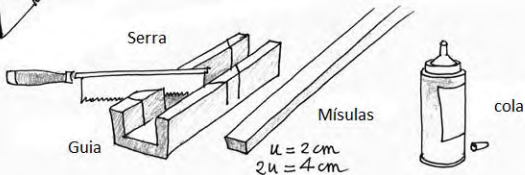
E



F

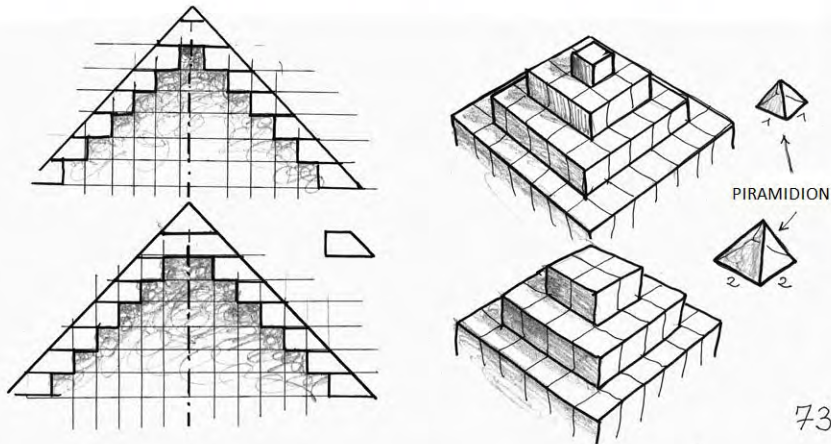
Para perceber melhor como são situados esses blocos de ângulo sobre as fiadas, é fundamental construir uma maquete. E, no caso das fiadas, é mais fácil fazê-las com madeira

Ora aqui está o material necessário



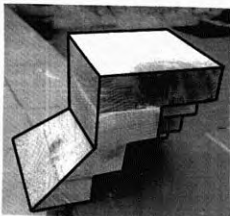
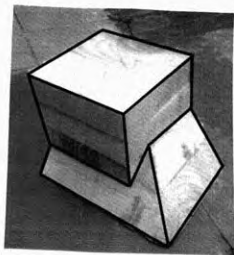
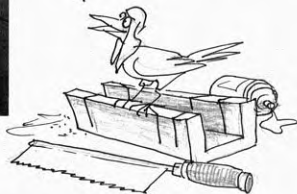
Vamos supor que dispõe agora de vários **BLOCOS ANGULARES** deste tipo. Vamos ver então como se comportam, de um alicerce para outro, ao constituir o suporte sólido de um caminho de subida, de uma **RAMPA HELICOIDAL DE PEDRA**. Para esse efeito, teremos de criar as fiadas.

Existem duas geometrias de fiadas possíveis, conforme ilustram os desenhos que se seguem. Os flancos são idênticos. As pirâmides diferem apenas pelo agenciamento destes últimos elementos das suas partes somitais.



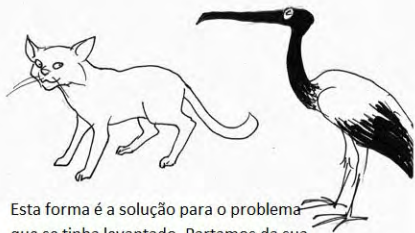
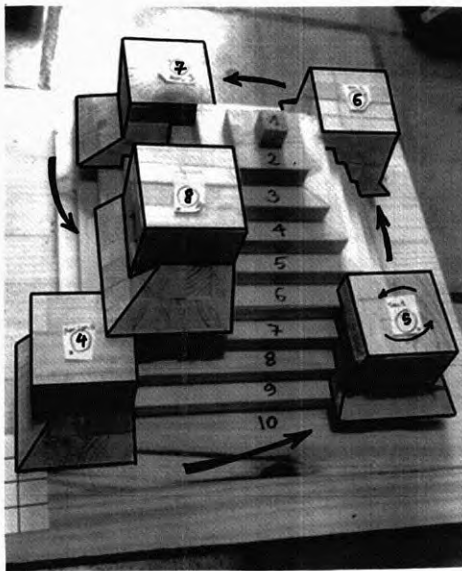


Ora aqui temos uma maquete com algumas fiadas, realizada com mísulas de 2 cm X 4 cm, uma serra e cola



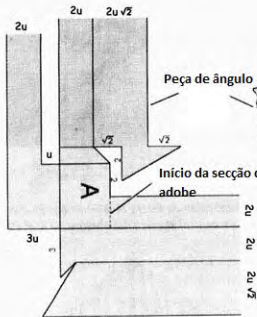
E peças de ângulo realizadas em madeira





Esta forma é a solução para o problema que se tinha levantado. Partamos da sua posição 4, envolvendo as fiadas. Fazemo-la deslizar pelas fiadas. No ângulo a seguir submetemo-la a uma rotação de $+90^\circ$ bem como uma translação vertical igual à altura de um alicerce (posição 5). Volta-se a editar a operação em 6, 7 e 8. A peça virá então posicionar-se apoiada na 4, tal como indicado. Por meio deste esquema **RECURSIVO** obtemos o algoritmo de manipulação da rampa (*)

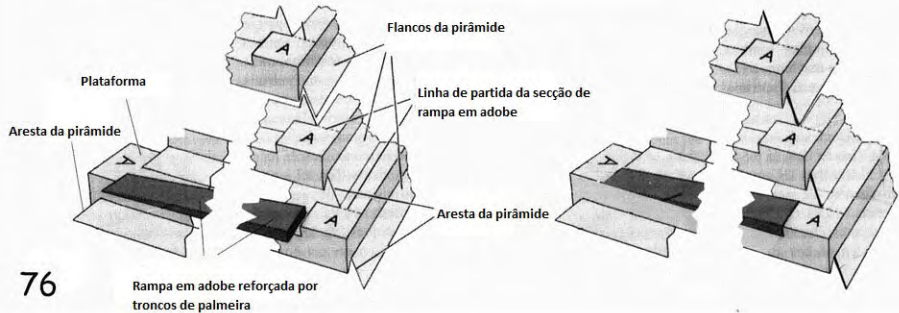
(*) a **RECURSIVIDADE** é um conceito matemático que só aparecerá mais tarde, no século XIX

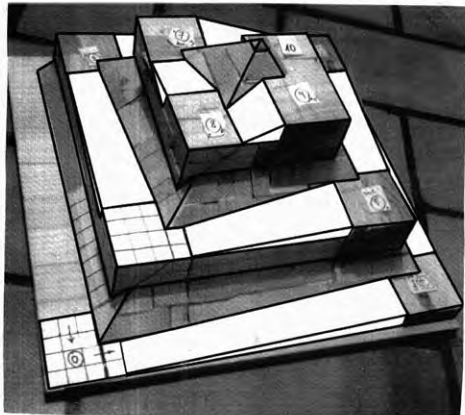
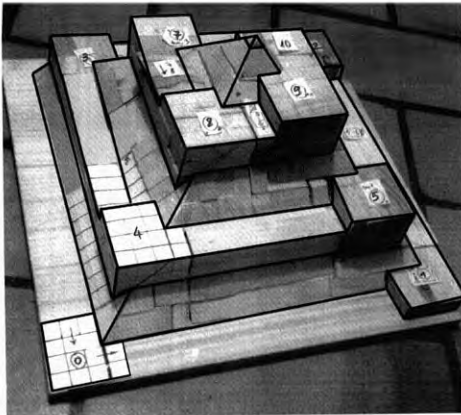


Peça de ângulo

Início da secção da rampa em adobe

Este recorte permite compreender como se sobrepõem as peças de ângulo, materializando a aresta da pirâmide

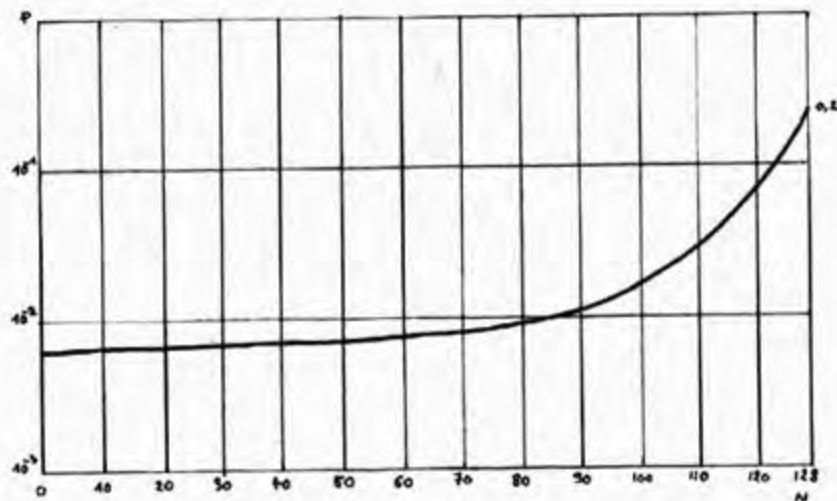
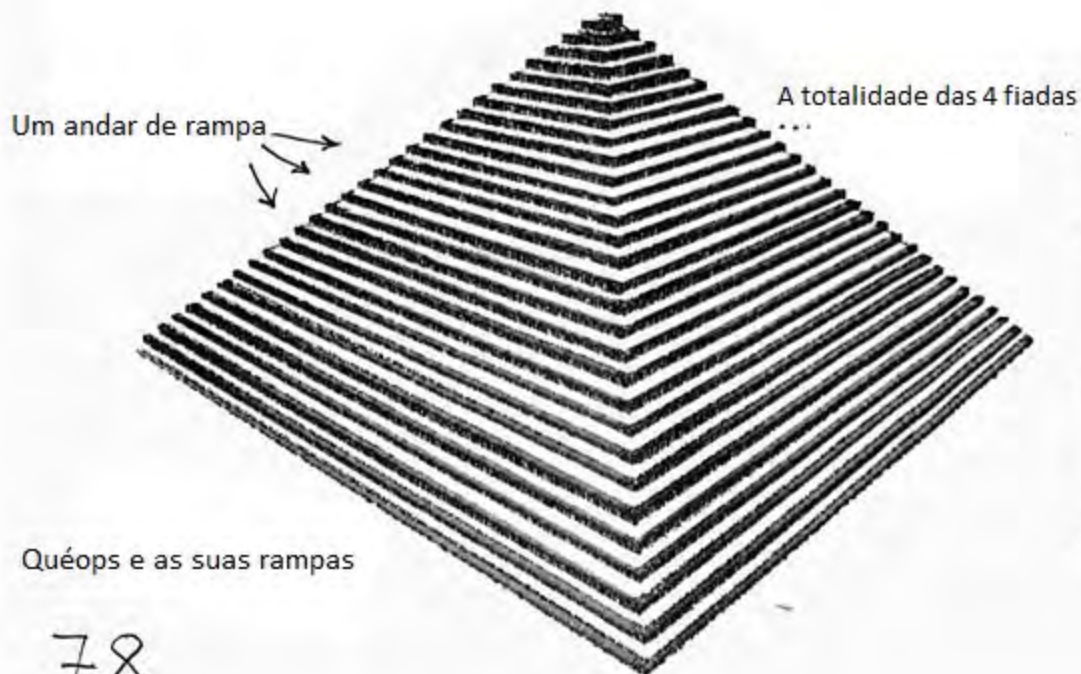




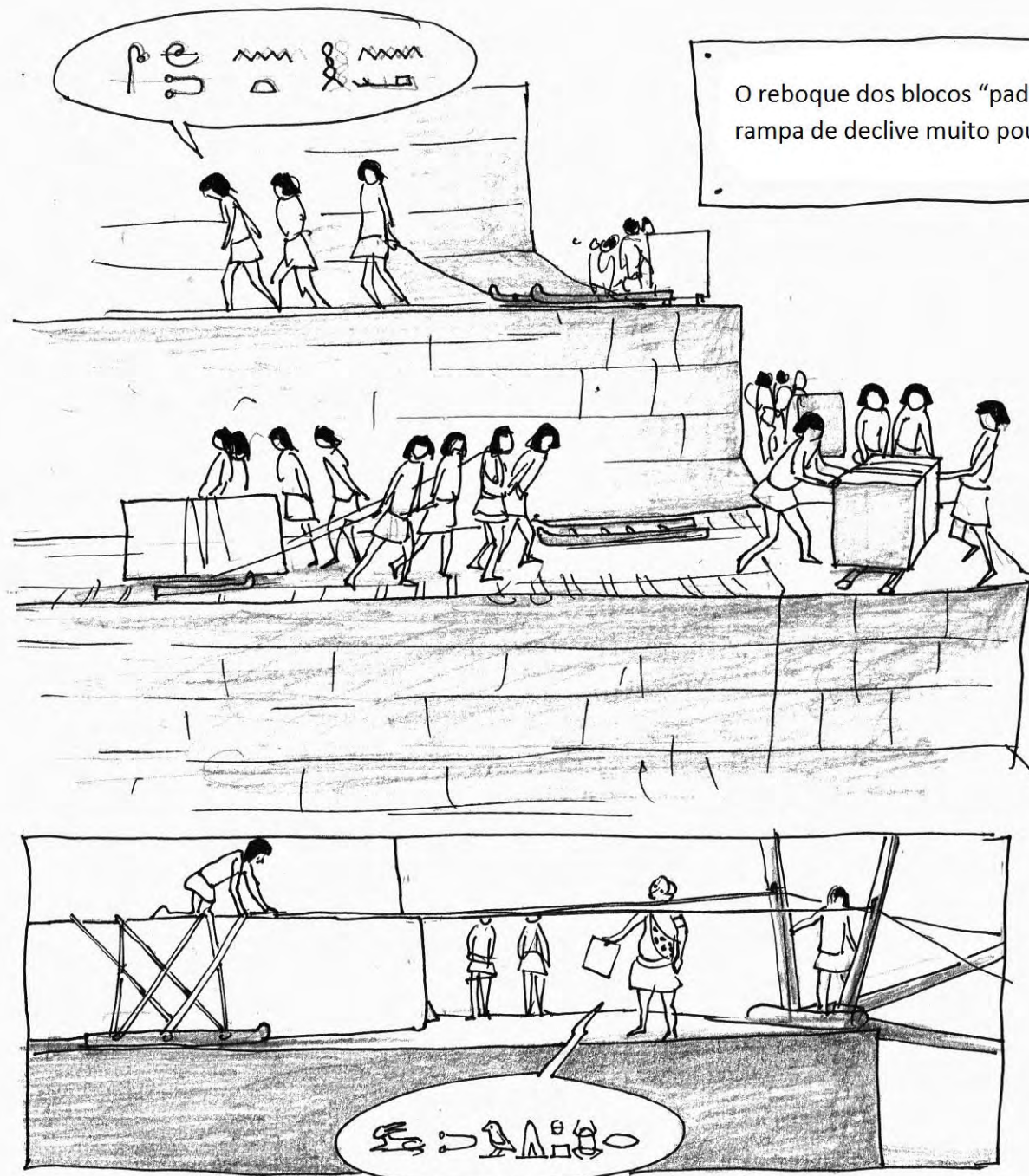
É fácil completar a disposição dos **BLOCOS DE ÂNGULO** 4 a 10 com blocos de tipo A e B e paralelepípedos de costas (u, u, 2u). É o que foi feito na ilustração da esquerda. Na da direita, indicadas a branco, juntou-se os planos inclinados de adobe reforçados por troncos de palmeira. Para compreender melhor esta geometria sofisticada, confrontar o ANEXO A. que descreve todas as etapas do processo de montagem desta maquete e da respectiva desmontagem, deixando à vista a pirâmide e o seu **REVESTIMENTO**.



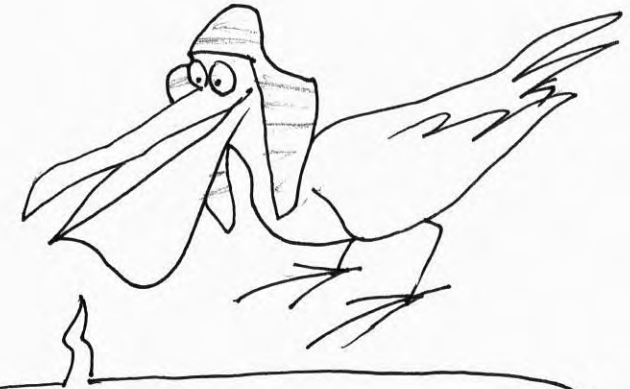
Bem, vamos lá recapitular: temos um sistema de encaminhamento dos componentes das pirâmides por intermédio de uma rampa de pedra, estreita, mas suficientemente larga para permitir um duplo fluxo de operários, a rebocar blocos que pesam uma a duas toneladas e meia, presas em carrinhos que deslizam em pistas de argila húmida, ou a descerem os carrinhos vazios. Nos 4/5º da altura, o declive da rampa é inferior a 1%, daí que a força de reboque consiste essencialmente em vencer a fricção, podendo ser executada por alguns homens. Nos ângulos, a rotação de 90º destes “blocos padronizados” é garantida por ripagem. Esta rampa, que totaliza cerca de 30 voltas, vê o seu declive aumentar abruptamente nas últimas voltas, na parte somital. O encaminhamento completo apresenta, no caso da pirâmide de Quéops, 13 quilómetros.



Evolução do declive da rampa



O reboque dos blocos “padronizados” em cima de uma rampa de declive muito pouco acentuado



Quando o programa implica dispor 52 monólitos de granito, muda-se de técnica. Recorre-se às máquinas, graças às quais dois grupos de 6 homens podem criar forças de tracção alternadas de 400 a 1200 quilos.

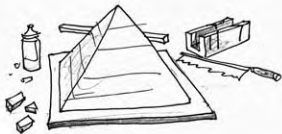
FLUÊNCIA E SISMICIDADE

Bem, mas ao que parece, o problema crucial da elevação das cargas e do ritmo da subida destas foi contornado. Mas, com isto tudo, fazemos o quê e de que maneira?

Já ouviste falar destas coisas lá na tua terra?

O conceptor de uma pirâmide depara-se com dois problemas. O primeiro prende-se com a MECÂNICA DOS SOLOS através da FLUÊNCIA. O segundo, com a SISMICIDADE.

Não... e, no entanto, estamos na vanguarda, não percebo...



A pirâmide de Quéops mede qualquer coisa como 2500.000 metros cúbicos. Com um volume médio de blocos de um metro cúbico, estamos a falar de algo como dois milhões e quinhentos mil blocos, não é?



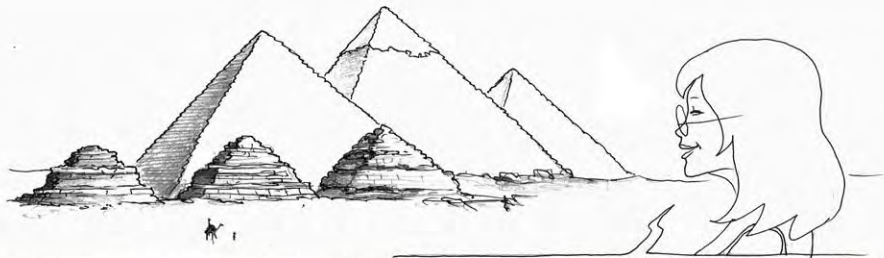
A descoberta no século XIX dos **TEXTOS DAS PIRÂMIDES** dá a estas e ao respectivo **COMPLEXO FUNERÁRIO** uma natureza de maquinarias metafísicas, de uma temática complexa. Este aspecto das coisas incitou os egiptólogos a tentarem decifrar as estruturas num prisma **SIMBÓLICO**. Posto isto, a menção “de uma escada que permite ao faraó ganhar o céu” pode levar a crer que esta ideia esteve na origem das **PIRÂMIDES DE DEGRAUS**.

Será que a arquitectura das pirâmides representa uma tradução “a frio” de uma temática religiosa?



Ou, antes pelo contrário, será que esses textos religiosos não representam uma forma de codificação de soluções impostas por imperativos técnicos?



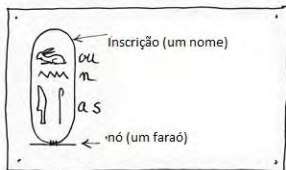


As estruturas de degraus estão omnipresentes debaixo das pirâmides, por exemplo sobre as três pirâmides satélites da de Mykerinos (visível em pano de fundo). Parece razoável achar-se que esses degraus poderiam existir igualmente nas superfícies actuais das pirâmides de Gizeh, menos degradadas, resultante da pilhagem sistemática praticada ao longo da história antiga egípcia. Ao ponto de pormos a hipótese se a mais antiga das pirâmides, a de Sakkarah, construída por **IMOTHEP** para o faraó **DJOZER** não terá sido uma **PIRÂMIDE LISA** vítima do jogo de **PICA-CALHAU**, que terá feito aparecer os seus degraus subjacentes



Sacará, por volta do ano 2600 a. C.

Nas cerca de 60 pirâmides que se podem contar no Egito, a maior parte, embora as respectivas estruturas subterrâneas sejam bastante ricas, apresenta um aspecto exterior em bastante mau estado de conservação devido à pilhagem que teve lugar na época faraónica. Segue-se a ilustração da pirâmide do faraó Unas (2320 a. C.) em cujas paredes interiores (ver página 15) se encontram os **TEXTOS DAS PIRÂMIDES**.



Como se explica que as pirâmides de Gizé tenham sobrevivido a essa pilhagem?



(*) o calcário é uma rocha sedimentar



Sacará = restos da pirâmide de Unas

Altura: 45 metros originalmente. 11 metros hoje em dia.

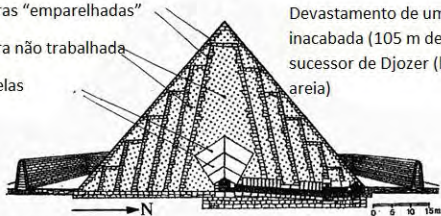
O revestimento, à base de calcário fino, desapareceu praticamente todo, à excepção do topo da pirâmide de Quefren. Mas o resto, oriundo de pedreiras cavas na plataforma, repleto de búzios, tinham uma qualidade que deixava muito a desejar (*)

O facto de certas pirâmides deixarem transparecer a sua estrutura interna indica que se mesclavam muros sobreelevados, “bonecas russas” e pedras não trabalhadas, levando a que alguns egiptólogos, por volta de 1900, como o Alemão Borchardt, a imaginarem o seguinte esquema:



Pedras “emparelhadas”
Pedra não trabalhada
aduelas

Devastamento de um dos ângulos da pirâmide inacabada (105 m de lado) (*) de Sekhemkhet, sucessor de Djozer (hoje novamente recoberta de areia)

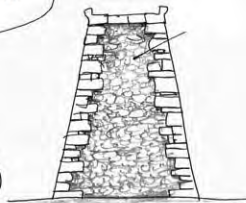


cutre da pirâmide de Sahuré (segundo Borchardt)

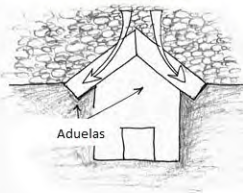
Antes da degradação: 4 metros. Hoje, 36 metros.

com a **SOBREELEVAÇÃO**
para a estabilidade

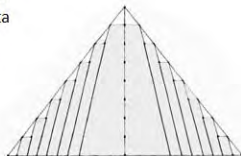
Mesma reutilização deste
“recém-chegado” para os
pilones dos templos



Tal como com a pirâmide de Unas, o desejo de situar a câmara “sepulcral” fora do nível do solo, mais no coração da pirâmide, leva os arquitectos a recorrerem às aduelas para redistribuir lateralmente as enormes forças de compressão criadas pela massa situada acima. Um sistema bastante eficaz em caso de sismos e que se acomoda perfeitamente à disposição “a granel” do que se encontra por cima.



Mas o desejo de posicionar a câmara mais alto levou a colocar a hipótese de que esta pudesse assentar num pilar central, acabando por resultar no modelos dos:



Degraus adossados

Muitos especialistas e peritos persistem com a ideia de que os projectistas das pirâmides do Antigo Império Egípcio (2700 a 2200 a. C.) procediam por **EMPIRISMO**. Resolvidos a criarem estruturas perenes e conscientes da enorme importância da **SISMICIDADE**, sabiam, antes pelo contrário, no que se estavam a meter, colocando em jogo soluções tão sofisticadas como originais e engenhosas, em todos os aspectos.

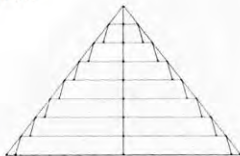
Mas seguramente nenhum deles terá previsto que a sobrevivência de uma pirâmide dependeria essencialmente da escolha de uma pedra de qualidade bastante medíocre



Mas a ideia de Borchardt não tivera continuação e, com o passar tempo, sem quaisquer justificações e em contradição com as observações feitas no terreno, viera o paradigma segundo o qual as pirâmides de degraus, que eram inspiradas nas mastabas que lhe eram anteriores, eram **EMPILHAMENTOS DE MASTABAS**



mastaba

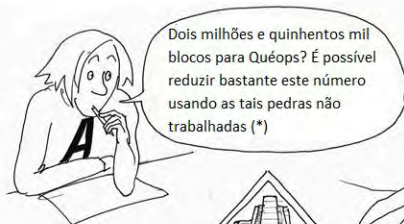


Degraus sobrepostos



Camada em acreção com forte sobre-elevação

Pirâmide de Djezer



Bate certo com o que vi no meu sonho (página 45), esses quadrados concêntricos são feitos de pedras provenientes das pedreiras de Gizé, cujas faces horizontais aderem totalmente umas às outras, o que permite, tendo em conta a forte fricção, contrariar a tendência de a massa se espalhar. Basta desviar as pedras na direcção do eixo em cada nova cama

O problema é que as tuas pedras não trabalhadas vão acabar por se enterrar. Adeus estabilidade!

Isso não acontece se derretermos, de forma gradual, **GESSO** para colmatar os espaços vazios, tornando assim esse meio não homogéneo **INCOMPRESSÍVEL**

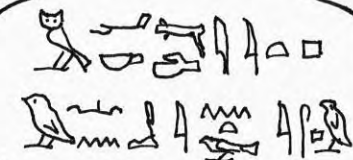
Estou-me a lembrar agora de uma coisa. É comum achar-se que era inicialmente previsto a pirâmide romboidal contar com um declive de mais de 50 graus. O problema é que a estrutura se tornaria instável.

Os padres-arquitectos terão optado por reduzir esse mesmo declive para 42 graus, daí essa forma geométrica invulgar



Mas outra ideia leva a crer que esta pirâmide, uma vez concluída, teria dado origem a uma pilhagem, acabando por afectar as primeiras fiadas

E a sua actual forma resultaria de uma reparação ao assentar pedras de sustentação em cima da fiada oblíqua à vista



Sem este desmantelamento seguido de uma remodelação, acabaria por se tornar a cópia da pirâmide vermelha (plano de fundo)

87 bis

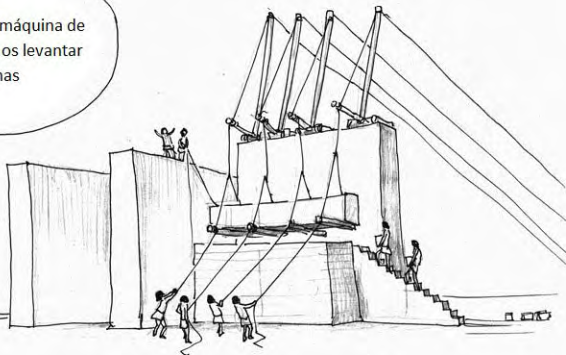
Aquilo que é possível fazer, faz-se de imediato. Quanto ao que é impossível, pede-se um prazo.



Erguer monólitos não resolve tudo. Como os manipularias, sabichão do meu coração?



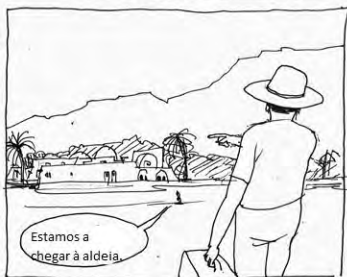
Recorreria à máquina de tracção para os levantar e usaria cunhas







De faluca é mais romântico





O objecto que descreve o Anselmo, na sua máquina, e que evita o desgaste das cordas, existe na realidade. Feito de basalto, foi descoberto em 1932 em Gizé, perto das ruínas da pirâmide da rainha Khentkaues, por Selim Hassan.



Estive a dar uma vista de olhos aos apontamentos que vocês me enviaram

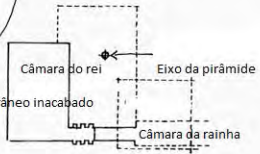
Sim, averiguámos a informação. Excepto o pormenor das câmaras subterrâneas. Em todas as pirâmides ficam sempre fora do eixo.

A rampa de pedra: bem pensado. E ponderam a hipótese de um pilar central. Mas expliquem-me lá como procedem com a disposição das câmaras da pirâmide de Quéops?



Quéops

Central subterrâneo inacabado





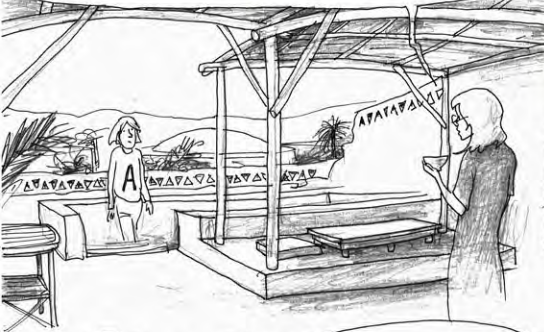
Os blocos triangulares? Mais depressa os imagino como resíduos de serragens efectuadas pelos saqueadores, no solo. Mas essa é só a minha opinião. Seria mais simples ponderar recorrer a um reboco com prejuízo/por excesso, em cima. Quanto aos “blocos recuados”, optaria por uma degradação. A pedra não é tão estável nem tão homogénea quanto julgam. Blocos previamente cortados, tudo bem, mas cujas bossagens terão de ser eliminadas aquando do acabamento

Quanto aos argumentos fundados na falta de adobe, convém saber que, contrariamente à pedra não trabalhado, é um material reutilizável. Temos essa experiência aqui em Carnaque.

Não tenho a menor dúvida.

Se há alguém que percebe de pedras és tu, daí termos vindo ter ao teu encontro.

O António vai levar-nos amanhã até ao seu estaleiro.
Diz ele que tem uma coisa gira para nos mostrar.



No que diz respeito à serragem das juntas (página 57), a ideia antiga, mencionada a partir do século XIX por Petrie et Choisy: para perceber mais do assunto, quis fazer a experiência com blocos de arenito



O arenito é uma rocha que resulta da aglomeração de 80% de grãos de silício com cimento calcário. Contém portanto o seu próprio abrasivo .

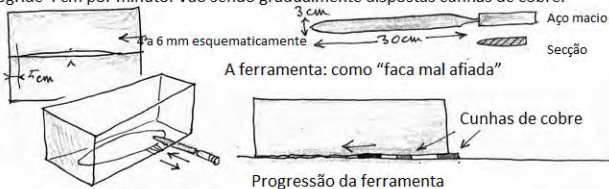


Em todas as épocas, inclusive no Antigo Império, constata-se que as pedras de todos os tamanhos e feitios estão unidas de tal forma que nem sequer a lâmina de uma gilete conseguiria passar pelas respectivas juntas. Como se não bastasse, as juntas são sinuosas. Desde o século XIX, egiptólogos são da opinião que essas juntas terão sido “trabalhadas”. O António concentrou a sua atenção em edifícios relativamente recentes (época ptolemaica (*)), de arenito. O exame revelou vestígios de instrumentos (raspador de juntas). As pedras visíveis não eram trabalhadas em toda a sua superfície de contacto, unicamente os contornos, uns 3 a 5 cm de profundidade, se tanto. O resto da face era desbastado. Cria-se nas duas faces visíveis concavidades de 3 a 4 mm.

Prossegue-se então à raspagem da junta. Nas partes acinzentadas as partículas de silício soltam-se e fornecem uma abrasão pretendida. A ferramenta progride 4 cm por minuto. Vão sendo gradualmente dispostas cunhas de cobre.

Quando é dada a volta, removem-se as cunhas e a vedação das juntas fica então perfeita. Por meio de um canal criado para o efeito, coloca-se portanto pasta de gesso (gesso mais água) no espaço intersticial.

O contacto entre os dois blocos é simultaneamente contínuo e total em toda a superfície dos mesmos.

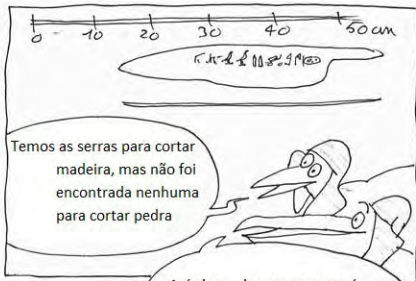


Uma sinuosidade final de poucos milímetros é quanto basta para garantir a cunhagem dos blocos



Estou a ver que usaste aço eléctrico

A ideia era reconstituir aquilo que se fazia naquela altura



Temos as serras para cortar madeira, mas não foi encontrada nenhuma para cortar pedra

A única coisa que temos é meia-dúzia de simulacros de cobre mole, achados nos tumultos



Não há só esse cobre macio por ser puro. Os metais puros apresentam sempre qualidades mecânicas inferiores às das ligas correspondentes.

Os Egípcios tinham cobre de arsénico, cujas qualidades mecânicas se assemelham às do bronze

Serras de dentes feitos à base deste cobre podem ser utilizadas para cortar pedras consideradas macias, entre as quais o calcário





No caso das pedras duras como o granito, há as serras sem dentes, cujo cobre produz um pó abrasivo



Sabe-se que os Egípcios cavavam os buracos das cavilhas com tubos de cobre e abrasivo



Este tubo é uma serra enrolada

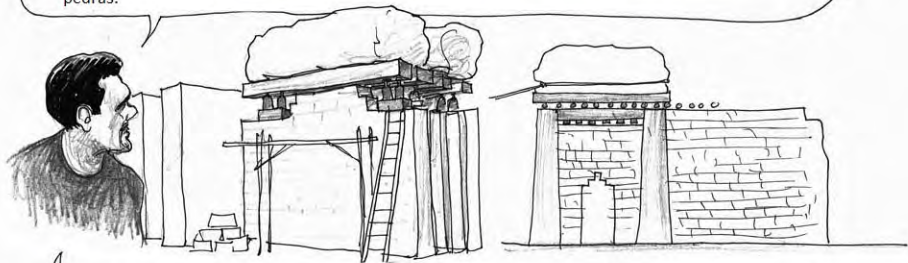
Vou mostrar-vos uma coisa engraçada. Como devem saber, em Carnaque, estamos constantemente, há já algum tempo para cá, a subir montes de coisas. Estão a ver aqueles blocos que formam o tecto desta capela de Toutmosis III, faraó em 1450 a. C.

Pesam ambos setenta e duas toneladas cada. Ora, muito bem, subimo-los.


Com uma grua?



A nossa grua, em Carnaque, tem uma capacidade de elevação máxima de 23 toneladas. Gosto de desafios. Quis saber se podia negociar isso com simples cilindros hidráulicos, vigas de madeira e pedras.



Jogámos com a alternância de levantamento através de macacos hidráulicos, do uso de cunhas de madeira e o acompanhamento e o acompanhamento em repouso num muro de pedra, erguido gradualmente. Quando o bloco se encontrava a 4.25 metros de altura, fizemo-lo deslizar em cima de rolos. Depois, sempre com cilindros hidráulicos, descemo-lo para cima das suas fiadas e, no fim, desmontámos toda a alvenaria de apoio

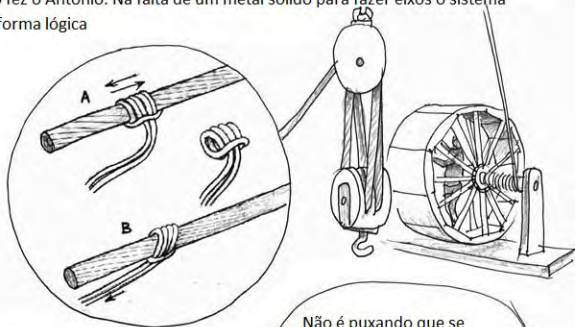


Sim senhor! Mas Tutmés III fez o mesmo sem cilindros hidráulicos

Humm...
rampa em adobe, cordas
e mão-de-obra



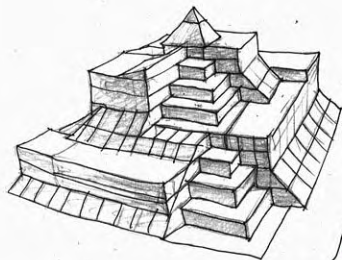
Os Gregos e os Romanos dispunham de todo o tipo de máquina. Atribui-se a invenção do bloco de polias a Arquimedes. O que se sabe das máquinas dos antigos Egípcios? Apenas se conservaram raras espécies de ferramentas que utilizavam para trabalhar a pedra. Finalmente, para cargas pesadas há duas soluções: agir continuamente, desmultiplicando a força, ou por sequências, como fez o António. Na falta de um metal sólido para fazer eixos o sistema das cordas com nós de autobloqueio impõe-se de forma lógica



É o que os alpinistas usam

Não é puxando que se consegue deslizar os nós: antes disso, a corda quebra





O vosso modelo tem a sua graça.

Dá um puzzle bastante giro. Mas falta qualquer coisa. As pedras das pirâmides estão longe de serem regulares. As fiadas sucessivas têm alturas podendo variar num factor de um a três. Isso depende da espessura do filão de onde forem extraídas.

Vão precisar de um sistema preciso de detecção das posições dos blocos.

Façam boa viagem de regresso!

Ouve uma coisa... estava aqui a pensar naquilo que nos disse o António acerca do problema de detecção dos blocos. Será que uma voltinha até a uma vida anterior...

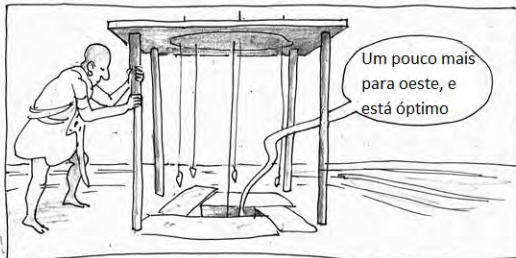
Importas-te de parar com os disparates?

Eu referia-me em termos de egiptologia...

Vejam só quem está de regresso ao Cairo! Ainda bem, pois deixaram aqui uma coisa quando se foram embora.







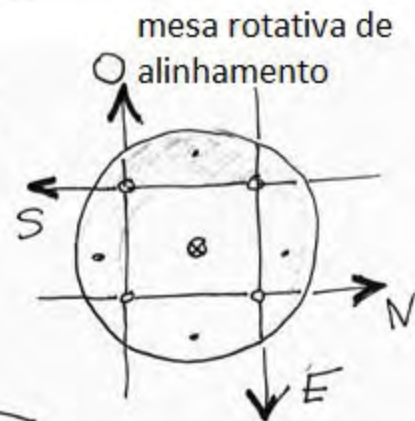
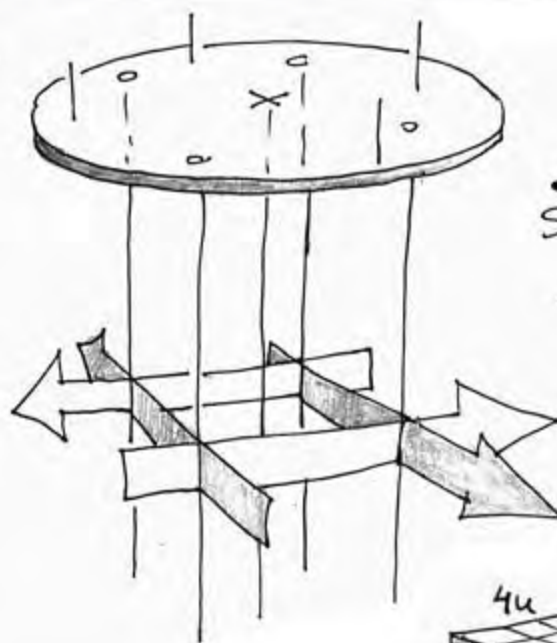
É assim que se obtém o eixo da pirâmide, apontando para uma marca disposta no painel rochoso

(*) o recurso a este sistema de detecção (fio de chumbo + mesa de orientação) foi conjecturado pelo egiptólogo Georges Goyon

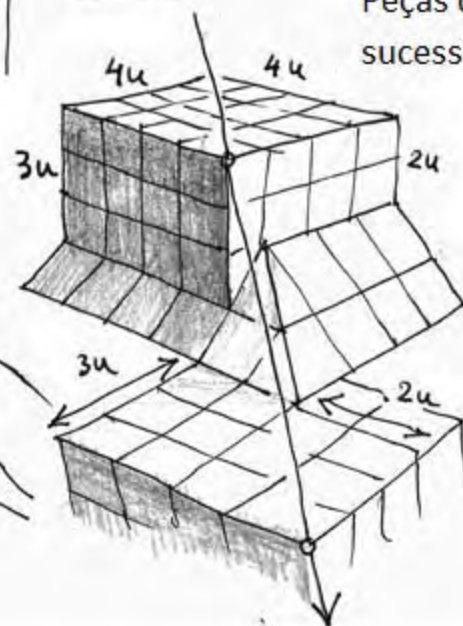
Depois, usam-se fios providos de pesos, solidários da mesa rotativa, os quais são dispostos de modo a que, aos pares, apontem com uma enorme precisão em direcção aos quatro pontos cardeais N-S-E-O



Mas essas direcções de pontaria não passam pelo eixo da pirâmide?!



Peças de ângulo sucessivas



Ainda que as fiadas apresentem alguma irregularidade, se forem posicionados os blocos de ângulos de forma regular, então torna-se possível fazer marcações, se se conseguir situar com precisão a posição dos cantos dos blocos no espaço

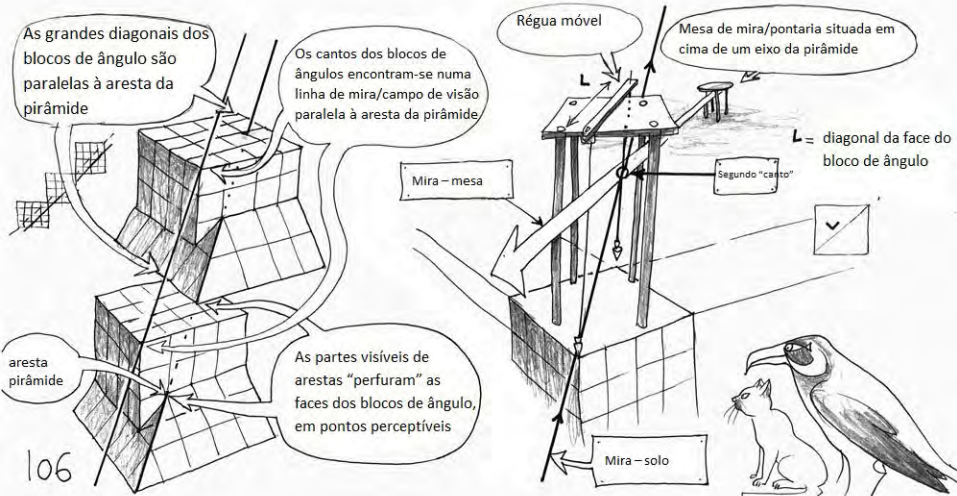
Efectivamente, a partir do momento em que se sabe com precisão a posição do canto da plataforma, usa-se a mesma para posicionar a aresta, sucessivamente

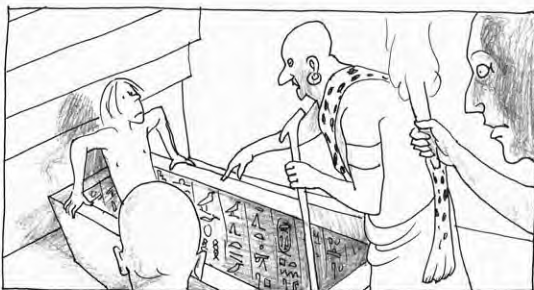
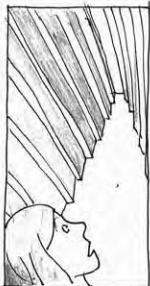
O objectivo é que, à medida que se for avançando com a obra, se consiga situar esses cantos com uma precisão centimétrica relativamente ao solo e não uns em relação aos outros, caso contrário, os erros acabariam por vir uns atrás dos outros

A direcção de pontaria passa pelos cantos das plataformas sucessivas

Isso dá UMA direcção de pontaria, mas são necessárias outras

A mesa de pontaria permite localizar com uma precisão sem igual qualquer ponto que supostamente pertence ao plano que contém os cantos dos blocos de ângulos, se estes estiverem alinhados e equidistantes. As diagonais das faces superiores dos blocos de ângulo são paralelas à projecção das arestas nas faces e as grandes diagonais dos paralelepípedos - bloco de ângulos são paralelas às arestas da pirâmide





Se quiseres continuar vivo,
vais ter de morrer



Voltaremos daqui a
24 babuínos



Anselmo, o que se passa? Para
começar, estás a falar a sozinho. Em
segundo lugar, estás sempre a
perguntar, aos gritos, "quanto valem
24 babuínos"?

Vou-te contar tudo

Estás a dizer que o tecto tinha a forma de um V invertido, com rupturas. Chama-se a isso **MÍSULAS**, que permitem encaixar uma forte massa de pedra que possa estar acima

Segundo me contas, isso poderia situar-se em Dashur, seja na pirâmide vermelha, seja na de Meidum

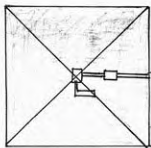


Estás a dizer que te iam meter dentro de um sarcófago de pedra para lá ficares durante... 24 babuínos

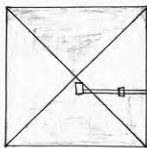


Tendo em conta a presença de sarcófagos nas pirâmides, há quem duvide que possam ser campas, visto que nunca foram encontrados restos que o pudessem comprovar. Talvez o sonho de Anselmo signifique que eram **LUGARES DE INICIAÇÃO**

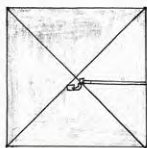
Sabes, Sofia, estou aqui a pensar em dois pormenores: ponto 1, se houver um poço axial nas pirâmides, isso poderia explicar a razão pela qual as câmaras, quando não são subterrâneas, se encontram todas fora do eixo



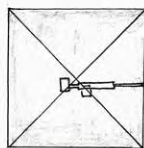
Miquerinos



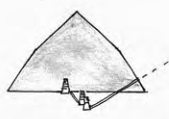
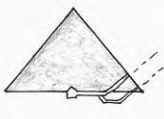
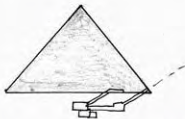
Quéfren



Romboidal

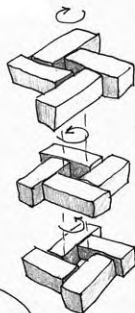
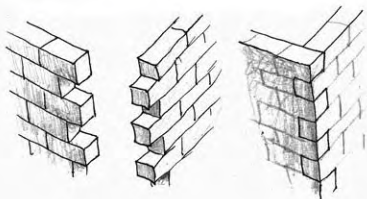


Quéops



(todos os "acessos para descer" e os "canais de ventilação" estão orientados, mais coisa menos coisa, de acordo com a mesma direcção e o mesmo ângulo, o que é cómodo para poder tirar partido da luz dos espelhos)

No ângulo de um muro cruzam-se as pedras para reforçar a robustez



Para garantir a robustez do poço e evitar que este possa ser obturado, tornado inutilizado em caso de sismo, o que seria catastrófico, as pedras deveriam ser dispostas tal como ilustrado.



Nesse caso, como se justifica esta disposição das pedras no topo da pirâmide de Quéops (*)

Tudo isto parece responder à crítica do António no que diz respeito à localização centimétrica dos blocos. Implica um acesso pela parte de baixo. Caso contrário, o mais provável é vir a faltar oxigénio à pessoa responsável por posicionar o fio de chumbo num instantinho.



O que é estranho é que as pirâmides de Quéops e de Quéfren apresentam, uma como a outra, aquilo que parece ser um acesso selado, à altura do montículo de pedra, de alguns metros, sobre o qual foram construídas





CONTINUA...

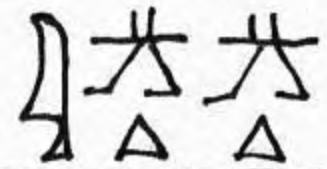
POST SCRIPTUM

Os templos eram cercados por um muro de contenção estruturado com uma chapa ondulada, para resistir melhor aos sismos.



Franck Monnier (*): Por que razão usar enormes monólitos nas construções dos templos ou das pirâmides? Para minimizar o volume dos detritos mais espaçosos

p. 9



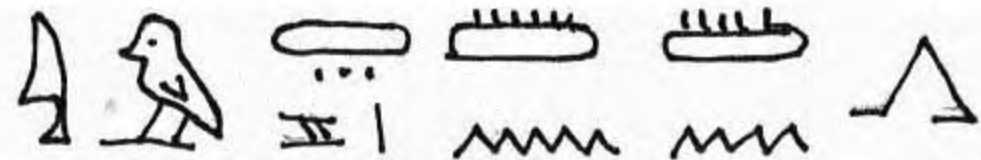
Vai-te embora!

p. 9



Toma cuidado!

p. 19



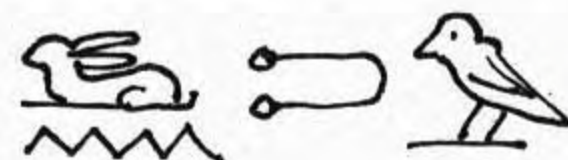
A Terra tremeu

p. 25



Um côvado equivale a 6 palmos

p. 29



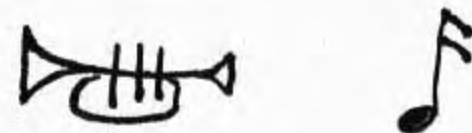
Despacha-te!



Puxa, camarada



Eu faço!



p. 30

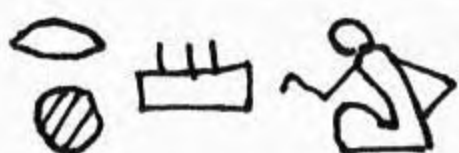


Puxa com força!



Cautela

p. 44



Consigo perceber

p. 47



Como é que regressaste?



Insolente!



Vou ter de aturar isto até ao final do dia?

P. 79



Arrasta, camarada!

P. 87 bis (1)



Não é mentira nenhuma, está ótimo.

P. 87 bis (2)



Repara neste terreno, é jeitoso.



pronome pessoal "Eu" negação determinativo das ideias abstractas não me apetece contar