

Silos e sua construção

AULA INAUGURAL DE 1948

dada pelo Professor Eng.º

ORLANDO CARNEIRO

INDICE

Definição e finalidades	4	Descrição dos diferentes tipos	
Classificação geral	4	projetados	19
Vantagens e inconvenientes .	5	Carga	31
Capacidade	6	Descarga	31
Condições de estabilidade ..	7	Silos grandes ou pequenos? .	33
Requisitos importantes	14	Localização	33
Partes essenciais do silo ...	15		

DEFINIÇÃO E FINALIDADES

Os silos são construções destinadas ao armazenamento e conservação de grãos secos, sementes, cereais e forragens verdes.

Como a primeira coisa a resolver é a escolha do tipo a ser construído, indicamos, logo abaixo, um quadro de classificação geral dos silos.

Essa escolha depende, naturalmente, dos recursos e importância da propriedade agrícola e da maior ou menor facilidade de obtenção dos materiais para a sua construção.

CLASSIFICAÇÃO GERAL

SILOS	Para cereais e sementes	Elevados ou aéreos	de alvenaria	de tijolos mista de concreto armado
			de madeira	parede simples parede dupla
			metálicos	
	Para forragens verdes	Subterrâneos	circulares	revestidos sem revestimento
			em trincheira	
		De encosta	em trincheira de alvenaria (tijolos ou concreto)	
	Medas-silos (1)			

(1) As medas de capim foram incluídas nesta classificação geral, mas não merecem a denominação de silo.

Os silos destinados exclusivamente para cereais e sementes são construções de vulto, em geral exigindo cálculos de resistência e cuidados especiais com a sua estrutura. Podem ser elevados ou subterrâneos.

Vamos nos ocupar, principalmente, dos silos destinados a forragens verdes.

E' verdade que estes, convenientemente reforçados, podem servir também para aquele fim.

Formas — Os silos elevados, quando destinados a forragem verde, teem a forma de tórre cilíndrica ou poligonal. Quando são empregados para armazenar grãos ou sementes, teem formas variadas. Os silos subterrâneos podem ser de secção circular ou de secção trapezoidal, quando em trincheira.

VANTAGENS E INCONVENIENTES

Os silos elevados são mais caros que os subterrâneos, mas apresentam sobre estes algumas vantagens: duração indefinida, principalmente quando de alvenaria; mais secos; descarga mais fácil. Quando de madeira ou metálicos a conservação é mais dispendiosa, pois necessitam de pinturas frequentes. A carga dos silos elevados é mais trabalhosa, porém a conservação da forragem melhor.

Os silos subterrâneos são construções simples e econômicas e se forem revestidos e bem impermeabilizados, podem durar muito, com bons resultados. A carga é mais cômoda, mas a descarga mais trabalhosa. Devem ser bem protegidos contra as águas de chuva, de preferência por meio de telhados.

Nestes silos perde-se quase sempre uma parte da forragem, devido a infiltrações da umidade, quando não são bem impermeabilizados e não cobertos.

Dos silos elevados os de madeira são os mais baratos, mas não são os mais duráveis, além de serem sujeitos a incêndio, ataque de ratos e de difícil impermeabilização, quando de parede simples.

Os melhores, incontestavelmente, sob todos os pontos de vista, são os silos elevados de alvenaria mista, tijolo reforçado com nervuras e cintas de concreto armado. São perfeitos, de custo relativamente baixo, resistentes e duráveis.

Uma vez escolhido o tipo a construir, passaremos ao cálculo da capacidade.

CAPACIDADE

Para sabermos quais as dimensões que devemos dar ao silo, de acordo com o número de cabeças e período em que os animais devem ser alimentados com a forragem ensilada, vamos admitir um consumo diário de 8 a 10 kg de forragem ensilada, em média, por cabeça de vaca leiteira, inclusive as perdas.

Para um período de 150 dias, teríamos 1200 a 1500kg de forragem.

Sendo de 600 a 700kg o peso de um metro cúbico de forragem, depois de ensilada e adensada, temos :

$$V = \frac{1200 \text{ a } 1500}{600 \text{ a } 700} \approx 2\text{m}^3, \text{ para } 150 \text{ dias.}$$

Para justificar a maneira de expor os resultados aproximadamente, basta lembrarmos que as forragens verdes conforme o seu acondicionamento ou adensamento, podem ter a sua densidade variando de 0,2 a mais de 1.

O importante é sabermos qual a aproximação que se deve aceitar para cada caso.

Vemos, portanto, que o volume do silo é proporcional ao número de cabeças e ao período de utilização da forragem ensilada.

Se for silo subterrâneo circular, ou elevado cilíndrico, temos :

$$V = \pi r^2 h, \text{ sendo } r \text{ o raio interno e } h \text{ a altura util.}$$

Se for subterrâneo em trincheira : $V = l_m h c$, sendo l a largura média, h a altura e c o comprimento.

A secção de um silo em trincheira é, comumente, trapezoidal.

No primeiro caso, escolhida uma das duas dimensões, a outra se deduz. Em geral a altura de um silo cilíndrico elevado é de 2,5 a 3 vezes o seu diâmetro. Nos subterrâneos circulares, a profundidade não deve ir além de 6,00m, variando de 3 a 5m o seu diâmetro.

Para os silos em trincheira, a largura média é de 2 a 3m e a altura vai até 3,00m.

Adotadas estas medidas, para estes tipos de silo, só nos resta calcular o seu comprimento c uma vez conhecido o volume V .

Exemplo : Para 60 cabeças, durante 150 dias, teríamos $V=120\text{m}^3$, de acordo com o que vimos atrás. Tratando-se de

silos cilíndrico, vem : $V=120\text{m}^3 = \pi r^2 h$; adotando-se $r=2,00\text{m}$,

$$\text{temos } h = \frac{V}{\pi r^2} = \frac{120}{\pi \times 4,00} = \frac{120}{12,56} \approx 10\text{m. Se o silo for em}$$

trincheira : $V = 120\text{m}^3 = l_m \times h \times c = 2,50 \times 3,00 \times c$, logo

$$c = \frac{V}{l_m \times h} = \frac{120}{2,50 \times 3,00} = \frac{120}{7,50} = 16\text{m.}$$

CONDIÇÕES DE ESTABILIDADE

Silos elevados

Em relação às outras construções, o que um silo elevado, cilíndrico, oferece de particular, quanto à estabilidade, são : pressão interna lateral, devida ao peso do material com que se carrega o silo, e a ação do vento.

Pressão interna lateral : Vejamos como calcular êsses esforços, como dispor os reforços respectivos convenientemente, e quais devem ser as dimensões dêstes.

Tenho a pretensão de indicar, aqui, um meio simples e fácil de reter de memória e de calcular essa pressão, que tende a abrir o silo segundo um plano vertical passando pelo centro (plano diametral).

Suponhamos, por um momento, que o silo é cheio com um líquido qualquer, água, por exemplo, passando a funcionar como reservatório.

Ora, a hidrostática nos ensina como obter o valor da força que tende a abrir o reservatório cilíndrico, (no nosso caso o silo) segundo esse plano diametral.

Como a zona perigosa é no fundo, consideremos um elemento dS da superfície lateral, na parte mais baixa, de 1cm de altura e largura variável. Desenho n.1.

A pressão p sobre esse elemento é normal à superfície e tem para valor o peso de uma coluna líquida, cujo volume tem para base o elemento dS , no ponto M e para altura a distância do centro de gravidade do elemento de secção considerado, até a superfície livre do líquido.

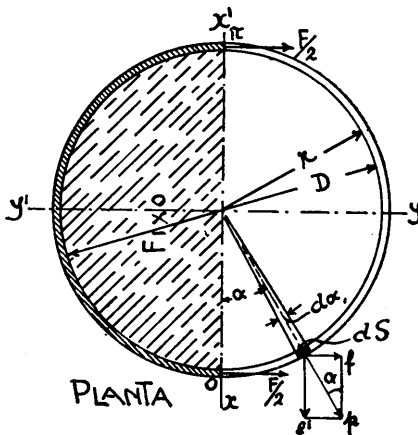
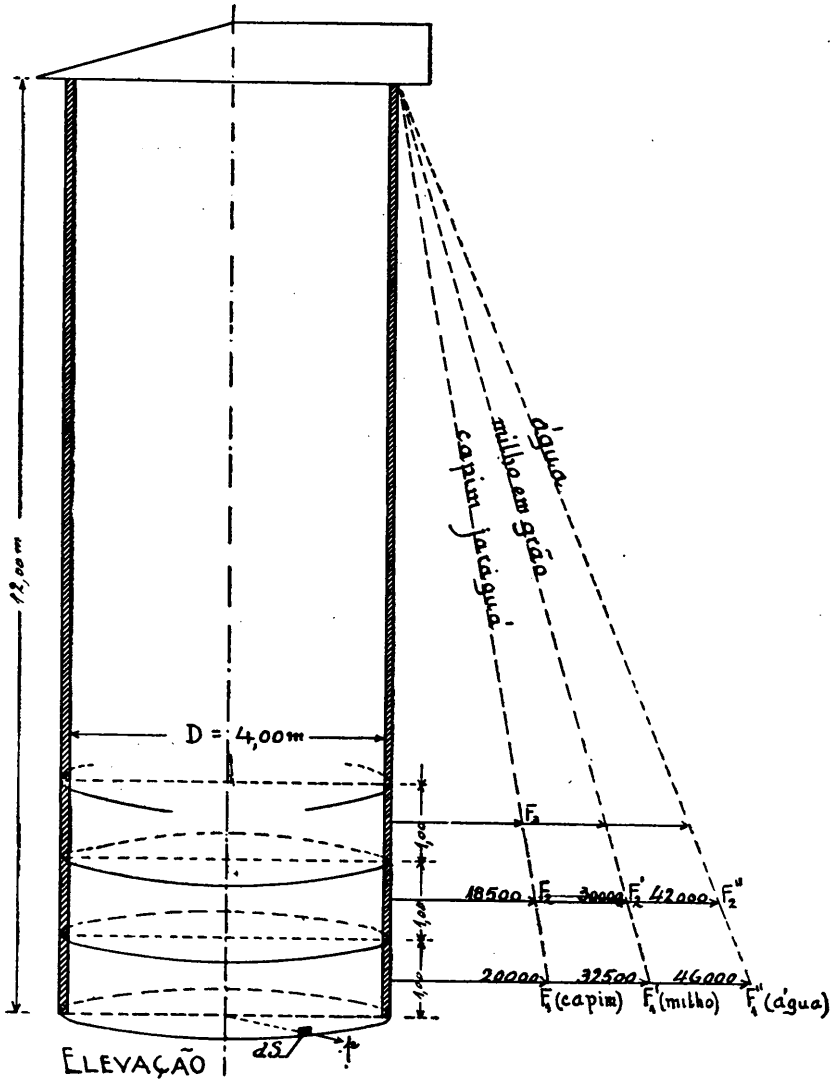
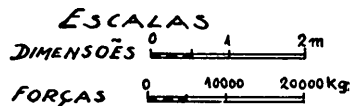


DIAGRAMA DAS PRESSÕES LATERAIS INTERNAS



Desenho n.º 1

A força F , que procuramos, é, evidentemente, uma função do ângulo a

$$F = \int_0^{\pi} f \, dS; \text{ ora } f = p \, \text{sen } a \text{ e } dS = r \, da, \text{ para 1cm de altura.}$$

$$\text{Então } F = \int_0^{\pi} p \, r \, \text{sen } a \, da = p \, r \int_0^{\pi} \text{sen } a \, da, \text{ ou}$$

$$F = p \, r \left[-\cos \right]_0^{\pi} = p \, r \left[-(-1) - (-1) \right] = 2 \, p \, r = pD$$

Supõe-se que uma metade é fixa e a outra tende a separar-se.

Exemplifiquemos para o caso da água; sendo, $H = 12,00\text{m}$, $D = 4,00\text{m}$ e $dS = 1\text{cm}^2$, vem:

$p = 0,01 \times 0,01 \times 12,00 \times 1000 = 1,2\text{kg/cm}^2$, no fundo do reservatório (ou silo), e normal ao elemento considerado; então, $F = 1,20 \times 400 = 480\text{kg}$ para uma faixa de 1cm de altura, no fundo.

Para o cálculo da espessura da parede ou dos reforços vamos supor o reservatório, ou silo, dividido em faixas horizontais de 1,00m de alto, por exemplo. Para termos o valor da força F , em cada uma dessas faixas, tomamos, como altura, a altura média de cada uma das faixas, e calculamos os respectivos valores de p . Assim para a primeira vem:

$$F_1 = 1,15 \times 400 \times 100 = 46000\text{kg} \text{ e para a segunda:}$$

$F_2 = 1,05 \times 400 \times 100 = 42000\text{kg}$ e assim por diante. Conhecidas essas forças, podemos calcular a espessura da chapa metálica ou o número de barras, e os seus diâmetros, etc. em cada faixa, conforme o tipo de construção, capazes de resistir a essas pressões ou forças F_1, F_2 , etc.

Em vez de água poderíamos ter alcool, gasolina, óleo, etc.

A pressão p seria proporcional às densidades desses líquidos, isto é, aos seus pesos.

Mas, o que temos não são líquidos, mas sim capim, milho verde, sementes ou um cereal qualquer que, não sendo flúidos, vão, entretanto, exercer pressões laterais maiores ou menores, conforme as densidades ou pesos respectivos e segunda a maior ou menor tendência que cada um desses materiais tem de se esparramar, isto é, essa pressão vai depender do que chamaremos **ângulo de atrito** do material, formado pelo seu talude natural com a horizontal. Para os líquidos esse ângulo

de atrito é nulo, e para um material que se empilha à prumo é de 90° . Admitiremos que aquela pressão seja proporcional ao co-seno desse ângulo e normal ao elemento considerado.

Sendo Θ o ângulo de atrito, V o volume correspondente ao elemento considerado e d a densidade do material ensilado, teremos: $p = V d \cos \Theta$, fórmula que, além de muito simples é intuitiva e racional, e se não der um resultado rigorosamente exato, pelo menos será bastante aproximado. As outras fórmulas empíricas, também não são exatas, além de serem muito complicadas. Como $\cos 0^\circ = 1$ e $\cos 90^\circ = 0$, a fórmula é rigorosa para os dois casos limites: pressão máxima e nula, isto é, para líquidos e material que se empilha a prumo.

Para determinar o ângulo de atrito Θ , fizemos experiências rápidas com alguns cereais e forragens verdes, derramando-os sobre uma superfície horizontal, em forma de cones, com volumes de 2 e 5 litros apenas, tendo obtido os resultados indicados no quadro abaixo:

Material	ângulo de atrito Θ	co-seno	densidade
Arroz em casca	30°	0,87	0,61
Milho em grão	22°	0,93	0,76
Trigo em casca	40°	0,77	0,80
Café em côco	27°	0,89	0,40
Semente de algodão	48°	0,74	0,34
Capim jaraguá	40°	0,77	0,21 a 0,50
Milho verde picado	30°	0,87	0,25 a 0,60

Experiências com maiores volumes devem ser feitas para cada caso concreto.

Exemplos: Vamos tomar o caso de um silo de madeira, desenho n.º 9, de 12,00m de altura e 4,00m de diâmetro, carregado, primeiramente, com milho em grão e, depois, com capim jaraguá.

1.º — com milho em grão:

$$p = V d \cos \Theta = 0,01 \times 0,01 \times 11,50 \times 760 \times 0,93 \text{kg}$$

$$\text{ou } p_1 = 0,00115 \times 760 \times 0,93 = 0,813 \text{kg/cm}^2$$

$p_2 = 0,00105 \times 760 \times 0,93 = 0,75 \text{kg/cm}^2$ a 0,5m acima do fundo e a 1,5m, respectivamente e assim por diante.

Para uma primeira faixa de $h = 1,00\text{m}$ de altura, a contar do fundo, a força que tende abrir o silo, será portanto:

$F_1 = p_1 D h = 0,813 \times 400 \times 100 = 32520 \text{kg}$: Para uma segunda faixa: $F_2 = p_2 D h = 0,75 \times 400 \times 100 = 30000 \text{kg}$ e assim por diante.

A cada extremidade do plano diametral nas diversas faixas, correspondem as metades dessas forças, ou sejam: 16260kg, 15000kg, etc.

Com a disposição de táboas horizontais de 1", temos uma superfície útil de 250cm² de cada lado, ou 500cm² ao todo, para cada metro de altura. Essa superfície pode suportar um esforço de tração de $500 \times 40 = 20000\text{kg}$.

Para absorver a diferença de 12520kg, relativa à primeira faixa de 1,00m, teremos que a reforçar com duas cintas externas de ferro $\varnothing 3/4''$ dispostas como se indica no desenho n.º 8. Daí para cima as cintas podem ser de diâmetros mais reduzidos, uma vez que a força F diminui com a altura.

Nota : Vemos, pelo que ficou dito, que a força F é proporcional à altura, ao diâmetro, à densidade do material ensilado e ao co-seno do ângulo de atrito θ . Unindo as extremidades dos segmentos de retas que representam essas forças, obteremos uma reta F_1F_2 , com maior ou menor inclinação, conforme o material ensilado, como linha de distribuição desses esforços, o que permite obter, graficamente, o esforço em cada plano horizontal, uma vez calculado em qualquer deles. Ver desenho n.º 1.

Em vez de cintas externas, podemos adotar, como se indica no desenho n.º 9, pares de tirantes internos, cruzados, em 90°, dois a dois, no mesmo plano horizontal, atravessando os pés direitos e esticados do lado de fora por meio de roscas e porcas sobre arruelas.

Esses pares de tirantes são deslocados de 30° em relação ao imediato, no caso de serem 12 o número de lados do polígono da base, como no desenho que apresentamos.

2.º — com capim jaraguá :

$$p_1 = 0,00115 \times 500 \times 0,77 = 0,443\text{kg/cm}^2, \text{ digamos } 0,5\text{Kg/cm}^2$$

$$e \quad F_1 = p_1 D h = 0,5 \times 400 \times 100\text{kg},$$

ou $F_1 = 20000\text{kg}$ para a primeira faixa inferior de 1,00m.

Por onde vemos que só a madeira, com a disposição indicada, seria capaz de resistir àquela força. Por segurança, entretanto, colocaremos alguns pares de tirantes de ferro \varnothing de $1/2''$ e de $3/8''$, uma vez que a madeira está trabalhando com carga específica máxima admissível (táboas pregadas tópo a tópo sobre os pés direitos).

NOTA : Os resultados, como já observamos, são sempre aproximados, pois dependem da densidade muito variável e do ângulo θ , também sujeito a oscilações.

Ação do vento: Em toda construção que se eleve a mais de quatro metros acima do solo, o vento provoca esforços que devem ser levados em consideração, pois podem afetar a sua estabilidade.

Não só a superestrutura, como os alicerces e fundações devem ser previstos para oferecer a necessária resistência a tais esforços.

A pressão que o vento exerce sobre uma superfície normal à sua direção é proporcional ao quadrado da sua velocidade. Por aí vemos como aumenta essa pressão à medida que cresce a velocidade.

Para um vento de 40m/seg corresponde uma pressão de 200kg/m² (vendaval) que adotaremos para mostrar o seu efeito sobre um silo vazio, de madeira, e sobre um silo, também vazio, de alvenaria de tijolo.

1.º silo de madeira — As experiências levaram à conclusão que para superfícies cilíndricas, a pressão é dada pela fórmula

$$F_v = \frac{2}{3} p D H, \text{ sendo } p \text{ a pressão por m}^2 \text{ em kg, } D$$

o diâmetro externo, em m e H a altura, também em m.

Vamos supor, primeiramente, que o silo está apenas assentado sobre a base de alvenaria, sem ligação alguma com esta.

No nosso caso $D = 4,40\text{m}$, $H = 12,00\text{m}$, $p = 200\text{kg/m}^2$, logo

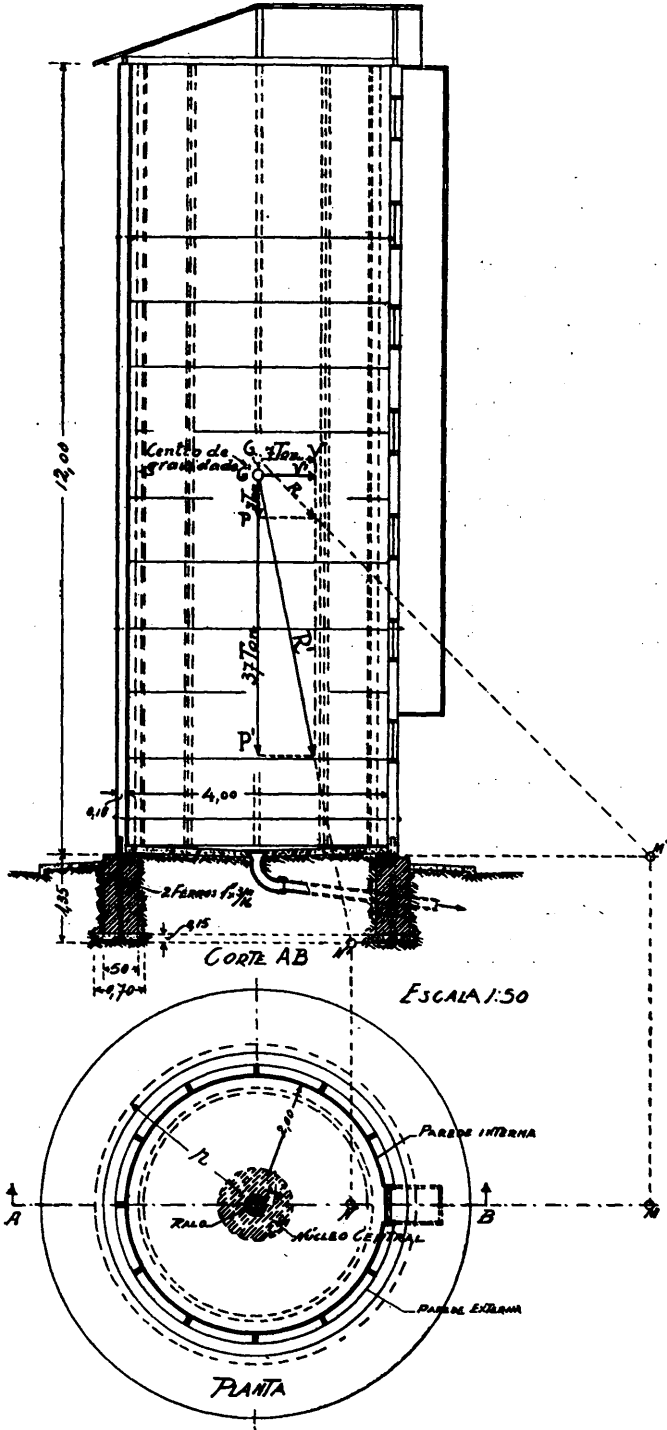
$$F_v = \frac{2}{3} 200 \times 4,40 \times 12,00 = 1600 \times 4,40 \approx 7000\text{kg.}$$

O peso do silo vazio, é, aproximadamente $P = 7000\text{kg}$.

O centro de aplicação da resultante da ação do vento e o centro de gravidade do silo coincidem aproximadamente, neste caso, com o seu centro geométrico ou centro de figura. A resultante de F_v e P cai fora da base de sustentação, em MM' , como se vê no desenho n.º 2.

Isso quer dizer que o silo tombaria, pela certa, se não estivesse solidamente ancorado ao peso da base, formado pelo bloco de alvenaria, acrescido do peso da terra que se lhe sobrepõe, antes mesmo do vento atingir aquela velocidade. A mesma conclusão chegaríamos se examinássemos os momentos daquelas forças.

Para evitar que o silo tombe, com a ação do vento, temos



AÇÃO DO VENTO EM UM SILO DE MADEIRA
(VASIO)

Desenho n.º 2

que aumentar o seu pêso, tornando-o solidário com a base, por meio de barras de ferro ancoradas no bloco de fundação.

Com êsse dispositivo o pêso do silo vazio passa a ser $P' = 37000\text{kg}$, o valor de F_v continua o mesmo, bem como o seu ponto de aplicação.

O centro de gravidade, que é o ponto de aplicação de P' , é deslocado para baixo. Por comodidade e uma vez que para o nosso estudo não faz grande diferença, supomos que os pontos de aplicação dessas forças continuam coincidindo.

A nova resultante R' de P' e F_v cai agora dentro da base de sustentação em NN' embora fora do núcleo central, que, neste caso, é, um círculo de raio igual à quarta parte do círculo externo da base. Isso quer dizer que, sobre a base, vai haver esforços de dois sentidos, compressão e tração. Não há, contudo, mais perigo do silo tombar, uma vez que a ligação da parte superior com a base esteja estabelecida por meio de barras de ferro.

2.º — silo de alvenaria de tijolo : Desenho n.º 4

Pêso do silo vazio $P = 100$ ton.

Ação do vento $F_v = 6$ ton. A resultante cai dentro do núcleo central. Não há perigo de tombar.

Note-se que o centro de gravidade não coincide com o ponto de aplicação da ação do vento, mas supusemos haver essa coincidência, por comodidade, sem inconvenientes, na prática.

Para se ter com maior precisão a posição da resultante do pêso do silo e da ação do vento deveríamos supor o silo dividido em faixas horizontais e achar a resultante em cada faixa e depois construir o polígono dessas forças.

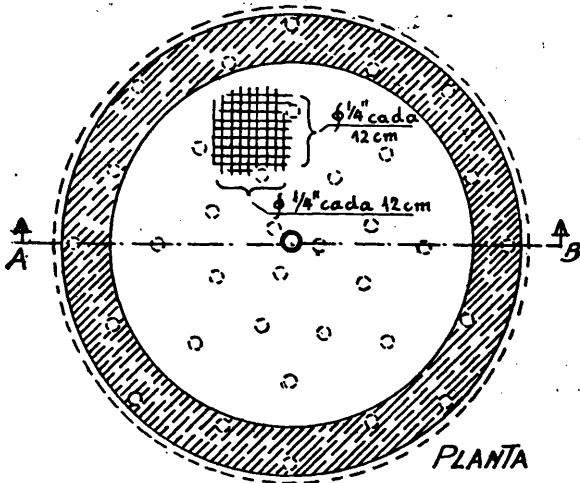
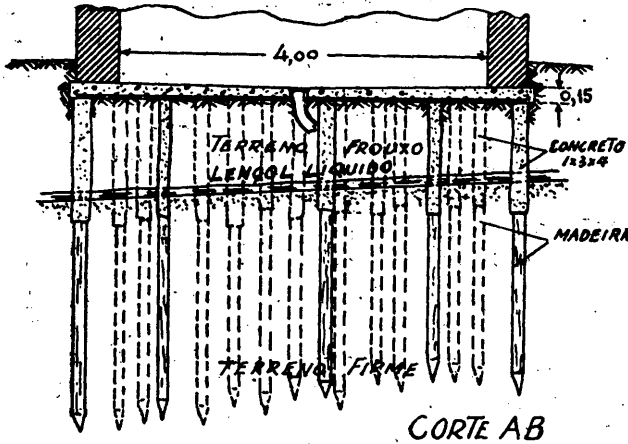
REQUISITOS IMPORTANTES

Um silo deve ser impermeável à umidade em tôdas as direções e ao ar lateral e inferiormente, pois êste viria prejudicar a forragem ensilada, tornando-a nociva ao gado. Não ha inconveniente, entretanto, que a superfície superior receba ar através do telhado.

Deve ser incombustível e não sujeito ao ataque de ratos. Os silos de madeira apresentam êstes inconvenientes.

Deve ainda ser de fácil conservação.

* * *



BASE SOBRE ESTACAS DE MADEIRA

Desenho n.º 3

PARTES ESSENCIAIS DO SILO

Fundações e alicerces: Se o terreno for firme ou consistente, podendo trabalhar, pelo menos, 2kg/cm² e se esti-

ver a menos de 2,00m de profundidade, não há necessidade de preparo especial de consolidação. Basta ser bem socado.

A sapata do alicerce deve ser de concreto, de preferência armado com barras de ferro de $\varnothing 1/4''$ e $\varnothing 3/8''$, para uma melhor distribuição da carga sobre o terreno.

O alicerce deve ser de 2 tijolos de espessura.

Se o terreno firme estiver a uma profundidade superior a 2,00m, recorre-se a estaqueamento.

As estacas podem ser de madeira, agulhas de concreto sem armação ou de concreto armado pré-moldado.

Se as estacas forem de madeira, deve-se ter o cuidado de cravá-las até que as cabeças fiquem abaixo do lençol líquido, para evitar o ataque de fungos ou bactérias (podridão).

Estas para viver precisam de 4 elementos: oxigênio (ar), alimento (a madeira) temperatura conveniente (0° a 60°) e umidade (água). Com aquêle cuidado ficam fora do contato do ar e assim, faltando um desses elementos, não poderão se desenvolver. Ver desenho n.º 3.

Depois de batidas as estacas, a uniformidade de altura se obtém com cabeçotes de concreto, sobre os quais estende-se a placa de fundação.

As agulhas de concreto são obtidas abrindo-se no terreno furos com trados ou brocas de 10 a 20cm de diâmetro e enchendo-os com concreto (1 x 3 x 5) a seco, bem socado.

Para um silo de alvenaria de tijolo, até 100 ton de capacidade bastariam 16 estacas para o péso do silo e mais 16 para a carga, isto é, 32 ao todo, supondo que cada estaca possa suportar uma carga de 6 a 8 toneladas.

Piso: Deve ser liso, de preferência de concreto, com armação inferior e superior nos dois sentidos, impermeável, com queda para um ralo de escoamento do sumo e águas de chuva e de lavagem.

Cava: Com o fim de aumentar o volume e a estabilidade, os silos podem ser dotados de uma cava, cujo fundo não deve ficar a mais de 2,00m abaixo do nível do terreno, para não dificultar a remoção da forragem. Deve ser muito bem impermeabilizada.

Impermeabilização: Um cuidado especial que se deve ter é com a impermeabilização, não só do piso e das paredes da cava, como também com a face externa das paredes do corpo do silo, em virtude de chuvas de vento continuadas.

Antes de se concretar a lage do piso é conveniente impermeabilizar o terreno.

A impermeabilização da cava deve ser feita pela face externa, de preferência.

Nos silos subterrâneos a impermeabilização é, geralmente, feita internamente, o que não é recomendável.

Uma boa impermeabilização se obtém com duas demãos de revestimento de areia e cimento, 1 x 3, ao qual se tenha adicionado um impermeabilizante adequado (Vedacit, Bianco, Sika, etc.), pintando-se depois a superfície com tintas impermeabilizantes apropriadas.

Uma ótima tinta para esse fim é o asfalto a quente misturado com gasolina, em partes iguais, e que se aplica com um pincel ou brocha comum sobre a superfície limpa e seca.

Paredes: Quando são só de alvenaria de tijolo, na parte inferior a espessura é de 2 tijolos, reduzindo-se para 1 1/2 e terminando em cima com 1 tijolo de espessura, sempre assentados com argamassa de 1 de cal, 1 de cimento e 6 de areia.

Quando de alvenaria mista, concreto e tijolo, a espessura dos alicerces é de 1 1/2 tijolo, tendo o resto 1 tijolo de espessura apenas. Sendo só de concreto armado a espessura da parede vai de 7 a 15cm.

Quando de madeira convém seja de parede dupla, interna e externa, podendo esta ser um simples revestimento de táboas finas ou mesmo de estuque, sobre tela metálica e tarugos de madeira, com o fim principal de evitar a penetração da umidade, contribuindo isto também para melhorar o aspecto desses silos.

Nos silos metálicos, ou de cimento-amianto, as paredes podem ser simples, com as chapas remontadas.

Estrutura e reforços: Nos silos de alvenaria de tijolo a estrutura é construída simplesmente pela parede, alicerces e placa de fundação.

Nos silos de alvenaria mista, tijolo e concreto armado, a estrutura é formada pelos pilares e cintas de concreto armado.

Os silos de madeira, metálicos e de chapas de cimento-amianto tem a estrutura constituída pelos pés-direitos, cambotas, traves e peças de contravento.

Para resistir às pressões internas laterais, devidas ao peso do material ensilado, lança-se mão de cintas metálicas de reforço, convenientemente calculadas, e que são ajustadas, externamente, de encontro aos pés-direitos e apertadas por meio de parafusos especiais.

Essas cintas são geralmente de ferro redondo, de bitola va-

riando de 1" a 3/8", conforme o caso, alojado em ranhuras feitas nas cambotas, quando estas existem.

Quando os pés-direitos são de madeira, as cintas podem ser substituídas, com economia, por pares de tirantes, cruzados em 90°, no mesmo plano horizontal, com as pontas atravessando os pés-direitos e apertados contra estes por meio de parafusos, porcas e arruelas, conforme já foi mencionado.

Sendo de 12 o número de lados do polígono da base, os pares de tirantes são deslocados de 30°, cada dois pares consecutivos.

Esses tirantes vão sendo colocados de baixo para cima, à medida que se enche o silo é retirados, de cima para baixo, à medida que se descarrega, com toda a facilidade, em nada atrapalhando as operações de carga e descarga.

Contraventamento : É indispensável quando a estrutura é constituída por pés-direitos de madeira ou de ferro, para que o silo não se deforme. São peças ligando os pés-direitos, de modo a formar triângulos indeformáveis.

Telhado: Pode ser constituído por uma armação de madeira ou metálica, formando um conjunto de tesouras com um só pendural e uma cobertura que pode ser de telhas comuns, de zinco, de madeira ou de chapas de cimento-amianto. Os silos de alvenaria podem também ser cobertos por uma só peça de concreto armado.

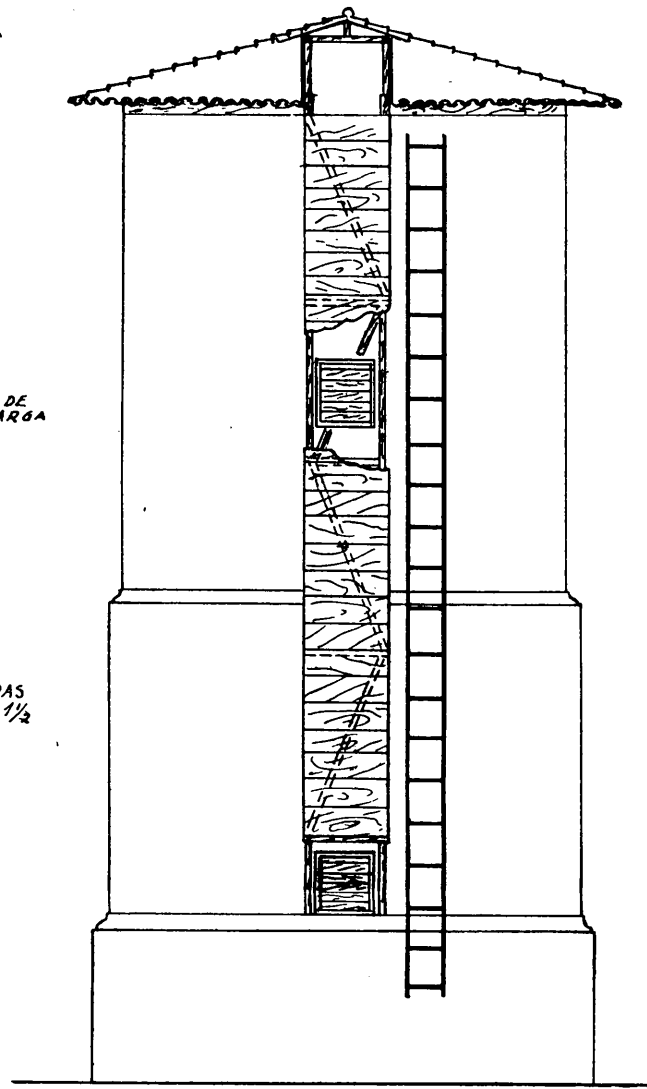
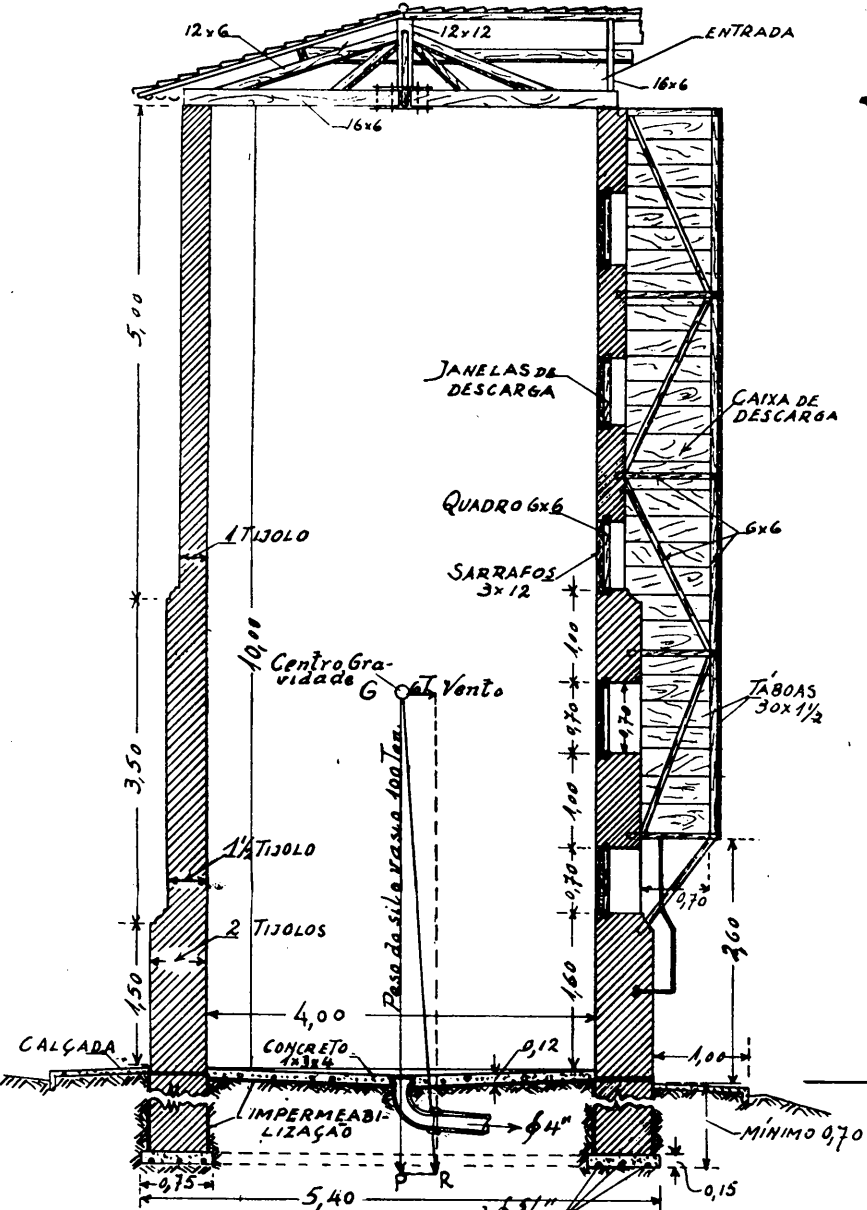
É sempre munido de um sótão ou alçapão para dar acesso aos operários no interior do silo.

Havendo necessidade do sótão ficar fechado para evitar a entrada de chuva, é preciso deixar frestas de ventilação, na parte superior da cobertura, para saída dos gases.

Revestimento : Pode ser comum, mas de preferência impermeabilizado, tanto o externo, como o interno. Neste deve-se adicionar sempre cimento.

Esgôto : É sempre necessário se instalar um ralo ligado ao esgôto, no piso do silo, para dar saída ao sumo, águas de chuva e de lavagens. Pode ser ligado a um poço absorvente sob o piso, ou melhor, ter saída para fora por meio de tubos de bitola de 3" ou 4", metálicos, de cimento-amianto, manilhas de barro ou canaletas de tijolos.

Escada : Os silos elevados e os subterrâneos circulares são sempre munidos de escada fixa para facilitar o acesso dos operários.



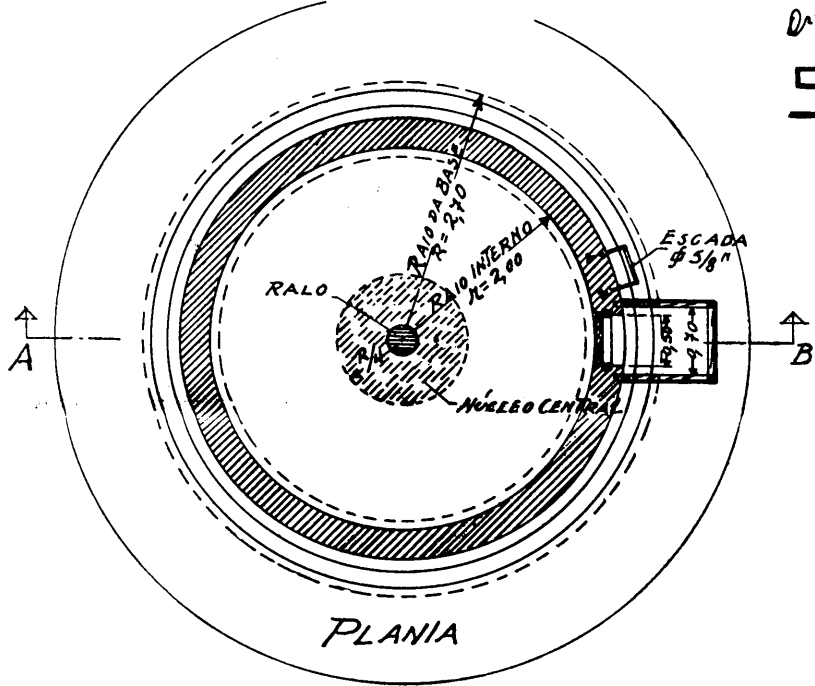
VISTA

CORTE AB

Orlando Carneiro

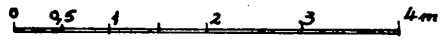
SILO DE ALVENARIA DE TIJOLO

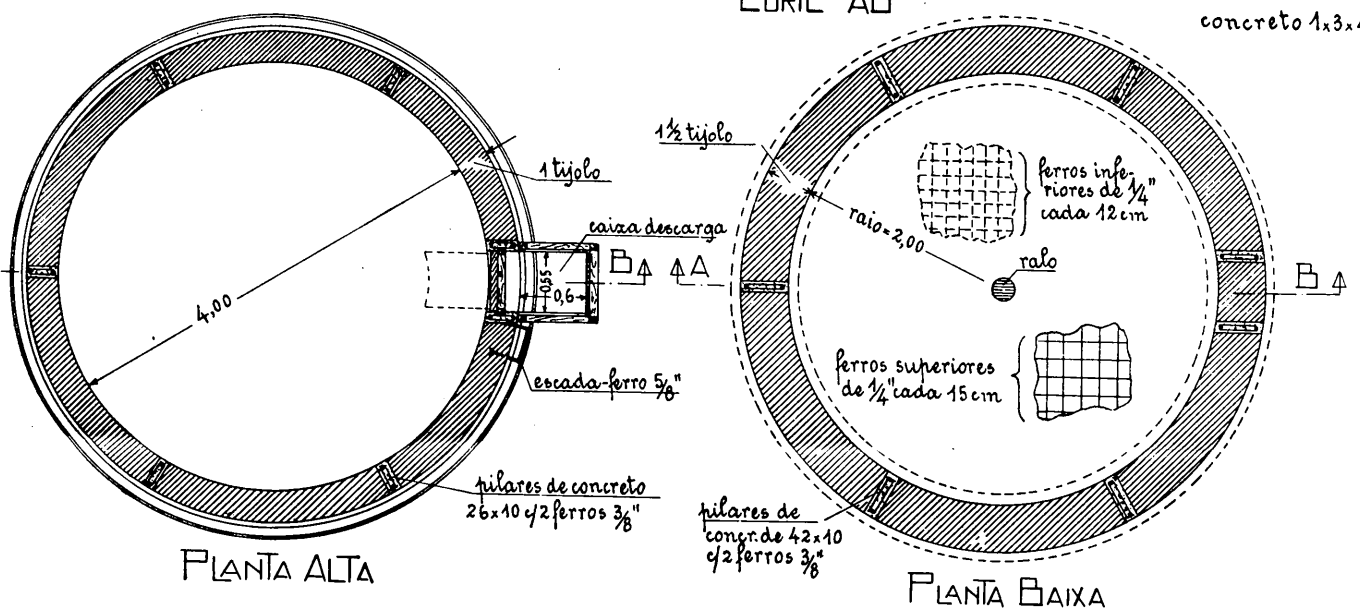
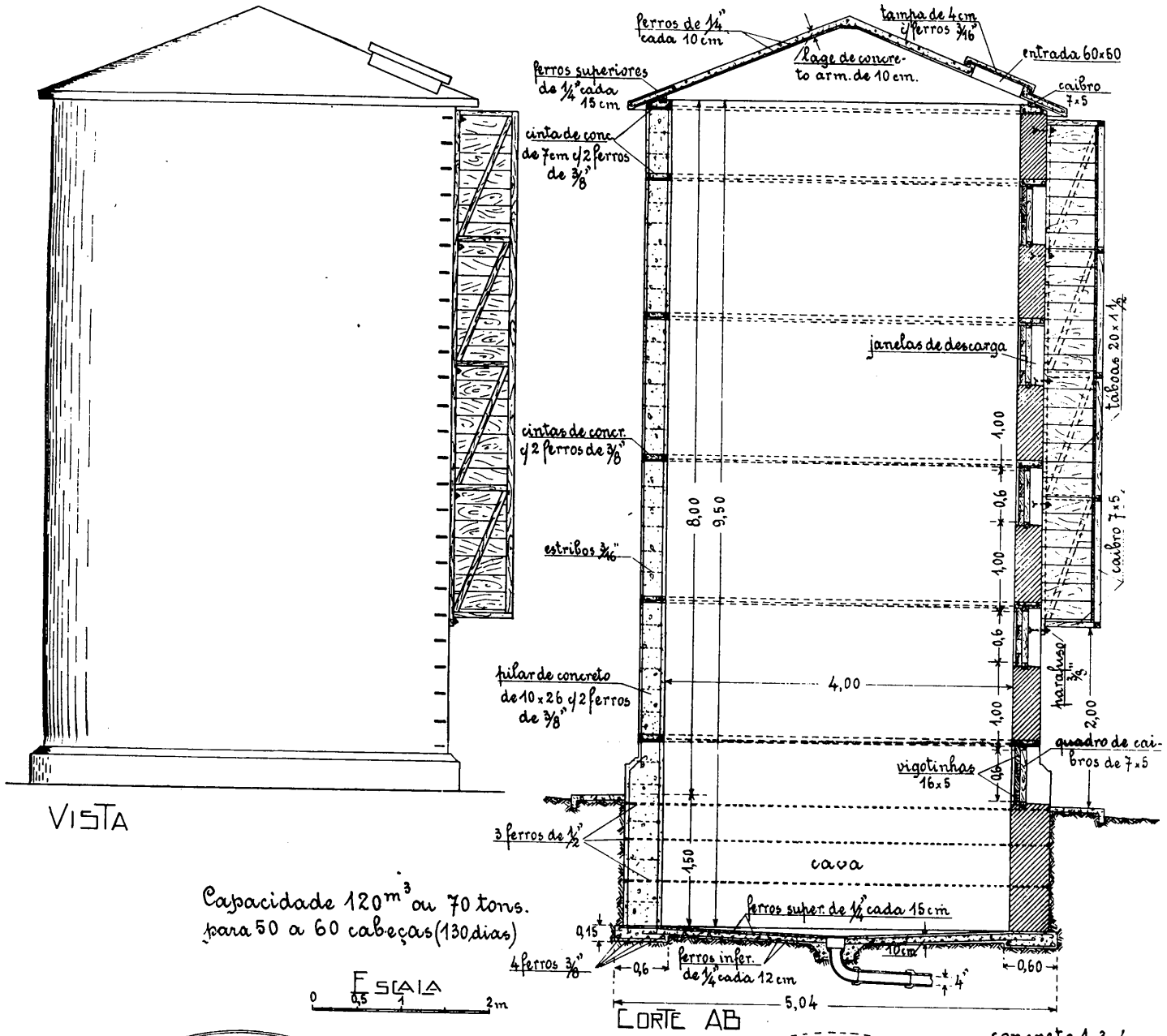
CAPACIDADE 125 m³ ou 80 Ton.
PARA 60 CABEÇAS - 150 DIAS



PLANIA

Esc. 1:50





PROJETO DE UM SILO
DE TIJOLO COM PILARES E CINTAS DE CONCRETO ARMADO

Orlando Carneiro
Eng.

DESCRIÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS PROJETADOS

Seguindo a ordem da classificação geral, que atrás fizemos, passaremos a descrever, primeiramente, o

Silo de alvenaria de tijolo : Desenho n.º 4. É um silo elevado, sem cava, destinado à forragem verde, de construção simples e barata e de fácil conservação.

O alicerce, de dois tijolos de espessura, repousa sobre uma sapata de concreto armado com 3 ferros \varnothing de 5/16" e estribos de 3/16", cada 30cm.

O terreno deve ser previamente bem consolidado.

A parede sobe com a espessura de 2 tijolos até 1,50m de altura, reduzindo-se para 1½ até 5,00m e depois para 1 tijolo até em cima.

Os tijolos devem ser assentados com argamassa de cal, areia e cimento.

A armação do telhado foi projetada para cobertura com telhas canoas ou francesas.

As janelas de descarga são guarnecidas com um quadro de caibros de encontro ao qual se apoiam os sarrações de 3 x 12cm. Tanto os caibros do quadro, como os sarrações devem ser aparelhados, afim de que haja perfeita adaptação, o que se consegue melhor com junta de borracha ou de papelão alcatroado.

Com as mesmas espessuras de paredes, pode-se ampliar o diâmetro até 5,00m e a altura até 12,00, se houver necessidade de maior capacidade.

Silo de alvenaria mista : Desenho n.º 5. É também um silo elevado, provido de cava, destinado a forragens verdes.

A designação de alvenaria mista se justifica por ser uma construção de tijolos reforçada com pilares e cintas de concreto armado, como se vê no respectivo desenho. As paredes da cava são cintadas com alguns ferros redondos para melhor resistir às pressões laterais internas.

A placa de concreto da base foi projetada com espessura mais reduzida que a do tipo anterior, porém com armação dupla.

Dessa base nascem os pilares de reforço, devendo ficar bem ancorada, no seu seio, a ferragem vertical dos mesmos.

O piso deve ser liso e oferecer declividade de 2% a 3% para o ralo de escoamento do sumo e água de lavagem ou de chuva.

Com os reforços indicados as paredes podem ter a espes-

sura reduzida a um tijolo e meio na cava e a um tijolo na parte elevada, mas sempre assentados com argamassa de cal, areia e cimento.

Havendo necessidade de ampliar as dimensões, para se obter maior capacidade, deve-se ter o cuidado de aumentar também, convenientemente, os pilares e cintas de reforço.

A cobertura foi projetada em concreto armado, para evitar a complicação do madeiramento e do telhado de forma circular e o inconveniente de ser preciso cortar muitas telhas.

Uma lage de concreto armado resolveu, neste caso, o problema da cobertura de modo simples e rápido, como se indica no desenho. Além de ser de duração ilimitada, é solução, talvez, mais econômica.

Para evitar que as paredes do silo sejam afetadas pelas dilatações e contrações que a lage de cobertura sofre devido às variações de temperatura, faz-se essa lage repousar sobre segmentos de caibros encaixados na cinta de concreto armado com que se respalda a parede do silo. Para isso, esses segmentos de madeira são chanfrados, na parte superior, em rampa, de acordo com a inclinação da lage de cobertura.

O sótão de entrada é substituído por uma abertura de forma circular ou retangular, praticada junto à parede e caixa de descarga, e por onde possa entrar uma pessoa. Este orifício é protegido por uma tampa de madeira, por uma chapa metálica, ou por uma pequena lage de concreto armado, como se indica no projeto.

Desenho n.º 6 — É um silo do mesmo tipo que o anterior, porém de maior capacidade e, por isso, mais reforçado.

A armação da cobertura foi projetada para chapas de zinco.

As janelas de descarga são guarnecidas com quadros de ferro T ou L, embutidos em concreto. O fêcho é constituído por uma chapa de madeira ou de ferro nervurado, que se adapta ao quadro, com junta de borracha ou de papelão alcatroado, pelo lado de dentro. Um parafuso de chamada, acionado por fora, permite uma perfeita adaptação do fêcho.

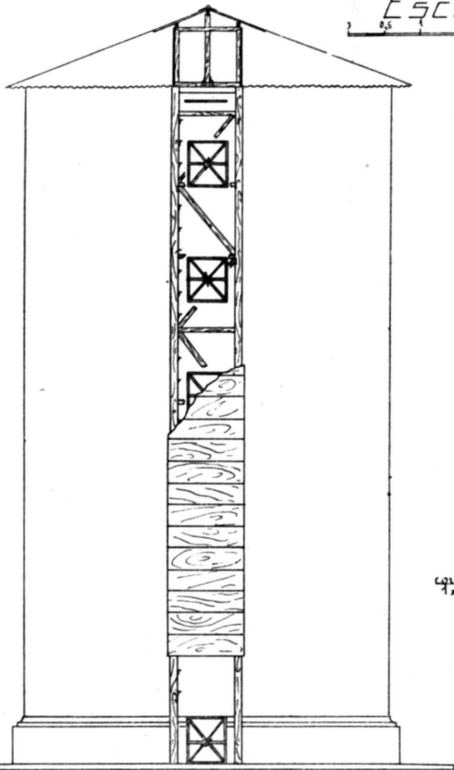
Silo de concreto armado. Desenho n.º 7 — É um silo elevado, com cava, para forragens verdes.

A construção de silos de concreto armado torna-se simples e econômica, quando se adotam formas apropriadas.

Na construção da cava, isto é, da parte que fica abaixo da superfície do terreno circundante e que não deve ter profundidade superior a 1,50m, para não dificultar a retirada da

175 m³ - 90 cabeças - 150 dias

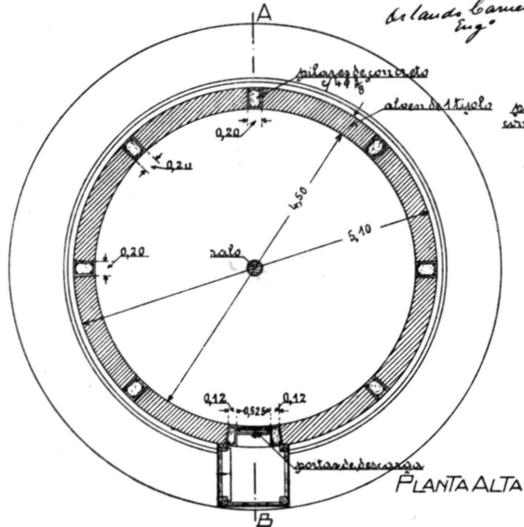
ESCALA



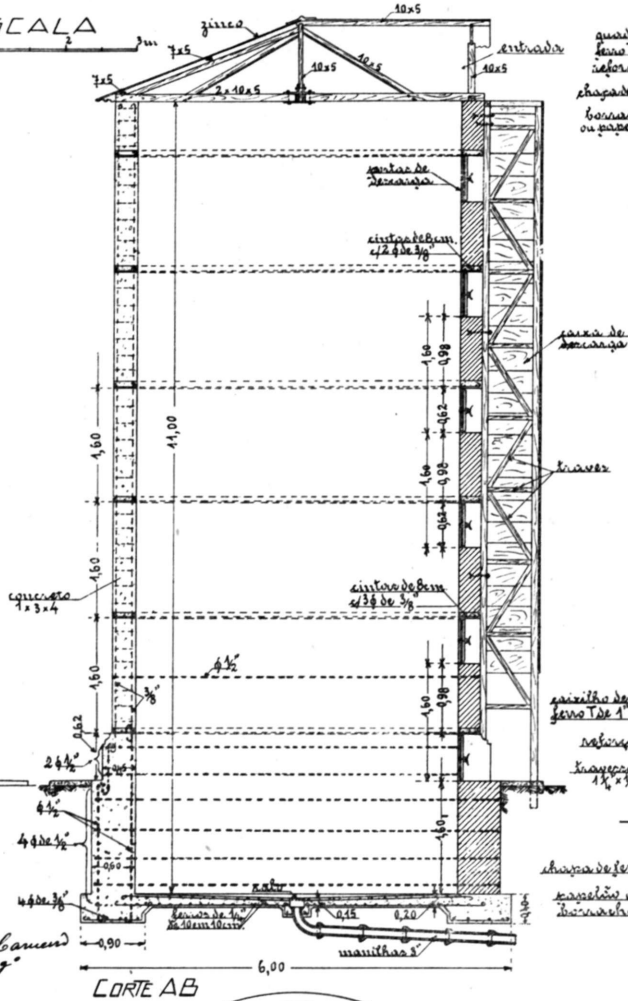
ELEVACÃO

TIPO DE SILO PARA 110 TONS.
de alvenaria de tijolo com re-
vôr de concreto armado

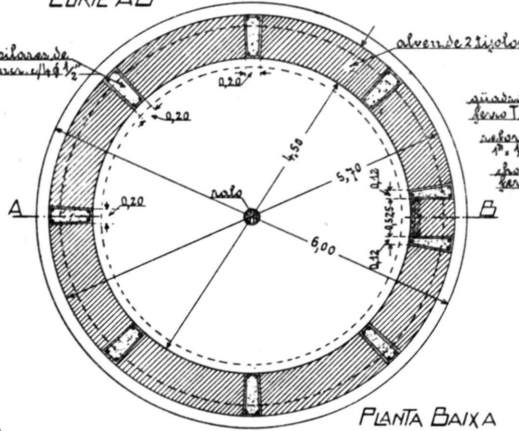
de lauda de concreto
armado



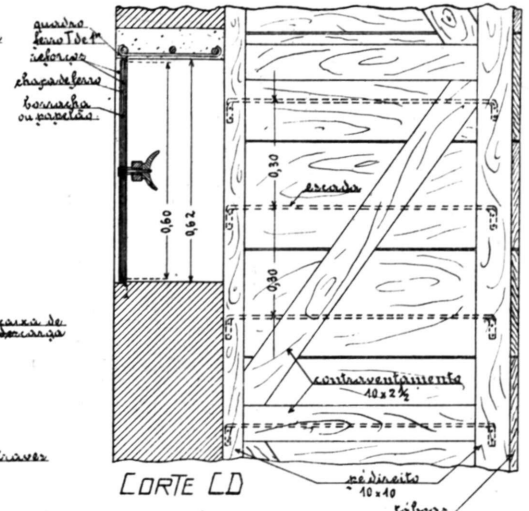
PLANTA ALTA



CORTE AB

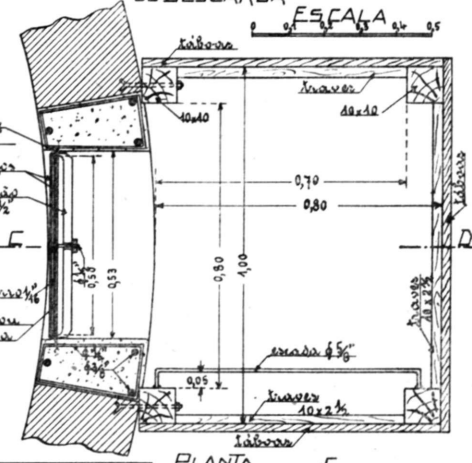


PLANTA BAIXA

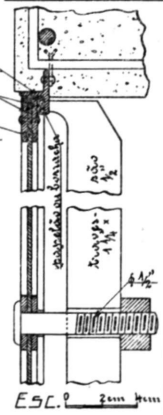


CORTE CD

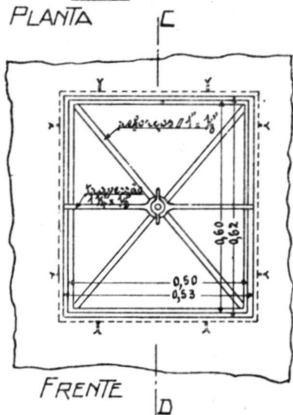
DETALHE DA PORTA E CAIXA
DE DESCARGA



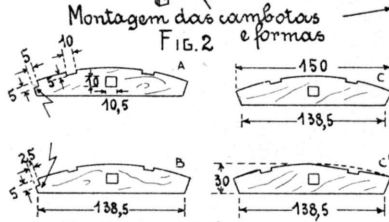
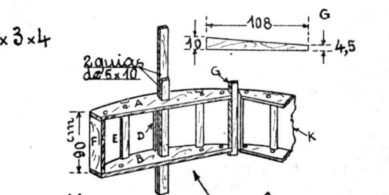
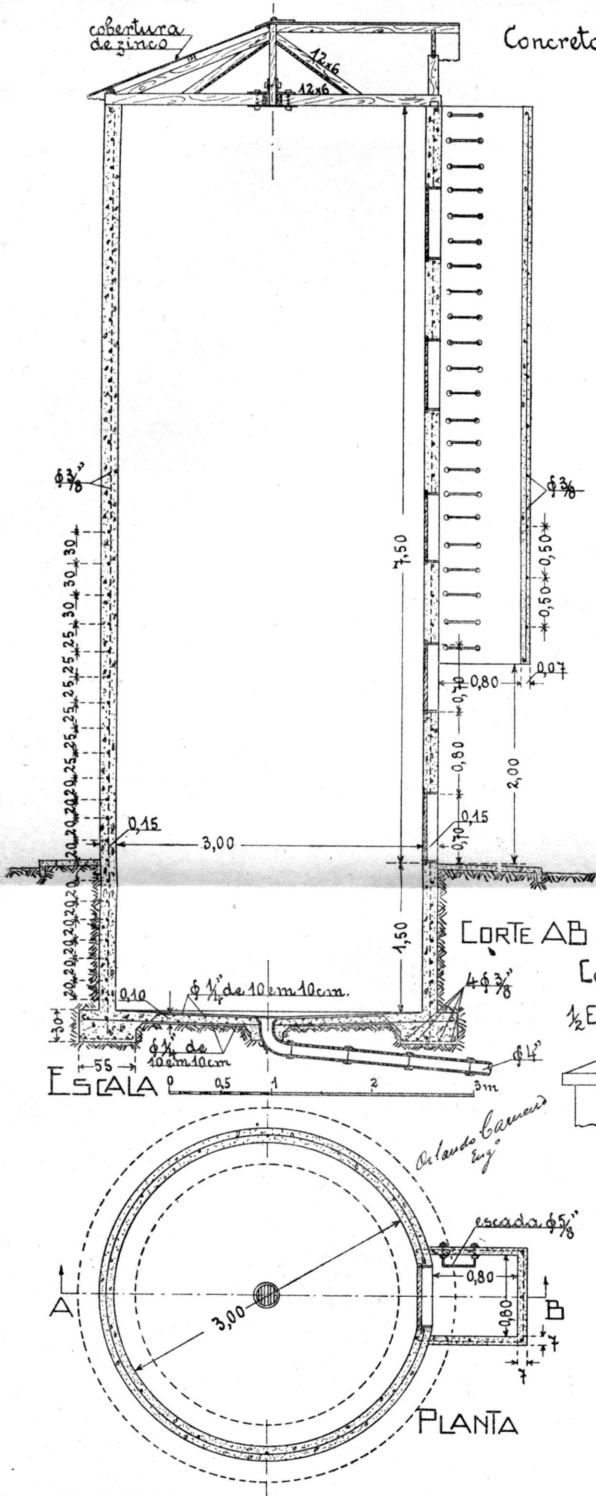
ESCALA



ESC.



FRENTE



Cambotas das formas

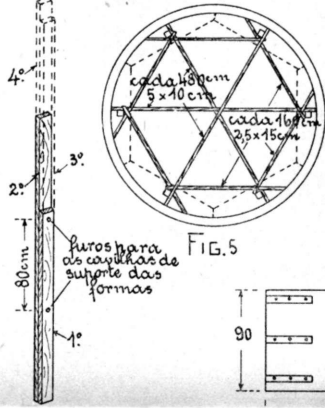
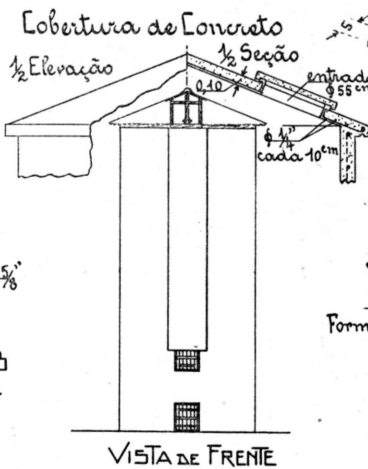
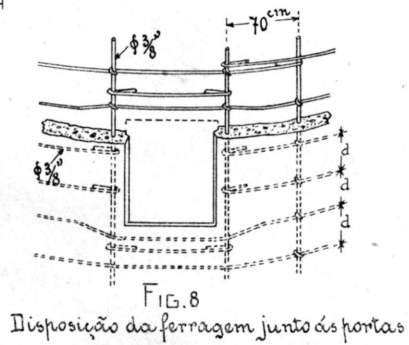
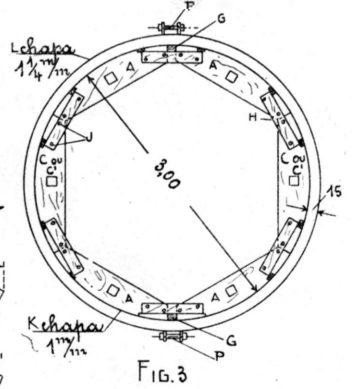


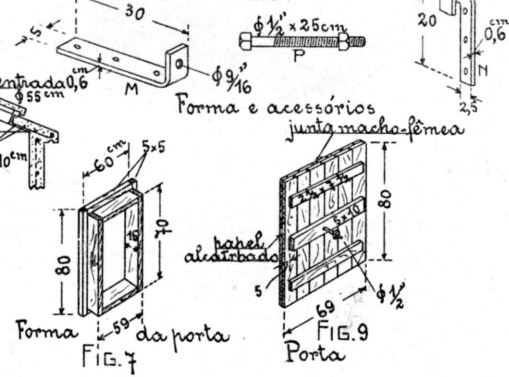
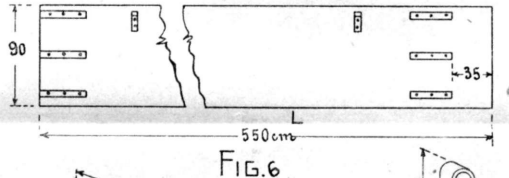
FIG. 4
Guias



VISTA DE FRENTE



Disposição da ferragem junto às portas



SILÓ DE CONCRETO ARMADO

Capacidade $64m^3$ ou 45 tons.

Detalhes copiados do Boletim de Informações da Associação Brasileira de Cimento Portland.

forragem, o próprio terreno serve de fôrma externa. O terreno sôbre o qual repousa a base deve ser muito bem consolidado.

O lançamento do concreto sôbre a base será feito de uma só vez, e, para estabelecer ligação desta com a parede, colocam-se verticalmente, de 50 em 50cm, barras de ferro \varnothing de 3/8", com 50cm de comprimento, aproximadamente.

O piso tem inclinação de 2% para o centro, onde se instala um ralo ligado ao esgôto.

Ao iniciar nova concretagem, convém limpar bem com uma escova de aço a junta de ligação.

Fôrmas — As fôrmas têm 90cm de altura, de modo que se possa concretar de cada vez 80cm, devendo os outros 10cm ficar encaixados na parte de baixo, já pronta, da parede do silo. Ver desenho n.º 7.

O suporte de madeira da fôrma interna é feito de acórdido com a fig. 2, consistindo num conjunto de 3 peças formadas, cada uma, por duas cambotas A, B, C ou C', ligadas por montantes D, E, F.

Para cortar exatamente as cambotas, risca-se no chão uma circunferência com o ráio interno que vai ter o silo.

As cambotas C', com uma parte reta, são usadas na vertical das portas, para que estas possam ser retas.

Montadas as 6 peças do suporte de madeira, formam-se as suas superfícies cilíndricas com uma chapa de ferro de 1mm de espessura. A seguir faz-se a ligação de tôdas elas, como se vê na fig. 3, por meio de parafusos J e travessas de madeira H de 75 x 15cm.

As duas cunhas de madeira G facilitam a desmontagem da fôrma.

Uma vez frouxa, a fôrma é elevada verticalmente, sendo o seu movimento orientado por meio de guias que passam nos orifícios existentes no centro das cambotas. Essas guias vão se pregando umas às outras. De 80 em 80cm faz-se nelas um furo de 1/2" onde se introduzem cavilhas que sustentam a fôrma. Abaixo da fôrma, executa-se o contraventamento das guias, conforme indica a fig. n.º 5.

A fôrma externa é formada por duas chapas de 1¼mm de espessura, com 90cm de largura e 5,5m de comprimento, às quais se fixam os ganchos M e N da fig. 6.

A colocação da fôrma externa é feita como a interna, apolando-se 10cm contra a parte inferior da parede já construída e a parte superior na fôrma interna, por meio de es-

paçadores de madeira de 15cm, que se vão retirando à medida que se enche a fôrma.

O apêrto da fôrma se faz com o auxílio de 6 parafusos P, indicados nas figs. 3 e 6.

As fôrmas das portas estão indicadas na fig. 7 e para facilitar a sua retirada todos os lados são inclinados ligeiramente, dando uma diferença de 5mm entre as faces da parede

Ferragem — As barras verticais são de 3/8" e distanciadas sempre de 76cm; as horizontais, são da mesma bitola e o seu afastamento está indicado no desenho para a altura de 10m.

Para alturas diferentes, o espaçamento d das barras horizontais, de 3/8", vai indicado na tabela seguinte :

Altura do silo em m	Espaçamento d das barras horizontais em cm
0 a 4,2	60
4,2 a 6,0	45
6,0 a 7,6	40
7,6 a 9,0	35
9,0 a 10,5	30
10,5 a 12,0	25

Os demais detalhes da ferragem estão indicados no desenho respectivo.

Depois de retiradas as fôrmas, corrigem-se as irregularidades com argamassa de cimento e areia a 1 x 2.

Caixa de descarga — Pode ser construída de madeira ou de concreto armado, tendo, neste caso, cinco ferros de 3/8" verticais e ferros de 3/8" horizontais, espaçados de 50cm, bem ancorados, em gancho, na parede do silo, conforme indicamos no desenho mencionado.

Cobertura — Pode ser um telhado comum, de zinco ou de telhas de barro, provido de um sótão de entrada. Para este caso os respectivos detalhes estão indicados nos desenhos anterior e seguinte.

Querendo-se fazer a cobertura com concreto, deve-se observar as disposições indicadas neste desenho n.º 7.

NOTA: Os ferros acima mencionados são redondos.

Capacidade — A tabela anexa nos permite saber qual deve ser a altura total de um silo, de 3m de diâmetro interno, para nêle se armazenar um determinado volume de forragem, indicando também o peso total desta, supondo que 1m³ da mesma pese 600 a 700Kgs.

Altura em m	Capacidade em m ³	Pêso em tons.
6	43	30
7	50	35
8	57	40
9	64	45
10	71	50
11	78	55
12	85	60

Nota — As indicações acima, referentes à construção de silo de concreto armado, foram obtidas do Boletim de Informações da Associação Brasileira de Cimento Portland.

Silo de madeira — Desenho n. 8 Este é o projeto de um silo elevado com cava, de grande capacidade, que pode servir para forragens verdes ou para armazenar sementes de algodão. O seu preço é elevado em vista dos reforços necessários.

Nos locais onde a madeira é de fácil obtenção e de preço não excessivo a construção de silos ou de celeiros com êsse material torna-se prática e rápida, com bons resultados.

O nosso desenho indica com clareza suficiente o modo de construí-los. Para diâmetros superiores a 10m convém adotar a forma de um polígono regular de 16 lados, em vez de 12 lados, como é a do nosso projeto.

Para se abrir as janelas de descarga, desprega-se primeiramente os mata-juntas, dobra-se a parte inferior dos cabros que formam a corrediça e retira-se a vigota de baixo. As outras descem naturalmente, e são removidas depois, cada uma por sua vez.

Êsses mata-juntas, removíveis, das janelas, são pregados para evitar a fuga do gás carbônico que concorre para a conservação do material ensilado ou armazenado.

As cintas de ferro são indispensáveis para evitar que o silo se abra devido à pressão do material aí guardado e devem ser munidas de dois esticadores, cada uma.

As cambotas podem ser mantidas no lugar por meio de tacos ou chapuzes.

A cava deve ser muito bem impermeabilizada internamente.

Quando são destinados somente ao armazenamento de caroço de algodão ou de cereais a cava pode ou não existir, nascendo então, neste caso, a construção do rez do chão, sobre base de concreto.

Devem ser pintados, pelo menos, de 3 em 3 anos para a sua boa conservação.

A madeira empregada deve ser de primeira qualidade.

Para se poder cortar com exatidão as cambotas e vigas, convém riscar no chão, ou sobre a base de concreto, a forma das mesmas, marcando a posição dos pés-direitos.

A parte interna das vigas deve ser um pouco maior que a externa, para encontrar resistência nos encaixes feitos nos pés-direitos. Estes devem ser solidamente presos com barras ou chapas de ferro, à base, para evitar alguma surpresa devido à ação do vento, quando o silo estiver vazio.

Algumas informações sobre este tipo de silo devemos à gentileza do Engenheiro Guarací Di Paravicini Torres, da firma Anderson Clayton.

Desenho n.º 9 — É um silo de menor capacidade, sem cava, porém, de construção bem mais simples que a do precedente, e, por isso, mais econômico. Pode servir para forragem verde, para caroço de algodão e até mesmo para grãos secos.

A estrutura é constituída por 13 pés-direitos de 18 x 8cm ancorados no bloco da sapata por meio de ferros chatos de 2" x 1/4". Este dispositivo tem por fim evitar que o silo tombe, quando vazio, devido à ação do vento.

As emendas dos pés-direitos são reforçadas com chapas e parafusos de ferro. Os pés-direitos são contraventados por meio de peças de madeira de 12 x 6cm, como se indica no projeto.

A parede interna principal é formada por táboas com juntas de macho e fêmea, de 20 x 2,5cm, dispostas horizontalmente e pregadas sobre os pés-direitos do lado de dentro. Não convém usar táboas de maior largura para evitar empenamento.

A cobertura é feita com táboas dispostas horizontalmente em escamas.

As janelas e caixa de descarga são idênticas às dos projetos anteriores.

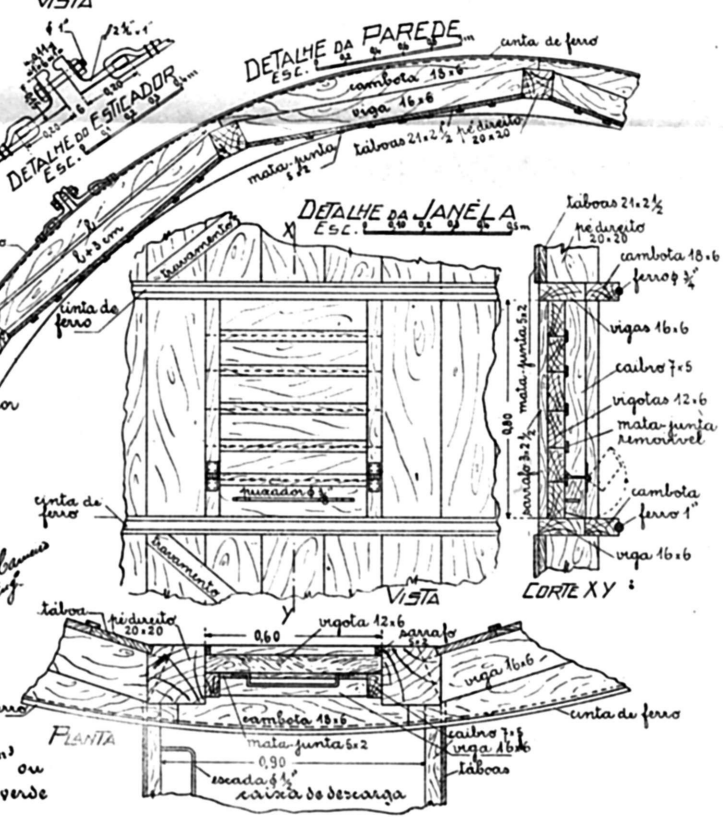
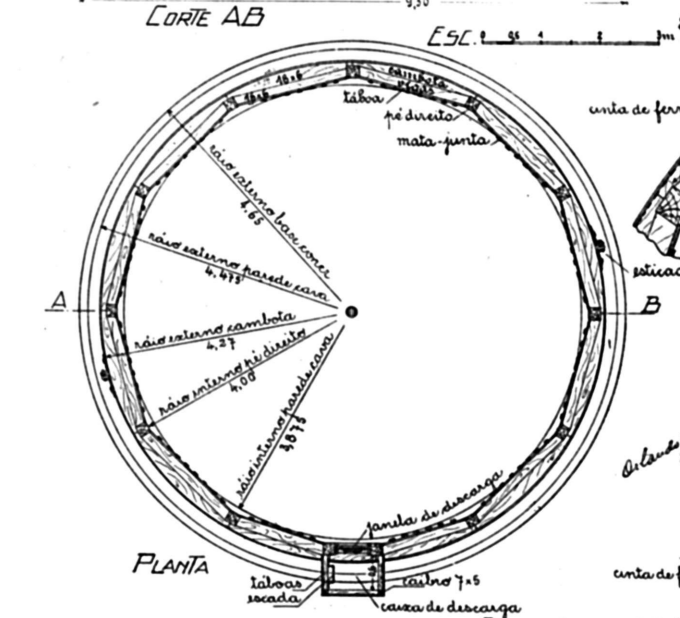
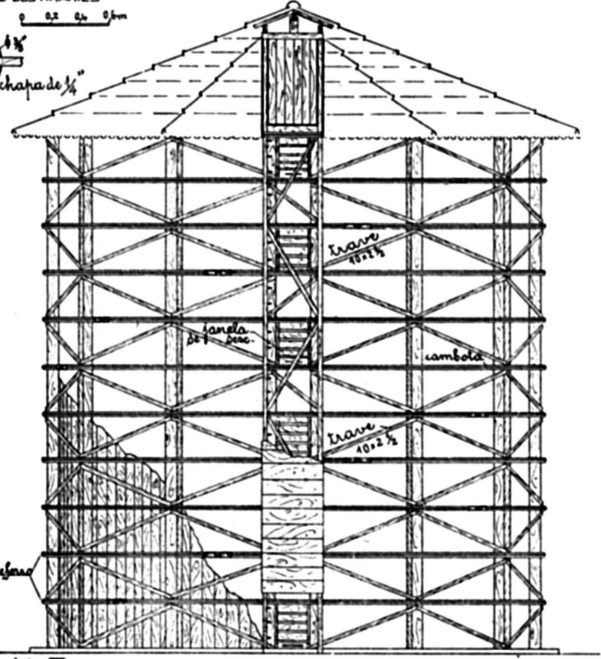
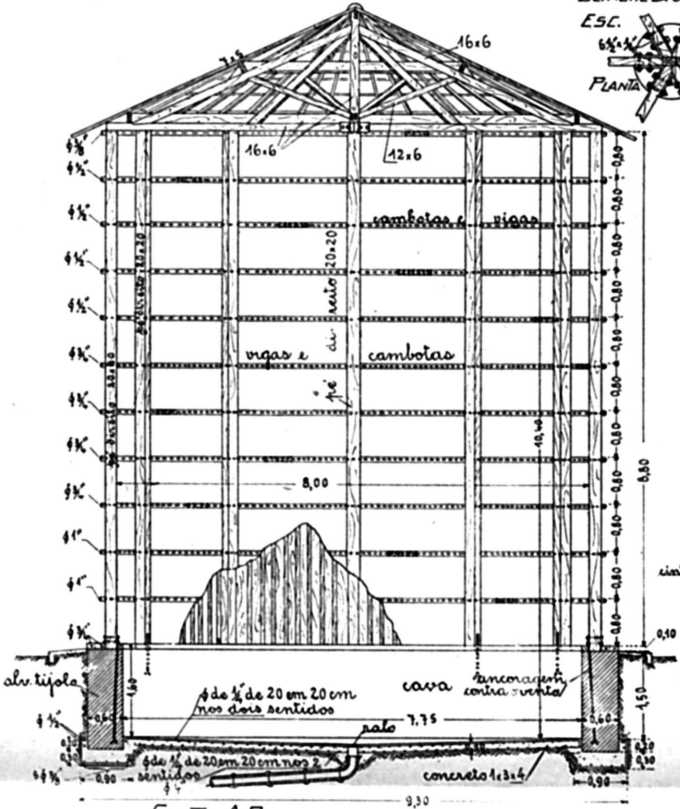
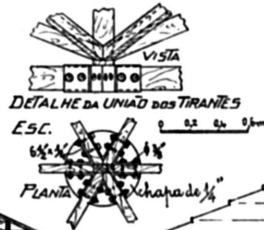
O refôrço é constituído por pares de tirantes de ferro, terminadas em roscas, cruzadas dois a dois, no mesmo plano horizontal, atravessando os pés-direitos e apertados de en-

SILO-CELEIRO DE

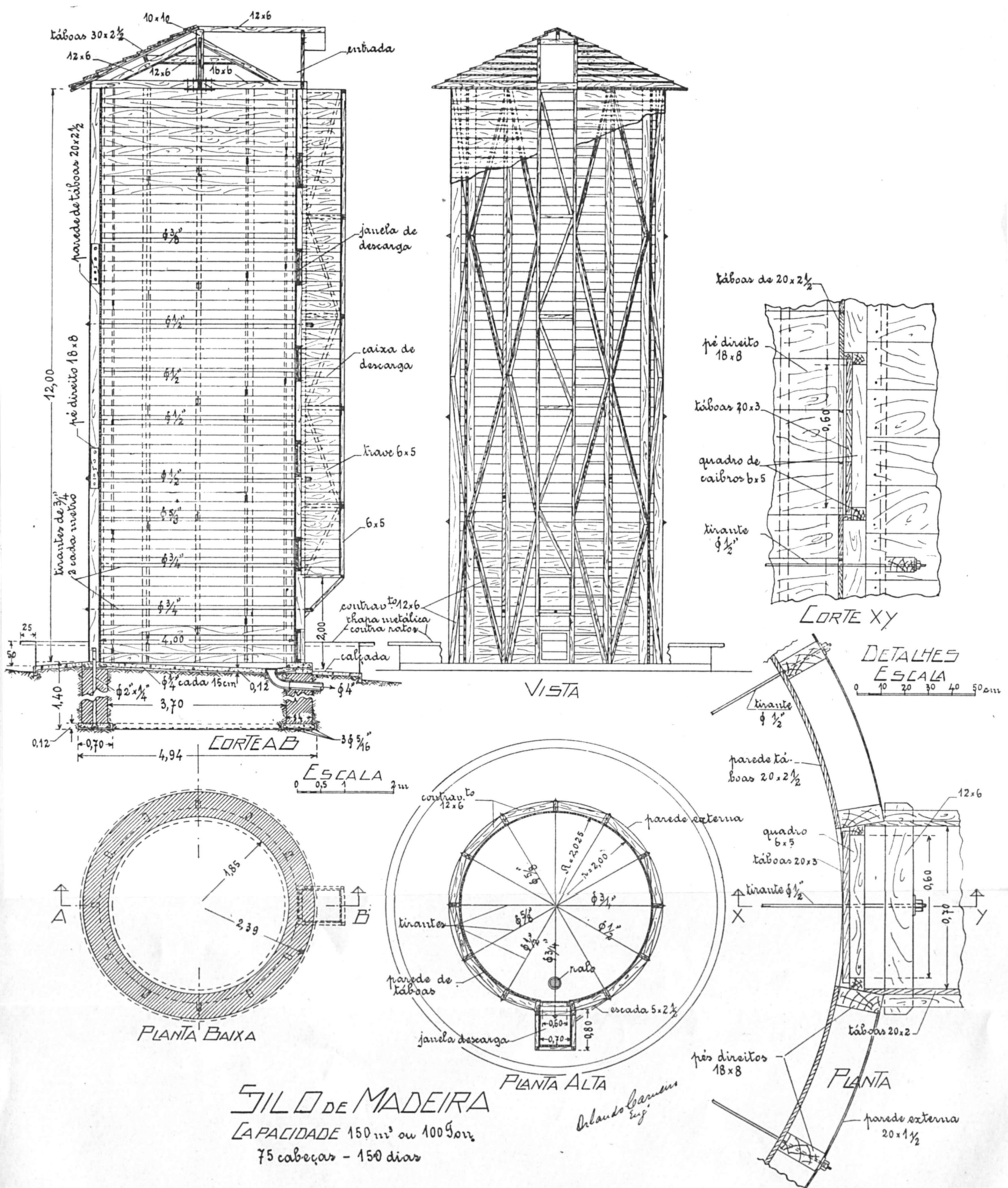
para fôrragem verde, grãos su-

MADEIRA

cos, carvão de algodão, etc.



CAPACIDADE 450^m ou
300 tons de fôrragem verde



SILLO DE MADEIRA
 CAPACIDADE 150 m³ ou 100 Ton.
 75 cabeças - 150 dias

contro a êstes, do lado de fora, por meio de parafusos e aruelas.

Cada dois pares de tirantes consecutivos são deslocados de 30°. O número de pares de tirantes e à sua bitola dependem das dimensões do silo e do material com que o mesmo é carregado, como vimos no cálculo das pressões laterais internas.

Para não atrapalhar a carga e a descarga êsses tirantes são colocados de baixo para cima à medida que se carrega o silo e retirados de cima para baixo quando se procede a descarga, conforme já foi dito atrás.

Uma parede externa, constituída de táboas mais finas, pregadas horizontalmente sôbre os pés-direitos, do lado de fora, além de proteger a parede interna principal, contra a chuva e sol, concorre para um melhor aspecto da construção.

Neste projeto o ralo do piso foi colocado junto à parede, ao lado da primeira janela de descarga, com o fim de economizar manilhas e para facilidade de reparos.

A proteção contra os ratos é constituída por uma chapa metálica de 0,50m de altura circundando o silo, com rebordo de 0,25m para fora.

Para se montar com exatidão os pés-direitos riscam-se sôbre a base as circunferências interna e externa das paredes, marcando-se previamente a posição de cada pé-direito.

Silo metálico — Desenho n.º 10. É um silo elevado, sem cava, destinado a forragens verdes ou a grãos secos e sementes.

A sua estrutura é constituída por 13 pés-direitos de ferro I, ou duplo T, de 12cm, bem ancorados na sapata de fundação, para se opor eficazmente à ação do vento quando o silo estiver vazio.

Estes pés-direitos são travados por meio de ferro em L de 2" x 1", como se indica no projeto.

A parede interna principal, é formada de chapas de ferro preto ou galvanizado de 2m por 1m, remontadas de 2,5cm e rebitadas umas sôbre as outras de modo que a parte superior da chapa de baixo fique por dentro da chapa de cima.

O raio da face interna dos pés-direitos foi calculado de modo que o comprimento da chapa de 2,00m, dê justo, sem corte, para dois pés-direitos.

Para maior diâmetro e maior altura as chapas da parede devem ter maior espessura (números mais baixos).

As janelas de descarga foram projetadas de modo análogo às anteriores.

A caixa de descarga é feita com chapas de ferro reforçadas com ferro em cantoneira de 1" x 1" nos dois cantos de

fora. As dimensões da secção dessa caixa devem ser de modo que o comprimento da chapa de 2,0m seja aproveitado por inteiro.

A armação do telhado é feita com ferros T de $1\frac{1}{2}$ " x $1\frac{1}{2}$ " e a cobertura com chapas n.º 24.

Este tipo de silo dispensa parede externa. A sua conservação é um pouco dispendiosa, pois exige pintura geral cada três ou quatro anos. Sua duração é ilimitada, quando bem conservado.

Podem ser pré-fabricados e montados rapidamente no local onde deve ser instalado.

Silo de Cimento-Amianto — Desenho n. 11. É um silo elevado, sem cava, destinado a forragens verdes, anexo a um estábulo para 25 cabeças.

As paredes são de chapas onduladas de cimento-amianto.

A sua estrutura é constituída por 12 pés direitos e cambotas horizontais de madeira, reforçado com cintas externas de ferro redondo, encaixadas em ranhuras existentes do lado de fora destas peças. O espaçamento das cambotas depende do comprimento das chapas de cimento-amianto.

Estas cintas são ajustadas por meio de parafusos especiais.

Internamente as cambotas apresentam recortes ondulados onde se adaptam as chapas de cimento-amianto que constituem as paredes do silo.

As chapas são remontadas de alguns centímetros e pregadas sobre os pés-direitos.

O raio da circunferência interna, que marca a posição dos pés-direitos, deve ser tal que permita o melhor aproveitamento possível da largura das chapas, bastando o remontamento, de uma chapa sobre outra, de uma cancelura apenas.

A razão de se usar em chapas onduladas para este fim é que estas oferecem maior resistência do que as lisas.

A cobertura é constituída, também, de chapas do mesmo material.

As janelas de descarga são construídas da mesma forma que as anteriores.

A caixa de descarga estabelece a ligação entre o silo e o estábulo.

Os pés-direitos são ancorados por meio de ferro em U no bloco da fundação.

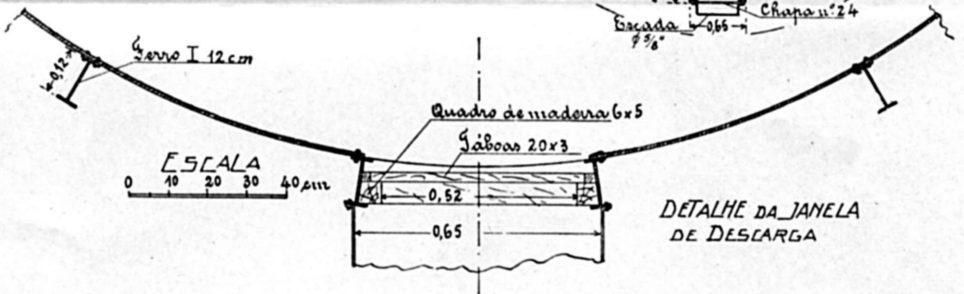
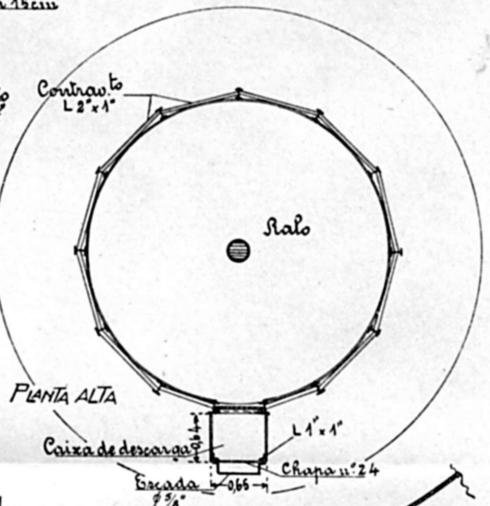
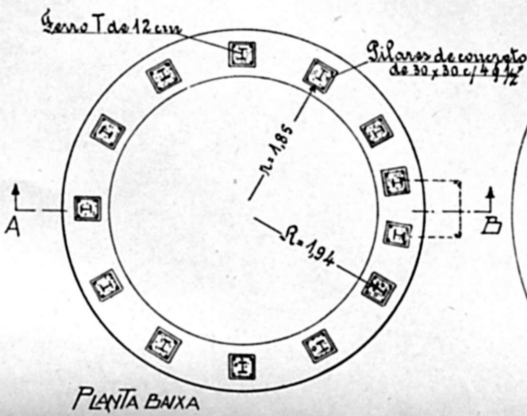
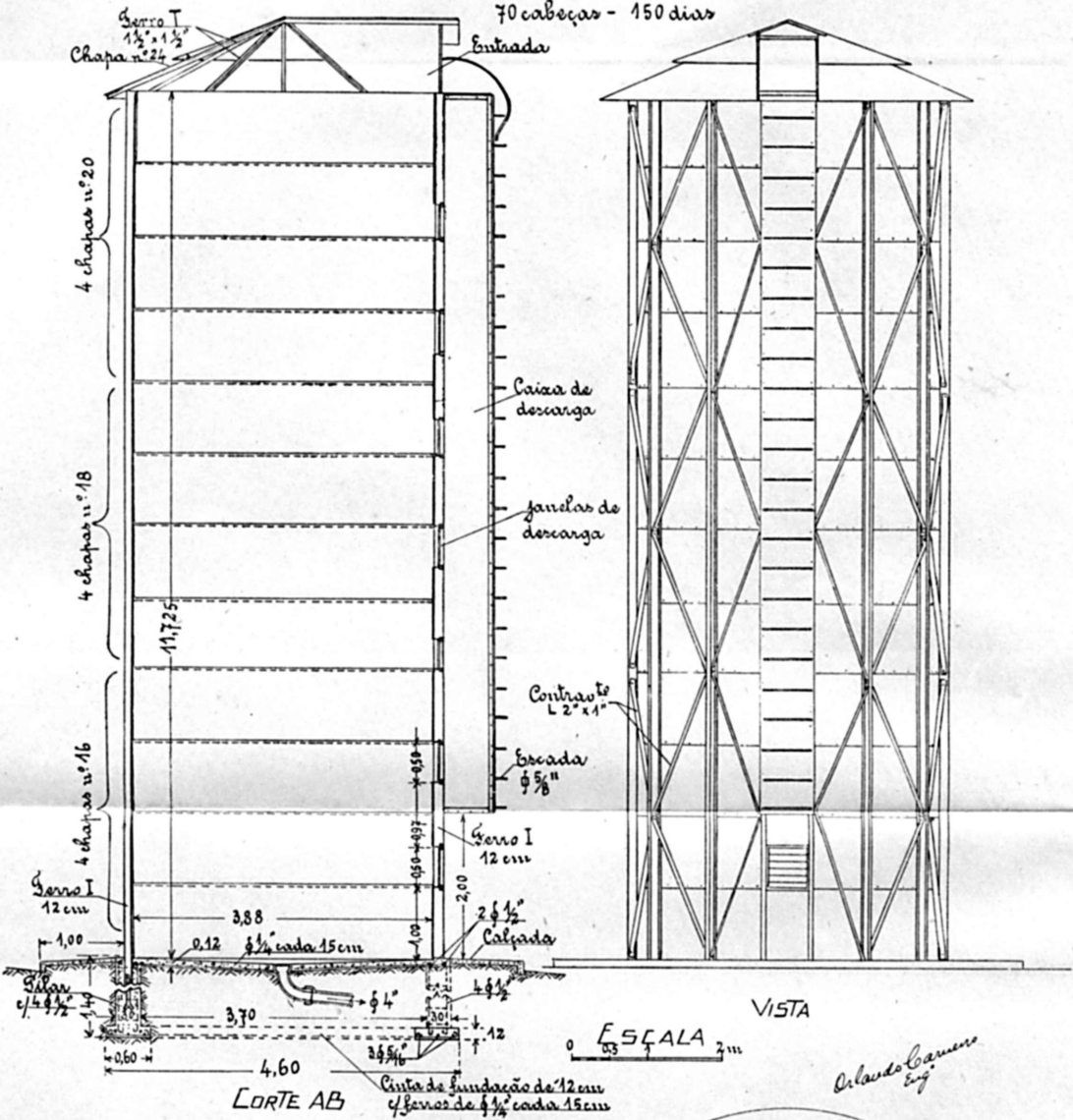
A firma Montana Ltda. se encarrega da construção e montagem de silos deste material.

Silos subterrâneos — Circulares : Desenho n.º 12. Os silos subterrâneos, de forma cilíndrica, são muito usados pelas

SILÓ METÁLICO

CAPACIDADE 140 m³ ou 95 Ton.

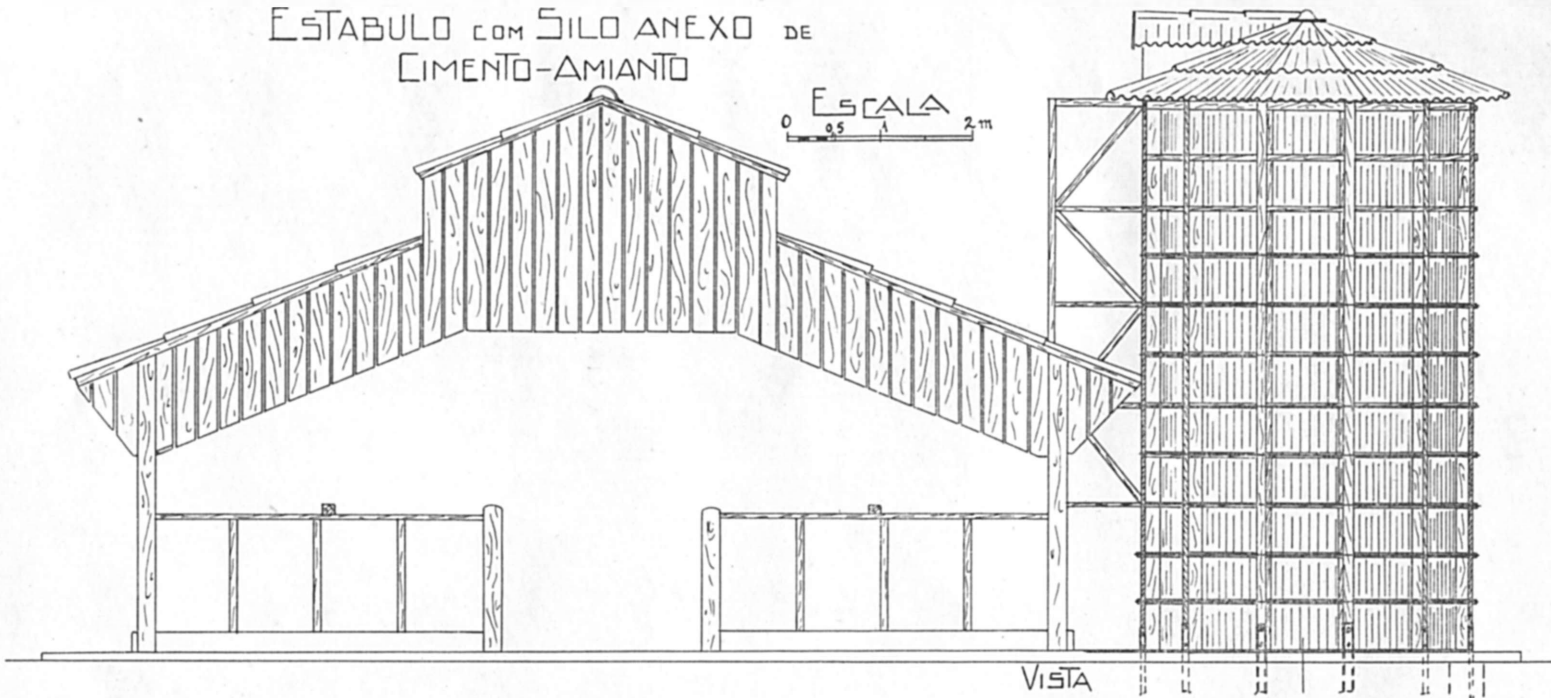
70 cabeças - 150 dias



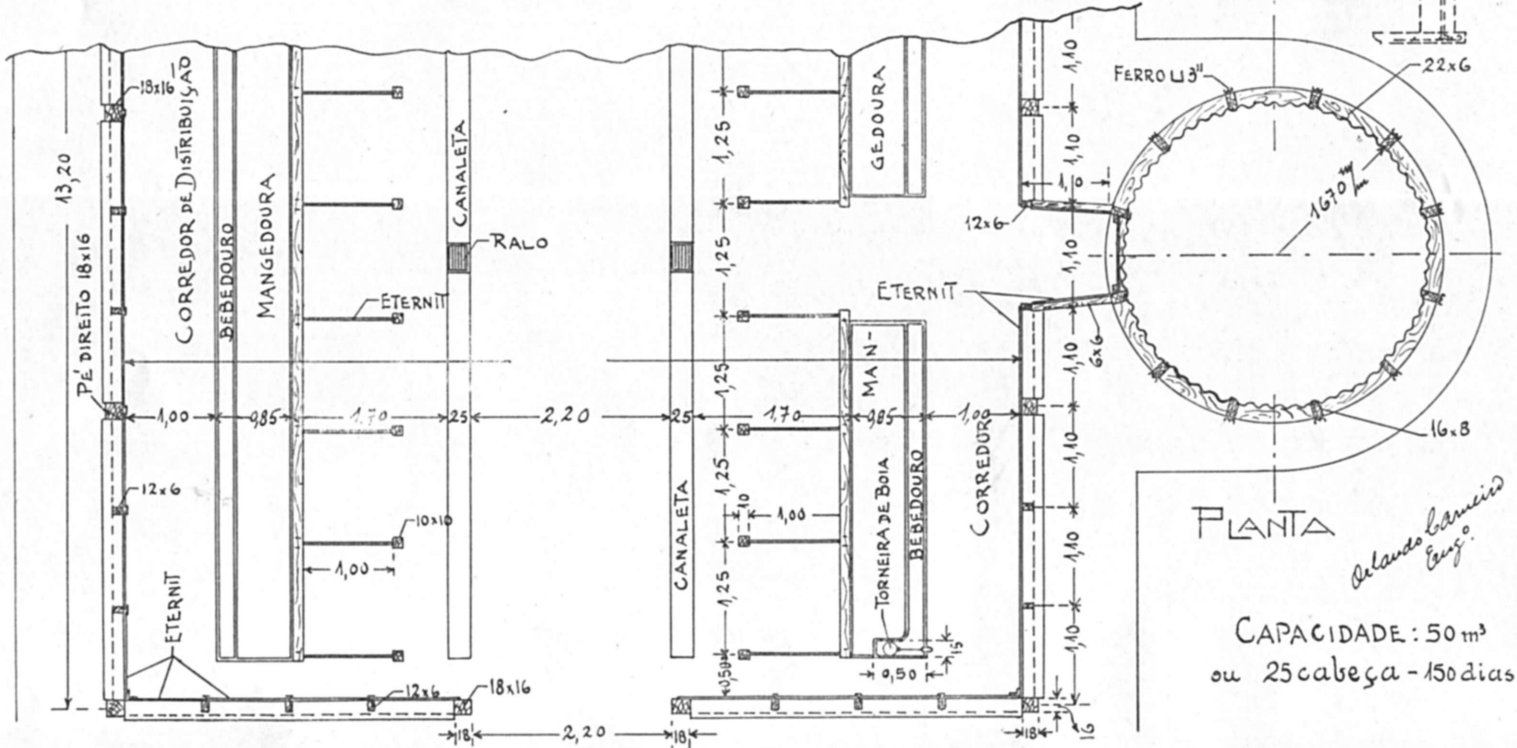
Desenho n.º 10

ESTABULO COM SILO ANEXO DE CIMENTO-AMIANTO

ESCALA
0 0,5 1 2m



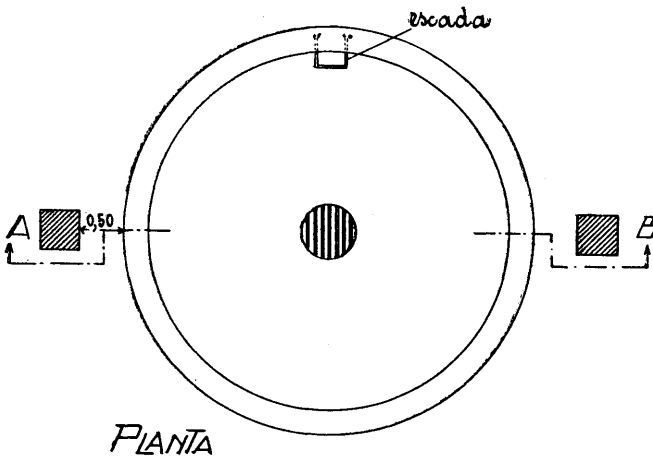
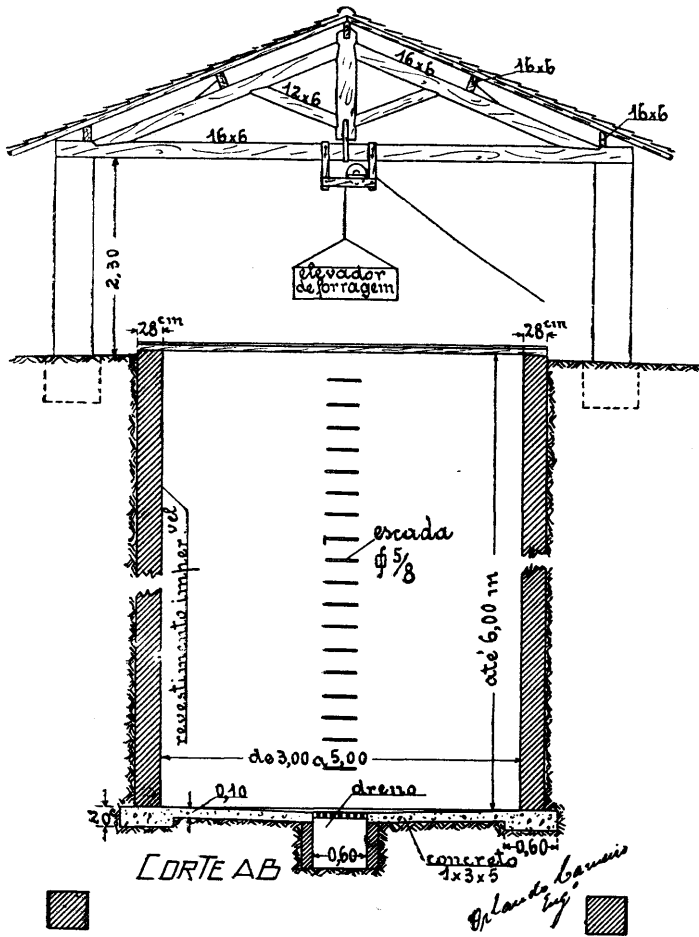
VISTA



PLANTA

Alvaro Gomes Eng.

CAPACIDADE: 50 m³
ou 25 cabeça - 150 dias



SILO SUBTERRÂNEO CIRCULAR
 ESC 0 0,5 1 2 3 m

vantagens que apresentam de facilidade e economia de construção e comodidade de carregamento. A descarga é, porém, um pouco trabalhosa.

Devem ser construídos em terreno firme e seco, podendo, neste caso, dispensar revestimento interno. Não se dispondo de local que satisfaça essas condições, deve-se então revesti-la a cava com uma parede de 1 ou de 1/2 tijolo, convenientemente impermeabilizada.

A profundidade destes silos não deve exceder de 6m, para não dificultar a remoção da forragem da parte inferior, serviço este que se consegue mais facilmente com o auxílio de um elevador de cesta.

São em geral cobertos com um simples telheiro montado sobre pés-direitos de madeira ou de tijolos, para evitar a entrada da água da chuva no interior do silo. Contudo é sempre conveniente se instalar, no fundo, um dreno.

O diâmetro interno varia de 3,00 a 5,00m.

Silos subterrâneos — Em trincheira : Desenho n.º 13. Como os anteriores, devem ser construídos em terreno seco e firme, podendo ser ou não revestidos.

Para evitar a entrada de água da chuva, pode-se protegê-los com uma cobertura, que se remove por ocasião de descarga. Quando descobertos, depois de carregados, são protegidos com uma camada de capim, sobre a qual se coloca outra de terra, apresentando, na parte superior, uma superfície abaulada.

O desenho n.º 13 representa, em secções transversais, alguns tipos de silos em trincheira, em terra e revestidos.

A água que por ventura entrar no silo, e o excesso de umidade serão absorvidos pelo terreno do fundo, que quando revestido deve ser munido de ralo.

Este tipo de silo, embora não seja construção de caráter duradouro, dá, contudo, bom resultado com dispêndio relativamente pequeno.

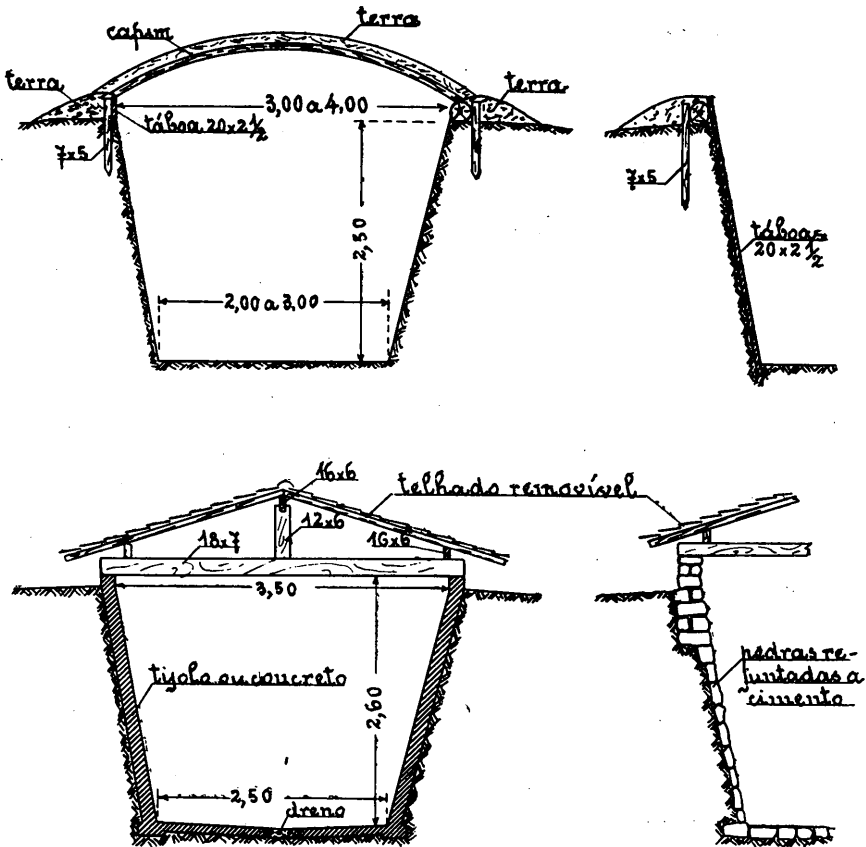
Silos de Encosta — Desenhos n. 14 e 15. Os silos de encosta são construídos no começo das encostas dos morros ou em terreno de forte declive, tirando-se partido dessa disposição topográfica para tornar fácil o enchimento e a descarga.

Podem ser de alvenaria, semi-elevados como se indica no desenho n.º 14 ou subterrâneos, circulares e em trincheira.

O desenho n.º 15 mostra como proteger um silo de encosta, em trincheira, contra as águas da chuva, indicando também como dispor as galerias que facilitam a descarga.

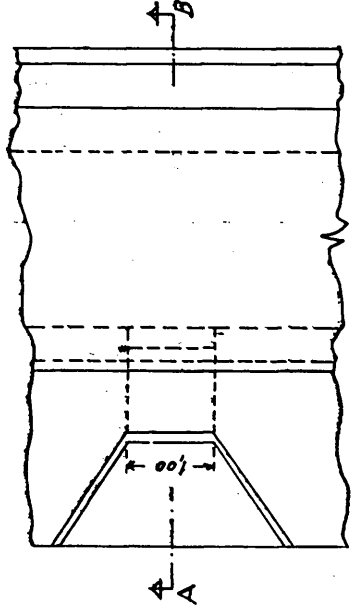
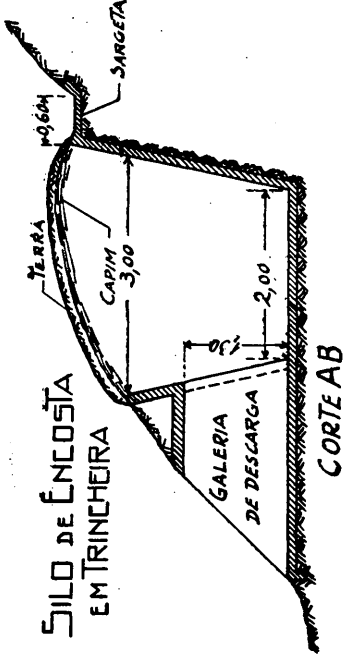
Medas-silos : Desenhos n.º 16 e n.º 17. As medas de capim, embora não mereçam o nome de silo e, muito menos, de construções, servem, contudo, para armazenar durante algum tempo a forragem verde.

São apoiadas em armações de madeira, de diversos modos. As figuras n.º 16 e n.º 17 indicam os dois modos mais usados de se fazerem essas armações.

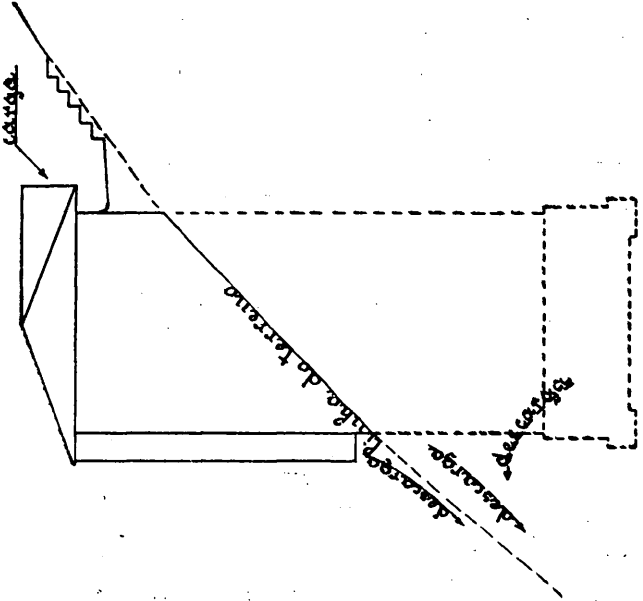


SEÇÕES TRANSVERSAIS DE SILOS TRINCHEIRA

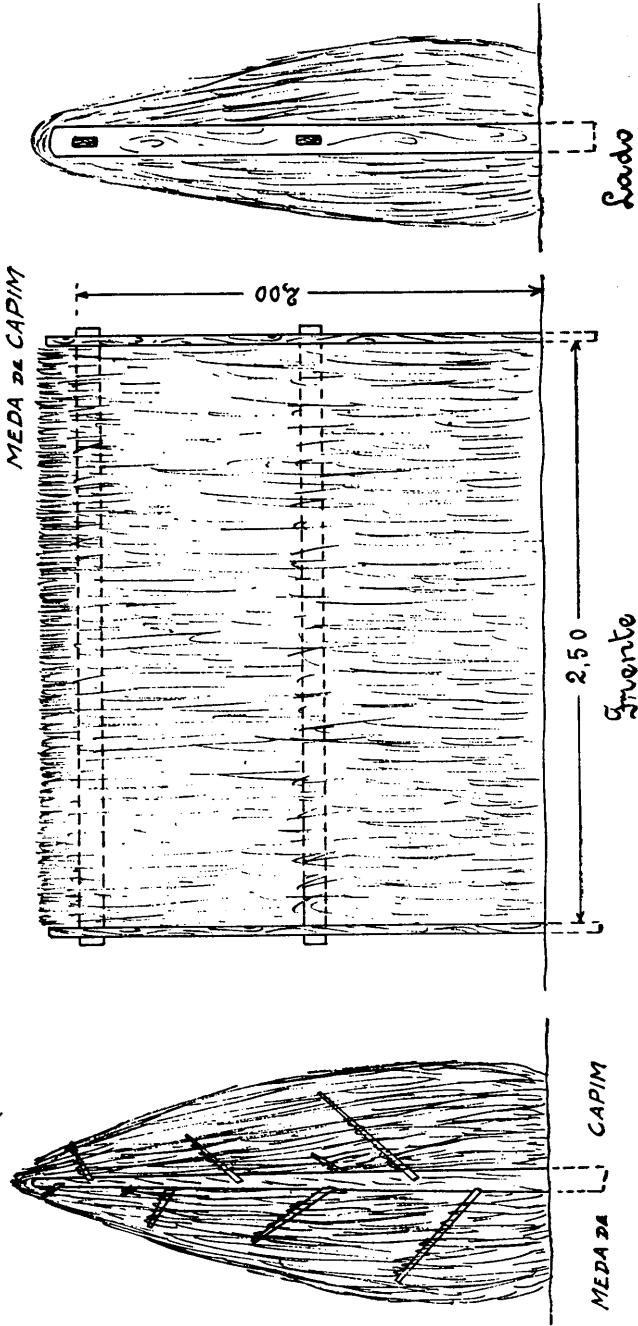
Desenho n.º 13



Desenho n.º 15



Desenho n.º 14



Desenho n.º 16

Desenho n.º 17

CONSERVAÇÃO - PRESERVAÇÃO

Todos os silos devem ser lavados e até desinfetados internamente, antes de iniciada a carga.

Os metálicos são pintados interna e externamente cada três anos, mais ou menos.

Quando de madeira, esta convém ser previamente tratada com o fim de preservá-la contra o ataque de fungos e bactérias.

Esse tratamento pode ser feito de diversos modos. Citaremos alguns; banho, imersão ou pintura com: sulfato de cobre, solução de cal com arseniato de cálcio, bicloreto de mercúrio (sublimado corrosivo), fluoreto de sódio, cloreto de zinco, creosoto ou óleo creosotado, sais de Wolmann.

Resta saber se essas soluções não passam à forragem e se não serão, portanto, prejudiciais ao gado.

CARGA

Quando a altura é pequena, até 4,00m, a carga se faz com o auxílio de escada, armações de madeira, rampas, etc. Quando superior a 4,00m, convém usar elevadores apropriados, ventiladores, esteiras sem fim, canecas ou caçambas, etc., movidos a motores elétricos ou de explosão. Os ventiladores podem ser combinados com as máquinas de picar forragem. Ver desenhos n.º 18 e n.º 19.

A forragem, ao cair no silo, é arrumada e acamada por um operário que a comprime com os pés, adensando-a convenientemente, tratando-se, é claro, de forragem verde.

No fim de algum tempo o volume diminui com o desprendimento de gases. Completa-se, então, a carga do silo. A densidade vai aumentar consideravelmente.

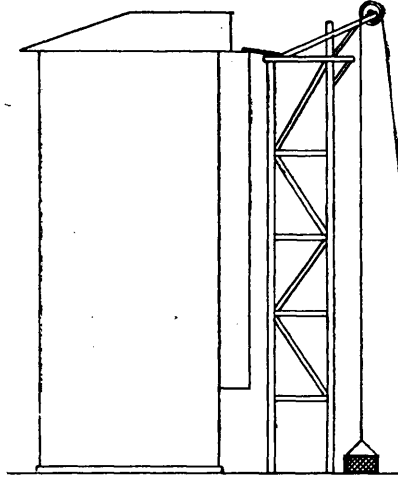
Quando a carga é feita com ventiladores, começa-se pela janela de baixo, com o fim de se economizar energia.

DESCARGA

Nos silos elevados é feita pelas janelas e caixa de descarga.

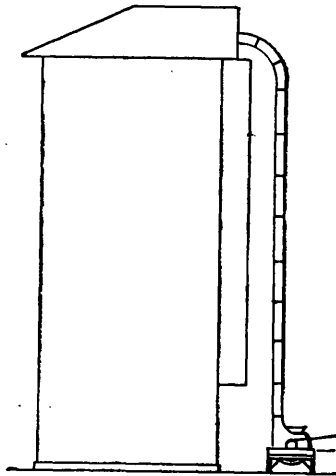
Nos silos subterrâneos circulares utiliza-se uma cesta ou caixa alçada por meio de corda e carretilha.

As janelas de descarga por onde se lança a forragem são aberturas de 60 x 60cm, aproximadamente, e constam de um quadro de ferro em L ou T ou de madeira, de encontro ao qual



CARGA COM AUXILIO DE ARMAÇÃO

Desenho n.º 18



CARGA COM VENTILADOR

Desenho n.º 19

se adapta uma fôlha de chapa metálica ou de madeira, em uma só peça ou em segmentos.

Para evitar a entrada de ar e umidade as janelas são munidas de juntas de borracha ou de papel alcatroado.

A caixa de descarga pode ser semi-circular ou de secção retangular, tendo, internamente, diâmetro de 0,70m ou 60 x 70cm de lados. Serve para encaminhar a forragem, quando é lançada pelas janelas. Começa a 2,00m acima do solo e vai até em cima. Pode ser metálica, de concreto armado, de madeira, ou de chapas de cimento-amianto, nestes dois últimos casos pregadas sobre caibros.

Internamente deve oferecer superfície livre de saliências, para não prender a forragem, quando se descarrega o silo, por isso, quando de madeira ou de cimento-amianto as táboas ou as chapas devem ser pregadas do lado de dentro da respectiva armação.

SILOS GRANDES OU PEQUENOS ?

Quando é grande o número de cabeças, talvez seja preferível construir mais de um silo, em vez de um só de grande capacidade, pois isso pode facilitar a carga e descarga e apresentar vantagens para o corte e distribuição da forragem.

Quando construídos em série, devem guardar espaços convenientes entre si, para facilitar a circulação dos veículos.

LOCALIZAÇÃO

Devem ser construídos em terreno seco e firme e próximos dos centros de consumo da forragem, podendo, mesmo, ser anexos aos estábulos, cavalariças, apriscos, etc.

