

# Construção de Silos Subterrâneos

Compilação de M. MACHADO

(Do Depto. de Engenharia Rural)

Os silos subterrâneos podem ser constituídos por simples fossas de planta retangular e secção transversal trapezoidal (paredes ligeiramente inclinadas) ou ter a forma cilíndrica. Num e noutro caso, podem ser ou não revestidos de alvenaria, ou de concreto ou simplesmente de bôa argamassa de cimento. Para a construção de um silo subterrâneo, a primeira etapa é a ESCOLHA DO LOCAL. Esta escolha, ou seja a locação do silo, deve atender a dois fatores preponderantes: — a facilidade da distribuição da silagem e a natureza do terreno.

Assim, o local escolhido deve ficar o mais próximo possível dos estábulos ou currais, afim de reduzir ao mínimo a despesa de transporte da silagem para os pontos onde deve ser utilizada.

O terreno deverá dispor de bôa drenagem, isto é, será mais ou menos elevado e não sujeito às inundações nem às infiltrações das águas; estas não deverão estancar no fundo do silo. Além disso, a consistência do terreno deverá ser bastante firme, afim de que as paredes do silo não se desmoronem facilmente. Por esta razão, os terrenos arenosos ou pedregosos não servem, pois, além do perigo de desmoronamentos, é praticamente impossível evitar que as paredes se deformem, o que constituiria outro grave inconveniente. E' mister ainda, antes de fixar a locação definitiva do silo, verificar a que profundidade se encontra o nível do lençol d'água subterrâneo, o que se consegue quer examinando uma cisterna nas proximidades, caso exista, quer sondando o terreno, mediante uma perfuração de uns cinco centímetros de diâmetro, quer ainda, nalguns casos, pela própria configuração do terreno: se este é mais ou menos elevado e se nas suas proximidades passa um curso d'água em nível inferior, pode-se concluir que, provavelmente, acima do nível desse curso d'água, não se encontrará lençol subterrâneo. E' o caso do local do silo desta Escola. Determinada a profundidade do lençol subterrâneo, o fundo do silo deverá ficar sempre um pouco acima dele.

FOSSA SIMPLES OU SILO EM TERRA—Escolhido o local, de acordo com as recomendações anteriores, trata-se de

determinar as dimensões da fossa, caso tenha sido este o tipo escolhido. A capacidade do silo será de acordo com o número de animais do rebanho a ser alimentado. Quanto ao tipo, depende de se querer uma obra provisória ou de caráter duradouro.

Conhecida a capacidade do silo, as suas dimensões, no caso em apreço, se determinam do seguinte modo: — Qualquer que seja o comprimento da fossa, de acordo com recomendação de profissionais que estudaram o assunto, a profundidade conveniente deve ser de 2,50, tendo 3 ms. a largura média, que será conseguida tomando-se 2,50 para largura do fundo da fossa e 3,50 para a sua boca. Em tais condições, a única dimensão que resta determinar é o comprimento da fossa. Este será obtido dividindo-se o número de metros cúbicos que representa a capacidade por 7,5. Se designarmos por  $V$  a capacidade em m. c. e por  $C$  o comprimento em metros, obteremos este pela seguinte relação:  $C$  é igual a  $V$  dividido por 7,5.

Exemplificando, se quizermos obter o comprimento de uma fossa com a capacidade de 90 ms<sup>3</sup>., teremos:  $C$  igual a 90 dividido por 7,5 igual a 12 metros.

**CONSTRUÇÃO**—Com os dados antes determinados (escolha do local e dimensões), procede-se a locação do retângulo maior, de 3,50 de largura pelo comprimento achado. Isso se consegue com a cravação de 4 estacas que determinem alinhamentos em esquadro. Locada a fossa, cujo menor lado deve, de preferência, ficar voltado para o estábulo ou curral, procede-se à excavação, atirando a terra resultante para um e outro lado, no sentido do comprimento, destinando-se a mesma a cobrir o silo depois de feita a carga deste. A primeira excavação não deve retirar toda a terra, afim de que, aberta a fossa toscamente, possam as suas paredes ser, em seguida, aplainadas ou desempenadas, chegando-se, então, às dimensões previamente determinadas.

Feito isto, é necessário comprimir bem as paredes e o fundo para deixar a superfície bem unida, e, portanto, menos permeável.

Com esta última operação, está terminada a construção da fossa simples ou silo em terra, podendo-se proceder à ensilagem, devendo a altura desta atingir uns 2 metros acima do nível do solo. Depois de convenientemente comprimida a ensilagem, é ela coberta com a terra disposta ao lado da fossa.

O aumento de volume resultante da maior altura do

monte de ensilagem não foi computado no cálculo indicado atrás porque ele é destinado a compensar a redução que se verifica pela compressão do monte após a sua cobertura com a terra, bem como para equilibrar outras perdas inevitáveis no processo de ensilagem.

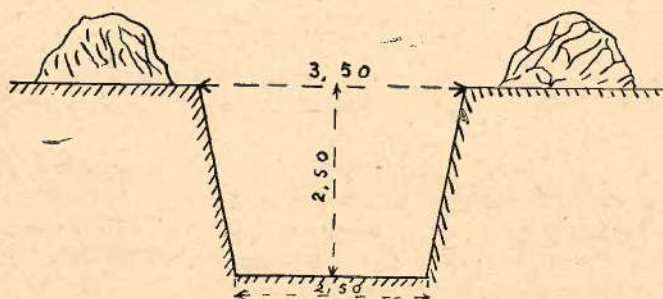


Fig. 1—Fossa simples, antes da carga, mostrando a terra amontoada nos lados.

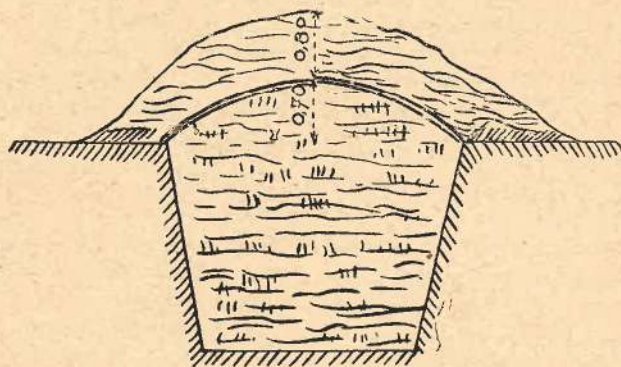


Fig. 2—Fossa simples, depois de carregada, mostrando a terra cobrindo e comprimindo a silagem.

## Silo subterrâneo cilíndrico, do tipo do construído por essa Escola

Determinação das dimensões. O diâmetro do silo depende da quantidade de ensilagem que deverá ser extraída diariamente, ao passo que a sua profundidade é calculada pelo número de dias que os animais terão de ser alimentados com esse produto.

O diâmetro do silo deverá ser tal que se faça diariamente a extração de uma camada de  $\pm 0,10$  de espessura, afim de que não se deteriore a forragem. Estabelecida esta condição, e partindo de uma fórmula geométrica, chegamos aos seguintes resultados que permitem calcular o diâmetro e a profundidade:

1º. Extrae-se a raiz quadrada do número que exprime, em m. c., a quantidade de silagem a ser retirada diariamente; o resultado obtido se divide por 0,28, representando esse quociente o diâmetro do silo em metros. Se  $V$  representa, em m. c., a quantidade de silagem que sairá diariamente e  $D$  o diâmetro do silo, temos a seguinte relação: —  $D$  igual  $\sqrt{V}$  dividido por 0,28.

Exemplificando, seja determinar o diâmetro de um silo para se retirar diariamente 1.200 litros ou  $V$  igual a 1,200: . .  $D$  igual a raiz quadrada de 1.200 dividido por 0,28 igual a 1,09 dividido por 0,28 igual a 3,89.

2º. A profundidade do silo se obtem, em metros, dividindo-se o número de dias calculado para fornecimento de silagem por 10.

Representando por  $N$  o número de dias e a profundidade por  $H$ , temos: — . .  $H$  igual a  $N$  dividido por 10.

Assim, um silo para fornecer silagem durante 90 dias terá uma profundidade  $H$  igual a 90 dividido por 10 igual a 9 metros. No cálculo da profundidade  $H$  não se inclui a altura do parapeito que será construído sobre a sua boca, pois esse acréscimo desaparecerá depois da compressão da ensilagem.

CONSTRUÇÃO — Escolhido o local e determinadas as dimensões, primeiramente se deve proceder à limpeza e nivelamento de uma área de diâmetro um pouco maior do que o calculado. Em seguida, crava-se no seu centro uma estaca e, sobre esta, um prego que será o centro do cintel. Este, conforme o modelo, é constituído por um sarrafo tendo um

furo numa das extremidades e, na outra, dois ponteiros ou traçadores espaçados de 0,25. A distância entre o furo e o ponteiro interior deverá ser a metade do diâmetro calculado. Para que o cintel trabalhe nivelado, o que é necessário, a estaca cravada deverá ter, acima do chão, a mesma altura dos traçadores. Dispõe-se o furo do cintel no prego da estaca e traça-se um duplo círculo sobre o terreno. Extrae-se a terra entre estes dois círculos até uma profundidade de 0,60 a 0,80, devendo as paredes da valeta circular assim formada ficar bem apumadas e lisas e o fundo bem nivelado. Depois enche-se a valeta d'água e espera-se até que esta seja absorvida pela terra, ocasião em que deve ser cheia de concreto formado na proporção, em volume, de 1 parte de cimento, duas de areia, 4 de cascalho ou pedra britada e a quantidade d'água necessária para se obter uma consistência média. Na massa de concreto, que deverá ser bem socada na valeta, se introduzirão quatro arcos de vergalhão de ferro de 6 a 8 milímetros de diâmetro (1/4"). O primeiro deverá ficar próximo do fundo e os outros mais ou menos equidistantes entre si e introduzidos à medida que se dispõe e se espalha o concreto na valeta. Este aro de concreto armado constituirá a boca do silo.

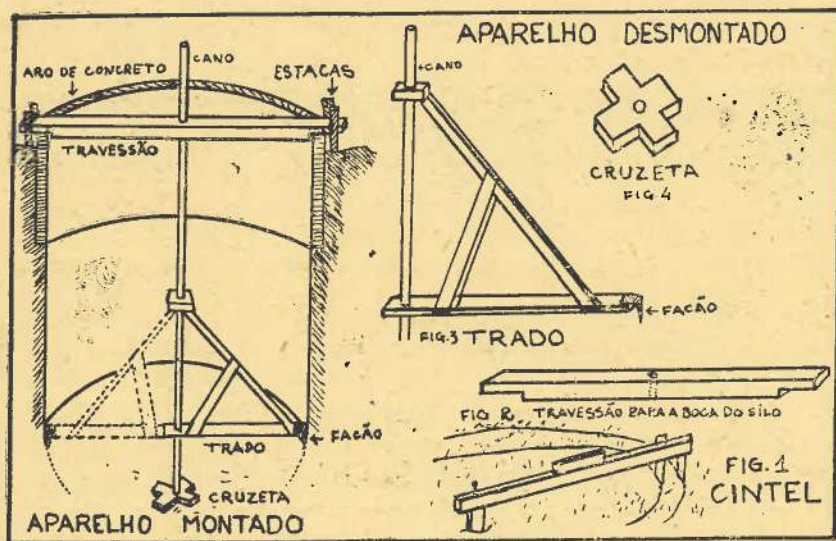
**EXCAVAÇÃO DO SILO** — Três dias depois de fundido o aro de concreto, tempo necessário para o endurecimento deste, começa-se a excavação, extraíndo-se toda a terra que ficou no interior do aro, baixando-se a excavação mais 1,50, porém, nesta profundidade de 1,50 abaixo do aro não se retira toda a terra até o prumo da parede interna deste, deixando-se uma pequena camada em toda a volta para ser retirada depois, como veremos.

Afim de se obter uma forma perfeitamente regular, evitando-se depressões que constituirão depósitos de ar capazes de corromper parte da forragem, ou saliências que impedirão a compressão uniforme da silagem, procede-se do seguinte modo: — Antes de dar começo à excavação do fosso, coloca-se sobre a sua boca, segundo um diâmetro desta, um travessão de madeira, tendo no seu meio um furo capaz de deixar passar um cano de 1 1/2".

Cada uma das extremidades do travessão será presa por duas estacas bem cravadas no terreno. Retirada a terra até a profundidade de 1,50 abaixo do aro de concreto, introduz-se um cano 1 1/2" no furo do travessão, que estará coincidindo exatamente com o centro do silo, fazendo-se o cano passar também pelos dois furos do guia da faca ou trado:

deixa-se o cano descer até o fundo da seção excavada, apoiando-se sobre a sua base que é uma cruzeta de madeira, com um furo no meio. Em seguida, apruma-se o cano com auxílio de um prumo de pedreiro; conseguido isto, fixa-se a base do cano no fundo da fossa cravando quatro estacas bem unidas aos seus ângulos. — A figura 3 ilustra essas operações. O raio do guia ou trado deverá ser maior que o raio do silo de uma quantidade igual à espessura da argamassa de revestimento. Essa espessura é de 6 cm. no silo da Escola.

Disposto o aparelho como foi descrito, vai-se fazendo o mesmo girar e a faca disposta na sua extremidade irá cortando o excesso de terra deixado, ficando a parede bem lisa e aprumada. Ao mesmo tempo é retirada a parte da terra que será substituída pela argamassa de revestimento. Terminada esta operação, retira-se o aparelho e procede-se ao REVESTIMENTO DO INTERIOR DO SILO.



Molha-se a parede para que a terra não absorva rapidamente a água da argamassa e, em seguida, procede-se à aplicação desta que será formada de uma parte de cimento e  $2\frac{1}{2}$  a 3 de areia limpa. A chapa de argamassa deve ser aplicada de 2 ou 3 vezes, a fim de que não caia em virtude do seu peso; dá-se um intervalo de umas 2 horas entre a aplicação de cada camada, devendo, porém, a 2ª ser aplicada antes da 1ª estar completamente seca. Aplicada a última camada e bem desempenada esta, o que se consegue com uma régua

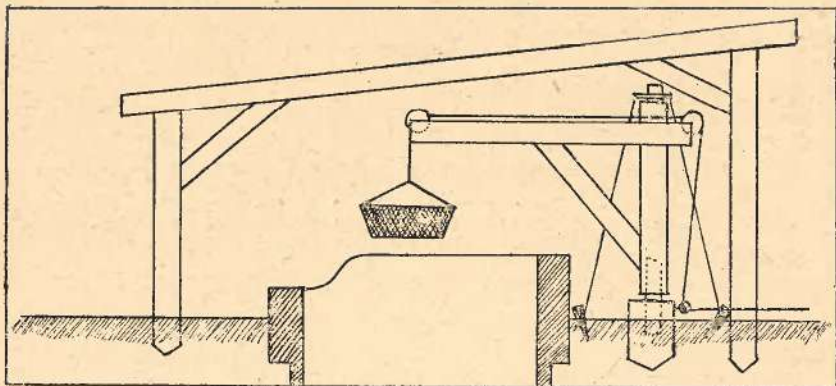
e tomando como guia ou mestra a superfície interna do aro de concreto, antes que o rebôco endureça, aplique-se-lhe uma ou duas mãos de uma mistura de cimento e água (nata) de consistência de creme.

Esta aplicação poderá ser feita com uma brocha e tem por fim tornar a parede mais resistente, lisa e impermeável. A aplicação dessa nata na 1ª seção deverá atingir também a superfície interna do aro de concreto. Termina-se assim a 1ª seção. Em seguida, procede-se à excavação da 2ª seção, também de mais ou menos 1<sup>m</sup>50 de profundidade, e repetem-se todas as operações. Assim se prossegue até atingir a profundidade calculada.

**TERMINAÇÃO DO SILO** — Concluída a excavação e o revestimento, constroe-se sobre a boca do silo um parapeito de 1 m. de altura.

Esse parapeito deverá, de preferência, ser de alvenaria de tijolos com argamassa de cimento, revestido com esse mesmo material.

Terá a espessura de um tijolo, ou, mais ou menos 0,25. Nele se deixará, do lado por onde sairá a forragem, uma depressão ou corte de uns 0,35 de altura para facilitar a manobra.



*Observação : Os tirantes do mastro foram aproximados para maior clareza do esquema.*

O fundo do silo não terá revestimento afim de que haja drenagem.

**GUINDASTE** — Consta este aparelho, que é de madeira, e de fácil construção de um aparelho giratório (mastro, escora e lança), roldanas, corda, guincho ou cabrestante e de uma caixa, engradado ou tina para a extração da silagem, bem como de algumas ferragens e tirantes de arame grosso, para firmar o mastro. A sua instalação deve ser feita no início da construção do silo, pois prestará ótimo serviço na extração da terra, o que será mesmo difícil sem ele. Na falta do guincho, o seu trabalho pode ser executado por uma atrelagem de animais (bois ou muares) que, puxando a corda ou cabo horizontalmente, farão a terra elevar-se.

### BIBLIOGRAFIA

- 1—La Hacienda: «A construção de Silos Subterrâneos» Junho de 1925, páginas 163—166.
- 2—Prof. N. Athanassof: «Conservação das forragens verdes por meio do silo. Ensilagem». Separata da Revista de Agricultura — Piracicaba — 1928.



## Mudas de Plantas Frutíferas

VARIADO SORTIMENTO DE MUDAS SELECIONADAS

Videiras, Perequeiros, Pereiras, Jaboticabeiras, Castanheiros, Macieiras, Amendoeiras, etc.

**Sementes** de germinação garantida de: ALFAFA: Murcia e Creola do Rio Grande — HORTALIÇAS — CAPINS: Ray Grass (propria para a quadra invernososa), Catingueiro Roxo, Jaraguá, Cabelo de Negro, Colônião, Sudan Grass, etc. — BATATINHA — MAMONA — TUNGUE NOGUEIRA DE IGUAPE' — SOJA — FEIJÃO DE PORCO — MUCUNA PRETA — ARROZ — ETC. ● Inseticidas e Formicidas — Sulfato de Cobre, Arsenico, Enxofre, etc. Adubos Simples e Compostos.

ARTIGOS EM GERAL  
PARA AGRICULTURA



SOLICITE CATALOGO  
E LISTA DE PREÇOS A

**Cocito Irmãos & Cia. Ltda.**

Matriz: Rua S. Bento, 490 - Cx. Postal, 275 - S. Paulo - Filial: Rua Mexico, 168 - Rio