

INSTALAÇÕES ZOOTÉCNICAS VISANDO A PRODUÇÃO DE SILAGEM

Luiz Octávio Danin de Moura Carvalho
Engenheiro Agrônomo

José de Brito Lourenço Junior
Pesquisador III, Embrapa Amazônia Oriental
Caixa Postal, 48 - Belém-PA, CEP 66095-100
e-mail: lourenco@cpatu.embrapa.br

Osvanira dos Santos Alves
Acadêmica de Zootecnia, Instituto de Saúde e Produção Animal
da UFRA
Bolsista Pibic/Cnpq/Embrapa Amazônia Oriental

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui características favoráveis ao cultivo de forrageiras tropicais. Entretanto, como consequência dos fatores climáticos a sua disponibilidade durante o ano é desuniforme, em grandes áreas do país, com um período de destacada produção de forragem, na época mais chuvosa, e outro de escassez, na seca. Uma estratégia para evitar o desperdício de forragem, na época de abundância, é a ensilagem, visando conservar esse excesso e suprir os animais na época de escassez, com um alimento de bom valor nutritivo. A silagem de milho é a mais conhecida e utilizada, seguida do sorgo, capim elefante e outras espécies de gramíneas e girassol. Entretanto, é possível ensilar outros produtos e subprodutos agrícolas, como batata-inglesa, fécula de mandioca, resíduos cítricos, farelo de glúten de milho, borra de malte, entre outros.

Os silos forrageiros são instalações para armazenamento desses alimentos, permitindo a fermentação anaeróbia, para produção de silagens de elevada qualidade. Nesse processo, o princípio de conservação da forragem ocorre pela redução do pH (aumento da acidez) e fermentação de seus açúcares solúveis. Portanto, as forrageiras que possuem elevado teor de açúcares solúveis são melhores para ensilagem. Os silos devem permitir adequada compactação da massa ensilada, para que todo o oxigênio seja retirado ou consumido pela respiração do tecido vegetal.

Na ensilagem, ou enchimento dos silos, é importante atentar para o tamanho das partículas, umidade ou matéria seca do material, peso e frequência de trânsito do trator sobre a forragem, velocidade de transporte do campo até o silo,

abaulamento da massa, forma e tamanho do silo e, finalmente, a vedação final. Por suas características, a silagem permite a armazenagem de grandes volumes de alimentos, favorecendo os sistemas de produção de carne e leite, reduzindo-se a dependência por ingredientes concentrados, e por sua vez elevam os custos de produção e diminuem a estacionalidade de produção leiteira ou de carne.

2. LOCALIZAÇÃO DO SILO

Os silos são construções indispensáveis ao armazenamento da produção agrícola e influem decisivamente na sua qualidade e preço. Os silos forrageiros devem ser construídos próximos aos cochos e local de alimentação, permitindo maior facilidade e rapidez no fornecimento da silagem aos animais, sem interferir nas atividades de manejo. A escolha do tipo de silo depende de alguns fatores, dentre os quais se destacam os recursos financeiros, topografia, tipo de solo e disponibilidade de mão-de-obra de equipamentos mecânicos para carga e descarga. Os modelos de silos mais usados são os tipos trincheira e aéreo. O volume do silo forrageiro pode ser calculado em função das características físicas da silagem.

A escolha de um tipo de instalação zootécnica, como os silos, está relacionada a fatores econômicos e técnicos que precisam ser considerados e analisados com bastante cuidado e alguns princípios básicos devem ser seguidos no seu planejamento, visando elevar os índices produtivos de um sistema de produção. A sua localização exige área ampla, com fácil acesso, boa drenagem e distância de construções particulares, a fim de prevenir possíveis problemas com doenças, moscas e odores. Seu tamanho ou capacidade precisa ser suficiente para alimentar o número de animais, jovens e adultos, do rebanho da propriedade.

São construções de finalidade estratégica e objetivam a conservação de forragem sob a forma de silagem, imprescindível para suprir os animais no período de menor disponibilidade e reduzido valor nutritivo da pastagem. Os silos devem ficar próximos da instalação de fornecimento da dieta dos animais, objetivando facilitar a distribuição da silagem e economia no transporte. Também, podem ser construídos próximos ao local de produção da forragem a ser ensilada, visando maior rapidez no seu enchimento e fechamento, além da produção de silagem de boa qualidade.

Uma boa localização exige contato direto entre o silo, qualquer que seja o seu tipo, e o cocho de volumoso. O resultado será facilidade e rapidez na distribuição do alimento com economia tempo e dinheiro. O silo deve ser construído o mais perto possível da lavoura e do estábulo no qual a silagem será fornecida aos animais, pois o frete (tanto de massa verde até o silo como da silagem pronta até o galpão dos animais) é um dos itens que mais encarece o preço final da silagem. É importante que a distribuição seja possível sem interferir com outros serviços como ordenha, apartação entre outros.

A localização mal feita pode ocasionar, inclusive, o abandono da prática, devido às dificuldades de manuseio. No caso de grande distância há alternativas, tais como, montar um segundo retiro junto ao silo existente, e construir novo silo junto ao estábulo, não sendo excessiva a distância entre o silo, e o estábulo, pode-se construir um cocho rústico para volumoso junto ao silo, deixando-se a área do estábulo apenas para ordenha e distribuição do concentrado, e deixar a área junto ao silo existente para novilhas, vacas secas e bezerras, construindo cochos para volumosos e, conseqüentemente, construir um novo silo perto do estábulo;

3. ESCOLHA DO TIPO DE SILO

Antes da escolha de um dos tipos de silo, é conveniente conversar com técnicos e outros proprietários, bem como, visitar propriedades que possuam diferentes tipos dessa instalação zootécnica. Calcule, no geral, um consumo de 25 a 35 kg de silagem por unidade animal (animal adulto, dependendo da raça, estágio de produção, etc.), por dia, multiplicado pelo número de dias do período considerado, lembrando que o cálculo preciso deve ser feito com base no consumo de matéria seca. Acrescente ao consumo estimado de matéria seca, entre 10% a 15% sobre o total para cobrir as perdas que ocorrem no processo, principalmente quando essa instalação não é revestida e pela atividade de retirada da silagem, colocação nos cochos entre outras.

De maneira geral, podem-se apontar cinco tipos de silos, sendo os dois primeiros costumeiramente usados: Aéreo, Trincheira, Cisterna, Superfície, Bunker e Silo-Press (Silo-Tubo). Cada tipo de silo apresenta vantagens e desvantagens. A escolha ideal depende do bom senso do proprietário e das condições da fazenda, na Tabela 1 está apresentada uma comparação entre os silos de tipo aéreo e trincheira, em relação a densidade de material ensilado e percentual de perda.

Tabela 1. Perda média por tipo de silo.

Tipo	Densidade do material ensilado (kg/m ³)	Perda média (%)
Trincheira	550	10
Aéreo	750	5

Cada tipo de silo apresenta uma série de vantagens e desvantagens, sendo as principais apresentadas na Tabela 2.

Vantagem	Desvantagem
1. Silo Aéreo	
<ul style="list-style-type: none"> - Maior eficiência - perdas mínimas (5%); - Facilidades na descarga; - Compactação mais fácil; - Valorização estética da propriedade; - Possibilidade de ser construído mesmo em baixadas com lençol freático superficial e, ainda, ligado ao estábulo ou local de tratamento (cochos); - Grande capacidade de volume. 	<ul style="list-style-type: none"> - Maior custo inicial; requer mão-de-obra mais eficiente; - Máquinas ensiladeiras mais caras, com ventilador.
2. Silo de Encosta	
<ul style="list-style-type: none"> - As mesmas do silo aéreo, acrescentando-se que é menos caro e dispensa máquinas com ventiladores para carregamento. 	<ul style="list-style-type: none"> - As mesmas do "aéreo"; - Necessita de barranco bem elevado com relação ao local de trato, o que poucas propriedades podem oferecer.
3. Silo-Cisterna	
<ul style="list-style-type: none"> - Carregamento e compactação fáceis; - Menos caro que os anteriores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Descarga mais difícil; - Não pode ser de grande capacidade, necessita ser feito em forma de baterias, devido à sua profundidade (máxima 7 m); - Não pode ser construído em baixadas, devido ao lençol freático superficial; - Revestimento indispensável.
4. Silo-Trincheira	
<ul style="list-style-type: none"> - Construção mais simples e barata; - Possibilidade de máquinas na abertura; - Máquinas de ensilar mais simples. 	<ul style="list-style-type: none"> - Grande superfície exposta e possibilidade de maiores perdas (10%); - Compactação mais difícil; - Grande quantidade de terra para cobertura; - Necessidade de cerca em volta para proteger contra animais; - Dificuldade de barranco próximo ao local do trato. Obs.: Este item pode ser omitido, fazendo-se o silo todo escavado no solo, subterrâneo.
5. Silo de Superfície	
<ul style="list-style-type: none"> - Mais opção de escolha de local para ensilagem; - Máquinas ensiladeiras mais simples; - Fechamento rápido; - Pode ser mudado de local, quando necessário, sem perdas de investimento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Maiores perdas de qualidade (> 15%); - Compactação mais difícil.
6. Silos cilíndricos de Plásticos	
<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de transporte Maior quantidade de silagem armazenada por m³ 	<ul style="list-style-type: none"> Máquina especial de custo elevado Não reutilização do plástico

Fonte: Adaptado de Bueno (1986); Embrapa/Cnptia (2004).

O tipo de silo depende, entre outros fatores, do capital disponível e de proporcionar elevado grau de eficácia, da quantidade de silagem a ser armazenada, da topografia, máquinas e equipamentos disponíveis e preferência do pecuarista e podem ser aéreo, de encosta, cisterna, trincheira e de superfície. Atualmente, estão sendo usados os silos cilíndricos de plástico, conhecidos como "salsicha", que apresentam a vantagem do fácil transporte.

4. TIPOS DE SILO E ASPECTOS DA CONSTRUÇÃO

4.1. SILO AÉREO

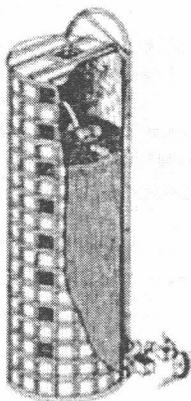


Figura 1. Silo Aéreo com corte. Fonte: ABCP.

O silo aéreo (Figura 1) possui formato cilíndrico e grande capacidade de armazenamento. A Tabela 3 evidencia essa informação. Nele as perdas do material ensilado são menores. Sua construção, porém, é mais complexa, exigindo maior investimento inicial e projeto detalhado da estrutura e das fundações. O custo para carregar e descarregar a silagem também é maior. Sua localização deve ser próxima de onde se pre-

tende tratar do gado.

O diâmetro e a altura dos silos aéreos variam conforme a necessidade de armazenamento em função do número de animais a serem alimentados e do período de estiagem. A tabela seguinte mostra o diâmetro e a altura de silos aéreos, considerando períodos de estiagem de cinco meses, para animais confinados.

É importante lembrar que a altura máxima deve ser igual a 12m para facilitar a compressão, carga e descarga, além de não comprometer a estabilidade da construção.

Para rebanhos maiores, devem ser construídas outras unidades de silos, para evitar alturas e diâmetros muito grandes. Por exemplo, considerando um período de estiagem de cinco meses, um rebanho de sete vacas consumirá

276 toneladas de silagem. Portanto, devem se construídos 3 silos com 8m de altura e 4,5m de diâmetro cada um com capacidade de 95 toneladas. Um levantamento sobre a capacidade dos silos está descrito na Tabela 2.

Os silos aéreos podem ser executados com diferentes materiais, como, por exemplo, blocos de concreto, placas pré-moldadas de concreto ou concreto moldado no local. A sua execução, entretanto, exige cálculos estruturais feitos por profissionais habilitados (engenheiro civil ou calculista) para definir as dimensões das peças, caso a caso, o número e bitola dos vergalhões da armadura e as características do concreto. No tópico a seguir são mostradas as fórmulas utilizadas para os cálculos.

As janelas de descarga devem ser colocadas à distancia máxima de 1m, facilitando a descarga. Devem ser fechadas hermeticamente com madeira, guarnições de borracha e parafuso de chamada. As dimensões dessas anelas podem ser de 60 x 60 cm.

Tabela 3. Capacidade dos silos aéreos.

Número de animais	Consumo estimado para 5 meses (t)	Altura do silo (m)	Diâmetro do silo (m)
10	40	5,5	3,5
12	47	6,5	3,5
14	55	7,6	3,5
18	71	7,5	4,0
20	79	8,4	4,0
22	87	7,3	4,5
24	95	8,0	4,5
26	102	8,6	4,5

Fonte: Bueno (1986).

4.2. SILO-TRINCHEIRA

O silo-trincheira é o mais utilizado entre os pecuaristas pelo baixo custo de construção e simplicidade de manuseio (Figura 2). Os terrenos mais inclinados facilitam a sua execução. O tamanho do silo-trincheira é calculado com base num consumo diário, em média,

de 15 kg de silagem por animal adulto semiconfinado e de 25 kg por animal

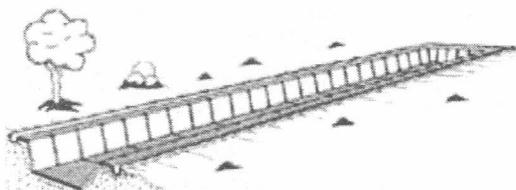


Figura 2 - Silo trincheira. Fonte: ABCP.

adulto confinado. O formato do silo permite excelente compactação, possibilitando atingir valores médios de 500 a 660 kg de matéria verde por metro cúbico, dependendo da umidade do material, do tamanho das partículas e da forma e frequência de compactação. A Tabela 4 apresenta algumas dimensões de silos-trincheira, considerando período de estiagem de cinco meses, para animais confinados.

Por exemplo, considerando um período de cinco meses de estiagem por ano, cada grupo de 35 vacas confinadas consumirá 144 toneladas de silagem. A capacidade desse silo poderá ter 2,5 m de profundidade, 5,9 m de topo, 4,6 m de fundo e 20 m de comprimento. A retirada de silagem do silo-trincheira é feita em fatias de, no mínimo, 15 cm, cortadas verticalmente.

Tabela 4. Dimensões dos silos trincheiras.

Números de animais	Consumo estimado de silagem para 5 meses (t)	Profundidade (m)	Largura (m)		Comprimento (m)
			Topo	Fundo	
10	41	1,5	2,9	2,1	20
15	62	1,5	4,2	3,4	20
20	83	2,0	4,3	3,3	20
25	103	2,0	5,2	4,2	20
30	124	2,5	5,2	3,9	20
35	144	2,5	5,9	4,6	20
40	165	2,5	6,7	5,4	20
45	186	3,0	6,4	4,9	20
50	206	3,0	7,0	5,5	20
60	248	3,0	5,8	4,3	30
70	289	3,0	6,6	5,1	30
80	330	3,0	7,4	5,9	30
90	371	3,0	8,3	6,8	30
100	413	3,0	9,1	7,6	30

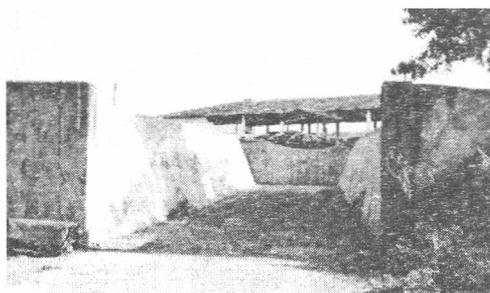


Figura 3 - Silo trincheira revestido com alvenaria.
Fonte: DEMARCHI

A execução do silo começa pela marcação prévia do terreno. Em seguida é feita escavação manual ou mecânica (dependendo do tamanho e local da construção).

O fundo do silo deve ser bem compactado, com caimento mínimo de 2% (2 cm por metro) do fundo para a entrada. As paredes la-

terais devem ter inclinação, em relação à vertical, correspondente a 25% da profundidade do silo (Figura 3). A seguir devem ser preparadas as fundações das paredes. Estas podem ser do tipo baldrame, com altura de 30 cm e largura igual à da parede. Se o revestimento do talude das paredes for de solo-cimento, o baldrame também poderá ser desse material.

O revestimento das paredes e do piso do silo-trincheira deve ser feito com materiais de boa qualidade, resistentes à ação do tempo e trepidação gerada por tratores ou carretas forrageiras no seu interior. Dependendo da situação, do tipo de solo local e das condições gerais da região, podem ser adotadas várias soluções de revestimento. As paredes laterais podem ser revestidas com concreto, placas de concreto, blocos de concreto, solo-cimento ou ferrocimento. A definição do melhor tipo de revestimento para as paredes vai depender das condições físicas do solo onde o silo será construído. Por exemplo, em regiões de boa drenagem e com solos arenosos, o uso do solocimento pode proporcionar grande economia. Para reduzir custos de construção, o silo pode ser construído sem revestimento de alvenaria, porém há deterioração rápida das paredes laterais, mesmo que se utilize lona plástica nas laterais e no fundo do silo.

O piso do silo-trincheira pode ser feito com concreto ou solo-cimento. O piso de concreto, com uma camada maciça moldada no próprio local, tem vantagens como: a elevada resistência ao peso e ao desgaste produzido por tratores ou carretas forrageiras, maior resistência à ação das chuvas, impermeabilidade, facilidade de limpeza, possibilidade de construção na propriedade sem o auxílio de equipamentos especiais, utilização de materiais de construção fáceis de comprar. Este também pode ser feito com uma camada maciça de solo-cimento de 5 a 6 cm de espessura, executada no próprio local da obra. Essa solução é a mais econômica, principalmente quando há disponibilidade de solo adequado (arenoso) para a execução do solo-cimento no local da obra ou próximo a ela, porque esse material constitui a maior parcela da mistura. Além disso, o piso de solo-cimento tem menor consumo de materiais comprados no comércio além de grande durabilidade.

Tanto no piso de concreto como o de solo-cimento, a espessura recomendada é variável: para silos com compactação e trânsito de carroça e microtrator, esta é de 10 cm, para silos com compactação e trânsito de trator e caminhão, recomenda-se 15 cm. Para maior proteção e garantia da estabilidade do talude, deve ser feita uma calçada de concreto ou solo-cimento de 1m de largura, em

toda a extensão do silo. A calçada deve ter espessura de 8 cm e caimento de 5% (5 cm por metro) para o lado externo e uma canaleta para escoamento das águas de chuva.

Também é recomendável a execução de uma guia (meio-fio) de concreto com 15 cm de altura na borda externa da canaleta, para evitar aproximação de veículos das bordas das paredes durante o carregamento do silo-trincheira.

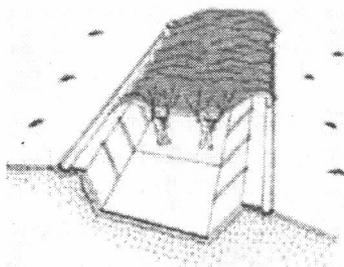


Figura 4. ilustração da vedação do silo.

Fonte: ABCP.

Quanto à vedação devem ser previstos pilares laterais na entrada do silo ou sulco nas paredes laterais, que possibilitem o fechamento com pranchões de madeira.

Silos de maior capacidade, com carregamento nas duas extremidades e compactação mecânica da silagem devem ter rampa de saída semelhante à de entrada. Facilitando a movimentação dos tratores, para descarregar, carregar e compactar o material, e diminuindo o risco de acidentes por manobras arriscadas. Nesse caso, o fechamento da entrada e

saída é feito com lona plástica, sem usar os pranchões (Figura 4). A silagem, depois de compactada, deve ser totalmente coberta com lona plástica. Uma camada de terra deve ser colocada sobre a lona, para impedir a entrada de ar e evitar que fortes ventos retirem a cobertura que também pode ser feita com pneus velhos.

4.3. SILO TIPO CISTERNA

São silos com formato similar aos poços d'água, obrigatoriamente revestidos em alvenaria. Devem apresentar drenagem inferior adequada, normalmente realizada com um dreno ligado a caixa intermediária com fundo permeável para drenagem do efluente no solo. O terreno deve ser seco, firme e profundo; terrenos com ocorrência de piçarra ou lençol freático superficial dificultam a realização deste.



Figura 5 . silo tipo cisterna, descarregado manualmente. Fonte: DEMARCHI

Este apresenta excelente fermentação, já que permite rápida ascensão do ar quente, acelerando a anaerobiose mesmo em situações sem intensa compactação. Essa última é feita manualmente, em virtude de sua forma.

A Profundidade e largura destes silos variam em função da profundidade do lençol freático. São silos de construção difícil e onerosa, não servindo para grandes volumes. Tanto o enchimento quanto a desensilagem são mais complicados. Dependendo da largura do silo, o descarregamento só é realizado manualmente com roldanas e balaios. Silos mais largos podem ser desensilados com esteiras rolantes. Também estão em desuso. São excelentes silos experimentais.

Devem ser cobertos com telhado de cerâmica, ou de zinco (Figura 5), oferecendo proteção contra as chuvas e sombreamento, facilitando a descarga. Deve haver também uma roldana para facilitar a descarga já que esta é manual.

4.4. SILO TIPO SUPERFÍCIE

É necessária a escolha de área com pequena declividade para escoamento do efluente, caso este não infiltre no solo. Optando-se por locais mais altos e solos com boa drenagem. É a opção mais barata de silo, entretanto a ausência de paredes laterais dificulta a compactação do material, aumentando as perdas (Figura 6).

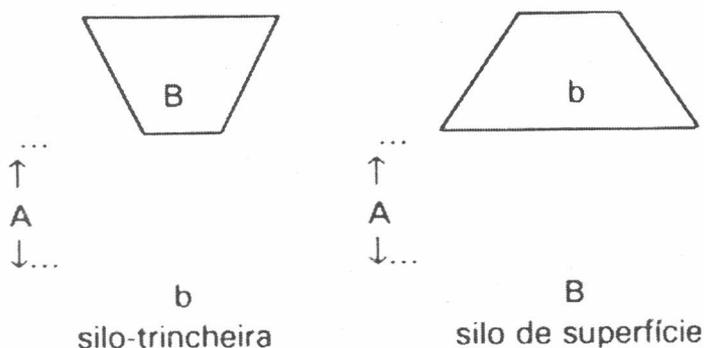


Figura 6. Comparação entre silo trincheira e superfície.

Forragens com maior umidade (aproximadamente 25%) e bem picadas permitem uma fermentação aceitável. A ensilagem com altos teores de matéria seca e material mal picado pode levar à perda total da silagem. Excelente opção para armazenamento de excessos de forragens e como passo inicial num processo de modernização da propriedade. Quanto maior a altura e largura do silo, maior a possibilidade de compactação, o que reduz percentualmente as perdas laterais e melhora a fermentação geral no silo.

A localização deve obedecer às regras dos anteriores e em solo bem seco e firme. A montagem consiste no lançamento do material sobre um solo previamente preparado e posteriormente cobri-lo com lona plástica. O solo é preparado com boa

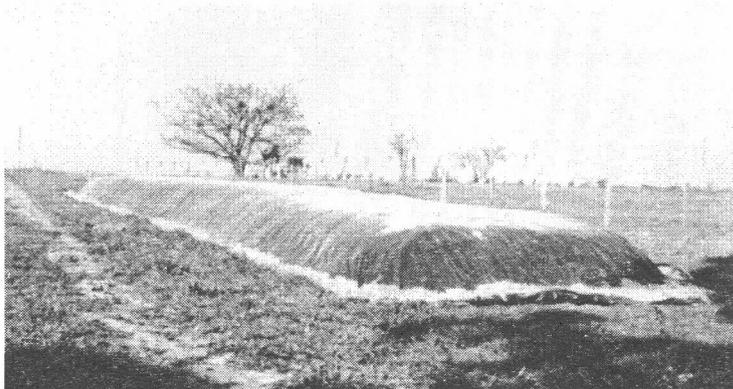


Figura 7. Silo superfície do Instituto de Zootecnia - Nova Odessa - SP.

deixando-o de

Fonte: DEMARCHI.

forma abaulada, com duas canaletas laterais. O material picado é lançado e compactado até uma altura que não comprometa a estabilidade. O material deve ser coberto do fundo para a boca, com a lona sendo desenrolada, de modo a forçar a saída do ar. Ao terminar as bordas da lona devem ser enroladas e cobertas de areia (Figura 7). Para evitar que o vento forte possa arrancar a lona trança-se arame liso por cima ou até mesmo barbante e completa-se a vedação.

4.5. SILO "BUNKER"

Parecido com o tipo trincheira, porém construído em áreas planas, com paredes de madeira ou alvenaria, escorados por palanques ou vigas inclinadas, recebendo no processo de ensilagem os mesmos procedimentos quanto ao fechamento com lona e terra que os anteriores (Figura 8). Tem um custo mais elevado quando comparado aos de superfície. Em comparação ao tipo trinchei-

ra, se as paredes forem construídas em alvenaria, provavelmente terão um maior custo por tonelada estocada, porém, existem alternativas mais baratas, entretanto com menor durabilidade.

Pode apresentar duas saídas, sendo simultaneamente descarregado por um lado e carregado por outro. As dimensões são muito variáveis, porém não devem pos-

suir largura inferior a 3 a 4 m (duas vezes a largura da bitola dos tratores disponíveis). É largamente utilizado para ensilagem de grandes volumes, sendo comum em diversas regiões mais planas dos Estados Unidos.

4.6. SILO TIPO TUBO

O mais avançado em tecnologia, muito conhecido e utilizado nos Estados Unidos, Canadá e Europa, bem como na Argentina e que vem sendo utilizado no Brasil recentemente, mais especificamente para grãos úmidos. É um processo que consis-



Figura 8. Silo tipo "bunker" silo de baixo custo Fonte: DEMARCHI



Figura 9. equipamento fazendo o enchimento de um silo tipo tubo

te no embutimento da silagem em um tubo de plástico flexível, com diâmetro de 1,5 a 3,0 metros e até 60 - 80 metros de comprimento, feito por uma máquina apropriada, com capacidade de ensilar entre 1,3 a 2,5 toneladas por metro linear, ou seja, entre 70 e 220 toneladas por tubo (Figura 9). As vantagens do sistema são: qualidade da silagem, já que o tubo plástico não permite entrada de ar ou umidade, contribuindo para anaerobiose uniforme do material ensilado e poucas perdas e, possibilidade de ensilar outros materiais, aproveitando a disponibilidade de cada região, no que se refere a preço e ocasião, principalmente grãos úmidos de milho ou sorgo. Porém o custo ainda é o maior fator limitante para o uso.

5. DIMENSÕES DOS SILOS

Podem ser calculadas através de fórmulas matemáticas demonstradas a seguir, combinadas com dados práticos, ou através de tabelas, confeccionadas para facilitar os cálculos. Deve-se atentar para perdas de 5-10% do material.

5.1. FÓRMULAS PARA CÁLCULO DAS DIMENSÕES DE SILOS

5.1.1. Silo trincheira

$$\text{Seção (S)} = \text{semi-soma das bases} \times \text{altura}$$

$$\text{Volume (V)} = S \times \text{Comprimento}$$

5.1.2. Silos cilíndricos (cisterna, encosta e aéreo)

$$S = \frac{\pi}{4} d^2$$

Onde d = diâmetro

$$V = S \times h$$

Onde h = altura

5.1.3. Dados complementares

- ✓ Peso da silagem

Varia de 500 a 800 kg/m³, de acordo com a compactação. Usar o mínimo no caso dos silos tipo trincheira.

- ✓ Quantidade Ministrada por Cabeça/Dia

Varia entre 10 e 30 kg, sendo a quantidade menor para bezerros, novilhas etc., e a maior para vacas em lactação. Estas quantidades poderão variar de acordo com a alimentação complementar que o animal terá à sua disposição.

- ✓ Espessura da Camada de Corte

Fica entre 7,5 cm nos silos aéreos e 15 cm nos silos tipo trincheira. Estas dimensões são o limite mínimo. Camadas menores podem permitir oxidação da massa exposta e sua conseqüente perda. Para silos tipo cisterna, a espessura do corte deve ser no mínimo 10 cm.

- ✓ Período de "Trato"

Varia de acordo com a seca (de 100 a 180 dias, ou mesmo o ano inteiro).

5.1.4 Exemplo de cálculos de dimensões de silo utilizando fórmulas

- ✓ Silos Trincheira e Cilíndrico (Cisterna)

Considerar 30 vacas em lactação, 21 novilhas, 1 touro e 15 bezerros, levando em conta:

- Corte em 0,15m de espessura
- Período de alimentação 20 dias
- Peso da silagem/volume: 500 kg/m³
- Altura do barranco existente: 2 m

- ✓ Cálculos para silos trincheira

o Cálculo do volume necessário de silagem/dia

$$30 \text{ vacas} \times 20 \text{ kg/cab./dia} = 600 \text{ kg/dia}$$

$$21 \text{ novilhas} \times 12 \text{ kg/cab./dia} = 252 \text{ kg/dia}$$

$$1 \text{ touro} \times 25 \text{ kg/dia} = 25 \text{ kg/dia}$$

$$15 \text{ bezerros} \times 8 \text{ kg/cab./dia} = 120 \text{ kg/dia}$$

$$1.000 \text{ kg/dia}$$

1000 kg de silagem = 2 m³

o Cálculo da seção do silo

$$S = 2\text{m}^3 / 0,15\text{m} = 3,3\text{m}^2$$

o Cálculo da base menor do silo

$$S = \frac{a+b}{2} \times h$$

$$13,3\text{m}^2 = a + \frac{1}{2} \times 2\text{m}$$

$$S = a + \frac{1}{2} h$$

$$a = 6,15\text{m}$$

o Cálculo da base maior do silo (b)

$$b = a + \frac{2}{4} h = 6,15\text{m} + \frac{1}{2} \times 2\text{m} =$$

o Cálculo do comprimento do silo

$$120 \text{ dias} / 0,15\text{m} (\text{espessura do corte}) = 18 \text{ m}$$

Conclui-se que para as condições citadas, o silo deveria ter as seguintes dimensões:

Altura	= 2 m
Comprimento	= 18 m
Base menor (a)	= 6,15m
Base maior (b)	= 7,15m

Quando há grande quantidade de silagem total é conveniente construir mais de um silo, tornando mais funcional a prática da silagem, dessa forma de acordo com os cálculos anteriores deveriam ser construídos dois silos com as seguintes dimensões:

Altura	= 2 m
Comprimento	= 18 m
Base menor (a)	= 2,82 m
Base maior (b)	= 3,82 m

✓ Cálculos para silos cilíndricos (Cisterna)

Considerando-se o peso da silagem em torno de 600 kg/m³ e corte com espessura de 30 cm, tem-se:

o Cálculo do volume diário necessário de silagem

$$1.000 / 600 = 1,66\text{m}^3$$

o Cálculo da área de seção do silo (S)

$$S = 1,66\text{m}^3 / 0,30\text{m} = 5,53 \text{ m}^2$$

o Cálculo do diâmetro do silo (d)

$$d = \sqrt{\frac{5,53 \times 4}{\pi}} = 2,60\text{m} \quad \pi = 3,14$$

o Cálculo da profundidade do silo

$$120 \text{ dias} \times 0,30 \text{ m/dia} = 36\text{m}$$

O mais racional será a construção de uma bateria de seis silos cilíndricos de 7 m de profundidade total, considerando 1 m de acamamento da massa e permanecendo, pois, 6 m de profundidade real da silagem.

De maneira geral, devem-se observar as seguintes recomendações básicas para construção de silos cilíndricos:

- ✓ Os silos cilíndricos devem obedecer à proporção de 1:2 ou 1:2,5 (para cada 1 m, de diâmetro corresponderão 1,5 a 2,5 m, de profundidade). Usar 1,5 a 2 m para cisterna e 2 a 2,5 m para aéreos.
- ✓ O silo cisterna não deve ter mais que 7 m de profundidade, devido a dificuldade com descarga e acidentes com gases tóxicos.
- ✓ Os solos aéreos e de encosta não devem ter mais de 2 m de altura, devido a problemas de enchimento e estabilidade, principalmente.
- ✓ Cálculos para Silos Aéreos e Encosta

Considerar a utilização de 1,000 kg/dia de silagem durante 50 dias, e 1m³ de silagem pesando 800 kg, e ainda, considerando uma espessura de corte diário de 0,075m, as dimensões serão as seguintes:

o Cálculo do volume necessário diário de silagem

$$1\text{m}^3 - 800$$

$$x - 1.000$$

$$x = \frac{1.000}{800} = 1,25 \text{ m}^3/\text{dia}$$

o Cálculo da seção

$$S = \frac{1,25}{0,075} = 16,66\text{m}^2$$

o Cálculo de diâmetro

$$\pi \frac{d^2}{4} = 16,66\text{m}^2$$

$$d^2 = \frac{6,66 \times 4}{3,14} = 21,22$$

$$d = \sqrt{21,22} = 4,60\text{m}$$

o Cálculo da profundidade

$$p = 0,075 \times 150 \text{ dias} = 11,25$$

6. GASES NOS SILOS

Existe a possibilidade de gases asfixiantes e venenosos serem liberados pela fermentação da silagem. Deve-se estar atento nos momentos de descarga a fim de evitar acidentes. Os silos aéreos e trincheira oferecem poucos riscos de envenenamento e asfixia, estes são mais evidenciados em silos tipo cisterna, com profundidades superiores a 7m. Os silos tipo-trincheira, aéreo e superfície têm uma ventilação mais evidenciada, evitando o acúmulo destes gases. Este se dá por que os gases sendo mais pesados que o ar, se assentam nas depressões ou espaços fechados, onde não haja circulação de ar.

O gás asfixiante é o dióxido de carbono, incolor, que se forma imediatamente após o início do enchimento e durante o processo de fermentação. O gás venenoso é quase sempre o dióxido de nitrogênio, de coloração amarelo-alaranjada variando até marrom. Ao iniciar o enchimento do silo e enquanto este durar deve-se observar se há formação de névoa desta coloração. Caso ocorra, não se deve entrar no silo antes de promover a agitação do ar.

7. RECOMENDAÇÕES

- Os silos cilíndricos devem obedecer à proporção de 2 ou 1:25 (para cada 1 m de diâmetro, corresponderá, 5 a 2,5 m de profundidade). Usar 1,5 a 2m para cisternas e 2 a 2,5 m para aéreos.
- Os silos cisternas não devem ter mais de 7 m de profundidade, pelo risco de acumular gases tóxicos e também pela dificuldade de descarga.
- A vedação correta dos silos é muito importante para o sucesso da silagem. A má vedação além de prejudicar o andamento do processo de fermentação, pode além de atrair insetos, desprender odores o que pode vir a comprometer o processo.

5. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. **Guia de Construções rurais**. Benfeitorias para Bovinocultura. 62p

BUENO, C.F.H. **Estrutura para conservação de forragens** Informe Agropecuário n.12, (135/136) Março/Abril. Belo Horizonte, 1986.

CARDOSO, E.G; SILVA, J.M. **Silos, silagem e ensilagem**. EMBRAPA Campo Grane. MS

<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD02.html>

Acessado em: 14 de outubro de 04.

CARVALHO, L.A; NOVAES, L.P; MARTINS, C.E; ZOCCAL, R; MOREIRA, P; RÍBEIRO, A.C.C.L; LIMA, V.M.B. **Sistema de produção de leite no cerrado - infra estrutura**. Embrapa Gado de Leite.

<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/infra/15.html>

Acessado em: 06 de outubro de 04.

DEMARCHI, J.J.A.A. **Estruturas para armazenamento de silagem – parte 1**

http://www.beefpoint.com.br/bn/sic/artigo.asp?id_artigo=2806

Acessado em: 14 de outubro de 04.

DEMARCHI, J.J.A.A. **Estruturas para armazenamento de silagem – parte 2**

http://www.beefpoint.com.br/bn/sic/artigo.asp?id_artigo=2890

Acessado em: 14 de outubro de 04.

Instalações para armazenamento de forragens.

<http://www.banet.com.br/construcoes/bovinocultura/instalacoes/instalacoes.htm>

Acessado em: 14 de outubro de 04.

Silagem

http://www.matsuda.com.br/ifast/sis_php/fotos/silagem.doc

Acessado em: 14 de outubro de 04.