



ADAPTAÇÃO DE FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO EM ESTABELECIMENTO AGROPECUÁRIO

Tarcisio Barcellos Bellinaso¹

Resumo - O presente artigo teve como propósito a adaptação e o dimensionamento de fossa séptica e sumidouro em estabelecimento agropecuário para estábulo de ordenha de bovinos, em conformidade com as normas técnicas NBR 7229/97 e NBR 13969/97 da ABNT. Conforme verificado na bibliografia existente, não existe norma técnica específica para o projeto, construção e operação de fossa séptica e sumidouro para estábulo de ordenha de bovinos. Para isso, obteve-se como referência, para adaptação e o dimensionamento desta fossa séptica e sumidouro as NBR 7229/97 e NBR 13969/97. São apresentados os critérios utilizados para ajustar os seus parâmetros com suas respectivas justificativas, a obtenção dos valores calculados para o dimensionamento, as verificações da fossa séptica e do sumidouro e a perspectiva da fossa séptica, conforme prescreve as normas técnicas supracitada. A utilização e a aplicação das NBR 7229/97 e a NBR 13969/97 para adaptação e o dimensionamento da fossa séptica e sumidouro foi considerada como satisfatória, mas ficam as sugestões da elaboração de normas técnicas de projeto, construção e operação de sistemas de fossa séptica e sumidouro para estábulo de ordenha de bovinos, entre outros, utilizando critérios técnicos na área do Saneamento Básico e Construções Rurais e Ambiente pela ABNT.

Palavras-Chave: Fossa Séptica, Sumidouro, Tratamento de Esgotos por Sistemas Simplificados.

SEPTIC TANK AND SINK ADAPTATION FOR AGROPECUARY ESTABLISHMENT

Abstract - This article aimed the adaptation and sizing of a septic tank and sink in agropecuary establishment for milking cattle stable in conformity with the technical standards NBR 7229/97 and NBR 13969/97 ABNT. As verified in the existing literature, there is no specific technical standard for the project, construction and operation of septic tank and sink for milking cattle stable. For this, we obtained as a reference for adaptation and sizing of this septic tank and sink, the NBR 7229/97 and NBR 13969/97. The criteria were presented to adjust its parameters with their respective justifications, the obtainment of the calculated values for sizing, the verifications of the septic tank and sink and the perspective of the septic tank, as prescribed the above technical standards. The use and application of NBR 7229/97 and NBR 13969/97 for adaptation and sizing of septic tank and sink was considered satisfactory, but there are suggestions of technical standards elaboration for project, construction and operation of septic tank and sink systems for milking cattle stable, among others, using the technical criteria of Sanitation and Rural Construction and ABNT Ambience area.

Keywords - Septic Tank, Sink, Sewage Treating by simplified systems.

¹ Universidade de Caxias do Sul - Alameda João Dal Sasso, 800 - Campus Universitário da Região dos Vinhedos, Bento Gonçalves/RS. tbellinaso@ucs.br

¹ Faculdade de Tecnologia - ftec - Unidade Porto Alegre/RS - Av. Assis Brasil, 7765 - Porto Alegre/RS. tarcisio91@bol.com.br

¹ Faculdade de Tecnologia da Serra Gaúcha - FTSG - Unidade Caxias do Sul/RS - Rua Marechal Floriano, 1229 - Campus Sede, Caxias do Sul/RS.

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O presente artigo teve como objetivo a adaptação e o dimensionamento de fossa séptica e sumidouro para estábulo de ordenha de bovinos, com a utilização e a aplicação das normas técnicas NBR 7229/97 e NBR 13969/97 da ABNT.

Conforme verificado na bibliografia existente, não existe norma técnica específica para o projeto, construção e operação de sistemas de fossas sépticas e disposição final dos efluentes líquidos para estábulo de bovinos. Para isso, obteve-se como referência bibliográfica, para a adaptação e o dimensionamento desta fossa séptica, as NBR 7229/97 e NBR 13969/97 da ABNT.

Os esgotos, ou águas residuárias, são os despejos líquidos de casas, edifícios, estabelecimentos comerciais, instituições e indústrias. O esgoto pode ser classificado conforme o tipo de efluente, conforme é apresentado na Figura 1.

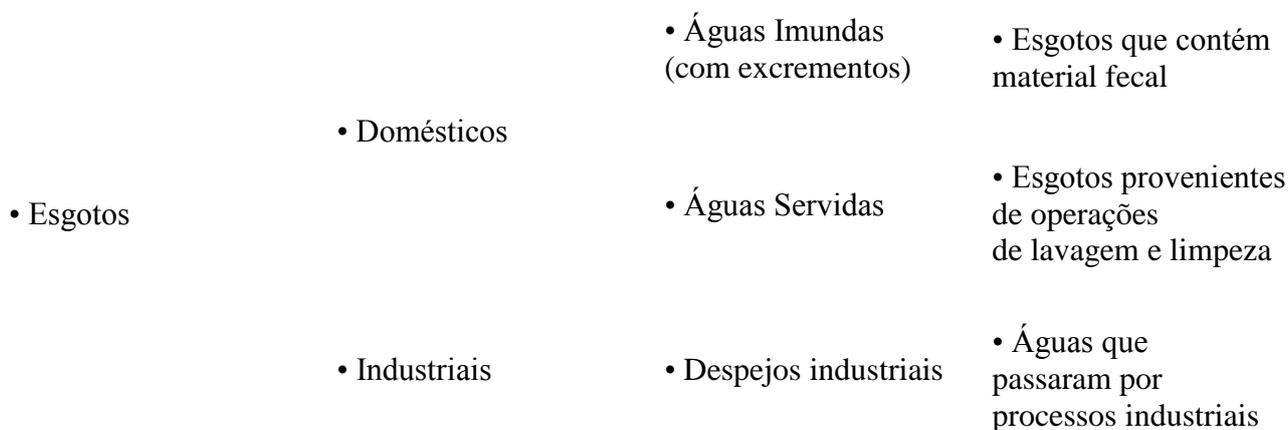


Figura 1 - Classificação dos esgotos conforme o tipo de efluente.
(Adaptado de Tigre S.A. - Tubos e Conexões, 2013).

Conforme descrito por Brasil (1997) os tanques são utilizadas em áreas rurais e em áreas urbanas, e seu uso somente é indicado para:

- a) área desprovida de rede pública coletora de esgoto;
- b) alternativa de tratamento de esgoto em áreas providas de rede coletora local;
- c) retenção prévia dos sólidos sedimentáveis, quando da utilização de rede coletora com diâmetro e/ou declividade reduzidos para transporte de efluente livre de sólidos sedimentáveis.

As fossas sépticas são classificadas, dentro do contexto dos esgotos domésticos, como esgotos com água (com transporte hídrico) e Sistemas Individuais ou Tratamento de Esgotos por Sistemas Simplificados, conforme são apresentados na Figura 2.

Abrangência das fossas sépticas

Os sistemas de fossas sépticas devem ser projetados de forma completa, incluindo disposição final para efluente e lodo, bem como, sempre que necessário tratamento complementar destes conforme a NBR 13969/97, assim como, os projetos dos sistemas de tratamento complementar e

disposição final de efluente e de lodo digerido devem atender ao dispositivo na NBR 5626 e NBR 8160.

Esgotos Domésticos	• Com Água (Com transporte hídrico)	• Sistemas Individuais (Fossa Séptica)	• Poço Absorvente ou Sumidouro • Irrigação Sub-Superficial • Trincheiras Filtrantes • Esgoto Pluvial
	• Sem Água (Sem transporte hídrico)	• Sistemas Coletivos (Solução para cidades)	• Rede Coletora de Esgotos • Estação de Tratamento de Esgoto • Emissário
		• Fossa Seca • Fossa Negra	

Figura 2 - Formas que os esgotos domésticos são conduzidos.
(Adaptado de Tigre S.A. - Tubos e Conexões, 2013).

METODOLOGIA

Dimensionamento da fossa séptica

O volume útil total da fossa séptica é determinado pela seguinte formulação:

$$V = 1000 + N (CT + K L_f) \quad (1)$$

Onde:

V - volume útil, em litros;

N - número de pessoas ou unidades de contribuição;

C - contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (Tabela 1);

T - período de detenção, em dias (Tabela 2);

K - taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco (Tabela 3);

L_f - contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (Tabela 1).

Tabela 1 - Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (L_f) por tipo de prédio e de ocupante.
(Adaptado de Brasil, 1997).

Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (L_f)	
1. Ocupantes permanentes			
- Residência			
Padrão alto	pessoa	160	1
Padrão médio	pessoa	130	1
Padrão baixo	pessoa	100	1
- Hotel (exceto lavanderia e cozinha)	pessoa	100	1
- Alojamento provisório	pessoa	80	1

Tabela 1 - Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (L_f) por tipo de prédio e de ocupante.
(Adaptado de Brasil, 1997) - Continuação.

Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (L_f)	
2. Ocupantes temporários			
- Fábrica em geral	pessoa	70	0,30
- Escritório	pessoa	50	0,20
- Edifícios públicos ou comerciais	pessoa	50	0,20
- Escolas (externatos) e locais de longa permanência	pessoa	50	0,20
- Bares	pessoa	6	0,10
- Restaurantes e similares	refeição	25	0,10
- Cinemas, teatros e locais de curta permanência	lugar	2	0,02
- Sanitários públicos ^(A)	bacia sanitária	480	4,0

^(A) Apenas de acesso aberto ao público (estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estádio esportivo, etc.).

Tabela 2 - Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária.
(Adaptado de Brasil, 1997).

Contribuição diária (L)	Tempo de Detenção (T)	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,50	12

Tabela 3 - Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio.
(Adaptado de Brasil, 1997).

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C		
	$t \leq 10$	$10 \leq t \leq 20$	$t > 20$
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Geometria das fossas

As fossas sépticas podem ser cilíndricas e prismáticas retangulares. As cilíndricas são empregadas em situações onde se pretende minimizar a área útil em favor da profundidade, já as prismáticas retangulares são utilizadas nos casos onde se deseja maior área horizontal e menor profundidade.

Medidas internas mínimas e máximas

Conforme descrição da NBR 7229/97, as medidas internas das fossas devem observar o seguinte:

- a) a profundidade útil varia entre os valores mínimos e máximos recomendados na Tabela 4, de acordo com o volume útil obtido através da fórmula 1;
- b) o diâmetro interno mínimo: 1,10 metros;
- c) a largura interna mínima: 0,80 metros;
- d) a relação comprimento/largura (para tanques prismáticos retangulares): 2:1 mínimo e 4:1 máximo.

Tabela 4 - Profundidade mínima e máxima, por faixa de volume útil.
(Adaptado de Brasil, 1997).

Volume útil (m ³)	Profundidade útil mínima (m)	Profundidade útil máxima (m)
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10,0	1,50	2,50
Mais que 10,0	1,80	2,80

Disposição final dos efluentes líquidos provenientes da fossa séptica

Sumidouro ou poço absorvente

Para o tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos provenientes da fossa séptica, foi escolhido o sumidouro ou poço absorvente, pois, o sumidouro será instalado em uma região onde o lençol freático é profundo, sendo uma característica favorável de seu emprego.

O sumidouro é uma unidade de depuração e de disposição final dos efluentes provenientes da fossa séptica verticalizada em relação à vala de infiltração. Devido a esta característica, seu emprego é favorável somente nas áreas onde o lençol freático é profundo, garantindo uma distância mínima de 1,50 metros entre o nível do lençol freático ou o nível máximo do aquífero e o fundo do sumidouro, e isto, têm por finalidade evitar a poluição da água subterrânea (NBR 13.969/97).

Muito difundido no Brasil, o sumidouro consiste em um buraco aberto no solo, cujas dimensões devem variar de acordo com a quantidade de líquido contribuinte e com o tipo de solo, isto é, de acordo com a sua porosidade (Tigre S.A., 2013).

O destino final do líquido efluente da fossa séptica se dá por infiltração no terreno através das paredes do poço. Para evitar desmoronamentos, as paredes laterais são feitas em alvenaria utilizando-se tijolos em crivo, isto é, juntas abertas para permitir a infiltração no terreno.

Procedimento para estimar a capacidade de percolação do solo (K)

O sumidouro é uma unidade de infiltração vertical, que atravessa freqüentemente algumas camadas de solos com características distintas (NBR 13.969/97). O ensaio para estimar a capacidade de infiltração no solo deve ser feito por camada, isto é, desde que estas camadas sejam consideradas áreas de infiltração lateral no sumidouro, ou seja, abaixo da tubulação de entrada do esgoto. Na tabela 5 é apresentada a conversão de valores de taxa de percolação em taxa de aplicação superficial.

Tabela 5 - Conversão de valores de taxa de percolação em taxa de aplicação superficial.
(Adaptado de Brasil, 1997).

Taxa de percolação (min/m)	Taxa máxima de aplicação diária m ³ /m ² .dia	Taxa de percolação min/m	Taxa máxima de aplicação diária m ³ /m ² .dia
40 ou menos	0,20	400	0,065
80	0,14	600	0,053
120	0,12	1200	0,037
160	0,10	1400	0,032
200	0,09	2400	0,024

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerações iniciais

Inicialmente para a adaptação e o dimensionamento desta fossa séptica e sumidouro, foram realizadas algumas considerações importantes que são descritos a seguir:

1^a) Foi dada preferência ao tipo de fossa de apenas um compartimento, isto é, fossa de câmara única, isto porque a norma técnica NBR 7229/97 recomenda o emprego de câmaras múltiplas em série especialmente para as fossas de volumes pequenas a médio porte, isto é, servindo até 30 pessoas (Brasil, 1997), não sendo o caso desta adaptação de fossa séptica.

2^a) Também foi dada preferência ao tipo de fossa de um compartimento, com finalidade de evitar possíveis entupimentos que possam ocorrer no caso de fossas com câmaras múltiplas, pois, tem sido verificado e constatado “*in loco*” em fossas sépticas construídos com câmara múltipla por municípios no Estado do Rio Grande do Sul e fiscalizados pela Coordenação Regional da Funasa/RS, problemas de entupimento no interior destas fossas.

3^a) Também foi dada preferência ao tipo de fossa de um compartimento, pois, esta fossa será específica para um estábulo de ordenha de bovinos, podendo ocorrer problemas de entupimento, devido à maior quantidade e volume de material fecal feitos pelos bovinos.

4^a) Foi dada preferência ao tipo de fossa prismática retangular, isto porque a construção das fossas, na grande maioria, serão instaladas e executados em estabelecimentos rurais, onde

geralmente não há limitações ou problemas com área construída. Conforme descrito em Brasil (1997) as fossas prismáticas retangulares são utilizadas nos casos onde se deseja maior área horizontal e menor profundidade.

5^a) Para construção das fossas sugere-se a execução em concreto armado nos dispositivos internos (base, paredes laterais e laje superior) e na tampa de fechamento hermético, isto tem como finalidade evitar possíveis tombamentos das paredes devido às pressões laterais que sofre do solo, como já foi verificado e constatado “*in loco*” em fossas sépticas executadas com paredes em alvenaria de tijolo maciço por municípios no Estado do Rio Grande do Sul e fiscalizados pela Coordenação Regional da Funasa/RS.

Ajustes dos parâmetros e justificativas

Para o dimensionamento desta fossa séptica, inicialmente foi determinado o volume útil desta fossa através da formulação 1, conforme os resultados são apresentados na Tabela 6.

Para ajustar os parâmetros do volume útil foi considerado para o número de contribuintes (N) um rebanho de 200 bovinos para este estábulo de ordenha de bovinos.

Para contribuição de despejos ou contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (L_f) foi considerado como tipo de prédio e de ocupantes permanentes em residência de padrão alto, colocando a fossa séptica na sua maior exigência de operação. Não foi utilizado como tipo de prédio e de ocupantes temporários - sanitários públicos, devido a problemas com os valores obtidos (calculados) nas verificações do dimensionamento da norma técnica NBR 7229/97.

Para determinar a taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, foi considerada a temperatura ambiente do mês mais frio de 4°C, devido que o local para confecção desta fossa séptica será na região da campanha, isto é, no Oeste do Estado do Rio Grande do Sul, onde, os registros de temperatura ambiente do mês mais frio verificados foram de 0°C a 4°C.

Tabela 6 - Ajuste dos parâmetros para o dimensionamento da fossa séptica.

Parâmetros	Valores utilizados	Unidades
N	200	bovinos
C	160	$\frac{\text{litros}}{\text{bovinos.dia}}$
T	0,5	dias
K	94	dias
L _f	1,0	$\frac{\text{litro}}{\text{bovinos.dia}}$
V	35.800	litros

Dimensionamento da fossa séptica

Para a adaptação e o dimensionamento da fossa séptica foi escolhido o tipo de fossa prismático retangular, pois, esta fossa será instalado e executado em estabelecimento rural, onde geralmente não há limitações ou problemas com área construída.

Esta fossa séptica foi dimensionada pelas duas relações L/W, isto é, comprimento interno total (L) e a largura interna total (W), conforme são descritas na NBR 7229/97, que são 2:1 (mínimo) e 4:1 (máximo). Os valores obtidos para as relações 2:1 e 4:1 são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Valores obtidos (calculados) para o dimensionamento da fossa séptica.

Relação 2:1		Relação 4:1	
Variáveis	Valores obtidos	Variáveis	Valores obtidos
L (m)	6,30	L (m)	8,92
W (m)	3,15	W (m)	2,23

Verificações da fossa séptica

A seguir são apresentadas as verificações do dimensionamento da fossa séptica prismática retangular nas relações 2:1 e 4:1 em metros. É verificado, conforme é apresentado na Tabela 8, que todas as verificações, tanto da relação 2:1 e 4:1 foram satisfatórias conforme prevê as descrições da norma técnica NBR 7229/97.

Tabela 8 - Valores obtidos (calculados) para o dimensionamento da fossa séptica.

Relação 2:1	Relação 4:1
a) Largura interna total (W) ($\geq 0,80\text{m}$)	a) Largura interna total (W) ($\geq 0,80\text{m}$)
$W \geq 0,80\text{m}$ (mínimo) $3,15 \text{ m} \geq 0,80 \text{ m} \rightarrow \text{OK}$	$W \geq 0,80\text{m}$ (mínimo) $2,23 \text{ m} \geq 0,80 \text{ m} \rightarrow \text{OK}$
b) Largura interna total (W) x Profundidade útil (h)	b) Largura interna total (W) x Profundidade útil (h)
$W \leq 2.h$ $3,15 \text{ m} \leq 3,60 \text{ m} \rightarrow \text{OK}$	$W \leq 2.h$ $2,23 \text{ m} \leq 3,60 \text{ m} \rightarrow \text{OK}$
c) Relação $\frac{L}{W}$	c) Relação $\frac{L}{W}$
$2 \text{ m} \leq \frac{L}{W} \leq 4\text{m}$ $2 \text{ m} \leq 2 \text{ m} \leq 4 \text{ m} \rightarrow \text{OK}$	$2 \text{ m} \leq \frac{L}{W} \leq 4\text{m}$ $2 \text{ m} \leq 4 \text{ m} \leq 4 \text{ m} \rightarrow \text{OK}$
d) Profundidade útil (h)	d) Profundidade útil (h)
$h \geq 1,10\text{m}$ $1,80 \text{ m} \geq 1,10 \text{ m} \rightarrow \text{OK}$	$h \geq 1,10\text{m}$ $1,80 \text{ m} \geq 1,10 \text{ m} \rightarrow \text{OK}$

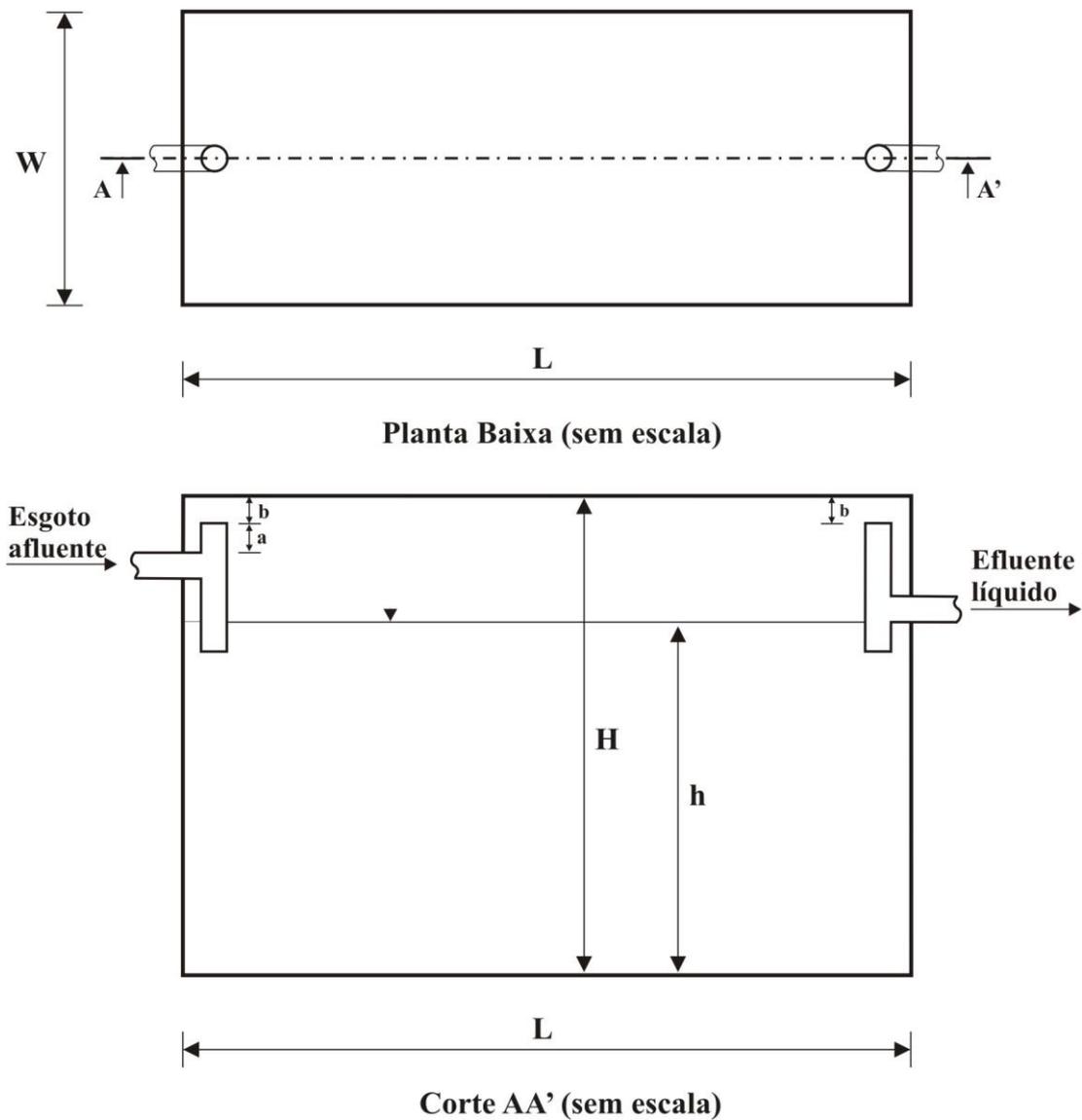


Figura 3 - Detalhes e dimensões da fossa séptica de câmara única para as relações 2:1 e 4:1. (Adaptado da norma técnica NBR 7229/97 da ABNT).

Onde:

$a \geq 5$ cm

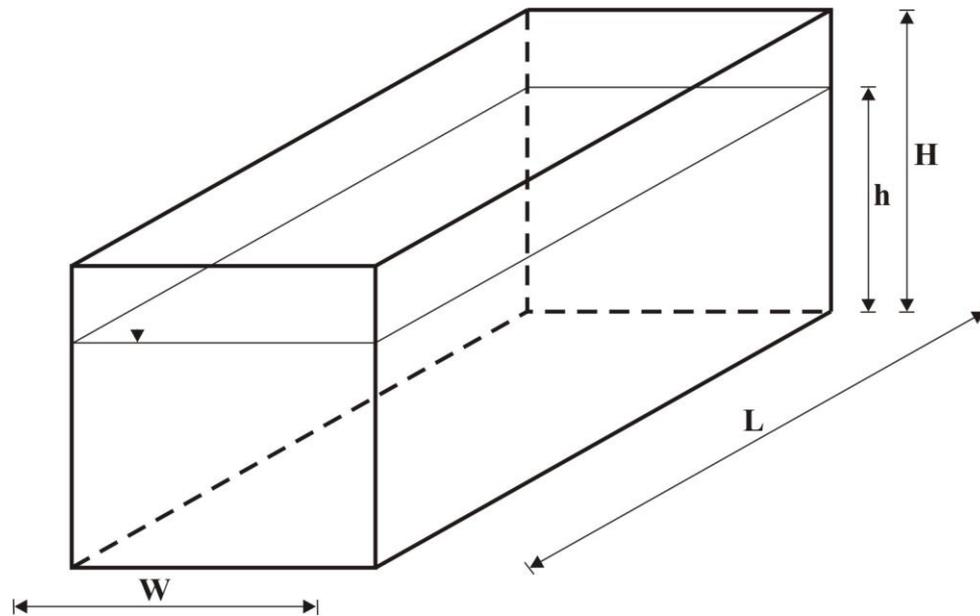
$b \geq 5$ cm

h - profundidade útil;

H - altura interna total;

L - comprimento interno total; e ;

W - largura interna total (≥ 80 cm).



Perspectiva (sem escala)

Figura 4 - Perspectiva da fossa séptica prismática de câmara única para a relação 2:1.

Dimensionamento do sumidouro

Para o dimensionamento do sumidouro é necessário a determinação da contribuição diária, em ℓ /dias, através da seguinte formulação:

$$L = N.C \text{ ou } Q = N.C \quad (2)$$

Onde:

L ou Q - contribuição diária, em ℓ /dias;

N - número de pessoas ou unidades de contribuição;

C - contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (Tabela 1);

Tabela 9 - Determinação da contribuição diária (L), em ℓ /dia.

Parâmetros	Valores utilizados	Unidades
N	200	bovinos
C	160	$\frac{\text{litros}}{\text{bovinosdia}}$
L ou Q	32.000	$\frac{\text{litros}}{\text{dia}}$

Adotando-se uma taxa de percolação de 160 min/m para o terreno considerado, determina-se a taxa máxima de aplicação diária em $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ através da tabela de conversão de valores de taxa de percolação em taxa de aplicação superficial (tabela 5), obtendo-se o valor de $0,10 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ ou $100 \ell/\text{m}^2.\text{dia}$. Aplicando a formulação (3), conforme é apresentado abaixo, se determina a área das laterais e do fundo do sumidouro.

$$A = \frac{L}{T_x} \text{ ou } A = \frac{Q}{T_x} \quad (3)$$

Onde:

A - área das laterais e do fundo do sumidouro, em m²;

L ou Q - contribuição diária, em ℓ/dias; e;

T_x - taxa de aplicação superficial, em ℓ/m².dia.

Tabela 10 - Determinação das áreas laterais e do fundo do sumidouro (A), em m².

Parâmetros	Valores utilizados	Unidades
L ou Q	32.000	ℓ/dia
T _x	100	ℓ/m ²
A	320	m ²

Adota-se a fórmula (4) para dimensões econômicas, conforme sugere a NBR 13969/97 para o dimensionamento do sumidouro.

$$D = 2.H \quad (4)$$

Onde:

D - diâmetro do sumidouro, em metros; e;

H - profundidade ou altura do sumidouro, em metros.

Para determinar a área das laterais e a área do fundo do sumidouro utiliza-se a fórmula (5), conforme é apresentada abaixo.

$$A = \pi.D.H + \frac{\pi.D^2}{4} \quad (5)$$

Onde:

$\pi.D.H$ - é a área das laterais do sumidouro; e;

$\frac{\pi.D^2}{4}$ - é a área do fundo do sumidouro.

Substituindo a fórmula (4) na fórmula (5) e realizando a dedução obtêm-se a formulação (6) para o dimensionamento do sumidouro, isto é, a determinação do diâmetro (D) e profundidade ou altura (H) do sumidouro.

$$H^2 = \frac{A}{3\pi} \quad (6)$$

Tabela 11 - Valores obtidos (calculados) para o dimensionamento do sumidouro.

Variáveis	Valores obtidos
H (m)	5,83
D (m)	11,66

É importante salientar que esta fossa séptica e o sumidouro foram adaptados e dimensionados para um estábulo de ordenha de bovinos para estabelecimento rural, onde será colocada em operação e verificada sua eficiência. A adaptação e o dimensionamento da fossa séptica e o sumidouro foram considerados como satisfatória, devido os cuidados que foram levados em consideração durante o ajuste dos parâmetros referente à determinação do volume da fossa séptica e do sumidouro, e ainda, os importantes relatos e sugestões realizados por profissionais que atuam na área do Saneamento Básico e Construções Rurais e Ambiente.

CONCLUSÕES

Considerações finais

A utilização e a aplicação das NBR 7229/97 e NBR 13969/97 para adaptação e o dimensionamento da fossa séptica e sumidouro foi considerada como satisfatória, mas ficam a sugestão da elaboração de Normas Técnicas de Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Fossas Sépticas e de Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Efluentes Líquidos para estábulo de ordenha de bovinos, bufalinos, suínos, ovinos, eqüinos, caprinos, entre outros, utilizando critérios técnicos na área do Saneamento Básico e Construções Rurais e Ambiente pela ABNT.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos** : NBR 7229/97. Rio de Janeiro, Set. 1997. 15p.
- BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação** : NBR 13969. Rio de Janeiro, Set. 1997. 58p.
- TIGRE S.A. Tubos e Conexões. **Manual Técnico Tigre** : orientações técnicas sobre instalações hidráulicas prediais / Tigre S.A. 5ª edição. Joinville : Tigre, Junho/2013. 210p. :il.