

MEMORIAIS DESCRITIVOS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE UNIDADES INDIVIDUAIS DE TRATAMENTOS DE EFLUENTES

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO CBH DO RIO PARAÍBA DO SUL/SP

Prefeitura Municipal de Areias
Programa Mananciais do CEIVAP

1 BACIAS DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO, SISTEMA FOSSA-FILTRO-SUMIDOURO E ESTERQUEIRAS

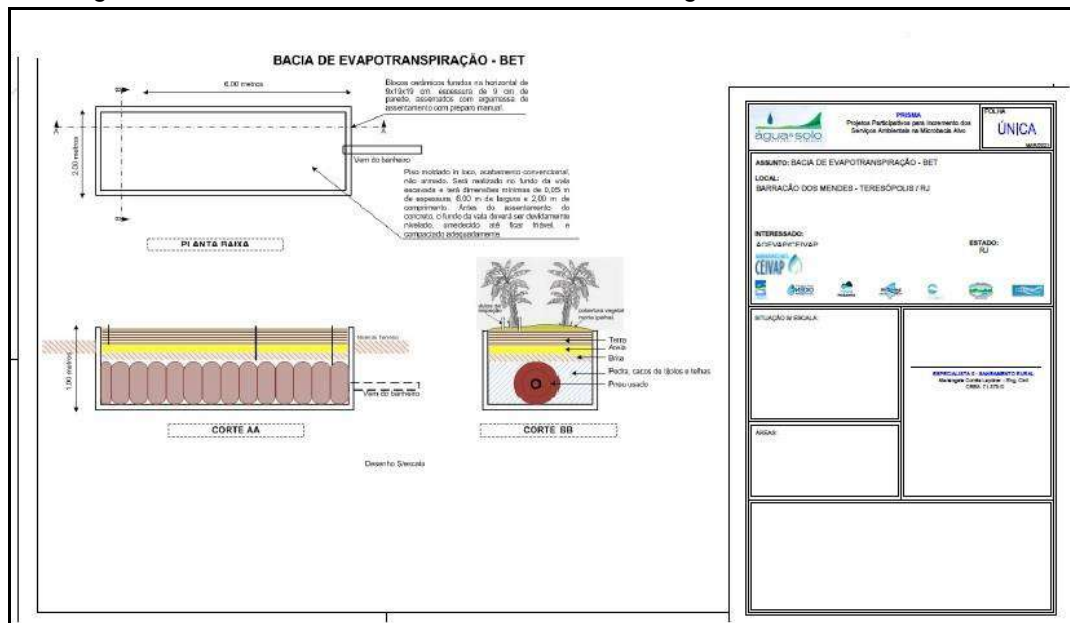
A seguir serão apresentadas as especificações técnicas para a execução das obras de instalação dos sistemas de tratamento de efluentes domésticos e de manejo de dejetos animais na microbacia do rio Vermelho.

1.1 Tratamento de esgoto doméstico através de bacia de evapotranspiração (BET)

O tratamento de efluentes será conduzido a partir da construção de uma Bacia de Evapotranspiração (BET), conhecida popularmente como “fossa de bananeiras” ou como tanque de evapotranspiração (TVAP), que é um sistema fechado de tratamento de água negra. Este sistema não gera nenhum efluente e evita a poluição do solo, das águas superficiais e do lençol freático. Nele os resíduos humanos são transformados em nutrientes para plantas e a água só sai por evaporação, portanto completamente limpa.

As águas negras são decompostas pelo processo de fermentação (digestão anaeróbia) realizado pelas bactérias na câmara bio-séptica de pneus e nos espaços criados entre as pedras e tijolos colocados ao lado da câmara. O sistema é visualizado na Figura 4.

Figura 1 - Planta baixa, corte transversal e corte longitudinal da BET



Quanto ao manejo, é obrigatória a cobertura vegetal morta a qual deve ser sempre completada com as próprias folhas que caem das plantas e os caules das bananeiras depois de colhidos os frutos. Se necessário, deve ser complementada com os restos de podas de gramas e outras plantas, para que a chuva não entre na bacia.

É importante ressaltar que a BET tem características interessantes do ponto de vista do conceito de sustentabilidade, pois, consiste de um sistema que trata o esgoto e ainda reaproveita os nutrientes, sendo um sistema fechado. Portanto, não há saída de água, que é absorvida pelas raízes das plantas associadas. Essas raízes absorvem, também, os nutrientes e como foi dito a água, é eliminada pelo processo de evapotranspiração, isto é, a água sai do sistema em forma de vapor.

A BET é um sistema com boa eficiência na redução de DBO, tem baixo custo, baixo consumo de energia, é resistente a variabilidade de carga orgânica, não utiliza produtos químicos e ainda se incorpora à paisagem rural. Os gases formados na degradação anaeróbica saem do sistema através de dreno e são dispersos na atmosfera, sem que a qualidade do ar seja afetada.

Na construção do tanque algumas orientações devem ser seguidas para melhor funcionamento:

- (a) A orientação em relação ao sol deve ser para o Norte, maior solarimetria na direção Leste/Oeste.
- (b) Por se tratar de um sistema de tratamento de esgoto, recomenda-se adotar as recomendações indicadas na NBR 7229 (ABNT, 1993):
 - (i) Não se deve instalar a BET próximo a obstáculos como árvores altas, pois pode ter a eficiência afetada devido à sombra e à ventilação.
 - (ii) Não deve ser construída em área de APP.
 - (iii) Pelo menos a 1,5 m de construções, divisas do terreno, poços e ramal predial de água;
 - (iv) Pelo menos 3 m de árvores e de qualquer ponto de rede pública de abastecimento de água;
 - (v) Pelo menos 15 m de poços freáticos e de corpos de água de qualquer uma vez que é essa vazão de esgoto que irá determinar qual será a capacidade do tanque séptico e do sumidouro e suas respectivas dimensões.
 - (vi) Não deve ficar muito perto das moradias (para evitar maus odores dos canos de exaustão. Recomenda-se que não esteja a uma distância menor de 4 metros das moradias.
- (c) O tanque deve ser estanque. **Para comprovar, a empresa deverá realizar o teste de estanqueidade em cada uma das BET's construídas.**
- (d) O tanque não deve receber águas superficiais por ocasião de chuvas mais fortes. Plantar espécies recomendadas na literatura (em especial a bananeira).
- (e) O excesso de água (drenagem) da BET pode seguir para uma vala de infiltração de acordo a NBR 13969/1997 da ABNT.

1.1.1 Atividades de acabamento da BET

As atividades de acabamento da BET, a serem realizadas pela empresa executora, cujos itens de gastos integram o orçamento são:

- (a) Reconformação do terreno no entorno da BET dando ao mesmo leve caimento (4%) no sentido oposto à mesma para evitar o acúmulo de água da chuva. Caso haja o risco de escoamento vindo de partes mais altas do terreno em direção à BET, este deverá ser desviado com a instalação de vala divergente.
- (b) Construção de mureta como finalização da parede - A mureta é construída com o uso de uma fiada de tijolos ou blocos de alvenaria para que a parede da BET fique acima do nível do terreno do seu entorno, evitando assim a entrada de água e deixando bem visíveis os limites da BET. Recomenda-se que a mureta seja pintada com cal.
- (c) Reconformação do terreno da própria BET – Recomenda-se que o terreno da própria BET seja reconformado para que tenha um formato final levemente convexo para evitar o acúmulo de água.
- (d) Plantio de bananeiras – Para as BET's com as dimensões propostas (12x6 m) recomenda-se o plantio de pelo menos 6 (seis) mudas de bananeiras.

1.1.2 Manutenção das BET

Quanto ao manejo, é obrigatória a cobertura vegetal morta a qual deve ser sempre completada com as próprias folhas que caem das plantas e os caules das bananeiras depois de colhidos os frutos. Se necessário, deve ser complementada com os restos de podas de gramas e outras plantas, para que a chuva não entre na bacia.

1.1.3 Passos para a construção da BET

Apresenta-se a seguir a visualização dos passos para construção da BET (SETELOMBAS, 2010). Antes de iniciar o

processo de construção propriamente dito a BET deverá ser demarcada com as dimensões recomendadas e seguindo as orientações destacadas acima.

SANEAMENTO RURAL NA MICROBACIA DO RIO VERMELHO EM AREAIS/SP



Passo 1



Passo 2



Passo 3



Passo 4



Passo 5



Passo 6



Passo 7



Passo 8



Passo 9



Passo 10



Passo 11



Passo 12



Passo 13



Passo 14



BET concluída

1.1.4 Instalação do Círculo de Bananeira

Para a destinação das águas cinzas deverão ser instalados os círculos de bananeira (Figura 1), que se constituem na abertura de um círculo medindo aproximadamente um metro cúbico, em formato afunilado, que deverá ser preenchido com galhos secos e ao seu redor serão plantadas bananeiras que se manterão com a própria umidade das águas ali destinadas.

1.2 Implantação do sistema fossa-filtro-sumidouro

O objeto do presente memorial descritivo são as unidades sanitárias individuais (USI) para tratamento de esgoto unifamiliar.

1.2.1 Normas e especificações

Para o desenvolvimento das soluções apresentadas foram atendidas as normas, códigos e recomendações das entidades a seguir relacionadas:

(a) ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

- NBR 08160 - 1999 - sistemas prediais de esgoto sanitário - projeto e execução;
- NBR 13969 - Tanques sépticos - Unidades Complementares;
- NBR 07229 - 1993 - Construção e Instalação de Fossa Séptica e Disposição de Efluentes Finais;

(b) Tubulações e conexões de PVC

As tubulações mínimas dos ramais de descarga e de esgoto foram dimensionadas através do número de unidades Hunter de contribuição, conforme se apresenta na Tabela 3.

Tabela 1 - Tubulações mínimas de ramais de descarga conforme NBR

Código	Descrição	Diâmetro nominal do ramal de descarga
BS	Bacia Sanitária (vaso sanitário)	100mm
PIA	Pia de cozinha	50mm
LV	Lavatório	40mm
CH	Chuveiro	40mm

As tubulações mínimas dos subcoletores e coletores de esgoto são dimensionados através do número de unidades Hunter de contribuição e declividades, conforme de apresenta na Tabela 4.

Tabela 2 - Tubulações mínimas de subcoletores e coletores de esgoto conforme NBR

Diâmetro nominal do tubo	Número máximo de unidades Hunter de contribuição em função das declividades mínimas			
	0,5	1	2	4
100	-	153	216	250
150	-	595	840	1000
200	1400	1600	1920	2300
250	2500	2900	3500	4200
300	3900	4600	5600	6700
400	7000	8300	10000	12000

1.2.2 Memória de cálculo

1.2.2.1 Cálculo de fossa séptica, filtro anaeróbio, sumidouro e caixa de gordura

O cálculo apresentado a seguir segue as normas: NBR 7229/93, NBR 13969/97 e NBR 8160/99.

(a) Dimensionamento do tanque séptico (NBR 7229/93):

O volume útil total do tanque séptico (V), em litros, é obtido pela equação:

$$V = 1000 + N (CT + K Lf)$$

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

T = período de detenção, em dias

K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco

Lf = contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia

N = 6,00 pessoas

C = 130,00 (Padrão Médio)

T = 1,00 (Até 1500 L)

K = 97,00 (Intervalo entre limpeza = 2 anos para temperatura ambiente (t), e °C = t > 20°)

Lf = 1,00 (Padrão Médio)

$$V = 1000 + N (CT + K Lf) = 2362 = V = 2,40 m^3$$

Dimensões:

Adotando-se d= 1,50 m e h =1,50 m

$$V = (\pi \times (d^2/4)) \times h (m^3) = 2,65$$

V = 2,65 m³ > 2,40 m (Atende a NBR 7229/93)

Adotou-se altura final 2,00 m.

(b) Dimensionamento de filtro anaeróbio com fluxo ascendente (NBR 13969/97):

O volume útil do leito filtrante (Vu), em litros, é obtido pela equação: Vu = 1,6 NCT

Onde:

Vu = volume útil do leito filtrante, em litros;

N = número de contribuintes;

C = contribuição de despejos, em litros x habitantes/dia;

T = tempo de detenção hidráulica, em dias

N = 6,00 pessoas

C = 130,00 Padrão Médio

T = 1,00 Temperatura média do mês mais frio Entre 15 °C e 25°C

$$Vu = 1,6 NCT = 1.248 = Vu = 1,25 m^3$$

Onde:

H = altura total interna do filtro h = altura total do leito

h_1 = altura da calha coletora h_2 = altura sobressalente

Adotando-se $d = 1,50$ m e $h = 1,20$ m

Adotando-se $d = 1,50$ m e $h = 0,60$ m

$$V = (\pi \times (d^2/4)) \times h \text{ (m}^3\text{)} = 2,12$$

$$V = (\pi \times (d^2/4)) \times h \text{ (m}^3\text{)} = 1,06$$

$$V = 2,12 \text{ m}^3 > 1,25 \text{ m}^3 \text{ (Atende a NBR 13969/97)}$$

Volume de brita para o meio filtrante: $1,06 \text{ m}^3$

Adotou-se altura final $1,50$ m.

$$H = h + h_1 + h_2$$

$$H = 1,20 + 0,1 + 0,29 = 1,50 \text{ m}$$

(c) Dimensionamento de sumidouro (NBR 13969/97):

A determinação da área de infiltração (A), em m^2 , é obtido pela equação:

$$A = V/C_i$$

Onde:

A = área de infiltração em m^2

V = Volume diário = $6,00$ pessoas

N = número de $130,00$

Padrão Médio

C = contribuição = $52,00$ (Determinação da capacidade de absorção do solo da norma NBR-7229/1993)

$$N = 780$$

$$C = C_i = 15$$

$$V = N \times C \quad \gg \quad A = V/C_i$$

$$A = 15,00 \text{ m}^2$$

Dimensões: $15,71$ (Atende a NBR 13969/97)

Adotou-se altura final $2,50$ m.

Adotando-se $d = 2,00$ m e $h = 2,00$ m:

$$A = (\pi \times (d^2/4)) + (\pi \times d \times h)$$

$$A = 15,71 \text{ m}^2 > 15,00 \text{ m}^2$$

(i) Dimensionamento de caixa de gordura (NBR 8160/99):

A determinação do volume da câmara de retenção de gordura (V), em litros, é obtida pela fórmula:

$$V = 2 N + 20$$

Onde:

N= número de pessoas servidas pelas cozinhas que contribuem para a caixa de gordura no turno em que existe maior afluxo (6 pessoas);

Distância mínima entre o septo e a saída: 0,20 m;

Parte submersa do septo: 0,40 m;

Diâmetro nominal: 32 mm.

$$V = 2 N + 20 = V = 32 \text{ litros}$$

Dimensões: 0,45 (Atende a NBR 8160/99)

Adotando-se l= 0,80 m e h =0,60 m:

$$V = l \times l \times h$$

$$A = 0,45 \text{ litros} > 32 \text{ litros}$$

1.2.2.2 Descrição dos serviços e especificação técnica dos materiais

(a) Tubos e conexões

Destaca-se que estas tubulações dizem respeito às tubulações de interligações do sistema individual de tratamento e não à instalação extradomiciliar. As canalizações no solo deverão ser assentadas em terreno resistente ou sobre embasamento adequado, com recobrimento mínimo de 30 cm. Caso não seja possível executar este recobrimento mínimo ou se a canalização estiver sujeita a grandes cargas de compressão deverá existir uma proteção adequada, com o uso de lajes ou canaletas que impeçam a ação desses esforços sobre a canalização.

Em torno de canalizações que atravessem alvenarias, fundações ou peças estruturais devem ser deixadas folga para que eventuais recalques da edificação não venham a prejudicá-las.

As extremidades das tubulações de esgoto serão vedadas até a montagem dos aparelhos sanitários.

Durante a execução das obras deverão ser tomadas precauções especiais para evitar-se a entrada de detritos nas canalizações.

Serão executados em tubos de PVC (ponta e bolsa soldáveis) e conexões de PVC rígido para instalações prediais de esgotamento sanitário de referência, com diâmetros especificados no projeto. Quando a tubulação estiver em shafts ou chaminés falsas deverão estar fixadas por braçadeira a cada 1,5 metros, no mínimo.

As valas abertas para assentamento das tubulações só poderão ser fechadas após verificação e aprovação da fiscalização da obra.

Os tubos, de modo geral, serão assentes com a bolsa voltada em sentido oposto ao escoamento.

As conexões serão PVC rígido de esgoto série reforçada com anel de borracha e com diâmetros especificados em projeto. As conexões referidas são cap, joelhos, junções, luvas, reduções etc.

As ligações e vedação de saída de vasos sanitários com diâmetro nominal 100 mm equivalente os adaptadores para sifão devem seguir a mesma referência de qualidade.

(b) Caixas de gordura

Serão construídas em alvenaria de tijolo de barro cozido ou blocos de concreto (o que for mais em conta em termos de custo), revestida com chapisco, com base e tampa em concreto armado, sendo base regularizada com argamassa de cimento e areia - traço 1:3 - com reaterro e apiloamento do terreno após a execução.

O diagnóstico realizado através de visitas individuais indicou que os locais de instalação das fossas não apresentam pavimentos, possibilitando a escavação.

(c) Caixas de inspeção

Serão construídas em alvenaria de tijolo de barro cozido, revestida com chapisco, com base e tampa em concreto armado, sendo base regularizada com argamassa de cimento e areia - traço 1:3 - com reaterro e apiloamento do terreno após a execução.

(d) Fossas sépticas

Serão executadas com alvenaria de tijolo cerâmico maciço, com dimensões externas de 1,90 x 1,10 x 1,40, capacidade de 1.500 L, revestida internamente com barra lisa, com tampa de concreto de espessura de 8,00 cm, conforme projeto executivo.

Antes de entrar em funcionamento, a fossa deve ser submetida ao ensaio de estanqueidade, realizado após ela ter sido saturada por no mínimo 24h. O ensaio consiste na medida dada pela variação do nível de água, após preenchimento, até a altura da geratriz inferior do tubo de saída, decorridas 12h. Se a variação for superior a 3% da altura útil, a estanqueidade é insuficiente, devendo-se proceder à correção de trincas, fissuras ou juntas por conta do executor. Executadas todas as correções, novo ensaio deve ser realizado para aprovação pela fiscalização.

(e) Filtro biológico anaeróbio

Prevê a execução dos serviços de escavação da vala e apiloamento do fundo; lastro de brita; drenagem do lençol freático com tubo de PVC branco com 100 mm de diâmetro; base e tampa em concreto armado $f_{ck}=15$ Mpa moldado in loco; fundo falso, calha vertedora e tampão em concreto; tubos de concreto pré-fabricado com bolsa interna;

montagem e rejuntamento dos tubos; tubos de limpeza em PVC branco com 100 mm de diâmetro; vedação do tampo com betume; reaterro, compactação e remoção da sobra de terra.

(f) Sumidouro

Deverá ser executado em alvenaria dobrada de tijolo cerâmico furado, sem laje de fundo e com laje de cobertura em concreto armado, $f_{ck}=15$ Mpa com abertura de inspeção de fechamento hermético de 60 cm, conforme projeto. O assentamento dos blocos da alvenaria será com argamassa somente nas juntas horizontais.

O sumidouro deverá apresentar enchimento de fundo e lateral com brita nº 4 com espessura de aproximadamente 50 cm.

1.2.2.3 Disposição final dos esgotos sanitários

O projeto foi elaborado tendo como destino final o sistema de decanto digestor (fossa), filtro e sumidouro que serão construídos no local. Também foi proposta a desinfecção deste efluente após o devido tratamento antes do seu lançamento no solo. Este projeto foi desenvolvido tendo como base a implantação sugerida com suas cotas estabelecidas. No entanto, o projeto executivo poderá ser modificado pelo executor, dependendo das características técnicas analisadas em cada situação, mediante aprovação previa da contratante e dos proprietários beneficiários.

1.2.2.4 Destino final do esgoto

O destino final de esgoto e sua localização dependerão de vários fatores inclusive do terreno a ser implantado, portanto, não estão definidos neste projeto-tipo, deverão ser identificados quando da execução. Entretanto, verificando a ausência de rede pública de esgoto sanitário ou sua inviabilidade, é necessário o tratamento

independente se este passará por análises das características técnicas (nível aquífero, taxa de absorção do solo etc.). O fluxo que leva ao destino final se apresenta no esquema a seguir.

FOSSA	FILTRO ANAERÓBIO	SUMIDOURO
<p>Unidade de fluxo horizontal destinada ao tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão. No seu funcionamento durante o período de retenção o esgoto é detido na fossa durante 12h. Simultaneamente a esta fase processa-se a sedimentação em média 60% a 70% dos sólidos em suspensão contidos nos esgotos, formando-se então o lodo, que será juntamente com a espuma digerido pelas bactérias anaeróbias, provocando uma destruição total ou parcial de organismos patogênicos, resultando em gases, líquidos e acentuada redução de volume dos sólidos retidos e digeridos. O efluente líquido será então lançado no filtro anaeróbio</p>	<p>Reator biológico onde o esgoto é depurado por meio de microrganismos anaeróbios, dispersos tanto no espaço vazio do reator quanto nas superfícies do meio filtrante. É formado por um leito de brita nº 4 contido em um tanque de forma cilíndrica com fundo falso contendo aberturas de 2,5cm, a cada 15cm.</p>	<p>Poço escavado no solo, destinado à depuração e disposição final do esgoto no nível subsuperficial.</p>

1.2.2.5 Manutenção do sistema de esgotamento sanitário

Caberá a executora das obras instruir o beneficiário sobre a manutenção do sistema, devidamente comprovado junto a fiscalizadora das obras.

(a) Fossa séptica

Para manutenção da eficiência da fossa deverá ser efetuado o procedimento de limpeza periódica, conforme especificado no dimensionamento (intervalo de limpeza = 2 anos). Na execução da limpeza, 10% do lodo digerido deve permanecer na fossa. As tampas da fossa deverão ser abertas por no mínimo 5min antes de iniciar o processo de

limpeza, para que haja a liberação de gases. A remoção do lodo pode ser feita facilmente com o auxílio de um carro “limpa-fossa”.

(b) Filtro anaeróbio

Deve ser limpo quando for observada a obstrução do leito filtrante (Normalmente a remoção do excesso de lodo se faz necessária em períodos de 6 a 12 meses). O processo de limpeza deve seguir as seguintes orientações:

A limpeza é efetuada com a utilização de uma bomba de recalque, introduzindo o mangote de sucção pelo tubo-guia (esta operação pode ser executada através de um carro "limpa-fossa").

NOTA: Tendo em vista que não há outra forma de limpeza e considerando que se torna difícil a contratação individual de limpeza, em especial pela distância e por serem unidades dispersas no meio rural, recomenda-se que a prefeitura implante um sistema de monitoramento e limpeza de fossas.

Caso a operação acima seja insuficiente para retirada do lodo, deve ser lançada água sobre a superfície do leito filtrante, repetindo então o procedimento 1.

Obs.: Não deve ser feita a “lavagem” completa do filtro, pois retarda a partida da operação após esta limpeza.

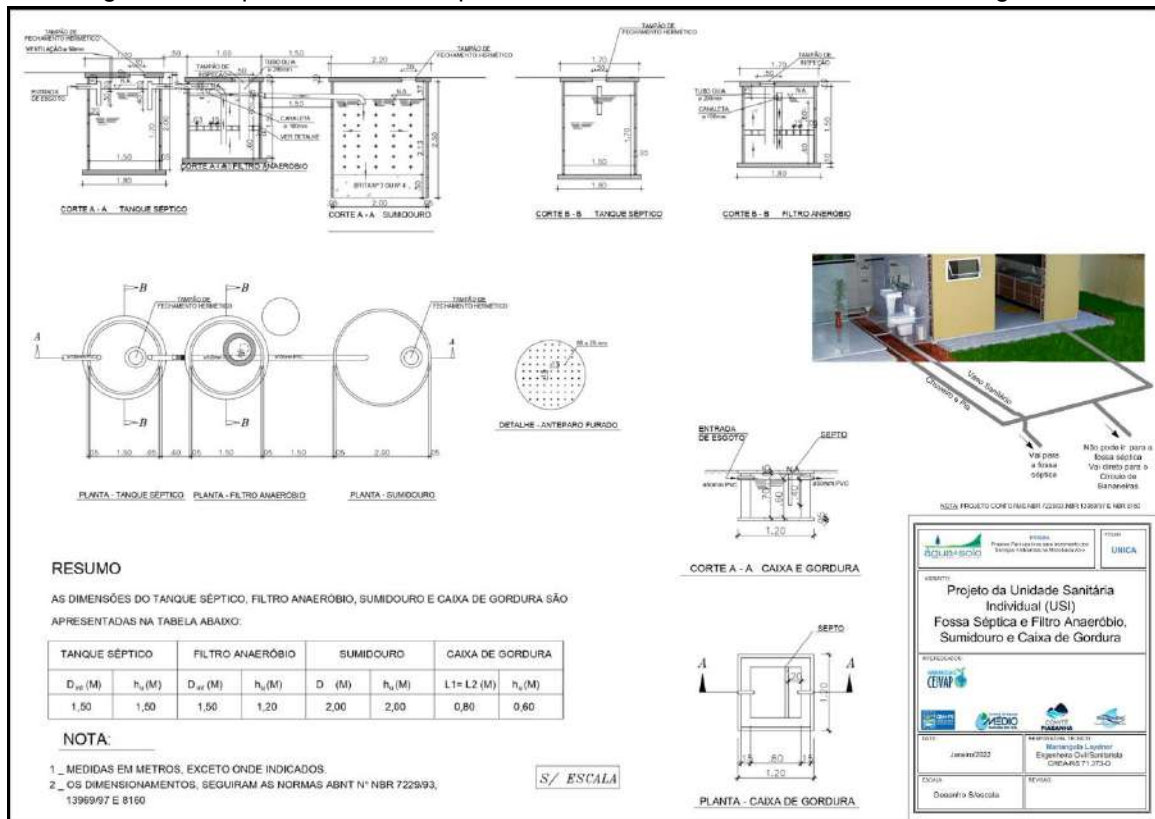
(c) Sumidouro

Deverá sofrer inspeções semestrais. Quando do colapso do sistema observado a partir da redução da capacidade de absorção do solo novas unidades devem ser construídas. Os sumidouros quando abandonados deverão ser preenchidos com terra compactada.

1.2.2.6 Planta da Unidade de Saneamento Individual-tipo

O esquema de fossa séptica, filtro anaeróbico, sumidouro e caixa de gordura da Unidade de Saneamento Individual (USI) é apresentada na Figura 5 conforme NBR 7229/93, NBR 13969/97 e NBR 8160.

Figura 2 - Esquema de fossa séptica, filtro anaeróbico, sumidouro e caixa de gordura



1.3 Implantação do Esterqueiras úmidas

Para o tratamento de dejetos animais foram demandadas a construção de esterqueiras para armazenamento e mineralização de dejetos bovinos, conforme o modelo descrito a seguir:

- (i) Esterqueira úmida – Constitui-se de um tanque escavado e impermeável usado para a fermentação dos dejetos animais. Essa

impermeabilização deve, preferencialmente, ser feita com uma geomembrana, que é uma manta com espessura e material adequados para impedir que os dejetos depositados na esterqueira infiltrem e contaminem o solo. Mas, caso o produtor tenha disponibilidade de material, ela também pode ser feita de alvenaria para reduzir o custo. O importante é que seja bem impermeabilizada (Fonte: EMATER/MG).

O modelo de esterqueira úmida foi demandado por 5 (cinco) propriedades e diferentes dimensões: uma unidade para 20 (vinte) animais/dia e quatro unidades para 40 (quarenta) animais/dia.

Considerando que a lavagem diária do estábulo para permitir boas condições de higiene, é uma exigência na produção de leite de melhor qualidade. Neste sistema a água servida é encaminhada por tubos ou canaletas diretamente para a esterqueira, que deve ser localizada numa cota mais baixa que o estábulo para possibilitar o escoamento do esterco líquido por gravidade. Também é recomendada a construção de uma caixa de passagem, para permitir a retirada de materiais sólidos que podem entupir a tubulação.

1.3.1.1 Aspectos gerais a considerar na construção da esterqueira (Fonte: SENAR)

A esterqueira deve ser escavada no solo. O formato irá depender da disponibilidade de área na propriedade.

Ao longo do perfil da esterqueira se pode **distinguir três zonas diferentes**. A **zona mais profunda**, com alto teor de fósforo. **Acima dessa zona, há uma camada de lodo** que nunca deve ser retirada em sua totalidade, pois ele é o material que mais contribui para o processo de degradação da matéria orgânica.

A **retirada parcial pode ser feita**, pois o lodo é um material rico em nutrientes e essa retirada parcial facilita o manejo da esterqueira, evitando o assoreamento da estrutura. **A última zona** é formada pelo líquido superficial. Tem baixo teor de sólidos e moderada concentração de nutrientes.

O **volume da esterqueira deve ser o suficiente** para armazenar os dejetos, o lodo acumulado no fundo, algum escoamento superficial, o volume precipitado menos o evaporado e o volume de uma chuva intensa num curto período de tempo (24h). A esterqueira pode ser dimensionada usando a seguinte fórmula:

- $VEST = \text{Volume da esterqueira (m}^3\text{)}$
- $TA = \text{Tempo de armazenamento.}$

O valor de Ta é de 30 dias. A lei de licenciamento ambiental do Estado em que a propriedade se localiza pode determinar um valor de Ta diferente. Por isso, antes de dimensionar, consulte o órgão licenciador.

$VRES = \text{Volume total dejetos produzidos por dia (m}^3\text{)}$.

$FATOR = \text{O valor do Fator depende do tipo de sistema de desvio da água de chuva.}$

Fator = 1,0. Nenhuma água da chuva vai para dentro da esterqueira. A sala de ordenha possui calhas em todos os telhados e sistema de drenagem para água da chuva que cai no piso ser desviada da esterqueira.

Fator = 1,20. Parte da água da chuva vai para dentro da esterqueira. A sala de ordenha possui calhas em todos os telhados, mas a chuva que cai no piso vai para esterqueira.

Fator = 1,35. Todas as águas de chuva que caem nos telhados e pisos da sala de ordenha vão para esterqueira.

Uma **esterqueira bem dimensionada** trará as seguintes vantagens para o produtor(a):

- i. Tranquilidade por saber que a propriedade maneja de forma correta os resíduos;
- ii. Flexibilidade no uso dos resíduos como fertilizante, você determina o melhor momento para aplicar;

- iii. Utilização mais eficaz dos nutrientes e da água presentes nos dejetos.

1.3.1.2 Aspectos gerais a considerar no manejo do esterco (Fonte: SENAR):

(a) **Não devem existir pontos de vazamento de água** na sala de ordenha (boias de bebedouros quebradas, torneiras pingando, canos furados etc.). Vazamentos significam perda de água e maior volume de resíduo produzido, implicando em maior custo.

(b) Os **pisos da sala de ordenha** devem ser mantidos em bom estado de conservação, sem rachaduras e buracos.

(c) Deve-se manter uma **distância mínima** de 0,3 m de bordo livre (distância entre o nível máximo do líquido e a borda da esterqueira) para reduzir o risco de transbordamento.

(d) A mangueira ou cano para retirada do efluente deve ser colocado a uma profundidade mínima de 1 m e máxima de 2 m para que no momento da retirada não seja revolvido os sólidos do fundo.

(e) A **área do entorno da esterqueira deve estar coberta por vegetação densa** (ex. grama ou algum tipo de pastagem que não deixe o solo exposto). A vegetação deve ser cortada regularmente. O objetivo de manter a área vegetada é para evitar a erosão e, caso ocorra algum transbordamento, essa vegetação irá auxiliar como uma barreira para que o líquido não espalhe pela área.

(f) Manter dentro da esterqueira uma escada de corda ou qualquer equipamento que permita que se alguém cair dentro consiga sair.

(g) Cercar a esterqueira para impedir o acesso de humanos e animais. O ideal é cerca telada na altura de 1 m para impedir a

passagem de crianças e animais silvestres de pequeno e médio porte.

(h) Se o nível da esterqueira ficar muito baixo, tornando visível o lodo do fundo, isso pode causar problemas quanta a **emissão de odores**. Por isso, é recomendável que na retirada do efluente, se deixe a camada de lodo do fundo coberta com líquido. O ideal é retirar o dejetos até no máximo 1 m de profundidade (considerando uma esterqueira de 3 m de profundidade).

(i) Sugere-se fazer uma marcação na manta de revestimento ou na estrutura de alvenaria para que o operador possa visualizar o nível em que o dejetos deve ser retirado (entre a zona de risco de transbordamento e a superfície do lodo).

(j) O **leite descartado** por algum problema de qualidade ou de sanidade do rebanho pode ser armazenado na esterqueira, desde que isso não seja um evento rotineiro na propriedade e que o descarte do leite não represente mais do que 30% do volume da esterqueira. O excesso de leite na esterqueira irá provocar problemas de odor, moscas e entupimento das estruturas de condução e distribuição dos resíduos.

(l) Uma esterqueira que não está sendo mais utilizada deve ser fechada para que não represente risco para o meio ambiente.

(m) inspeções semanais:

- i. Monitorar o **nível de armazenamento** do líquido. Com isso o produtor(a) terá informações se há suficiente capacidade de armazenamento até a próxima descarga de líquido. Se faltar pouco para atingir o nível máximo, você terá tempo para tomar a melhor decisão.
- ii. Realizar a **inspeção visual da estrutura**. Avalie os pontos de inspeção, conexões dos canos, o tamanho da vegetação, se animais andaram pela área e se água de

escorrimento pelo solo está sendo desviada da esterqueira.

- iii. Verificar as cercas, escadas de escape e sinais de aviso para se certificar de que estão legíveis.

1.3.1.3 Fatores de falha no armazenamento (Fonte: SENAR)

- i. Incompatibilidade do local com o tipo de sistema de armazenamento;
- ii. Estimativa errada de volume diário produzido de resíduo;
- iii. Não consideração de alterações de manejo, equipamentos ou aumento do número de vacas em lactação que impactem o volume e a característica dos resíduos;
- iv. Inadequada manutenção do sistema de armazenamento;
- v. Sistema mal projetado e sem consideração das águas de drenagem que podem ser direcionadas para esterqueira.

Não deve ser permitido que o **líquido armazenado na esterqueira** transborde. O transbordamento significa alto risco ambiental e de penalidades para o produtor(a). As seguintes ações podem ser feitas para **evitar o transbordamento**:

- i. Dimensionar a esterqueira de forma correta para armazenar a quantidade de efluente produzida no período;
- ii. Instalar uma haste (pode ser uma tábua, bambu etc.) para monitorar o nível do líquido na esterqueira;
- iii. Reservar a capacidade máxima da esterqueira para períodos de muita chuva e/ou que impeçam a aplicação no solo;
- iv. Remover o líquido para outra estrutura de armazenamento quando se atingir o nível operacional máximo.

Remediar um transbordamento é caro e demorado. Portanto, a prevenção deve ser o objetivo. A supervisão rotineira da esterqueira reduz o risco de transbordamento.

NOTA: Armazenar os resíduos líquidos de um sistema leiteiro é uma técnica, **não se limitando a simples construção de um tanque.** Sendo uma estrutura do sistema de produção a esterqueira deve ser planejada e manejada de forma tecnicamente correta. Isso significará benefícios ambientais, econômicos e sociais para o produtor(a).

1.3.1.4 Cálculos para o dimensionamento das esterqueiras úmidas demandadas

A seguir são apresentados os cálculos de dimensionamento para as esterqueiras úmidas demandadas na microbacia rio Vermelho.

(a) Esterqueira úmida para 20 vacas/dia

Deve-se prever estocagem mínima de 120 dias no período das chuvas e estimada uma precipitação mensal de 150 mm (1.800 mm/ano), a contribuição da área do piquete será de 23,72 m³ no período de 120 dias.

Será considerada a água da chuva que cai sobre o piquete (estimado em 40m²) que será canalizada para a esterqueira, pois terá mistura de esterco e urina.

(i) Cálculo do volume de contribuição de chuva:

$$\frac{1800 \text{ L/m}^2}{365 \text{ dias}} = 4,94 \frac{\text{L}}{\text{d}} \times 120 \text{ dias} = 592,8 \frac{\text{L}}{\text{m}^2}$$

$$593 \frac{\text{L}}{\text{m}^2} \times 40 \text{ m}^2 = 23.720 = 23,72 \text{ m}^3$$

(ii) Cálculo do Volume médio de dejetos e resíduos:

Apresenta-se na Tabela 5 o cálculo de volume de dejetos e resíduos que chegarão até a esterqueira de armazenamento, a fim de realizar seu dimensionamento.

Tabela 3 - Produção total diária de dejetos durante o período de 4 horas para duas ordenhas, por unidade de Produção com 20 vacas

Dejetos	Quantidade
Esterco (kg*)	60,32
Urina (litros)	50,40
Água (litros)	150,00
Total (litros)	260,72

(*) Para fins de volume foi considerado 1Kg de esterco fresco = 1 litro (1:1 m/v)

Fonte: UFSM – Centro de Ciências Rurais – Curso de Especialização em Agricultura Familiar Camponesa e Educação do Campo – 2011.

(iii) Volumes Calculados

- Volume médio diário = $260,72 \times 120 \text{ dias} = 31.286,40 \text{ litros}$
- Volume de água de chuva = 23.720 litros
- Volume da Esterqueira = $31.286,40 + 23.720$
- Volume Total das Esterqueiras = 55.006,40

Volume Adotado = 55 m³

O modelo de estrutura de armazenamento e tratamento de dejetos a ser adotado será composto por uma esterqueira de armazenamento de dejetos por 40 dias e na sequência um depósito para mais 80 dias, ambas circulares. Portanto, a esterqueira será dimensionada para receber 20 m³ e o depósito subsequente com 48 m³, considerando uma margem de segurança de mais ou menos 20% determinado pela maioria dos órgãos ambientais bem como bibliografia.

Determinando o volume necessário para estes casos, foi calculada a dimensão das unidades.

Determinação das dimensões do depósito de 20 m³:

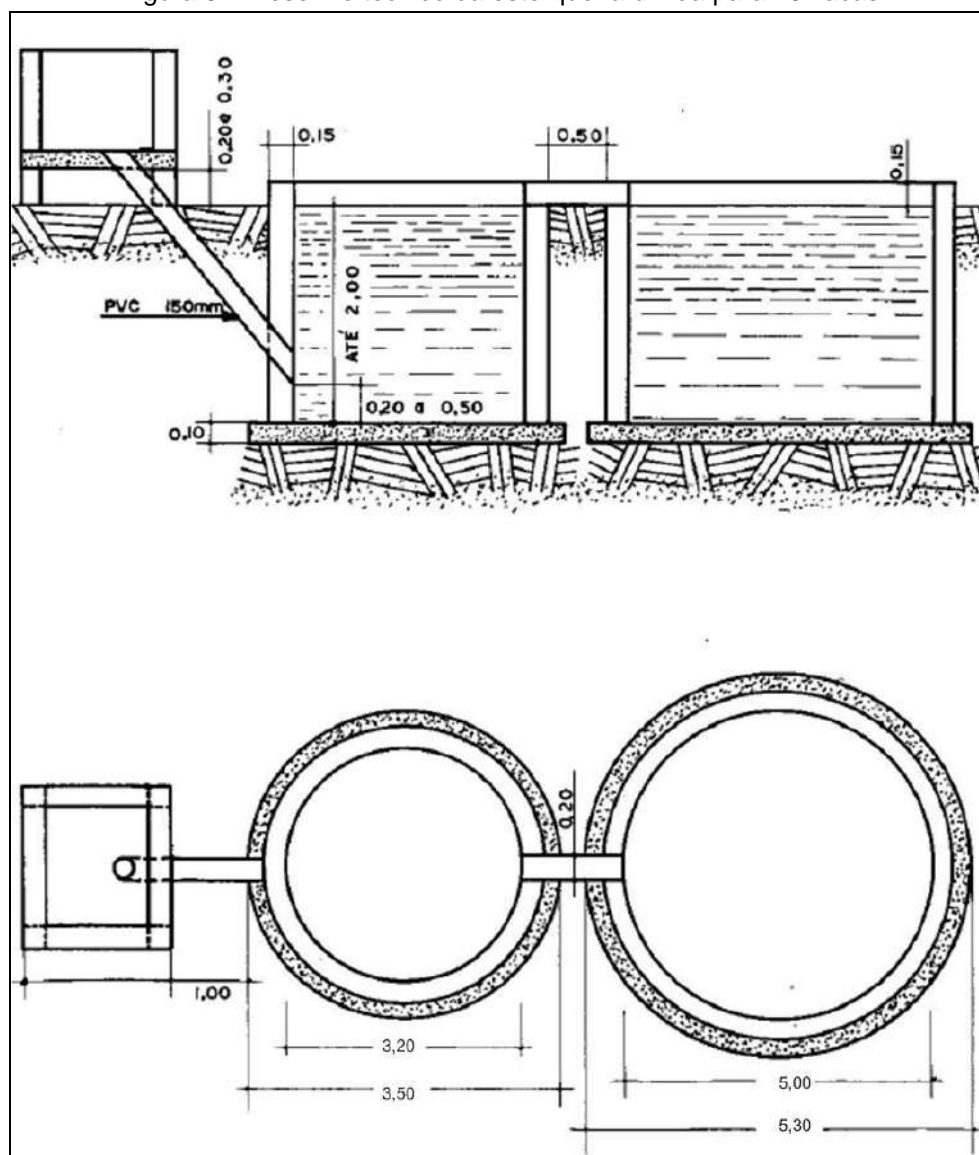
- Diâmetro = 3,20 metros
- Profundidade = 2,50 metros

Determinação das dimensões do depósito de 48 m³:

- Diâmetro = 5,00 metros
- Profundidade = 2,50 metros

Apresenta-se na Figura 11 o desenho técnico construtivo da esterqueira úmida para 20 vacas.

Figura 3 – Desenho técnico da esterqueira úmida para 20 vacas



(b) Esterqueira úmida para 40 vacas/dia

Deve-se prever estocagem mínima de 120 dias no período das chuvas e estimada uma precipitação mensal de 150 mm (1.800 mm/ano), a contribuição da área do piquete será de 23,72 m³ no período de 120 dias.

Será considerada a água da chuva que cai sobre o piquete (estimado em 40m²) que será canalizada para a esterqueira, pois terá mistura de esterco e urina.

(i) Cálculo do volume de contribuição de chuva:

$$\frac{1800 \text{ L/m}^2}{365 \text{ dias}} = 4,94 \frac{\text{L}}{\text{d}} \times 120 \text{ dias} = 592,8 \frac{\text{L}}{\text{m}^2}$$

$$592,8 \frac{\text{L}}{\text{m}^2} \times 40 \text{ m}^2 = 23.720 = 23,72 \text{ m}^3$$

(ii) Cálculo do Volume médio de dejetos e resíduos:

Apresenta-se na Tabela 6 o cálculo de volume de dejetos e resíduos que chegarão até a esterqueira de armazenamento, a fim de realizar seu dimensionamento.

Tabela 4 - Produção total diária de dejetos durante o período de 4 horas para duas ordenhas, por unidade de Produção com 40 vacas

Dejetos	Quantidade
Esterco (kg*)	120,64
Urina (litros)	100,80
Água (litros)	300,00
Total (litros)	521,44

(*) Para fins de volume foi considerado 1Kg de esterco fresco = 1 litro (1:1 m/v)

Fonte: UFSM – Centro de Ciências Rurais – Curso de Especialização em Agricultura Familiar Camponesa e Educação do Campo – 2011.

(iii) Volumes Calculados

➤ Volume médio diário = 521,44 x 120 dias = 62.572,80 litros

- Volume de água de chuva = 23.720 litros
- Volume da Esterqueira = 62.572,80 + 23.720
- Volume Total das Esterqueiras = 86.292,80

Volume Adotado = 87 m³

O modelo de estrutura de armazenamento e tratamento de dejetos a ser adotado será composto por uma esterqueira de armazenamento de dejetos por 40 dias e na sequência um depósito para mais 80 dias, ambas circulares. Portanto, a esterqueira será dimensionada para receber **40 m³** e o depósito subsequente com **60 m³**, considerando uma margem de segurança de mais ou menos 20% determinado pela maioria dos órgãos ambientais bem como bibliografia.

Determinando o volume necessário para estes casos, foi calculada a dimensão das unidades.

Determinação das dimensões do depósito de 40 m³:

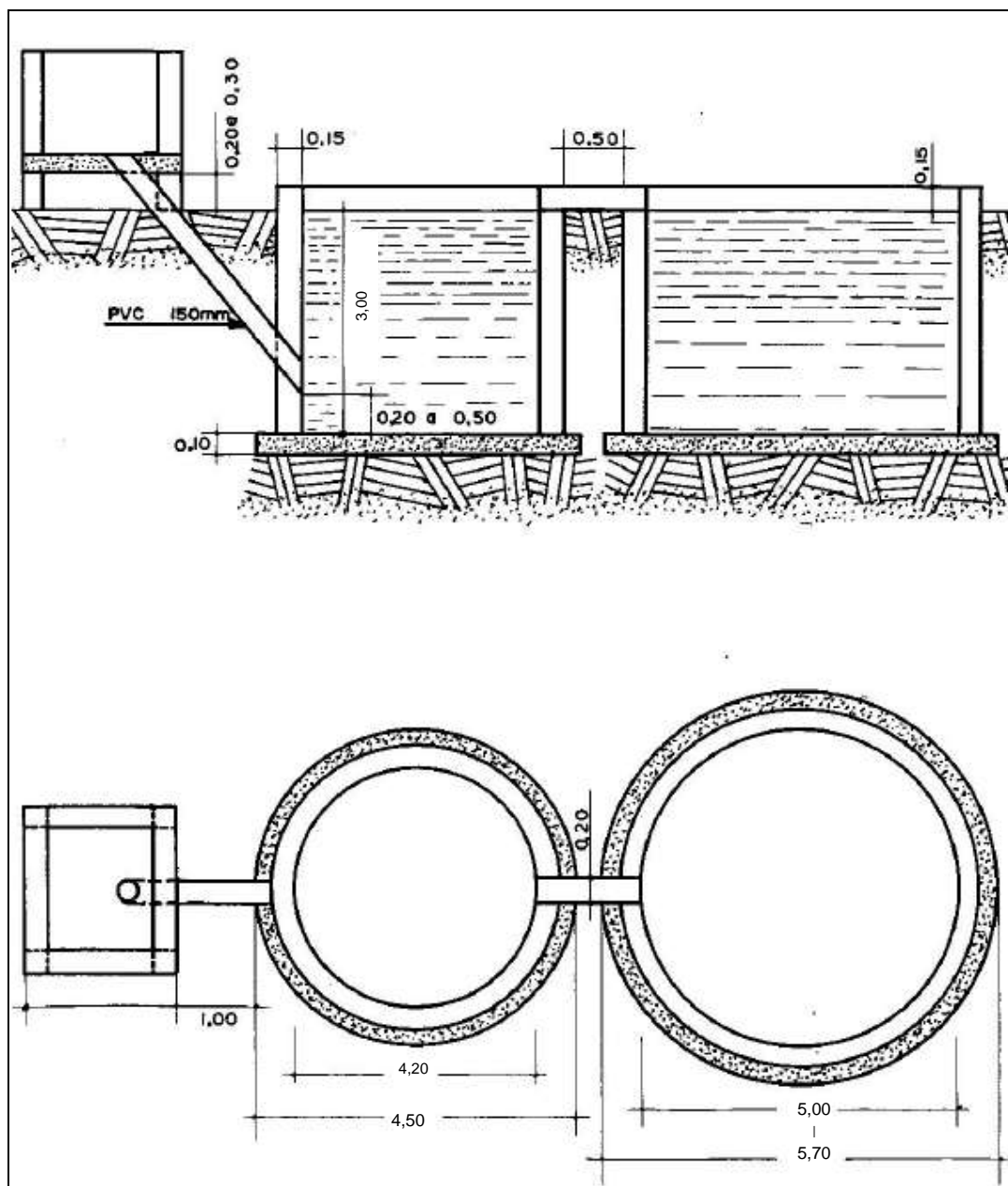
- Diâmetro = 4,20 metros
- Profundidade = 3,00 metros

Determinação das dimensões do depósito de 60 m³:

- Diâmetro = 5,00 metros
- Profundidade = 3,00 metros

Apresenta-se na Figura 12 o desenho técnico construtivo da esterqueira úmida para 40 vacas/dia.

Figura 4 – Desenho técnico da esterqueira úmida para 40 vacas



(c) Cercamento das esterqueiras úmidas

O cercamento das esterqueiras úmidas é um importante fator de segurança, em especial pra crianças e pequenos animais domésticos que circula pelos arredores das propriedades rurais.

O cercamento será executado com o uso de tela pinteiro de 0,8 metros de altura, fixada em moirões de eucalipto tratados, circulando cada uma das quatro esterqueiras a

serem construídas. O espaçamento entre os moirões será de 4 metros.