Projeto Executivo

Programa 3 - Saneamento Rural

22005-ATV3-P3.1-03-05

Elaboração de diagnóstico e projeto de conservação e produção de água na microbacia do Ribeirão do Sapé, Médio Rio Pará, Município de Carmo do Cajuru - MG

AGÊNCIA peixe vivo
Agência de Bacia Hidrográfica

COMITÊ RIO PARÁ
Comitê da Bacia Hidrografica do Rio Pará

Programa de Saneamento Rural

22005-ATV3-P3.1-03-05

Elaboração de diagnóstico e projeto de conservação e produção de água na microbacia do Ribeirão do Sapé, Médio Rio Pará, Município de Carmo do Cajuru - MG

Contrato de gestão Nº 001/IGAM/2016 – Rio Pará

Ato Convocatório Nº 002/2022

Contrato Nº 043/2022

Novembro/2022

Contratante: Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo – Agência Peixe Vivo

Contratada: Água & Solo Estudos e Projetos Ltda

FOLHA DE APROVAÇÃO

Revisão	Data	Nome	Descrição	Assi. autor	Assi. supervisor	Assi. aprovação
00	12/01/2023	EQUIPE TÉCNICA	PROGRAMA DE SANEAMENTO RURAL			
01	14/02/2023	EQUIPE TÉCNICA	PROGRAMA DE SANEAMENTO RURAL			
02	06/05/2023	EQUIPE TÉCNICA	PROGRAMA DE SANEAMENTO RURAL			
03	05/06/2023	EQUIPE TÉCNICA	PROGRAMA DE SANEAMENTO RURAL			
04	08/06/2023	EQUIPE TÉCNICA	PROGRAMA DE SANEAMENTO RURAL			
05	09/06/2023	EQUIPE TÉCNICA	PROGRAMA DE SANEAMENTO RURAL			

Elaboração de diagnóstico e projeto de conservação e produção de água na microbacia do Ribeirão do Sapé, Médio Rio Pará, Município de Carmo do Cajuru - MG			
Produto	22005-ATV3-P3.1-03-05 – Programa de Saneamento Rural		
Elaborado por: Água & Solo	Supervisionado por: APV Peixe Vivo		
Aprovado por: Lawson Beltrame	Revisão	Finalidade	Data
	05	3	09/06/2023
Legenda da Finalidade: (1) Para informação (2) Para Comentário (3) Para Revisão			
	Água & Solo Estudos e Projetos LTDA Rua Baronesa do Gravataí, 137 – Cidade Baixa, Porto Alegre/RS Telefone: (51) 3237-3325		

EQUIPE DA CONTRATANTE

Berenice Coutinho Malheiros dos Santos – Gerente de Administração e Finanças

Rúbia Santos Barbosa Mansur – Gerente de Integração

Thiago Batista Campos – Gerente de Projetos

Flávia Danielle de Souza Mendes – Coordenadora Técnica

Rafaella Domingues Hilário de Paula – Analista Administrativa

EQUIPE DA ÁGUA E SOLO ESTUDOS E PROJETOS

EQUIPE CHAVE

COORDENADOR

Lawson Francisco de Souza Beltrame – Eng. Agrônomo

PROFISSIONAL DE CAMPO 1

Rozane Nogueira – Eng. Florestal

PROFISSIONAL DE CAMPO 2

Lauro Bassi – Eng. Agrônomo

PROFISSIONAL DE GEOPROCESSAMENTO

Elisa de Melo Kich – Eng. Ambiental

GERENTE DO CONTRATO E APOIO AO GEOPROCESSAMENTO

Larissa Soares – Eng. Ambiental

EQUIPE DE APOIO

Bernardo Visnievski Zacouteguy – Eng. Ambiental

Laís Helena Mazzali – Eng. Ambiental

Pedro Bohrer – Graduando em Eng. Ambiental

Lucas Calviera – Graduando em Eng. Ambiental

Heloísa Franke – Graduanda em Eng. Ambiental

Fernando Moura Antunes – Mobilizador

Diogo Versari - Orçamentista

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS 16
2.1 Bacias de Evapotranspiração (BET) 16
2.2 Fossa Biodigestora 22
2.2.1 Funcionamento 22
2.2.2 Execução 25
2.3 Círculo de Bananeira 30
2.4 Dejetos animais 32
2.4.1 Construção das valas de absorção 35
2.4.2 Implantação da capineira 36
2.4.3 Construção dos círculos de bananeiras 37
2.4.4 Instalação de cerca de proteção 37
3 QUANTITATIVOS GERAIS 42

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 Localização da microbacia do Ribeirão do Sapé. 13
Figura 2.1 Planta baixa, corte transversal e corte longitudinal da BET 18
Figura 2.2 Funcionamento do sistema de tratamento do esgoto na fossa biodigestora 24
Figura 2.3 Compactação do entorno da fossa biodigestora 26
Figura 2.4 Localização da caixa de secagem em relação à fossa biodigestor 27
Figura 2.5 Esquema de limpeza do filtro anaeróbico 29
Figura 2.6 Visualização do círculo de bananeiras 30
Figura 2.7 Esquema do círculo de bananeiras 30
Figura 2.8 Círculo de bananeiras finalizado 31
Figura 2.9 Visualização de curral com produção de dejetos que podem alcançar o curso d'água (Propriedade 7) 33
Figura 2.10 Visualização de curral com produção de dejetos que podem alcançar o curso d'água (Propriedade 44) 33
Figura 2.11 Estrutura esquemática dos terraços integrados com círculo de bananeira 34
Figura 2.12 Dimensionamento do terraço proposto para a microbacia 35
Figura 2.13 Formas de plantio das estacas do capim Napier 36
Figura 2.14 Croqui de cerca de robustez média (A – vista frontal e B – vista superior). 37

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 Características das fossas biodigestoras quanto à capacidade 22
Tabela 2.2 Relação entre a capacidade e o uso 23
Tabela 2.3 Dimensões da caixa de secagem.....27
Tabela 2.4 Dimensões dos terraços de base estreita 35
Tabela 3.1 Quantitativos do Programa de Saneamento Rural 42
Tabela 5.1 Alocação das horas de trabalho do “Responsável Técnico” nas atividades contratadas para o Programa de Saneamento Rural na microbacia do Ribeirão do Sapé.....**Erro! Indicador não definido.**
Tabela 5.2 Alocação das horas de trabalho do “Técnico Ambiental” nas atividades contratadas para o Programa de Saneamento Rural na microbacia do Ribeirão do Sapé.....**Erro! Indicador não definido.**
Tabela 6.1 Distribuição dos custos para cada produto do Programa de Saneamento Rural.....**Erro! Indicador não definido.**
Tabela 6.2 Composições das variáveis.....42
Tabela 6.3 Orçamento final do Programa de Saneamento Rural.....45
Tabela 7.1 Cronograma do Programa de Saneamento Rural. .....**Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Ambiental
APV	Agência Peixe Vivo
BET	Bacias de Evapotranspiração
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CBERS	China-Brazil Earth Resources Satellite
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EMATER - MG	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAPA	Programa de Fiscalização Ambiental Preventiva na Agricultura
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE-SISEMA	Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
IDH-M	Índice de Desenvolvimento Humano
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IQA	Índice de Qualidade da Água
LVA	Latossolo Vermelho-amarelo Distrófico
MDE	Modelo Digital de Elevação
MG	Minas Gerais
PESRM	Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra Rola-Moça
PIB	Produto Interno Bruto
PVA	Argissolo Vermelho-amarelo distrófico
R	Neossolo Litólico eutrófico típico
RL	Reserva Legal
RS	Rio Grande do Sul
SICAR	Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SST	Sólidos em Suspensão Totais
TR	Tempo de Retorno
UC	Unidade de Conservação
USLE	Universal Soil Loss Equation

APRESENTAÇÃO

O presente documento visa atender aos preceitos estipulados pelo Contrato Nº 043/2022 firmado entre a empresa Água e Solo Estudos e Projetos LTDA (CNPJ: 02.563.448/0001-49) e a Contratante AGÊNCIA DE BACIA HIDROGRÁFICA PEIXE VIVO – AGÊNCIA PEIXE VIVO (CNPJ: º 09.226.288/0001-91), referente ao projeto "**CONTRATAÇÃO DE CONSULTORIA PARA ELABORAÇÃO DE DIAGNÓSTICO E PROJETO DE CONSERVAÇÃO E PRODUÇÃO DE ÁGUA NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO DO SAPÉ, MÉDIO RIO PARÁ, MUNICÍPIO DE CARMO DO CAJURU - MG**".

O presente documento, intitulado "Programa de Saneamento Rural", contempla o descritivo técnico para a elaboração das intervenções nas propriedades cadastradas da microbacia do Ribeirão do Sapé.

1 INTRODUÇÃO

O rio São Francisco possui 2.830 km de extensão e uma bacia hidrográfica com área de 639.219 km², que é dividida em quatro unidades fisiográficas: Alto São Francisco, Médio São Francisco, Submédio São Francisco e Baixo São Francisco. Além da irrigação, os principais usos de água na bacia hidrográfica do rio São Francisco são a geração de energia elétrica, controle de cheias, navegação, abastecimento público, pesca, lazer e turismo.

Segundo o Plano de Recursos Hídricos do rio São Francisco, cerca de 80% da água captada na bacia é utilizada pelos sistemas de irrigação. Segundo França (2021) para o período de 2001 a 2013 ocorreram grandes alterações no uso e ocupação do solo de áreas de floresta ou vegetadas para áreas de pastagem e agricultura. Destaca-se que estas mudanças contribuem para ocorrência de processos erosivos e prejuízo à qualidade dos mananciais quando não são impostas práticas de conservação de corpos hídricos previstas pela legislação.

Partindo da premissa de que ações para a preservação de mananciais e prevenção de processos erosivos são medidas cabíveis para mitigação de impactos ambientais, o presente projeto visa a determinação de ações para revitalização da área rural, controle dos processos erosivos, recuperação e conservação do solo na microbacia do ribeirão do Sapé.

A microbacia do ribeirão do Sapé, localizada no extremo sul do município de Carmo do Cajuru-MG pertence a bacia hidrográfica do rio Pará, a qual é afluente do alto curso do rio São Francisco. No âmbito do PDRH Rio Pará, dentro do Programa 13 – Conservação de Solo e Água na Bacia Hidrográfica do Rio Pará, está previsto o planejamento dos usos nas áreas rurais das sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Pará, por meio do manejo integrado a nível de microbacias.

Portanto, após realização de hierarquização e seleção de microbacias prioritárias, a microbacia do Ribeirão do Sapé foi indicada como microbacia alvo das atividades do presente contrato. A **Figura 1.1** representa o mapa de localização da microbacia.

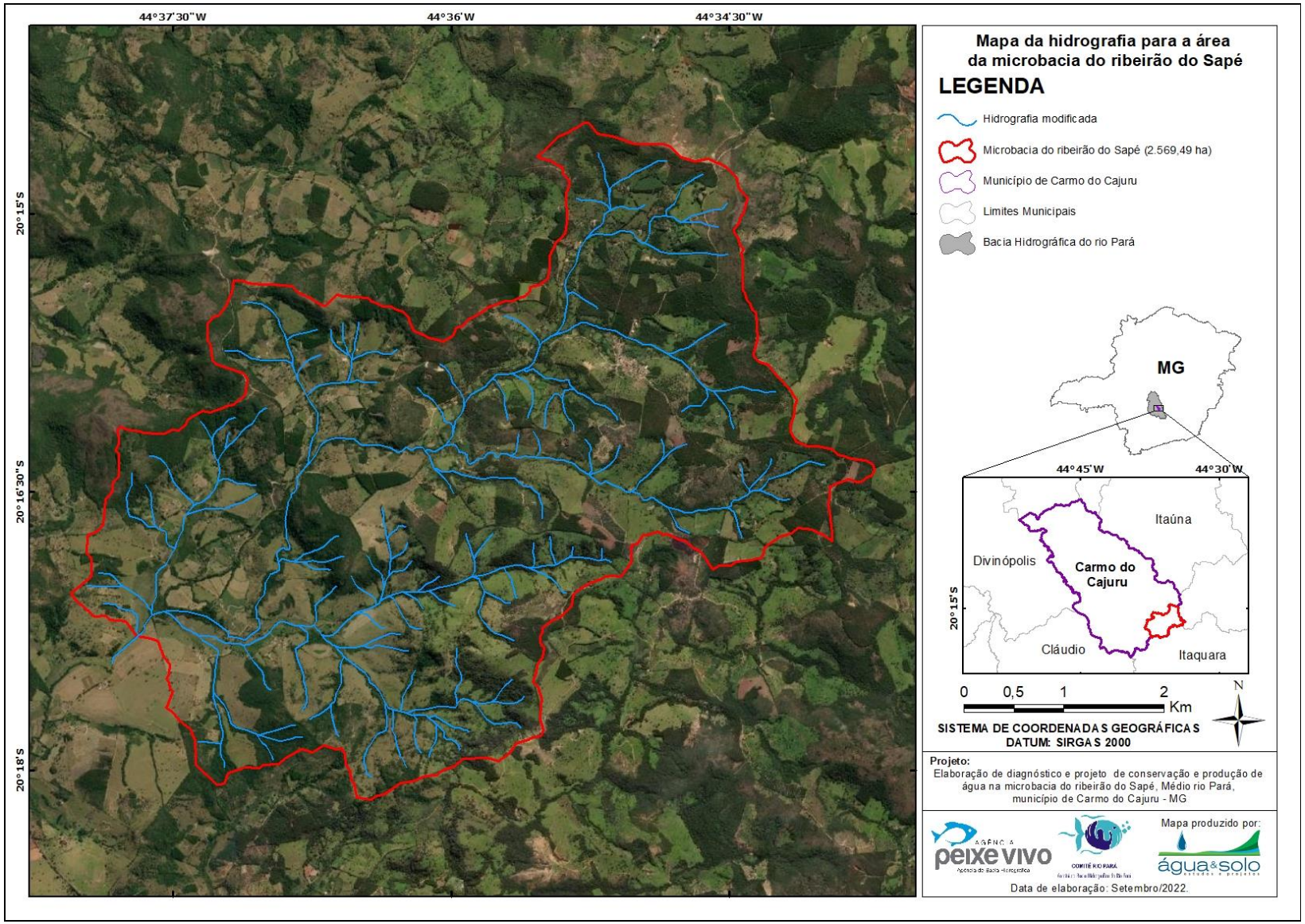


Figura 1.1 Localização da microbacia do Ribeirão do Sapé.

Os principais objetivos do trabalho foram:

- Elaborar um diagnóstico da bacia incluindo aspectos ambientais e socioeconômicos;
- Desenvolver uma base cartográfica da área de interesse;
- Identificar passivos ambientais e áreas para serem objeto de recuperação e conservação;
- Determinar as ações a serem implantadas nessas áreas, bem como os seus custos de implantação.

Os objetivos foram desenvolvidos a partir dos seguintes produtos previstos no projeto:

- **Produto 1:** Instalação dos instrumentos de monitoramento hidrometeorológico;

Inclui o descritivo da instalação de estação pluviométrica convencional e estação fluviométrica convencional.

- **Produto 2:** Diagnóstico da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão do Sapé;

Inclui mapas temáticos da microbacia, cadastro georreferenciado das 75 propriedades incluídas no projeto e caracterização dos solos.

- **Produto 3:** Projetos Individuais por Propriedade;

Inclui a elaboração de projetos para recuperação ou conservação para cada uma das 75 propriedades do projeto.

- **Produto 4:** Relatório Final.

As atividades incluídas neste relatório são referentes ao Produto 3. Para o terceiro produto serão apresentados documentos complementares subdivididos da seguinte forma:

1. 22005-ATV3-P3.0-00-00: Resumo Executivo: resumo das intervenções previstas para a microbacia do Ribeirão do Sapé;
2. 22005-ATV3-P3.1-00-00: Programas
    - 22005-ATV3-P3.1-01-00: Programa de Recuperação Ambiental: descritivo das intervenções deste programa para a microbacia do Ribeirão do Sapé;

- 22005-ATV3-P3.1-02-00: Programa de Conservação da Água e do Solo: descritivo das intervenções deste programa para a microbacia do Ribeirão do Sapé;
- 22005-ATV3-P3.1-03-00: Programa de Saneamento Rural: descritivo das intervenções deste programa para a microbacia do Ribeirão do Sapé;
- 22005-ATV3-P3.1-04-00: Programa de Educação Ambiental: descritivo das intervenções deste programa para a microbacia do Ribeirão do Sapé;
- 22005-ATV3-P3.1-05-00: Programa de Monitoramento Ambiental: descritivo das intervenções deste programa para a microbacia do Ribeirão do Sapé;

3. 22005-ATV3-P3.3-00-00: Projetos Individuais por Propriedade (PIPs) da microbacia do Ribeirão do Sapé.

.

2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

O Programa de Saneamento Rural visa promover a adoção de tecnologias de saneamento apropriadas às peculiaridades regionais da microbacia, na busca pela universalização do acesso às ações e serviços de saneamento básico por meio de estratégias que garantam o financiamento, a sustentabilidade e a participação social. O Programa deve ser estruturado com base nos princípios fundamentais, diretrizes e estratégias do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) e da Lei Nº 14.026/2020. Entre as diretrizes do marco legal do saneamento básico, destaca-se: "*VII - garantia de meios adequados para o atendimento da população rural dispersa, inclusive mediante a utilização de soluções compatíveis com suas características econômicas e sociais peculiares*".

A elaboração do Programa de Saneamento Rural baseia-se nos passivos existentes na microbacia no que se refere ao saneamento básico. O Programa requer uma metodologia específica para cada propriedade, com base nas informações levantadas no diagnóstico e no cadastramento das propriedades. É imprescindível, deste modo, que os moradores locais de apropriem dos conhecimentos técnicos relacionados às soluções aplicadas.

Neste interim, o Programa de Saneamento Rural elenca quatro ações em sua constituição, sendo estas a instalação de:

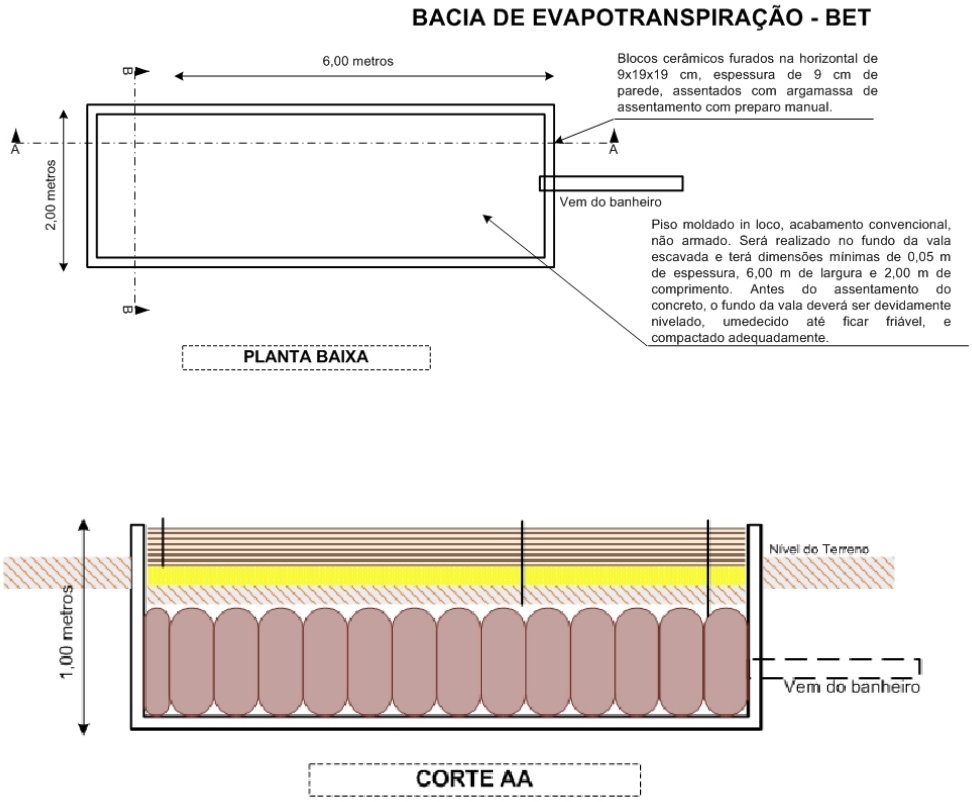
- ✓ Bacias de Evapotranspiração (BET)
- ✓ Fossas sépticas biodigestoras
- ✓ Círculo de bananeiras
- ✓ Projeto de manejo de dejetos animais

2.1 Bacias de Evapotranspiração (BET)

Como alternativa para o saneamento rural sugere-se a construção de uma Bacia de Evapotranspiração (BET), conhecida como tanque de evapotranspiração (TEVAP), 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. Estão previstas a instalação de 26 BETs na microbacia do Ribeirão do Sapé. Todos os sistemas individuais de tratamento de efluentes domésticos inclui a previsão de instalação de caixa de

gordura. A caixa recomendada para a microbacia do Sapé apresenta as seguintes características: capacidade de 18 L com as seguintes dimensões: (i) altura x largura: 44.9 cm x 39.2 cm; (ii) diâmetro de entrada: 50 polegadas; (iii) diâmetro de saída: 100 polegadas e; (iv) material: PVC.

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 2.1**.



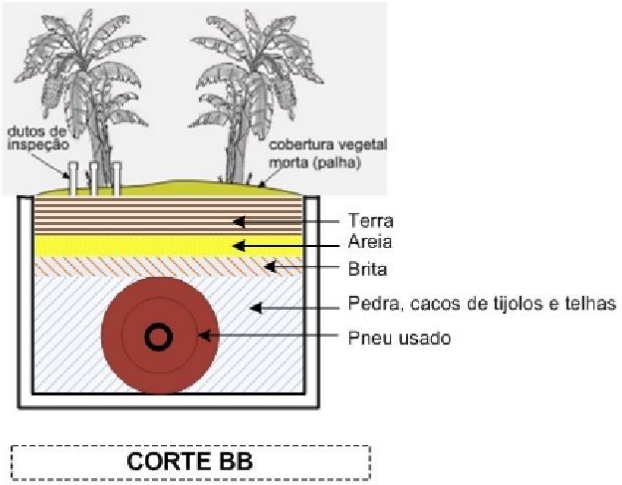


Figura 2.1 Planta baixa, corte transversal e corte longitudinal da BET

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 em 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;

(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.

<u>Atividades de acabamento da BET</u>

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 (comprimento = 6m, largura = 2m e profundidade = 1m) recomenda-se o plantio de pelo menos 6 (seis) mudas de bananeiras.

Manutenção 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.

Passos para 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. Não precisará de levantamento topográfico. É demarcada no local tendo o cuidado de manter o retângulo com ângulos retos.

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

2.2 Fossa Biodigestora

A fossa biodigestora, também chamada de miniestação de tratamento de esgoto funciona através de um reator anaeróbio de fluxo ascendente e extração de lodo, sem necessidade de uso de caminhão limpa fossa para a manutenção. Pode ser usado em substituição aos tanques sépticos e filtros anaeróbio, no entanto, deve ser mantido o sumidouro e, ao final do sistema se instala a caixa de secagem para receber o material orgânico mineralizado que após a secagem poderá ser utilizado como adubo orgânico. Estão previstas 11 fossas biodigestoras a serem instaladas na microbacia do Ribeirão do Sapé.

Todos os sistemas individuais de tratamento de efluentes domésticos inclui a previsão de instalação de caixa de gordura. A caixa recomendada para a microbacia do Sapé apresenta as seguintes características: capacidade de 18 L com as seguintes dimensões: (i) altura x largura: 44.9 cm x 39.2 cm; (ii) diâmetro de entrada: 50 polegadas; (iii) diâmetro de saída: 100 polegadas e; (iv) material: PVC. O sumidouro proposto construído em concreto pré-moldado, diâmetro interno de 1,88 m, altura interna de 2,00 m, previsto para 5 contribuintes, conforme realidade identificada na microbacia.

2.2.1 Funcionamento

As capacidades, dimensões e características constam na **Tabela 2.1**. São apresentadas três categorias de capacidade.

Tabela 2.1 Características das fossas biodigestoras quanto à capacidade

Informação	Dimensões ou características		
Capacidade	600 L	1.300 L	3.000 L
Altura	165 cm	198 cm	223 cm
Diâmetro	89 cm	118 cm	207 cm
Altura do cone	32 cm	44 cm	90 cm
Profundidade de entra de esgoto	24 cm	26 cm	24 cm
Profundidade de extração do lodo	48 cm	49 cm	53 cm
Profundidade de saída do efluente	36 cm	37 cm	43 cm
Peso vazia	30 kg	44,5 kg	141 kg
Tampa	18”/45 cm	18”/45 cm	18”/45 cm

A fossa biodigestora é um sistema utilizado para tratamentos domésticos e chácaras, sítios, propriedades rurais e escritório, respeitando a capacidade em número de pessoas conforme se apresenta na Tabela 2.

Tabela 2.2 Relação entre a capacidade e o uso

Empreendimento	Indicação	600 L	1.300 L	3.000 L
	Contribuição diária (Q) (*)	Nº de pessoas atendidas		
Residência padrão alto	160	3	8	18
Residência padrão médio	160	4	10	23
Residência padrão baixo	100	6	13	30
Alojamento provisório	80	7	16	37
Fábrica	70	8	18	42
Escritório ou Escola	50	12	26	60

(*) Quantidade de esgoto que uma pessoa produz por dia, em média. Valores fornecidos pela NBR 13969/1997 (Tabela 3). **NOTA**: Segundo as exigências da Resolução CONAMA nº 375/2006, todo o lodo biológico pode ser neutralizado com o uso de cal e, após sua secagem ser utilizado na agricultura de forma alternativa de suplementação de matéria orgânica e de nutrientes para as plantas, porém, não sendo permitido seu uso e aplicação no cultivo de hortaliças, frutas rasteiras e legumes consumidos crus. Se a extração de lodo for através de caminhão limpa-fossa, deverá ser feita através de tubo de manutenção do lodo. No entanto, deverá ser extraído apenas o volume referente ao lodo estabilizado, conforme volume de cada modelo. TDH de projeto = 24h = 1 dia (t); V=Q x t (dia)

O sistema funciona a partir dos seguintes fluxos e processos de tratamento. O sistema pode ser visualizado na **Figura 2.2**.

- O esgoto é lançado na fossa biodigestora em fluxo ascendente.

- As bactérias presentes no esgoto promovem a decomposição da matéria orgânica em meio anaeróbio.

- Com a gravidade o lodo estabilizado se concentra no fundo cônico da fossa biodigestora, de onde pode ser extraído para a caixa de secagem.

- O efluente passa então pelo filtro biológico/separados trifásico onde além de passar por mais uma etapa de depuração, se separam as partículas sólidas que podem ser carregadas pelos gases formados durante o processo de decomposição na água, para evitar o entupimento nas paredes (colmatação) do sistema de infiltração.

- O efluente tratado é direcionado para o sistema de infiltração.

- Os gases formados saem naturalmente pelo sistema de ventilação das instalações prediais.

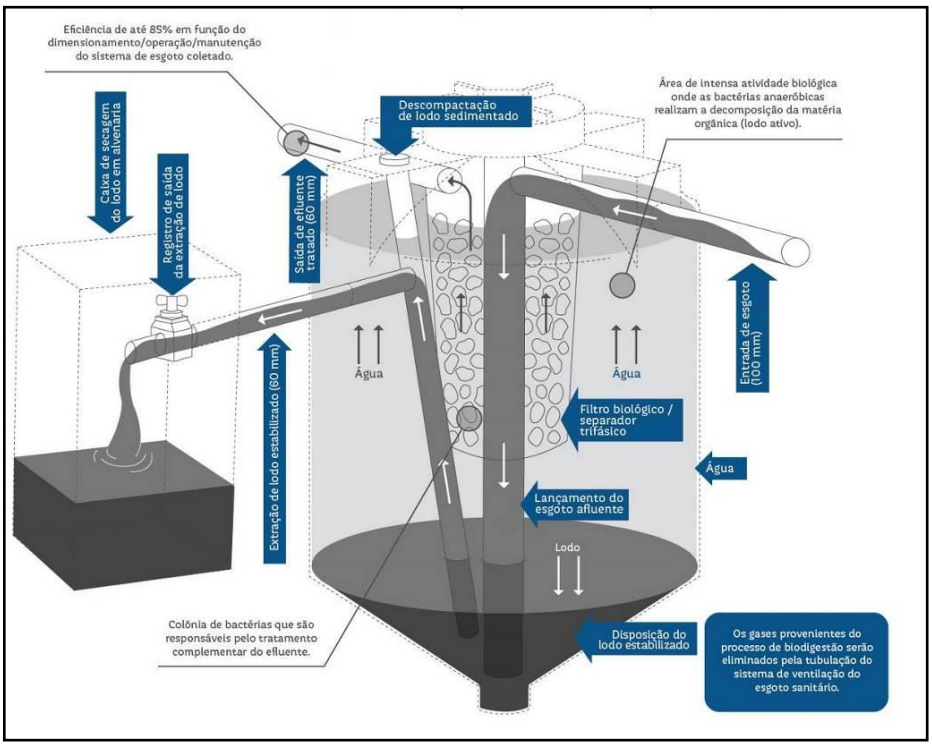


Figura 2.2 Funcionamento do sistema de tratamento do esgoto na fossa biodigestora

Destacam-se alguns aspectos importantes a serem considerados:

- Se houver necessidade de maior eficiência de tratamento, podem ser propostas medidas complementares, a serem definidas para cada caso (exemplo: proximidade com corpos hídricos e altura do lençol freático). O diagnóstico da microbacia indicou que não há necessidade de medidas complementares.

- A garantia do adequado funcionamento da fossa biodigestora depende de sua instalação adequada.

- Cuidados especiais devem ser tomados no caso de instalação em locais com lençol freático alto (próximo à superfície), que não é o caso da microbacia do ribeirão do Sapé.

- A fossa biodigestora deve ser preenchida com água antes do reaterro e compactação.

- Deve ser instalado respeitando as seguintes distâncias mínimas: (i) 1,5 metros de construções, limites de terreno, sumidouros, valas de infiltração e ramal predial de água; (ii) 3 metros de árvores e de qualquer ponto de rede pública de abastecimento de água; (iii) 15 metros de poços freáticos e de corpos d’água de qualquer natureza.

É importante conferir as exigências ambientais locais (municipais e estaduais) para verificar se as exigências são distintas das indicadas.

2.2.2 Execução

2.2.2.1 Escavação

Deverão ser considerados os seguintes aspectos quanto à escavação para instalação da fossa biodigestora:

- A profundidade de escavação deve ser determinada pela altura da fossa e pelo nível do tubo de saída do esgoto da residência, que deve chegar em nível superior à entrada do esgoto na fossa biodigestora.

- O diâmetro da escavação na lateral e no fundo deve ser suficiente para o aterro e compactação de forma correta evitando vazios ou áreas não compactadas. Escavar o suficiente para evitar desmoronamentos.

- Para uma instalação eficiente, a base deve ser escavada no mesmo formato cônico da fossa.

- O entorno deverá ser preenchido e compactado com solo livre de elementos perfurantes como pedras, britas, etc. que possa vir a danificar a parede da fossa.

- Cuidados especiais devem ser tomados no caso de solos expansíveis e presença de lençol freático.

2.2.2.2 Compactação

O processo de compactação e os cuidados a serem tomados constam a seguir e podem ser visualizados na **Figura 2.3**. A compactação é feita com socador comum manual comumente utilizado em obras de pequeno porte, ou compactador pneumático manual.

O registro na saída de extração do lodo deve ser instalado em nível mais baixo que a saída de água tratada e mantenha o mesmo sempre fechado. Esse registro somente será aberto para fazer a extração do lodo estabilizado.

Preparar o solo do aterro, retirando objetos que possam danificar as paredes e prepare uma mistura com uma parte de cimento para 15 partes de solo.

Encher a fossa com água comum até a parte cônica.

Compactar a cada 20 centímetros até este nível.

Completar com água comum até o nível da tubulação de saída mantendo o registro.

Compactar a cada 20 centímetros até este nível.

Sempre adicionar água durante a compactação para evitar a desformatação da fossa e a consequente perda de volume útil.

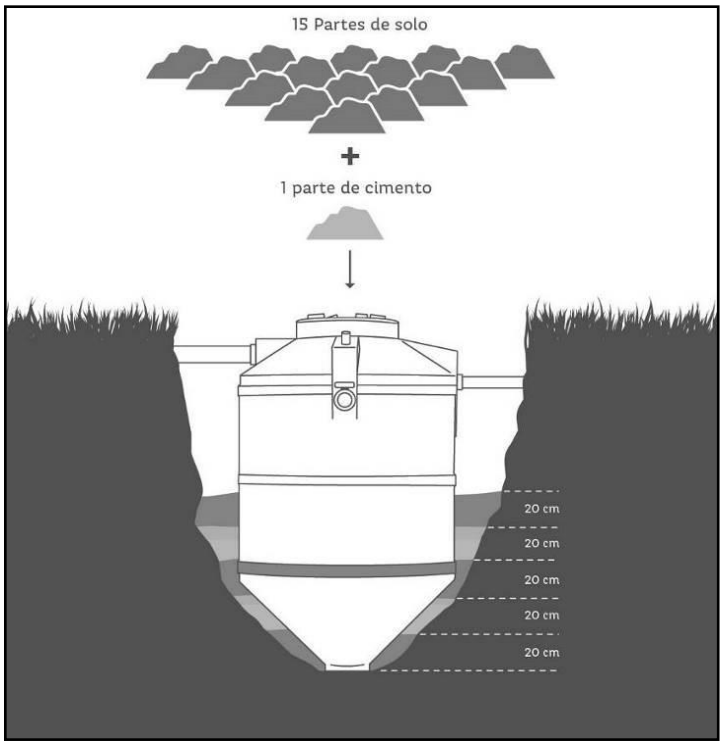


Figura 2.3 Compactação do entorno da fossa biodigestora

2.2.2.3 Caixa de secagem

As orientações relativas à caixa de secagem constam a seguir e o sistema pode ser visualizado na **Figura 2.4**. As dimensões mínimas da caixa de secagem para fossas biodigestoras de diferentes volumes constam na **Tabela 2.3**. Todas as fossas biodigestoras recomendadas para a microbacia do Sapé terão um volume de 1.300 L e as dimensões mínimas da caixa de secagem para largura, profundidade e altura serão de 90X90X90 cm.

A posição para a escavação da caixa de secagem é determinada pela altura do registro e, portanto, o volume útil da caixa de secagem deverá estar abaixo do registro.

Escavar o máximo fora da região da fossa biodigestora.

A caixa não deverá ser lacrada para permitir a evaporação do líquido extraído junto com o lodo.

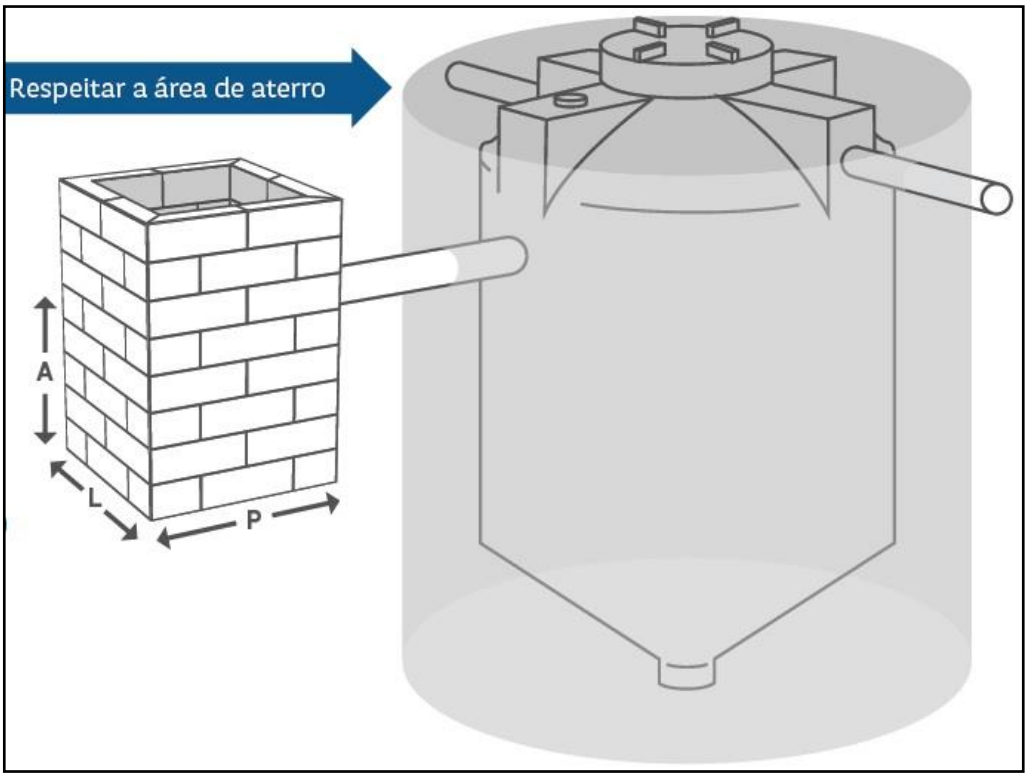


Figura 2.4 Localização da caixa de secagem em relação à fossa biodigestor

Tabela 2.3 Dimensões da caixa de secagem

Dimensão	Medida mínima (cm) (*)		
	600 L	1.300 L	3.000 L
Largura (L)	60	90	120
Profundidade (P)	60	90	120
Altura (A)	60	90	120

(*) Medida referente ao volume útil (abaixo do registro)

2.2.2.1 Manutenção e limpeza

Apresenta-se a seguir aspectos importantes relacionados à manutenção da fossa biodigestora.

- Instalar sempre uma caixa gordura na saída das águas residuárias da cozinha. A caixa recomendada para a microbacia do Sapé apresenta as seguintes características: capacidade de 18 L com as seguintes dimensões: (i) altura x largura:

44.9 cm x 39.2 cm; (ii) diâmetro de entrada: 50 polegadas; (iii) diâmetro de saída: 100 polegadas e; (iv) material: PVC.

- O período para extração do lodo é de 12 a 18 meses, dependendo a utilização do produto.

- A primeira extração do lodo deve ser feita entre 8 e 12 meses da instalação. Avaliar o lodo por ocasião da extração. Se todo o lodo sair inodoro e escuro, este período deve ser repetido nas próximas extrações. A extração do **lodo** acontece automaticamente por diferença de carga hidráulica, sem precisar de bombeamento ou preenchimento de água, abrindo apenas o registro do biodigestor.

- Caso ocorra a saída de um material com odor, de coloração cinza/marrom, deve ser interrompida imediatamente a extração do lodo e repetir a mesma 3 meses após, e ampliando o prazo, se necessário, até obter o produto com as características desejáveis (escuro e inodoro).

Os beneficiários deste sistema de tratamento de efluentes domésticos deverão ser orientados pela empresa executora das obras, sendo que estas orientações deverão ser comprovadas através da lista de presença em treinamento a ser ministrado pela empresa.

- A extração do lodo ocorre automaticamente por diferença de pressão hidráulica não necessitando bombeamento e ocorrerá pela abertura do registro e descompactação do lodo.

- No leito de secagem, a parte líquida do lodo estabilizado será absorvida pelo solo, ficando retida a matéria orgânica que após secar poderá ser utilizada como fertilizante, respeitadas as condições de uso anteriormente destacadas. Após seca, a matéria orgânica terá uma coloração semelhante à borra de café ou terra preta.

- Se o lodo não sair automaticamente, agitar com o auxílio de uma haste sem danificar a fossa.

- Recomenda-se lavar o filtro anaeróbico a cada 3 ou 4 extrações de lodo ou após uma compactação (**Figura 2.5**).

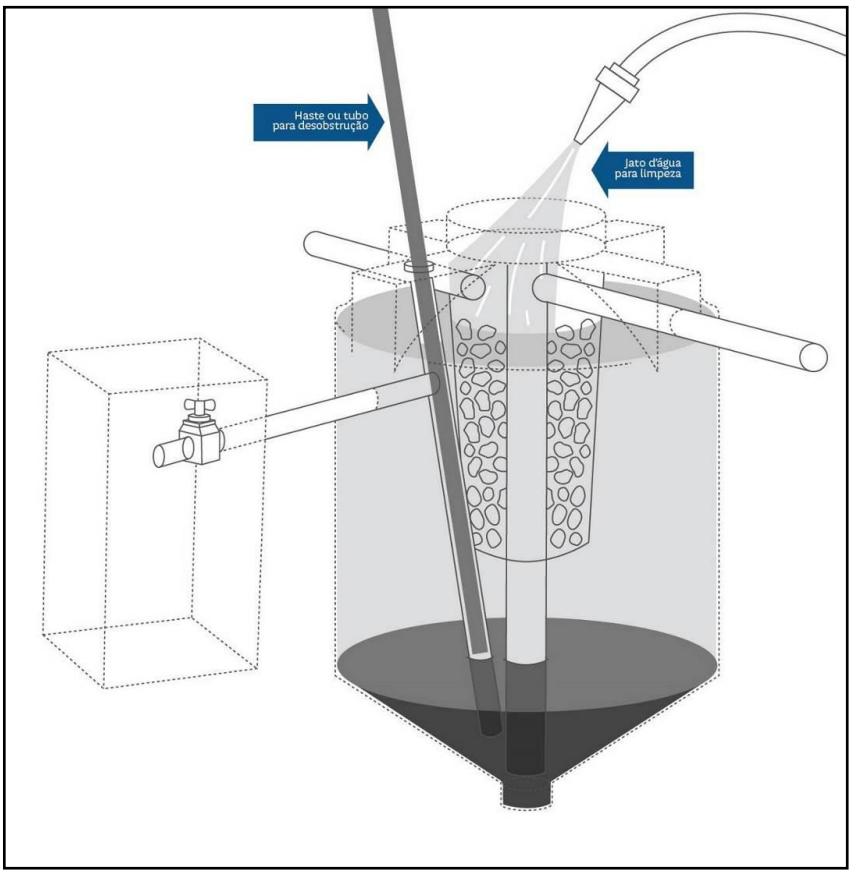


Figura 2.5 Esquema de limpeza do filtro anaeróbico

2.3 Círculo de Bananeira

Os círculos de bananeiras são estruturas indicadas para tratar as águas cinzas (provenientes de pias, chuveiros e máquina de lavar roupas). Consiste em um buraco em formato cônico, com 1,5 m de diâmetro e 1,2 m de profundidade para uma casa de uma família (em torno de 4 pessoas) (**Figura 2.6**, **Figura 2.7** e **Figura 2.8**). Estão previstos 51 círculos de bananeira para a microbacia do ribeirão do Sapé. Todos os sistemas individuais de tratamento de efluentes domésticos inclui a previsão de instalação de caixa de gordura. A caixa recomendada para a microbacia do Sapé apresenta as seguintes características: capacidade de 18 L com as seguintes dimensões: (i) altura x largura: 44.9 cm x 39.2 cm; (ii) diâmetro de entrada: 50 polegadas; (iii) diâmetro de saída: 100 polegadas e; (iv) material: PVC.

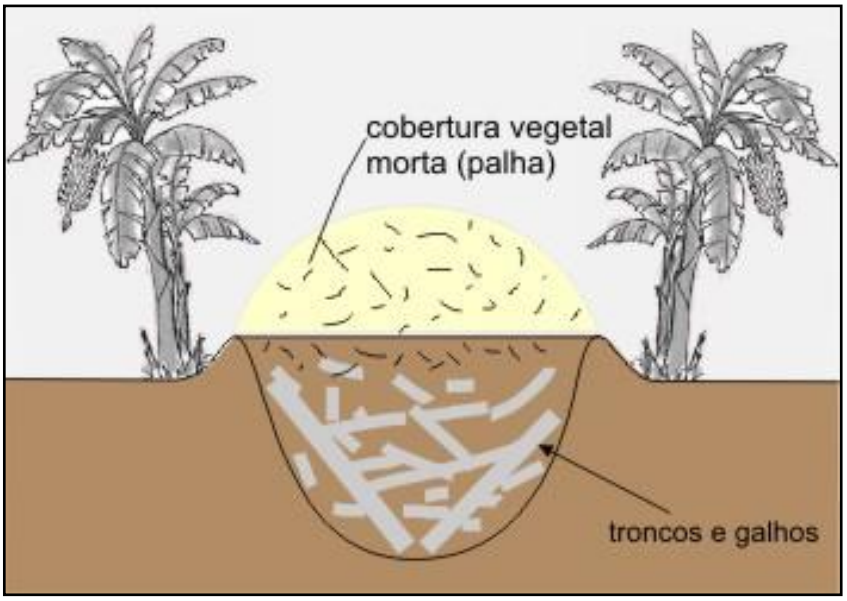


Figura 2.6 Visualização do círculo de bananeiras

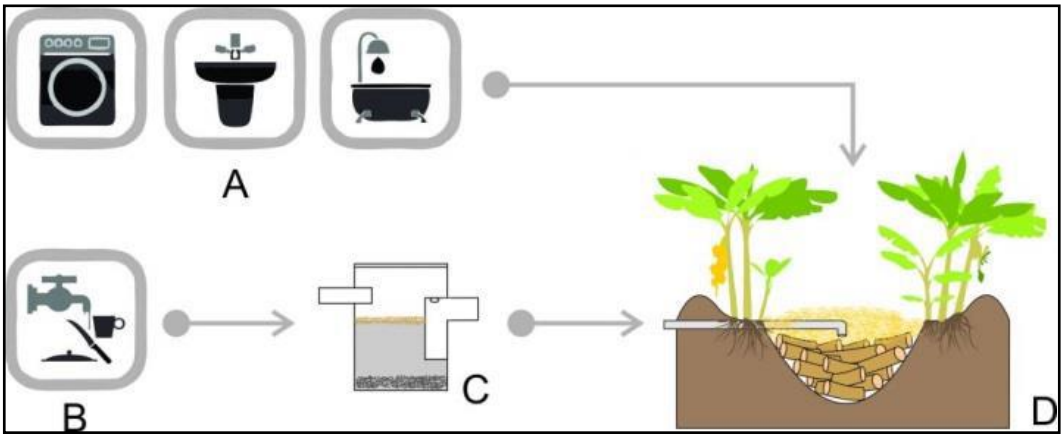


Figura 2.7 Esquema do círculo de bananeiras

Figura 2.8 Círculo de bananeiras finalizado

Passos para a construção:

Os materiais necessários para a construção do círculo de bananeiras são todos encontrados na propriedade rural, à exceção dos tubos e conexões para conduzir as águas cinzas dos pontos onde são geradas até o círculo de bananeiras (tubos e conexões em PVC de 50 mm).

Escavação

Com o uso de retroescavadeira de pneus, abrir o buraco nas dimensões necessárias (aproximadamente 1,5 m de diâmetro na parte superior e 1,0 m na parte inferior por 1,0 a 1,20 m de profundidade, dependendo da quantidade de água cinza.

A finalização do círculo deverá ser feita de forma manual para dar o formato final em forma de círculo (formato cônico), o que não é difícil de lograr com a retroescavadeira.

O formato cônico com inclinação das paredes em ângulo aproximado de 45°, é fundamental para evitar o desmoronamento das laterais, uma vez que se trata de estrutura não revestida. Tendo em vista que a água infiltrará no solo e que o fluxo não é contínuo, em especial em solos bem drenados, os riscos de extravasamento são baixos.

Em hipótese alguma deverão ser conduzidas ao círculo de bananeiras gorduras (derivadas da pia da cozinha, por exemplo), pois estas causarão selamento dos poros do solo, reduzindo a infiltração, levando ao extravasamento, mau cheiro e colapso do sistema. Instalar sempre uma caixa gordura na saída das águas residuárias da cozinha. A caixa recomendada para a microbacia do Sapé apresenta as seguintes características: capacidade de 18 L com as seguintes dimensões: (i) altura x largura: 44.9 cm x 39.2 cm; (ii) diâmetro de entrada: 50 polegadas; (iii) diâmetro de saída: 100 polegadas e; (iv) material: PVC.

Preenchimento

- Preencher o buraco iniciando com troncos ou tocos de madeira (galhos mais grossos) até a altura de 40 cm desde o fundo.
- Sobre a camada de troncos, formar uma camada de cerca de 30 cm de gravetos e madeiras finas.
- O solo retirado na abertura do buraco deve ser disposto no entorno do círculo para formar um camalhão elevado em toda a volta.
- Na borda do círculo, sobre o camalhão, planta-se bananeiras (a uma distância aproximada de 0,6 m entre plantas.
- Conectar a tubulação de águas cinzas ao centro do círculo de bananeiras.

2.4 Dejetos animais

As propriedades nas quais foram identificados riscos de poluição dos cursos d'água pelo aporte de dejetos animais (em especial junto aos currais), conforme se visualiza nas **Figura 2.9** e **Figura 2.10**, não possuem estrutura (equipamentos) para transporte e distribuição dos dejetos, a instalação de bioesterqueiras ou outro tipo de armazenamento foi considerada inviável. O volume de dejetos gerados é relativamente baixo viabilizando a proposição de uma alternativa mais simplificada para o tratamento do efluente.

O projeto inclui a implantação de um sistema simplificado de tratamento de resíduos animais a jusante dos currais, integrando um sistema de capineira associada à terraços de absorção e círculos de bananeira. Esta medida, além de reter os dejetos, evitando que alcancem os cursos d'água, também propiciará a produção de volumoso para suprir a demanda de alimentação para os animais.

Figura 2.9 Visualização de curral com produção de dejetos que podem alcançar o curso d'água (Propriedade 7)

Figura 2.10 Visualização de curral com produção de dejetos que podem alcançar o curso d'água (Propriedade 44)

Trata-se de implantar um sistema integrado de capineira com terraços de infiltração com círculos de bananeira, comumente utilizados para a destinação de "água cinza", que é o resíduo gerado por pias e máquinas de lavar, por exemplo. O princípio do sistema compreende o tratamento do efluente através da infiltração no solo e efeito do sistema radicular do capim e das bananeiras, utilizando os terraços de absorção como barreira inicial, com terminação nos círculos de bananeira que possuem elevados índices de evapotranspiração. Recomenda-se o uso do *Pennisetum purpureum* Schum conhecido pelo nome vernacular de capim Napier ou capim napiê

ou capim elefante). Esta espécie é comum na microbacia na forma do cultivar BRS Capiaçu, garantindo inclusive, a disponibilidade local de mudas sem custo adicional.

Para implantação da capineira, deverão ser previamente construídos terraços espaçados regularmente à uma distância de 3,0 metros (em nível) posicionado na lateral do curral para recepção dos dejetos líquidos, a fim de aumentar a infiltração e retenção destes dejetos antes que alcancem o curso d'água. O plantio do capim deverá ser realizado sobre as curvas de nível e entre os terraços.

O último terraço estará posicionado à jusante do primeiro e deverá conter em uma das extremidades um dreno ("ladrão") que conduzirá os resíduos para o próximo nível de acordo com a disponibilidade de espaço, tendo no final um dreno que conduzirá para o círculo de bananeira.

A estrutura esquemática dos terraços consta na **Figura 2.11**.

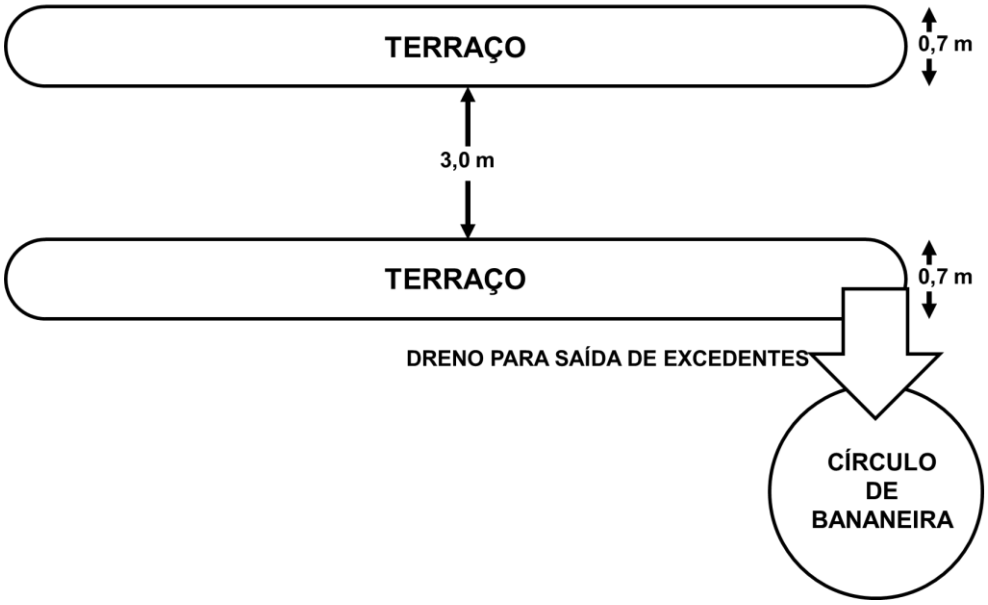


Figura 2.11 Estrutura esquemática dos terraços integrados com círculo de bananeira

2.4.1 Construção das valas de absorção

As valas de absorção serão terraços de base estreita (tipo Nichols), construídos em nível conforme se visualiza na **Figura 2.12**. A mesma intervenção proposta no Programa de Conservação de Água e Solo. Destaca-se que o solo escavado para a construção de cada terraço será disposto próximo a este (a jusante) para permitir a formação de um camalhão que ajudará na retenção dos dejetos animais.

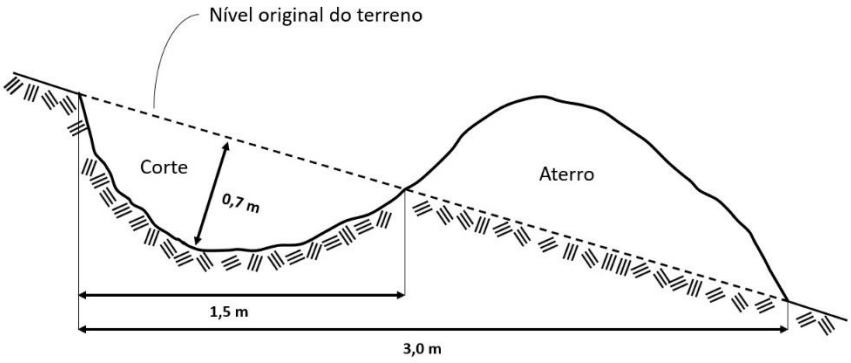


Figura 2.12 Dimensionamento do terraço proposto para a microbacia

Quando a faixa de movimentação ou largura de terra é de 3,0 m, esse tipo é indicado para áreas pequenas e de grandes declives. Apresenta-se na **Tabela 2.4** as dimensões dos terraços recomendados. A cada metro de terraço será movimentado 1,05 m³ de volume de terra.

Tabela 2.4 Dimensões dos terraços de base estreita

Largura do canal (m)	Profundidade (m)	Seção (m^2)	Faixa de movimentação de terra (m)
1,5	0,7	1,05	3

Fonte: Adaptado de (Resck, 2002).

Antes de iniciar as atividades de construção propriamente dita das estruturas (remoção de solo), deverá ser realizada roçada manual ou semi-mecanizada no local para facilitar a visualização e a marcação das curvas de nível para o terraceamento, bem como possibilitar segurança e um melhor desempenho da equipe e das máquinas que vão atuar na atividade.

Para a construção dos terraços poderão ser utilizados diferentes tipos de máquinas e equipamentos, bem como eventual ajuste com trabalho manual/braçal auxiliado por enxadão e enxada em caso de declividade acentuada, uma vez que as máquinas

possuem limitações para tal fim. Recomenda-se o uso do trator de pneus com arado de disco, conforme previsto no orçamento.

Se for utilizado o trator de pneus e arado de disco, o solo será movimentado sempre de cima para baixo e deverão ser realizadas quantas passadas de arado forem necessárias até garantir as dimensões indicadas.

2.4.2 Implantação da capineira

O plantio do Napier deve ser feito logo após as primeiras chuvas. O material de propagação é o colmo (não se usa sementes). Para assegurar maior índice de pega, os colmos do capim devem ser retirados de plantas matrizes com rebrote de 90 a 120 dias.

(a) Plantio com estacas, em covas - A planta é desfolhada e os colmos são cortados em estacas de três a quatro nós. Cada planta inteira pode produzir de 7 a 10 estacas. Em cada cova, de 15 a 20 cm de profundidade, plantam-se duas estacas, inclinadas em forma de “V”.

(b) Plantio com estacas ou colmos inteiros, em sulcos - As estacas ou os colmos inteiros são plantados longitudinalmente, um após outro, distanciados 10 cm entre si, em sulcos de profundidade de 10 cm. A distância entre sulcos pode ser de 1m. Os sulcos podem ser em linhas duplas, como no caso de plantio com estacas.

Apresenta-se na **Figura 2.13** as duas modalidades possíveis de plantio do capim Napier.

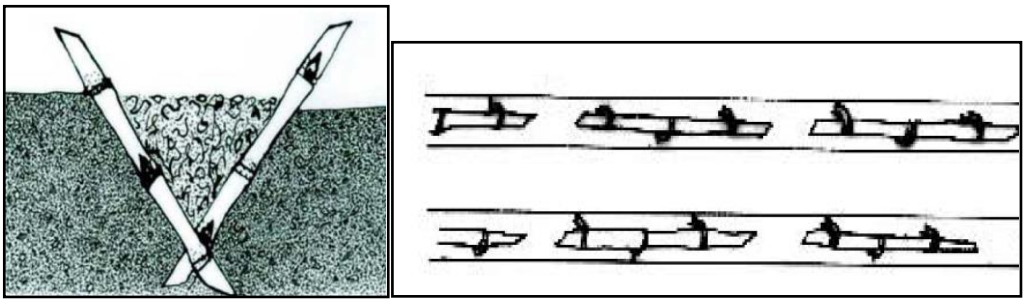


Figura 2.13 Formas de plantio das estacas do capim Napier

2.4.3 Construção dos círculos de bananeiras

Também estão previstos círculos de bananeiras associados a implantação do projeto de dejetos animais. A descrição de execução dos círculos já está apresentada no item **2.3**.

2.4.4 Instalação de cerca de proteção

Para isolamento das áreas onde serão instalados os sistemas de tratamento de dejetos animais (terraços e capineiras) serão utilizadas cercas de robustez média "Tipo B". Será constituída por fios de arame farpado galvanizado fixados em mourões de eucalipto tratado com placas anti-rachadura de com 2,2 m comprimento e pelo menos 8 cm de diâmetro, instalados na horizontal a 60 cm de profundidade e a uma distância de 5 (cinco) metros um do outro. Esta cerca deverá conter, no mínimo, 2 (duas) fiadas de arame farpado galvanizado, devendo a mais baixa ficar a 40 cm do solo e ser de arame liso a fim de permitir o trânsito da fauna nativa entre os fragmentos preservados. Entre os mourões, serão utilizados balancins (espaçadores) para estabilização dos fios de arame. Os balancins serão de aço galvanizado com > 3,00 mm de espessura, e instalados na porção medial entre os mourões. A cada vértice, ou a cada cinco seções da cerca, deverá ser instalado mourão para esteio e escora da cerca, devidamente travados (**Figura 2.14**).

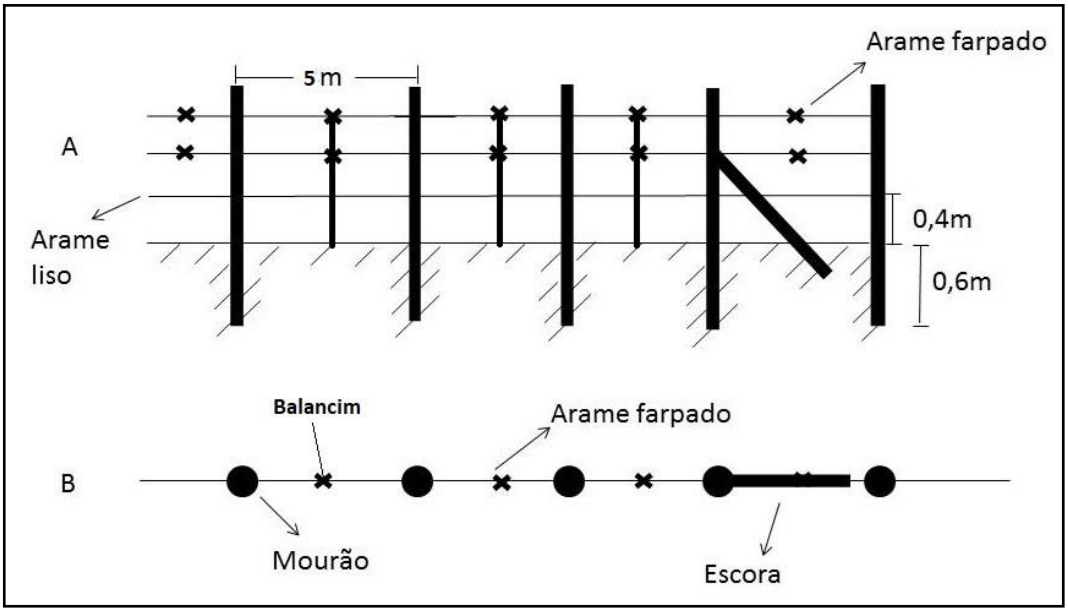


Figura 2.14 Croqui de cerca de robustez média (A – vista frontal e B – vista superior).

3 PRODUTOS

3.1 Produto 6 – Relatório de instalação das bacias de evapotranspiração (BET)

O Produto 6 congrega os resultados da instalação das bacias de evapotranspiração (BET) na microbacia. Além disso, o Produto 6 deverá conter o seguinte:

(i) Descrição textual e fotográfico das etapas da instalação dos sistemas de bacias de evapotranspiração e das caixas de gordura em cada propriedade, ambas descritas anteriormente, nas especificações técnicas.

(ii) Descrição textual e fotográfica do atendimento às atividades de fiscalização para inspeção, acompanhamento e avaliação da instalação dos sistemas de bacia de evapotranspiração.

(i) Apresentar o resultado do teste de estanqueidade de cada BET. Para a realização do teste, NBR 7229 (ABNT, 1993) deve-se realizar os seguintes passos: (i) saturar o A BET até a altura inferior do tubo de saída por pelo menos 24 horas; (ii) após a saturação, nivelar o nível de água até a geratriz inferior do tubo de saída, e medir o nível de água 12 horas depois; (iii) a variação da altura deve ser inferior a 3% da altura útil. Caso seja superior a 3% deve-se corrigir as fissuras e fazer um novo teste de estanqueidade.

(ii) Registro do pleno funcionamento do sistema de bacia de evapotranspiração em cada propriedade.

(iii) Descrição textual e fotográfica do treinamento de manejo e manutenção do sistema de bacia de evapotranspiração instalado.

Deverá a contratada se atentar aos prazos de comunicação de medição das BETS a fim de serem inspecionadas pela fiscalização. Apenas BETs inspecionadas e avaliadas pela fiscalização poderão constar na entrega do Produto.

Preferencialmente, e sem que represente atrasos nos prazos definidos no Plano de Trabalho, os produtos poderão ser selecionados para serem apresentados por videoconferência pelo Responsável Técnico da instituição contratada à APV e, eventualmente, aos membros de grupo de acompanhamento.

3.2 Produto 7 – Relatório de instalação das fossas biodigestoras

O Produto 7 congrega os resultados da implantação da fossa biodigestora na microbacia. Além disso, o Produto 7 deverá conter o seguinte:

(i) Descrição textual e fotográfico das etapas da instalação da fossa biodigestora;

(ii) Descrição textual e fotográfica do atendimento às atividades de fiscalização para inspeção, acompanhamento e avaliação da instalação da fossa biodigestora;

(iii) Registro do pleno funcionamento da fossa biodigestora;

(iv) Descrição textual e fotográfica do treinamento de manejo e manutenção da fossa biodigestora implantada.

Deverá a contratada se atentar aos prazos de comunicação de medição das fossas biodigestoras a fim de serem inspecionadas pela fiscalização. Apenas fossas biodigestoras inspecionadas e avaliadas pela fiscalização poderão constar na entrega do Produto.

Preferencialmente, e sem que represente atrasos nos prazos definidos no Plano de Trabalho, os produtos poderão ser selecionados para serem apresentados por videoconferência pelo Responsável Técnico da instituição contratada à APV e, eventualmente, aos membros de grupo de acompanhamento.

3.3 Produto 8 – Relatório de instalação dos círculos de bananeiras

O Produto 8 congrega os resultados da instalação dos círculos de bananeiras na microbacia. Além disso, o Produto 8 deverá conter o seguinte:

(i) Descrição textual e fotográfico das etapas da instalação dos sistemas em cada propriedade.

(ii) Descrição textual e fotográfica do atendimento às atividades de fiscalização para inspeção, acompanhamento e avaliação da instalação dos sistemas.

(iii) Registro do pleno funcionamento do sistema em cada propriedade.

(iv) Descrição textual e fotográfica do treinamento de manejo e manutenção do sistema instalado.

Deverá a contratada se atentar aos prazos de comunicação de medição dos círculos de bananeiras a fim de serem inspecionadas pela fiscalização. Apenas círculos inspecionadas e avaliadas pela fiscalização poderão constar na entrega do Produto.

Preferencialmente, e sem que represente atrasos nos prazos definidos no Plano de Trabalho, os produtos poderão ser selecionados para serem apresentados por videoconferência pelo Responsável Técnico da instituição contratada à APV e, eventualmente, aos membros de grupo de acompanhamento.

3.4 Produto 9 – Relatório de manejo dos dejetos animais

O Produto 9 congrega os resultados da instalação dos projetos de dejetos animais na microbacia. Além disso, o Produto 9 deverá conter o seguinte:

(i) Descrição textual e fotográfico das etapas da instalação dos sistemas em cada propriedade.

(ii) Descrição textual e fotográfica do atendimento às atividades de fiscalização para inspeção, acompanhamento e avaliação da instalação dos sistemas.

(iii) Registro do pleno funcionamento do sistema em cada propriedade.

(iv) Descrição textual e fotográfica do treinamento de manejo e manutenção do sistema instalado.

Deverá a contratada se atentar aos prazos de comunicação de medição dos projetos de dejetos animais a fim de serem inspecionadas pela fiscalização. Apenas projetos inspecionadas e avaliadas pela fiscalização poderão constar na entrega do Produto.

Preferencialmente, e sem que represente atrasos nos prazos definidos no Plano de Trabalho, os produtos poderão ser selecionados para serem apresentados por videoconferência pelo Responsável Técnico da instituição contratada à APV e, eventualmente, aos membros de grupo de acompanhamento.

3.5 As Built da obra e relatório de treinamento para manutenção dos sistemas

O presente produto se constitui no relatório final e deverá conter os resultados finais da instalação dos sistemas de saneamento rural programados e deverá incluir o "*as built*" conforme procedimentos padrão para obras de construção civil.

Deverão ser apresentadas plantas digitais devidamente cotadas, fotografias datadas e georreferenciadas e a memória de cálculo de todas as estruturas instaladas como "*as built*" das estruturas aprovadas e medidas nos Produto 2, 3, 4 e 5.

Junto ao "*as built*" de cada sistema instalado deverão ser apresentados os Pareceres Técnicos de aprovação da fiscalização e a devida comprovação do funcionamento do sistema instalado por registro fotográfico e anuência do proprietário rural beneficiário.

O Produto deverá conter ainda o relato e a comprovação da aplicação do treinamento de manejo e manutenção dos sistemas instalados nas propriedades. A comprovação será feita mediante declaração do proprietário que recebeu a unidade funcionando e que foi devidamente orientado sobre seu uso e manutenção. Cartilhas, deverão ser distribuídas aos proprietários, de forma que tenham um material permanente de consulta sobre o sistema instalado. Cada cartilha será elaborada por sistema de tratamento instalado, com 10 páginas em formato A4 em papel offset, impressão colorida.

Por fim, este produto deverá conter uma análise conclusiva sobre a execução das atividades contratadas como um todo.

Sem que represente atrasos nos prazos definidos no Plano de Trabalho, o Produto 6 poderá ser apresentado por videoconferência pelo Responsável Técnico da contratada à APV, eventualmente, aos membros do grupo de acompanhamento técnico.

4 QUANTITATIVOS GERAIS

Com relação ao Programa de Saneamento Rural serão executadas atividades em 44 das 85 propriedades cadastradas. Os quantitativos apresentados na **Tabela 4.1** resumem as intervenções propostas. Para cada propriedade foi elaborado o Projeto Individual por Propriedade (PIP) que contém o detalhamento dos quantitativos individuais.

Tabela 4.1 Quantitativos do Programa de Saneamento Rural

Intervenções	Quantitativos
Disposição de dejetos animais	0,03 ha
Bacias de Evapotranspiração (BETs)	26 unidades
Fossas biodigestoras	11 unidades
Círculos de bananeira	51 unidades

BDI

Detalhamento da composição do BDI para correção dos custos associados a execução das atividades. Foi utilizado como base a Circular interna Gerência de Projetos APV nº 01/2021. A **Tabela 4.2** apresenta a composição do BDI. A fórmula de cálculo é:

$$BDI = \left[\frac{(1 + AC + S + G + R)X(1 + DF)X(1 + L)}{(1 - I)} - 1\right] X100$$

$$I = [PIS + COFINS + CPRB]$$

Tabela 4.2 Composições das variáveis.

Variáveis	%
AC – Administração Central	4,00
S+G – Seguro e Garantia	0,80
R – Risco	1,27
DF – Despesas Financeiras	1,23
L – Lucro	7,40
I - Impostos	PIS = 0,65
	COFINS = 3,00
	ISS = 5,00
	CPRB = 0,00

1. CUSTOS DE REFERÊNCIA

Nesta aba são apresentados todos os custos de referência utilizados para compor os valores de cada produto. São apresentadas as fontes de referência, detalhamento do item e valor unitário. Os valores das demais abas são referenciados a partir desta.

2. COMPOSIÇÃO ATIVIDADES

Apresenta as composições das respectivas atividades relacionadas ao Programa.

3. COTAÇÕES

São apresentados valores de cotações de mercado realizadas para composição dos custos.

4. COMPOSIÇÃO DE PREÇO

São apresentadas composições de preço de serviços.

5. QUANTIFICAÇÃO

Nesta aba são apresentadas as quantidades previstas para o Programa de Saneamento Rural. Nas “observações” estão registradas as determinações realizadas para se obter as quantificações.

6. PRODUTO 6

Detalhamento dos custos do Produto 6.

7. PRODUTO 7

Detalhamento dos custos do Produto 7.

8. PRODUTO 8

Detalhamento dos custos do Produto 8.

9. PRODUTO 5

Detalhamento dos custos do Produto 8.

10. AS BUILT

Detalhamento dos custos do As Built.

11. ORÇAMENTO GERAL

Aqui é apresentado o orçamento geral para a execução do Programa, conforme **Tabela 4.3**.

12. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

Distribuição das entregas ao longo do período de vigência do contrato.

13. REFERÊNCIAS

Lista das principais referências utilizadas para a composição do orçamento.

Tabela 4.3 Orçamento final do Programa de Saneamento Rural.

PROGRAMA 3 - SANEAMENTO RURAL
Elaboração de diagnóstico e projeto de conservação e produção de água na microbacia do Ribeirão do Sapé, Médio Rio Pará, Município de Carmo do Cajuru - MG

CÓDIGO	FONTE REFERENCIAL	ITEM	DETALHAMENTO	UNI.	QUANTIDADE	UNITÁRIO (R$)	TOTAL (R$)	PREÇO TOTAL (COM BDI) R$
MÃO DE OBRA								R$ 47.544,91
P8058	DNIT (JUL/2022)	RESPONSÁVEL TÉCNICO	Responsável Técnico pela execução da obra. Nível superior com pelo menos 5 anos de formação.	hora	520,00	R$ 62,10	R$ 32.291,26	R$ 40.764,54
P8143	DNIT (JUL/2022)	TÉCNICO AMBIENTAL	Responsável por apoiar o trabalho do Responsável Técnico. Nível técnico com pelo menos 5 anos de formação.	hora	382,00	R$ 14,06	R$ 5.371,01	R$ 6.780,37
	DESPESAS DIRETAS							R$ 450.470,47
E8889	DNIT (JUL/2022)	LOCAÇÃO DE VEÍCULO	Veículo leve até 72 CV	dia	49,00	R$ 245,12	R$ 12.010,88	R$ 15.162,55
DIA	Decreto nº 11.117 (BRASIL, 2022)	DIÁRIAS	Diárias para gastos de hospedagem e alimentação em campo	dia	49,00	R$ 300,90	R$ 14.744,10	R$ 18.612,98

CP 05	COMPOSIÇÃO DE PREÇO	DESMOBILIZAÇÃO	Atividades relacionadas à desmobilização da obra	m²	1,00	R$ 3.381,64	R$ 3.381,64	R$ 4.268,99
CA19	COMPOSIÇÃO DE ATIVIDADES	INSTALAÇÃO DA FOSSA BIODIGESTORA	Considera-se instalação da fossa biodigestora	uni.	11,00	R$ 7.828,15	R$ 86.109,63	R$ 108.704,93
CA21	COMPOSIÇÃO DE ATIVIDADES	CONSTRUÇÃO DA PAREDE DE TIJOLOS	Construção da parede de tijolos com 1 fiada ao redor da BET	Und	26,00	R$ 224,69	R$ 5.841,89	R$ 7.374,81
CA22	COMPOSIÇÃO DE ATIVIDADES	CHAPISCO NA PAREDE	camada de preparo de base, aplicada de forma contínua ou descontínua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento	Und	26,00	R$ 111,54	R$ 2.899,95	R$ 3.660,90
CA20	COMPOSIÇÃO DE ATIVIDADES	INSTALAÇÃO DA BET	Considera-se instalação da BET	uni.	26,00	R$ 5.732,74	R$ 149.051,35	R$ 188.162,67
CA23	COMPOSIÇÃO DE ATIVIDADES	CÍRCULO DE BANANEIRAS	Considera-se a instalação do círculo de bananeira	uni.	55,00	R$ 381,81	R$ 20.999,35	R$ 26.509,61
CA14	COMPOSIÇÃO DE ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO DOS TERRAÇOS DE ABSORÇÃO	Os terraços de absorção serão implantados seguindo as curvas de nível e terão um pequeno desnível (1%) em direção a uma área vegetada	m3	86,84	R$ 2,26	R$ 196,60	R$ 248,19

			que se constitui em talvegue natural.					
CA01	COMPOSIÇÃO DE ATIVIDADES	INSTALAÇÃO CERCA "TIPO B"	A cerca do "Tipo B" é constituida por mourões de eucalipto tratado com > 8,0 cm de diâmetro, instalados a 60 cm de profundidade distanciados 5 metros entre si, com 2 fiadas de arame farpado equidistantes e 1 fiada de arame liso sendo esta a mais baixa, fixada a 50 cm do solo. Entre os fios de arame, na porção medial entre os mourões, deverão ser instaldos espaçadores (balancins). A cada 5 seções de cerca em linha reta ou a cada vértice deverá ser instalado mourão para esteio ou escora devidamente travado. O serviço deve ser realizado por mão-de-obra qualificada com a	metro	75,00	R$ 12,87	R$ 964,97	R$ 1.218,19

			utilização do EPI recomendado.					
CA02	COMPOSIÇÃO DE ATIVIDADES	INSTALAÇÃO DE ACEIROS	Considera a limpeza total por capina mecânica com a retirada de qualquer material vegetavivo da linha de aceiro considerando uma faixa fixa de3,0 metros de largura. Vegetação predominante é o capim braquiária. O material retirado deve ser enleirado na borda do aceiro para condução da água. Para techos de alta inclinação (>45º) devem ser instalados vertedouros artificiais (bigodes) para condução da água evitando a formação de voçorocas. Serviço executado com mão-de-obra qualificada e com a utilização do EPI recomendado.	m2	225,00	R$ 0,62	R$ 139,50	R$ 176,11
CO14	COTAÇÃO	IMPRESSÃO A4 COLORIDA	Impressão de folders e manuais de manutenção dos sistemas	uni.	1.610,00	R$ 1,39	R$ 2.234,25	R$ 2.820,52

CO09	COTAÇÃO	CALCÁRIO DOLOMÍNTO COM PRNT > 90%	Produto fracionado e devidamente embalado. O valor já inclui o frete para entrega do Produto na área de plantio.	Kg	54,98	R$ 1,54	R$ 84,84	R$ 107,11
CO10	COTAÇÃO	MUDA DE BRS CAPIAÇU	Mudas de Capiaçu	muda	3.665,00	R$ 0,34	R$ 1.247,93	R$ 1.575,39
CA24	COMPOSIÇÃO DE ATIVIDADES	CAIXA DE GORDURA	Considera-se instalação da caixa de gordura	uni.	88,00	R$ 646,92	R$ 56.929,21	R$ 71.867,52
VALOR TOTAL - Incluso BDI								**R$ 498.015,38**
BDI								**1,26**

OBSERVAÇÕES