

Circular Técnica

Número 16

ISSN 0100-6169

fevereiro — 1988

**CAPTAÇÃO E CONSERVAÇÃO
DE ÁGUA DE CHUVA
NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO**

**CISTERNAS RURAIS — II
Água para Consumo Humano**



EMBRAPA-CPATSA

MINTER/SUDENE

1.ª edição (1998)
Revisão (2008)

ISBN 978-85-88003-11-1

CAPTAÇÃO E CONSERVAÇÃO
DE ÁGUA DE CHUVA
**CAPTAÇÃO E CONSERVAÇÃO
DE ÁGUA DE CHUVA
NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO**
CISTERNAS RURAIS — II
Água para Consumo Humano



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA EM AGUAS
DAS ÁREAS RURAIS
E PISCICULTURA

Circular Técnica
Número 16

ISSN 0100-6169
fevereiro, 1988

AGRADECIMENTO

**CAPTAÇÃO E CONSERVAÇÃO
DE ÁGUA DE CHUVA
NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO
CISTERNAS RURAIS — II
Água para Consumo Humano**

Aderaldo de Souza Silva
Luiza Teixeira de Lima Brito
Hugo Monteiro Rocha



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA — MA
Centro de Pesquisa Agropecuária
do Trópico Semi-Árido — CPATSA
Petrolina, PE

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à EMBRAPA-CPATSA
BR 428, km 152
Telefone: (081) 961.4411
Telex: (081) 0016
Caixa Postal 23
56300 Petrolina, PE

Tiragem: 20.000 exemplares

Comitê de Publicações:

Terezinha Padilha Charles — Presidente
Aderaldo de Souza Silva
Clementino Marcos Batista de Faria
Clóvis Guimarães Filho
Eduardo Assis Menezes
Marco Antônio Drumond
Paulo César Fernandes Lima

Suplentes:

Francisco Lopes Filho
Luiza Teixeira de Lima Brito
Severino Gonzaga de Albuquerque

SILVA, Aderaldo de Souza

Captação e conservação de água de chuva no semi-árido brasileiro: Cisternas rurais II; Água para consumo humano, por Aderaldo de Souza Silva, Luiza Teixeira de Lima Brito e Hugo Monteiro Rocha. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA/MINTER-SUDENE, 1988. 80 p. ilustr. (EMBRAPA-CPATSA. Circular técnica, 16).

1. Água-Captação-Consumo humano-Brasil-Região semi-árida. 2. Cisterna rural-Brasil-Região semi-árida. 3. Chuva-Água-Conservação-Brasil-Região semi-árida. I. Brito, Luiza Teixeira de Lima, colab. II. Rocha, Hugo Monteiro, colab. III. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, Petrolina, PE. IV. Título. V. Série.

CDD — 333.9122

© EMBRAPA, 1988

AGRADECIMENTOS

Aos engenheiros Sérgio Porpino, Manoel Marques —SAG-RN, Paula Angélica Melo Liberato — SSAP-RN e ao economista Oton Militão Júnior — SEPLAN-RN, pela contribuição na elaboração da planilha de orçamento de cisternas em lona de PVC e alvenaria.

| | |
|----------------------------|----|
| SUMÁRIO | 1 |
| RESUMO | 2 |
| ABSTRACT | 2 |
| INDICENTES | 3 |
| SITUAÇÃO ATUAL | 17 |
| 1. DESCRIÇÃO | 17 |
| 2. DIMENSIONAMENTO | 18 |
| 3. CONSTRUÇÃO | 20 |
| 4. MANTENÇÃO | 22 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 24 |
| ANEXOS | 27 |

SUMÁRIO

| | |
|----------------------------------|----|
| APRESENTAÇÃO | 9 |
| RESUMO | 11 |
| ABSTRACT..... | 12 |
| ANTECEDENTES | 13 |
| SITUAÇÃO ATUAL | 15 |
| 1. DESCRIÇÃO | 16 |
| 2. DIMENSIONAMENTO | 18 |
| 3. CONSTRUÇÃO | 48 |
| 4. MANEJO | 55 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 63 |
| ANEXOS | 65 |

APRESENTAÇÃO

O combate aos efeitos das estiagens no Semi-árido do Nordeste tem-se notabilizado, principalmente, pelo empenho para elevar o poder de captação e armazenamento de recursos hídricos regionais. Até o advento da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e do planejamento do desenvolvimento regional, a denominada “solução de engenharia”, caracterizada pela construção de grandes reservatórios, sintetizava a principal ação desenvolvida no Nordeste para enfrentamento das adversidades climáticas.

Evoluiu a compreensão da questão regional. Políticas mais coerentes com a realização nordestina têm sido idealizadas e implementadas. Apesar disso, a ocorrência de períodos de estiagem prolongada — uma característica do Semi-árido do Nordeste — continua a provocar desassossego, mormente no seio da população rural. E, nesta, os pequenos produtores eternizam-se como os mais atingidos.

A constatação dessa realidade — que o presente período de seca uma vez mais patenteia — conduziu o Ministério do Interior a conceber o Projeto Padre Cícero que, em termos gerais, pretende implantar infra-estrutura hídrica permanente em pequenas propriedades e comunidades rurais do Semi-árido nordestino, de maneira a permitir o convívio adequado do homem com as estiagens, além de implementar ações de fortalecimento da infra-estrutura social e produtiva.

A execução do mencionado Projeto torna imperativo o aproveitamento da experiência e potencial das instituições que se têm dedicado ao estudo da realidade regional, na busca de soluções simples e mais eficazes no enfrentamento dos efeitos das estiagens.

Nesse sentido, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), através do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), vem desenvolvendo esforços para combater os efeitos da estiagem, entre os quais estudos para captação e conservação de água pluvial no Semi-árido nordestino, notadamente para consumo humano, com destaque para a construção de cisternas rurais.

Essa experiência da EMBRAPA é trazida a lume, como contribuição ao novo Projeto que o Governo José Sarney, através do Ministério do Interior, põe em prática no contexto do esforço para resgatar a dívida social do Brasil para com o Nordeste.

Dr. Edmilson Machado de Almeida
Coordenador do Projeto Padre Cicero
Secretário Geral Adjunto/MINTER

Dr. Renival Alves de Souza
Chefe Geral do CPATSA

CAPTAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO CISTERNAS RURAIS — II: Água para Consumo Humano

Aderaldo de Souza Silva²
Luiza Teixeira de Lima Brito²
Hugo Monteiro Rocha³

RESUMO — Em habitações rurais isoladas ou em pequenos povoados do Semi-árido brasileiro, os sistemas convencionais de abastecimento de água para consumo humano têm seu emprego limitado. Com as adaptações realizadas pela EMBRAPA/CPATSA, moradias individuais ou comunitárias poderão ser abastecidas de água potável através de sistema de captação e conservação de água de chuva, que compreende a construção de cisternas de lona PVC, alvenaria, polietileno e pré-moldada. Neste trabalho, são apresentados coeficientes técnicos, custos comparativos para diferentes capacidades e métodos de dimensionamento, construção e manejo de cisternas rurais.

Termos para indexação: recursos hídricos, captação de água, escoamento superficial, cisterna, consumo humano, semi-árido.

1 Convênio EMBRAPA-CPATSA/MINTER-SUDENE-PAPP/BNDES-Finsocial.

2 Pesquisadores da EMBRAPA/CPATSA.

3 Eng. Civil da Secretaria de Estado da Agricultura do Estado de Sergipe/SAG/COHIDRO/EMATER-SE.

HARVESTING AND MAINTENANCE OF RAINFALL WATER IN THE BRAZILIAN SEMI-ARID RURAL CISTERNS II: Water for Human Consumption

ABSTRACT — The conventional systems of water keeping for human consumption in isolated homes or small villages in the Brazilian Semi-Arid Tropics are of limited use. With the adaptations suggested by research conducted at CPATSA-EMBRAPA, those systems can provide plenty of drinking water by using cisterns made of PVC sheets, bricks, polyethylene and cement. This paper gives the technical coefficients, costs, and methods used in dimensioning, constructing and maintaining rural cisterns.

Index Terms: water resources, water harvesting, runoff, cistern, human consumption, semi-arid.

CAPTAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO¹ CISTERNAS RURAIS — II: Água para Consumo Humano

Aderaldo de Souza Silva²
Luiza Teixeira de Lima Brito²
Hugo Monteiro Rocha³

ANTECEDENTES

Um dos primeiros estudos realizados, neste século, sobre o aproveitamento do escoamento superficial, através de cisternas, foi reportado por Kenyon (1929), citado por Myers (1967), sendo ainda hoje usado.

No trabalho de Kenyon (1929) é descrito um sistema de captação de água de chuva artificial, cujo armazenamento destina-se ao consumo animal e humano nas fazendas. A área de captação foi construída de ferro galvanizado tendo 0.24ha de área para um reservatório de 341m³.

Myers (1967) cita que Kenyon (1929) fez análises dos dados pluviométricos de 1878 a 1928, numa região de 305mm de precipitação média anual, e demonstrou que, mesmo nos anos de seca, o sistema de captação provia água suficiente para 6 pessoas, 10 cavalos, 2 vacas e 150 carneiros, durante todo o ano.

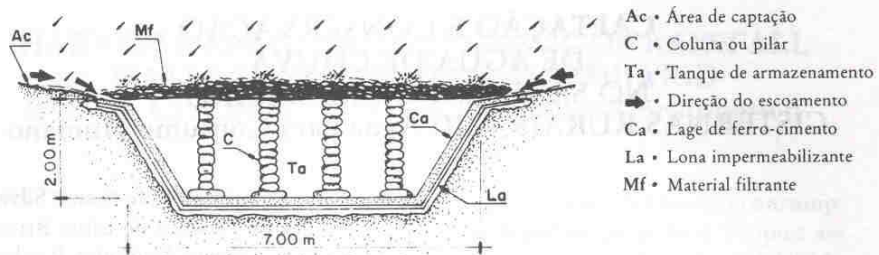
Conti (1938) & Raggio (1947), citados por Daker (1976), descrevem dois tipos de cisternas, a colonial e a veneziana. A colonial tem a forma cilíndrica e é revestida de concreto ou de alvenaria. Enquanto a veneziana tem um cilindro central, constituído de tubos de cimento ou de alvenaria de tijolos perfurados na parte inferior, de onde se retira a água. Ambas servem para diferentes finalidades, principalmente em áreas com recursos hídricos escassos.

¹ Convênio EMBRAPA-CPATSA/MINTER/SUDENE-PAPP/BNDES-Finsocial.

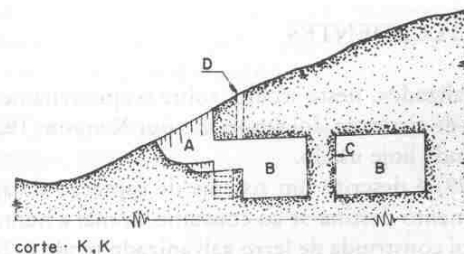
² Pesquisadores da EMBRAPA-CPATSA.

³ Eng. Civil da Secretaria de Estado de Agricultura do Estado de Sergipe-SAG/COHIDRO/EMATER-SE.

A cisterna modelo CPATSA, com área de captação no próprio solo, teve origem nestes sistemas, associados às experiências das tradicionais cacimbas dos sertanejos nordestinos. Os principais sistemas que promoveram a concepção intelectual do referido trabalho, são apresentados na Figura 1, Silva et al. (1982).

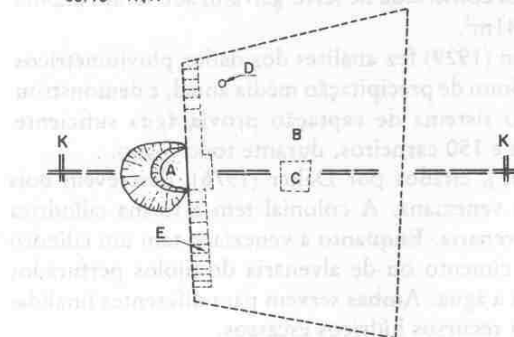


a) Tanque de captação



corte: K, K

- A • Entrada
- B • Cisterna ou tanque de armazenamento (Ta)
- C • Coluna de pedra
- D • Orifício de acesso ao tanque
- E • Degraus



b) Cisterna em rocha no deserto de Negev

FIG. 1. Tanques de captação de água de chuva ou cisternas rurais originários da Austrália, África e Israel (Deserto de Negev), Kenyon (1929), citado por Myers (1967), Conti (1938), citado por Daker (1973), Stern (1979) e Evenari, Shanan & Tadmor (1982).

SITUAÇÃO ATUAL

Na região semi-árida brasileira mais de 15 milhões de pessoas são afetadas pela falta de água, principalmente durante as secas prolongadas. Por outro lado, no meio rural encontram-se diversas espécies partilhando a mesma fonte de água, comprometendo não só a qualidade para o consumo familiar como também agravando o problema da escassez devido à competição que se estabelece.

No ano de 1987, o Semi-árido nordestino conheceu mais um período de excepcional estiagem, Alves Filho (1987). Para enfrentar a situação, o Governo Federal despendeu, até outubro do mesmo ano, recursos financeiros superiores a 4,0 bilhões de cruzados, dos quais 130 milhões de cruzados para a aquisição e distribuição de tanques e motobombas, bem como para o aluguel de carros-pipa para transporte e distribuição de água às populações atingidas pela seca. Naquele momento, já se tinha 550 municípios abastecidos de água por 1.800 carros-pipa.

A disponibilidade de água permanente em quantidades necessárias e de qualidade aceitável é indispensável para fixação do homem nesta região.

Em média, são gastas três horas, diariamente, na tarefa de buscar água para abastecimento humano no meio rural, em prejuízo de outras atividades mais produtivas.

A cisterna rural estudada pela EMBRAPA-CPATSA apresenta-se como alternativa de caráter permanente destinada a captar, preservar e minimizar as perdas de água de chuva proveniente do escoamento superficial, garantindo não só a quantidade e qualidade de água para consumo humano como também a liberação de mão-de-obra, por se localizar próxima à moradia, principalmente naquelas áreas com recursos hídricos escassos.

Sua implantação pode ser feita ao nível de propriedades isoladas ou de comunidades, onde várias famílias usam-na simultaneamente, servindo também para o consumo de pequenas criações.

Reunidos neste volume estão quatro alternativas de cisternas rurais utilizando diferentes materiais, tais como:

1. cisterna de lona de PVC com 0,6mm de espessura;
2. cisterna de alvenaria;
3. cisterna revestida com lona de polietileno, tela de arame e argamassa de cimento e areia; e
4. cisterna circular pré-moldada.

Este trabalho, que apresenta uma coletânea de informações técnico-econômicas, sobre as alternativas citadas, objetiva oferecer, aos órgãos responsáveis pelo desenvolvimento rural da Região, extensionistas, produtores e órgãos de classe, subsídio para implementação da tecnologia em níveis regional e local.

1. DESCRIÇÃO

A cisterna é conhecida como um reservatório fechado para armazenar a água de chuva proveniente de telhados, secadores de grãos, pátios de residência e áreas das construções rurais de uma maneira geral, para beber e uso doméstico.

A cisterna é formada basicamente por área de captação (Ac), tanque de armazenamento (Ta) e sistemas de filtragem interno (Fi) e externo (Fe).

Área de captação (Ac) — é a área destinada a captar o volume de água de chuva necessário para suprir a demanda familiar ou comunidade rural. Quando as áreas de captação existentes são insuficientes em tamanho e/ou conservação, elas podem ser complementadas com uma área de captação artificial construída no próprio solo, que pode ser formada a partir de um material de baixa permeabilidade, como tijolos rejuntos com argamassa de cimento e areia, solo argiloso compactado, piso cimentado etc. Estas alternativas podem servir, também, como secadores de grãos nos períodos de colheita (Figura 2).

Tanque de armazenamento (Ta) — é o reservatório propriamente dito, que tradicionalmente é construído em alvenaria, com tijolo de uma vez. Podendo-se, também, utilizar lonas de PVC, de polietileno, alvenaria com tijolo à galga, ferrocimento etc.

O Ta, quando em alvenaria, pode ter as diversas formas e ser construído sobre o solo, semi-enterrado e subterrâneo. Com lona plástica, normalmente tem a forma tronco-piramidal e é subterrâneo. Quando a Ac for no próprio solo, o Ta tem que ser subterrâneo (Figura 2).

Sistema de filtragem (Fe-Fi) — é formado por camadas de pedra, areia grossa, carvão vegetal e areia fina. O filtro externo (Fe) situa-se entre a Ac e o Ta. Já o filtro interno (Fi) está localizado dentro do tanque (Figura 2).

O dimensionamento do tanque de armazenamento (Ta) depende de sua forma geométrica.

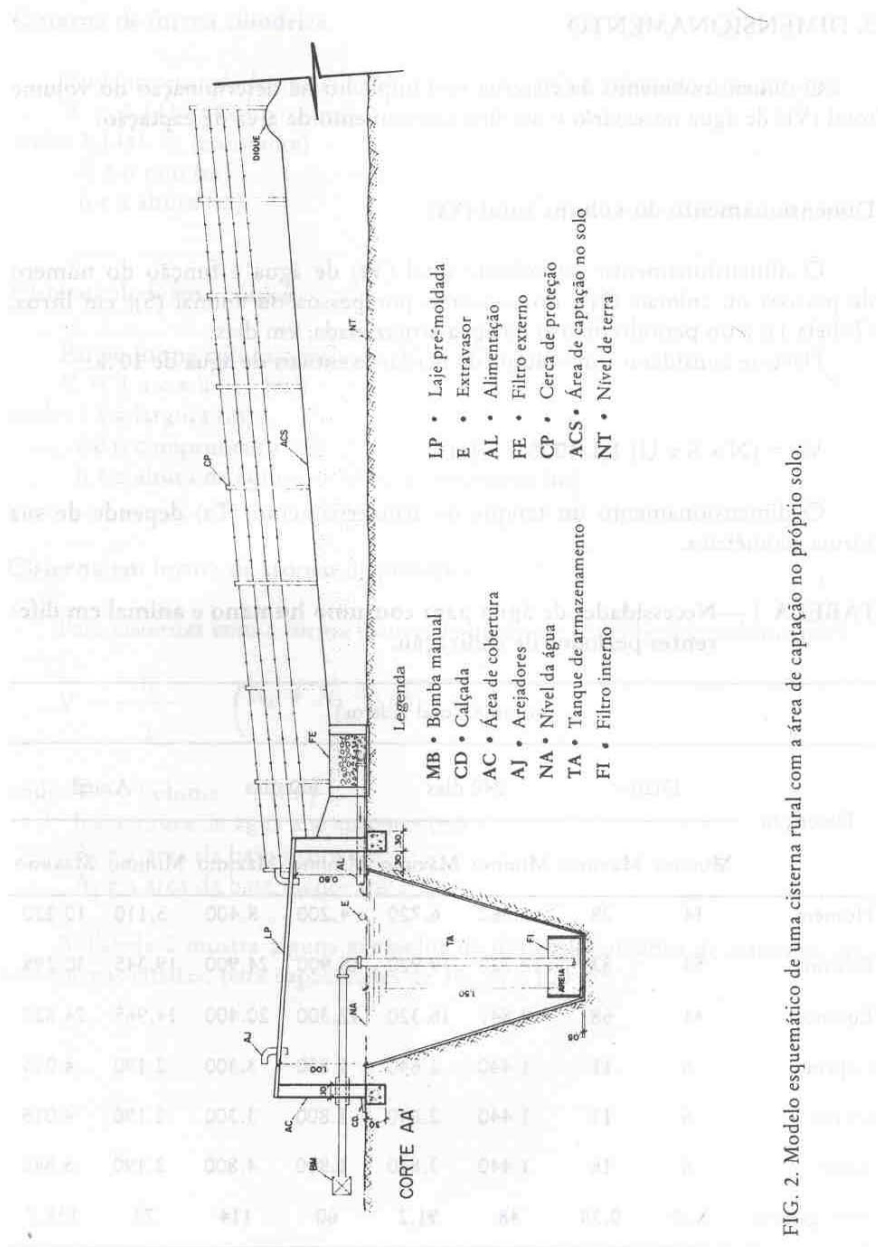


FIG. 2. Modelo esquemático de uma cisterna rural com a área de captação no próprio solo.

2. DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento da cisterna está implícito na determinação do volume total (Vt) de água necessário e no dimensionamento da área de captação.

Dimensionamento do volume total (Vt)

O dimensionamento do volume total (Vt) de água é função do número de pessoas ou animais (N); do consumo por pessoa ou animal (S), em litros, (Tabela 1); e do período de uso da água armazenada, em dias.

Deve-se considerar um volume de perdas eventuais de água de 10%.

$$V_t = (N \times S \times U) 1,1/1000 \quad (m^3)$$

O dimensionamento do tanque de armazenamento (Ta) depende de sua forma geométrica.

TABELA 1 —Necessidades de água para consumo humano e animal em diferentes períodos de utilização.

| Descrição | Volume Total (Litros) | | | | | | | |
|---------------|-----------------------|--------|----------|--------|----------|--------|--------|--------|
| | Diário | | 240 dias | | 300 dias | | Anual | |
| | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo |
| Homem | 14 | 28 | 3.360 | 6.720 | 4.200 | 8.400 | 5.110 | 10.220 |
| Bovino | 53 | 83 | 12.720 | 19.920 | 15.900 | 24.900 | 19.345 | 30.295 |
| Equino | 41 | 68 | 9.840 | 16.320 | 12.300 | 20.400 | 14.965 | 24.820 |
| Caprino | 6 | 11 | 1.440 | 2.640 | 1.800 | 3.300 | 2.190 | 4.015 |
| Ovino | 6 | 11 | 1.440 | 2.640 | 1.800 | 3.300 | 2.190 | 4.015 |
| Suíno | 6 | 16 | 1.440 | 3.840 | 1.800 | 4.800 | 2.190 | 5.840 |
| Ave (galinha) | 0,20 | 0,38 | 48 | 91,2 | 60 | 114 | 73 | 138,7 |

Cisterna de forma cilíndrica

Para cisternas de forma cilíndrica o volume (V) é calculado pela fórmula:

$$V = 3,1416 \times R^2 h \quad (\text{m}^3)$$

onde: 3,1416 = (constante)

R é o raio (m)

h é a altura (m)

Cisterna de forma cúbica

Para a forma cúbica o volume (V) é dado por:

$$V = 1 \times c \times h \quad (\text{m}^3)$$

onde: 1 é a largura (m)

c é o comprimento (m)

h é a altura da lâmina de água a armazenar (m)

Cisterna em forma de tronco de pirâmide

Para cisternas com a forma tronco de pirâmide, calcula-se o volume por:

$$V = \frac{h}{3} \left(A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2} \right)$$

onde: V é o volume (m³)

h é a altura da água a armazenar (m)

A₁ é a área da base maior (m²)

A₂ é a área da base menor (m²)

A Tabela 2 mostra alguns exemplos de dimensionamento de cisternas, nas três formas citadas, para capacidades de 30, 50 e 100 m³.

TABELA 2 —Dimensionamento de cisternas de formas cilíndrica, cúbica e tronco-piramidal para capacidades de 30, 50 e 100m³.

| Forma e Capacidade (m ³) | h = 1,5 m | | h = 2,0 m | | h = 2,5 m | |
|---|-------------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|
| | Raio (m) | | Raio (m) | | Raio (m) | |
| Cilíndrica | | | | | | |
| 30 | 2,5 | | 2,2 | | 2,0 | |
| 50 | 3,3 | | 2,8 | | 2,5 | |
| 100 | 4,6 | | 4,0 | | 3,6 | |
| Cúbica | largura x comprimento | | largura x comprimento | | largura x comprimento | |
| | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) |
| 30 | 3,5 | 5,7 | 3,0 | 5,0 | 3,0 | 4,0 |
| 50 | 3,5 | 9,6 | 3,5 | 7,2 | 3,5 | 5,7 |
| 100 | 3,5 | 19,2 | 3,5 | 14,3 | 3,5 | 11,5 |
| Tronco-piramidal | Base Maior x Base Menor | | Base Maior x Base Menor | | Base Maior x Base Menor | |
| | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) |
| 30 | 3,0x11,0 | 1,0x 9,0 | 3,5x 8,0 | 0,9x 5,4 | — | — |
| 50 | 4,0x12,5 | 2,0x10,5 | 4,0x10,6 | 1,4x 8,0 | 4,4x 9,0 | 1,0x 5,6 |
| 100 | 5,0x17,8 | 3,0x15,8 | 5,0x14,8 | 2,4x12,2 | 5,0x14,0 | 1,6x10,6 |

h = altura da água armazenável.

T = 1.5:1 (Talude).

Dimensionamento da área de captação (Ac)

A área de captação (Ac) é dimensionada em função do Vt, da eficiência de escoamento superficial (C) (Tabela 3) e da precipitação média da Região a 50% de probabilidade de ocorrência (P). A Tabela 4 fornece dados para alguns Municípios do Nordeste (Hargreaves, 1973).

$$Ac = \frac{V}{C \times P} \quad (m^2)$$

A Tabela 5 mostra a Ac para diferentes precipitações, tipos de cobertura da área e capacidade de 30, 50 e 100 m³.

As Figuras de 3 a 10 são plantas baixas e cortes para cisternas com capacidade de 30, 50 e 100 m³, para diferentes formas geométricas e materiais de construção como: lona de PVC, lona de polietileno, alvenaria de tijolo maciço e pré-moldado.

A Tabela 6 relaciona as diferentes alternativas de cisternas rurais quanto à forma geométrica e ao material utilizado, enquanto as Tabelas 7 a 13 indicam os coeficientes técnicos e custos de implantação para cisternas de 30, 50 e 100 m³. A Tabela 14 apresenta um resumo dos custos das diferentes alternativas.

TABELA 3 — Valores médios do coeficiente de escoamento superficial (C) de acordo com as características do material usado na cobertura da área de captação (Ac), para o trópico semi-árido brasileiro.

| Materiais e Tipos de Cobertura da Ac | C (Médio) |
|--|-----------|
| Ac — Cobertura de polietileno | 0,90 |
| Ac — Cobertura de argamassa de cimento e areia | 0,88 |
| Ac — Cobertura com asfalto | 0,88 |
| Ac — Cobertura com telha de barro | 0,75 |
| Ac — Cobertura com lona impermeabilizante + seixo rolado | 0,70 |
| Ac — Solo de textura fina raspado com lâmina | 0,50 |
| Ac — Solo de textura média raspado com lâmina | 0,40 |
| Ac — Solo de textura fina em "pousio" | 0,24 |
| Ac — Solo de textura grossa | 0,20 |
| Ac — Cobertura com capim-búfel usando drenos coletores | 0,15 |
| Ac — Cobertura com capim-búfel | 0,07 |
| Ac — Solo coberto com uma camada de seixos pequenos | 0,02 |

TABELA 4 —Dados de precipitação (mm) a 50% de probabilidade de ocorrência, de alguns municípios do Nordeste brasileiro, segundo Hargreaves 1973.

| Municípios | Precipitação a 50% de probabilidade (mm) | Municípios | Precipitação a 50% de probabilidade (mm) |
|----------------------|--|----------------------|--|
| PIAUI | | | |
| Piripiri | 1.594 | Pio IX | 605 |
| Pedro II | 1.054 | Oeiras | 837 |
| José de Freitas | 1.446 | Picos | 658 |
| União | 1.474 | Jaicós | 650 |
| Campo Maior | 1.247 | Simplício Mendes | 681 |
| Alto Longá | 1.310 | São João do Piauí | 637 |
| Castelo do Piauí | 992 | Paulistana | 452 |
| Valença do Piauí | 872 | São Raimundo Nonato | 644 |
| CEARÁ | | | |
| Santana do Acaraú | 814 | Novo Oriente | 546 |
| Independência | 573 | Parambu | 476 |
| Meruoca | 1.531 | Tauá | 585 |
| Sobral | 757 | Arneiroz | 551 |
| Cariré | 810 | Boa Viagem | 651 |
| Santa Quitéria | 712 | Morada Nova | 690 |
| Hidrolândia | 707 | Senador Pompeu | 670 |
| Ipueiras | 854 | Jaguaribe | 600 |
| Monsenhor Tabosa | 596 | Iracema | 643 |
| Itapipoca | 1.051 | Iguatu | 733 |
| Irauçuba | 469 | Orós | 689 |
| São Luís do Curu | 891 | Icó | 691 |
| General Sampaio | 681 | Jucás | 792 |
| Paramoti | 566 | Antonina do Norte | 1.011 |
| Canindé | 679 | Assaré | 646 |
| Caridade | 726 | Cariús | 760 |
| Itatira | 757 | Umari | 731 |
| Cedro | 761 | Lavras da Mangabeira | 830 |
| Crateús | 655 | | |
| RIO GRANDE DO NORTE | | | |
| Areia Branca | 506 | Itaú | 729 |
| Gov. Dix-Sept Rosado | 657 | Ipanema | 528 |
| Mossoró | 566 | Paraú | 536 |
| Pendências | 487 | Augusto Severo | 673 |
| Macau | 406 | Açu | 500 |
| Afonso Bezerra | 436 | Angicos | 474 |

(continua)

TABELA 4 (Continuação)

| Municípios | Precipitação a 50% de probabilidade (mm) | Municípios | Precipitação a 50% de probabilidade (mm) |
|----------------------------|---|----------------------|---|
| RIO GRANDE DO NORTE | | | |
| Touros | 939 | Santana do Matos | 615 |
| Apodi | 722 | São Rafael | 372 |
| Caraúbas | 559 | Pedro Avelino | 377 |
| Lajes | 344 | Florânia | 566 |
| João Câmara | 597 | São Vicente | 471 |
| Taipu | 691 | Currais Novos | 346 |
| Jardim de Angicos | 468 | Acari | 440 |
| Pau dos Ferros | 655 | Cruzeta | 501 |
| São Miguel | 768 | Santa Cruz | 455 |
| Luiz Gomes | 890 | Santo Antônio | 735 |
| Marcelino Vieira | 729 | Nova Cruz | 682 |
| Alexandria | 715 | Serra Negra do Norte | 645 |
| Martins | 1.001 | São João do Sabugi | 531 |
| Lucrécia | 993 | Jardim do Seridó | 493 |
| Patu | 792 | Parelhas | 499 |
| Jucurutu | 766 | Ouro Branco | 494 |
| João Dias | 846 | Equador | 344 |
| Caicó | 581 | | |
| PARAÍBA | | | |
| Catolé do Rocha | 802 | Itaporanga | 797 |
| Brejo do Cruz | 750 | Bom Jesus | 863 |
| Cajazeiras | 806 | Coremas | 786 |
| Souza | 681 | Catingueira | 816 |
| Nazarezinho | 660 | Piancó | 703 |
| Antenor Navarro | 931 | Olho D'água | 837 |
| Pombal | 667 | Patos | 729 |
| Condado | 845 | Teixeira | 627 |
| Malta | 675 | Mãe D'água | 602 |
| Santa Luzia | 470 | Desterro | 280 |
| Picuí | 297 | Imaculada | 561 |
| Pedra Lavrada | 271 | Salgadinho | 366 |
| Olivedos | 432 | Taperoá | 487 |
| Araruna | 822 | São João do Cariri | 345 |
| Bonito de Santa Fé | 708 | Soledade | 740 |
| Barra de Santa Rosa | 298 | Umbuzeiro | 757 |
| São José de Piranhas | 885 | São João do Tigre | 387 |
| Aguiar | 786 | | |

(Continua)

TABELA 4 (Continuação)

| Municípios | Precipitação a 50% de probabilidade (mm) | Municípios | Precipitação a 50% de probabilidade (mm) |
|--------------------------|---|--------------------------|---|
| SERGIPE | | | |
| Canindé de São Francisco | 452 | Frei Paulo | 786 |
| Porto da Folha | 505 | Simão Dias | 820 |
| Nossa Senhora da Glória | 649 | Tobias Barreto | 749 |
| Poço Verde | 718 | | |
| PERNAMBUCO | | | |
| Ouricuri | 574 | Salgueiro | 555 |
| São José do Egito | 361 | Terra Nova | 726 |
| Petrolina | 378 | Betânia | 478 |
| São José do Belmonte | 538 | Custódia | 795 |
| Triunfo | 1.180 | Sertânia | 481 |
| Serra Talhada | 573 | Floresta | 425 |
| Afogados de Ingazeira | 521 | Cabrobó | 434 |
| Ingazeira | 342 | Santa Maria da Boa Vista | 410 |
| Flores | 688 | Belém de São Francisco | 387 |
| Parnamirim | 585 | Inajá | 308 |
| ALAGOAS | | | |
| Água Branca | 957 | Piranhas | 467 |
| Mata Grande | 991 | Pão de Açúcar | 569 |
| Delmiro Gouveia | 480 | Major Isidoro | 636 |
| Santana do Ipanema | 824 | Lagoa da Canoa | 905 |
| Poços das Trincheiras | 709 | Traipu | 818 |
| Palmeira dos Índios | 978 | | |
| BAHIA | | | |
| Glória | 354 | Condeúba | 690 |
| Uauá | 446 | Jeremoabo | 591 |
| Pindobaçu | 867 | Pedro Alexandre | 570 |
| Seabra | 732 | Cipó | 377 |
| Ibitiara | 624 | Monte Santo | 632 |
| Macaúbas | 748 | Itiúba | 603 |
| Rio de Contas | 790 | Euclides da Cunha | 695 |
| Guanambi | 605 | Quijingue | 258 |
| Brumado | 612 | Ribeira do Pombal | 517 |
| Malhada de Pedras | 591 | Tucano | 530 |
| Aracatu | 504 | Nova Soure | 829 |
| Urandi | 760 | Itapicuru | 665 |
| Presidente Jânio Quadros | 489 | | |
| MINAS GERAIS | | | |
| Salinas | 863 | Rio Pardo de Minas | 894 |
| Januária | 953 | Rubelita | 813 |
| Monte Azul | 902 | | |

TABELA 5 — Áreas de captação com diferentes coberturas de argamassa de cimento e areia (a), telha de barro (b) e solo compactado (c), capacidades e precipitações.

a ϕ C = 0,88

b ϕ C = 0,75

c ϕ C = 0,50

| Precipitação Média Anual (mm) | Tipo de Cobertura | Área de Captação = Ac (m ²) | | |
|-------------------------------------|----------------------|---|-------------------|--------------------|
| | | 30 m ³ | 50 m ³ | 100 m ³ |
| 300 | a | 114 | 189 | 379 |
| | b | 134 | 223 | 445 |
| | c | 200 | 333 | 667 |
| 350 | a | 97 | 163 | 325 |
| | b | 115 | 191 | 381 |
| | c | 172 | 286 | 572 |
| 400 | a | 86 | 142 | 285 |
| | b | 100 | 167 | 334 |
| | c | 150 | 250 | 500 |
| 450 | a | 76 | 126 | 253 |
| | b | 89 | 148 | 296 |
| | c | 134 | 222 | 444 |
| 500 | a | 68 | 114 | 227 |
| | b | 80 | 134 | 267 |
| | c | 120 | 200 | 400 |
| 550 | a | 62 | 103 | 207 |
| | b | 73 | 121 | 243 |
| | c | 109 | 182 | 364 |

(continua)

TABELA 5 (Continuação)

| Precipitação Média Anual (mm) | Tipo de Cobertura | Área de Captação = Ac (m ²) | | |
|-------------------------------------|----------------------|---|-------------------|--------------------|
| | | 30 m ³ | 50 m ³ | 100 m ³ |
| 600 | a | 57 | 95 | 189 |
| | b | 67 | 112 | 223 |
| | c | 100 | 167 | 333 |
| 650 | a | 52 | 87 | 175 |
| | b | 62 | 103 | 205 |
| | c | 92 | 154 | 308 |
| 700 | a | 49 | 81 | 162 |
| | b | 57 | 95 | 191 |
| | c | 86 | 143 | 286 |
| 750 | a | 45 | 76 | 152 |
| | b | 54 | 89 | 178 |
| | c | 80 | 133 | 267 |
| 800 | a | 43 | 71 | 142 |
| | b | 50 | 84 | 167 |
| | c | 75 | 125 | 250 |
| 850 | a | 40 | 67 | 134 |
| | b | 47 | 79 | 157 |
| | c | 70 | 118 | 235 |
| 900 | a | 38 | 63 | 126 |
| | b | 45 | 74 | 148 |
| | c | 67 | 111 | 222 |

TABELA 6 — Alternativas de Cisternas Rurais para diferentes materiais.

| Alternativas | Área de Captação (Ac) | Sistemas de Filtragens (Fi e Fe) | Tanque de Armaz. (Ta) | Cobertura | Captação da Água | Proteção | Forma Geométrica |
|--|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|----------------|-------------------------------|
| 1. Cisterna de lona de PVC 0.6mm | piso cimentado | interno/ externo | PVC | Telha de cerâmica | Bomba | Cerca de arame | Tronco de pirâmide invertido. |
| 2. Cisterna em alvenaria | " " | " " | Alvenaria de uma vez | " " | " " | " " | " " |
| 3. Cisterna com lona polietileno + tela de arame + argamassa | " " | " " | argamassa armada | " " | " " | " " | " " |
| 4. Cisterna circular pré-moldada | telhado | — | bloco pré-moldado | laje pré-moldada | Manual | — | Circular |
| 5. Cisterna cúbica em alvenaria | " " | — | alvenaria de uma vez | laje pré-moldada | " " | — | Cúbica |
| 6. Cisterna de lona de PVC 0.6mm | " " | — | PVC | Telha fibrocimento | " " | — | tronco de pirâmide invertido. |
| 7. Cisterna circular de lona de PVC 0.6mm | " " | — | PVC | laje pré-moldada | " " | — | Circular |

TABELA 7 — Coeficientes técnicos e custos de implantação de Cisternas Rurais com capacidade para 30, 50 e 100m³ Alternativa 1 — Cisterna em lona de PVC (0.6mm).

| Descrição | Unid. | 30 m ³ | | 50 m ³ | | 100 m ³ | |
|--------------------|----------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------------|------------------|
| | | quant. | Cz\$ | quant. | Cz\$ | quant. | Cz\$ |
| Tanque PVC | um | 1,0 | 9.640,00 | 1,0 | 12.222,00 | 1,0 | 20.358,00 |
| Cimento | saco | 11 | 2.310,00 | 16 | 3.360,00 | 23 | 4.830,00 |
| Areia | m ³ | 4,5 | 2.925,00 | 5,6 | 3.640,00 | 6,8 | 4.420,00 |
| Brita | m ³ | 1,6 | 2.240,00 | 2,1 | 2.940,00 | 2,6 | 3.640,00 |
| Carvão vegetal | kg | 60 | 200,00 | 60 | 200,00 | 60 | 200,00 |
| Tube PVC 4" | m | 6 | 822,00 | 6 | 822,00 | 6 | 822,00 |
| Tijolo | milheiro | 1,55 | 2.790,00 | 2,25 | 4.050,00 | 3,25 | 5.850,00 |
| Caibro | m | 90 | 1.350,00 | 140 | 2.100,00 | 200 | 3.000,00 |
| Ripa | m | 90 | 540,00 | 140 | 840,00 | 200 | 1.200,00 |
| Linha | m | 4 | 360,00 | 8 | 720,00 | 12 | 1.080,00 |
| Telha | milheiro | 1,5 | 5.700,00 | 2,5 | 9.500,00 | 3,5 | 13.300,00 |
| Arejador | um | 2 | 200,00 | 2 | 200,00 | 4 | 400,00 |
| Estaca | um | 60 | 1.140,00 | 70 | 1.330,00 | 100 | 1.900,00 |
| Arame farpado | m | 480 | 1.100,00 | 600 | 1.320,00 | 800 | 1.760,00 |
| Bomba manual | um | 1 | 4.200,00 | 1 | 4.200,00 | 1 | 4.200,00 |
| Tube PVC 3/4" | m | 6 | 219,00 | 6 | 219,00 | 6 | 219,00 |
| Curva PVC 3/4" | um | 1 | 25,00 | 1 | 25,00 | 1 | 25,00 |
| Válvula de pé 3/4" | um | 1 | 98,00 | 1 | 98,00 | 1 | 98,00 |
| Mão-de-obra | | | | | | | |
| — Pedreiro | h/d* | 11 | 4.400,00 | 15 | 6.000,00 | 18 | 7.200,00 |
| — Servente | h/d | 28 | 6.720,00 | 43 | 10.320,00 | 62 | 14.880,00 |
| Total | | | 47.023,00 | | 64.106,00 | | 89.382,00 |

OTN = Cz\$ 401,69, Set/87.

*h/d = homem/dia.

TABELA 8 — Coeficientes técnicos e custos de implantação de Cisternas Rurais com capacidade para 30, 50 e 100m³ Alternativa 2 — Cisterna em alvenaria.

| Descrição | Unid. | 30 m ³ | | 50 m ³ | | 100 m ³ | |
|--------------------|----------------|-------------------|-----------|-------------------|------------|--------------------|------------|
| | | quant. | Cz\$ | quant. | Cz\$ | quant. | Cz\$ |
| Tijolo | milh. | 7,55 | 13.590,00 | 9,25 | 16.650,00 | 14,25 | 25.650,00 |
| Cimento | saco | 42 | 8.820,00 | 58 | 12.180,00 | 88 | 18.480,00 |
| Areia | m ³ | 10,5 | 6.825,00 | 13,6 | 8.840,00 | 17,8 | 11.570,00 |
| Brita | m ³ | 2,6 | 3.640,00 | 5,1 | 7.140,00 | 5,6 | 7.840,00 |
| Carvão vegetal | kg | 60 | 200,00 | 60 | 200,00 | 60 | 200,00 |
| Tubo PVC 4" | m | 6 | 822,00 | 6 | 822,00 | 6 | 822,00 |
| Ferro 3/16" | kg | 40 | 1.200,00 | 50 | 1.500,00 | 60 | 1.800,00 |
| Sika | kg | 10 | 450,00 | 15 | 700,00 | 20 | 900,00 |
| Caibro | m | 90 | 1.350,00 | 140 | 2.100,00 | 200 | 3.000,00 |
| Ripa | m | 90 | 540,00 | 140 | 840,00 | 200 | 1.200,00 |
| Linha | m | 4 | 360,00 | 8 | 720,00 | 12 | 1.080,00 |
| Telha | milh. | 1,5 | 5.700,00 | 2,5 | 9.500,00 | 3,5 | 13.000,00 |
| Arejador | um | 2 | 200,00 | 2 | 200,00 | 4 | 400,00 |
| Estaca | um | 60 | 1.140,00 | 70 | 1.330,00 | 100 | 1.900,00 |
| Arame Farpado | m | 480 | 1.100,00 | 600 | 1.320,00 | 800 | 1.760,00 |
| Bomba Manual | um | 1 | 4.200,00 | 1 | 4.200,00 | 1 | 4.200,00 |
| Tubo PVC 3/4" | m | 6 | 219,00 | 6 | 219,00 | 6 | 219,00 |
| Curva PVC 3/4" | um | 1 | 25,00 | 1 | 25,00 | 1 | 25,00 |
| Válvula de pé 3/4" | um | 1 | 98,00 | 1 | 98,00 | 1 | 98,00 |
| Mão-de-Obra | | | | | | | |
| — Pedreiro | h/d* | 11 | 12.400,00 | 41 | 16.400,00 | 58 | 23.200,00 |
| — Servente | h/d | 63 | 15.120,00 | 89 | 21.360,00 | 132 | 31.680,00 |
| Total | | | 77.999,00 | | 106.344,00 | | 149.324,00 |

OTN = Cz\$ 401,69, Set/87.

*h/d = homem/dia.

TABELA 9 — Coeficientes técnicos e custos de implantação de Cisternas Rurais com capacidade para 30, 50 e 100m³ Alternativa 3 — Cisterna em lona de polietileno + Tela de arame + Argamassa.

| Descrição | Unid. | 30 m ³ | | 50 m ³ | | 100 m ³ | |
|---------------------------|----------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| | | quant. | Cz\$ | quant. | Cz\$ | quant. | Cz\$ |
| Lona plástica polietileno | m ² | 120 | 3.036,00 | 150 | 3.795,00 | 180 | 4.554,00 |
| Tela Arame 3/4" | m ² | 105 | 10.500,00 | 120 | 12.000,00 | 155 | 15.000,00 |
| Cimento | saco | 21 | 4.410,00 | 31 | 6.510,00 | 43 | 9.030,00 |
| Areia | m ³ | 6 | 3.900,00 | 7,6 | 4.940,00 | 9,8 | 6.370,00 |
| Brita | m ³ | 2,6 | 3.640,00 | 3,6 | 5.040,00 | 4,6 | 6.440,00 |
| Carvão Vegetal | kg | 60 | 200,00 | 60 | 200,00 | 60 | 200,00 |
| Sika | kg | 10 | 450,00 | 15 | 700,00 | 20 | 900,00 |
| Tubo PVC 4" | m | 6 | 822,00 | 6 | 822,00 | 6 | 822,00 |
| Tijolo | milh. | 1,55 | 2.790,00 | 2,25 | 4.050,00 | 3,25 | 5.850,00 |
| Caibro | m | 90 | 1.350,00 | 140 | 2.100,00 | 200 | 3.000,00 |
| Ripa | m | 90 | 540,00 | 140 | 840,00 | 200 | 1.200,00 |
| Linha | m | 4 | 360,00 | 8 | 720,00 | 12 | 1.080,00 |
| Telha | milh. | 1,5 | 5.700,00 | 2,5 | 9.500,00 | 3,5 | 13.300,00 |
| Arejador | um | 2 | 200,00 | 2 | 200,00 | 4 | 400,00 |
| Estaca | um | 60 | 1.140,00 | 70 | 1.330,00 | 100 | 1.900,00 |
| Arame Farpado | m | 480 | 1.100,00 | 600 | 1.320,00 | 800 | 1.760,00 |
| Bomba Manual | um | 1 | 4.200,00 | 1 | 4.200,00 | 1 | 4.200,00 |
| Tubo PVC 3/4" | m | 6 | 219,00 | 6 | 219,00 | 6 | 219,00 |
| Curva PVC 3/4" | um | 1 | 25,00 | 1 | 25,00 | 1 | 25,00 |
| Válvula de pé 3/4" | um | 1 | 98,00 | 1 | 98,00 | 1 | 98,00 |
| Mão-de-Obra | | | | | | | |
| — Pedreiro | h/d* | 14 | 5.600,00 | 18 | 7.200,00 | 23 | 9.200,00 |
| — Servente | h/d | 31 | 7.440,00 | 48 | 11.520,00 | 69 | 16.560,00 |
| Total | | | 57.720,00 | | 77.329,00 | | 102.108,00 |

OTN = Cz\$ 401,69, Set/87.

*h/d = homem/dia.

TABELA 10a — Coeficientes técnicos e custos de implantação para Cisternas Rurais com capacidade para 30 e 50m³ Alternativa 4 — Cisterna circular pré-moldada.

| Descrição | Unid. | 30m ³ | | 50m ³ | |
|--|----------------|------------------|-----------|------------------|-----------|
| | | quant. | Cz\$ | quant. | Cz\$ |
| Escavação manual | m ³ | 30,00 | 1.620,00 | 45,00 | 2.430,00 |
| Colchão de areia | m ³ | 1,0 | 260,00 | 1,20 | 312,00 |
| Concreto armado, traço 1:3:6, p/laje de fundo e viga | m ³ | 1,20 | 5.760,00 | 2,50 | 12.000,00 |
| Alvenaria em blocos de concreto simples, traço 1:4:6 | m ² | 38,00 | 8.474,00 | 60,00 | 13.380,00 |
| Cobertura em laje pré-moldada | m ² | 13,00 | 5.018,00 | 21,00 | 8.106,00 |
| Ferro 3/16" CA-24 para amarração externa | kg | 42,00 | 1.638,00 | 66,00 | 2.574,00 |
| Chapisco, traço 1:3 | m ² | 89,00 | 2.047,00 | 141,00 | 3.243,00 |
| Revestimento interno, externo e laje de fundo | m ² | 89,00 | 16.910,00 | 141,00 | 26.790,00 |
| Condutores de 4" em PVC | m | 20,00 | 4.040,00 | 20,00 | 4.040,00 |
| Calha externa, em zinco galvanizado | m | 20,00 | 8.900,00 | 20,00 | 8.900,00 |
| Reaterro apiloado | m ³ | 11,00 | 858,00 | 16,00 | 1.248,00 |
| Capeamento da cobertura traço 1:5 | m ² | 13,00 | 1.690,00 | 21,00 | 2.730,00 |
| Pintura hidrator | m ² | 30,00 | 990,00 | 51,00 | 1.683,00 |
| Forma | — | — | — | 3,40 | 1.054,00 |
| Total | — | — | 58.205,00 | — | 88.490,00 |

OTN = Cz\$ 424,51, outubro/87.

TABELA 10b —Material e mão-de-obra necessários para Cisterna Rural com capacidade para 30 e 50m³ Alternativa 4 — Cisterna circular pré-moldada.

| Material | Unidade | Quantidade | |
|-----------------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| | | 30 m ³ | 50 m ³ |
| Areia | m ³ | 8,92 | 14,848 |
| Cimento | kg | 2.240 | 3.771 |
| Brita | m ³ | 1,75 | 3,4 |
| Ferro | kg | 114 | 216 |
| Arame | kg | 2 | 4 |
| Bloco de Concreto (40 x 60) | um | 150 | 206 |
| Laje pré-moldada | m ² | 13 | 21 |
| Condutor PVC 4" | m | 20 | 20 |
| Hidracor | kg | 16 | 26 |
| Calha zinco | m | 20 | 20 |
| Tábua pinho | m ² | — | 10 |
| Sarrafo | m | — | 5 |
| Pontalete | m | — | 10 |
| Prego | kg | — | 0,7 |
| Mão-de-obra: | | | |
| — Pedreiro | h* | 265 | 459 |
| — Servente | h | 524 | 683 |
| — Ferreiro | h | 15 | 30 |
| Pintor | h | 8 | 10 |
| Carpinteiro | h | — | 5 |

*h = horas.

TABELA 11a — Coeficientes técnicos e custos de implantação de Cisternas Rurais com capacidade para 30, 50 e 100m³ Alternativa 5 — Cisterna cúbica em alvenaria.

| Descrição | Unid. | 30 m ³ (5 x 2.5 x 2.4) | | 50 m ³ (5.2 x 4 x 2.4) | | 100 m ³ (10.5 x 4 x 2.4) | |
|--|----------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------------------|------------------|-------------------------------------|-------------------|
| | | quant. | Cz\$ | quant. | Cz\$ | quant. | Cz\$ |
| Escavação Manual | m ² | 25,00 | 1.350,00 | 37,00 | 1.998,00 | 72,00 | 3.888,00 |
| Colchão de Areia | m ³ | 1,00 | 260,00 | 1,50 | 390,00 | 2,50 | 650,00 |
| Concreto simples, traço 1:2:3 | m ³ | 1,50 | 3.300,00 | 2,00 | 4.400,00 | 4,00 | 8.800,00 |
| Alvenaria de tijolos maciços espessura 25cm | m ² | 43,00 | 17.888,00 | 53,00 | 22.048,00 | 82,00 | 34.112,00 |
| Laje pré-moldada | m ² | 16,00 | 6.176,00 | 25,00 | 9.650,00 | 49,00 | 18.914,00 |
| Chapisco, traço 1:5 externo | m ² | 90,00 | 1.710,00 | 120,00 | 2.280,00 | 202,00 | 3.838,00 |
| Reboco | m ² | 36,00 | 2.988,00 | 49,00 | 4.067,00 | 80,00 | 6.640,00 |
| Revestimento com sika, nas paredes internas e fundo | m ² | 54,00 | 10.260,00 | 71,00 | 13.490,00 | 122,00 | 23.180,00 |
| Pintura hidrator (azul-COHIDRO) | m ² | 36,00 | 1.188,00 | 49,00 | 1.617,00 | 80,00 | 2.640,00 |
| Calha externa, de zinco galvanizado | m | 20,00 | 8.900,00 | 20,00 | 8.900,00 | 20,00 | 8.900,00 |
| Condutor PVC 4" | m | 20,00 | 4.040,00 | 20,00 | 4.040,00 | 20,00 | 4.040,00 |
| Total | | | 58.060,00 | | 72.880,00 | | 115.602,00 |

OTN = Cz\$ 424,51, Out/87.

TABELA 11b — Material e mão-de-obra necessários para Cisterna Rural capacidade para 30, 50 e 100m³ Alternativa 5 — Cisterna cúbica em alvenaria.

| Material | Unid. | Quantidade | | |
|------------------|----------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| | | 30 m ³ | 50 m ³ | 100 m ³ |
| | | (5 x 2.5 x 2.4) | (5.2 x 4 x 2.4) | (10.5 x 4 x 2.4) |
| Areia | m ³ | 9,4 | 12,5 | 21,04 |
| Cimento | kg | 2.575 | 3.420 | 5.954 |
| Brita | m ³ | 2,0 | 2,9 | 5,72 |
| Tijolo | um | 6.364 | 7.844 | 12.136 |
| Laje pré-moldada | m ² | 16 | 25 | 49 |
| Barro | m ³ | 0,26 | 0,36 | 0,6 |
| Sika | l | 30 | 40 | 68,4 |
| Hidracor | kg | 18 | 25 | 40 |
| Calha de zinco | m | 20 | 20 | 20 |
| Braçadeira | um | 4 | 4 | 4 |
| Condutor PVC 4" | m | 20 | 20 | 20 |
| Mão-de-Obra: | | | | |
| — Pedreiro | h | 226 | 306 | 508 |
| — Servente | h | 378 | 506 | 856 |
| — Pintor | h | 22 | 29 | 48 |

TABELA 12a — Coeficientes técnicos e custos de implantação de Cisternas Rurais com capacidade para 30, 50 e 100m³ Alternativa 6 — Cisterna com lona de PVC 0.6mm.

| Descrição | Unid. | 30 m ³ | | 50 m ³ | | 100 m ³ | |
|--|----------------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|--------------------|------------|
| | | quant. | Cz\$ | quant. | Cz\$ | quant. | Cz\$ |
| Escavação Manual | m ³ | 31,00 | 1.674,00 | 52,00 | 2.808,00 | 103,00 | 5.562,00 |
| Concreto simples, traço 1:2:3 | m ³ | 1,30 | 2.860,00 | 2,00 | 4.400,00 | 3,00 | 6.600,00 |
| Alvenaria de tijolos | | | | | | | |
| espessura 15cm | m ² | 24,30 | 5.395,00 | 32,00 | 7.104,00 | 52,00 | 11.544,00 |
| Cimento para calçada | m ² | 10,80 | 842,00 | 15,00 | 1.170,00 | 23,00 | 1.794,00 |
| Chapisco, traço 1:5 | m ² | 48,60 | 923,00 | 64,00 | 1.216,00 | 104,00 | 1.976,00 |
| Reboco | m ² | 48,60 | 4.034,00 | 64,00 | 5.312,00 | 104,00 | 8.632,00 |
| Cobertura, c/telha de fibrocimento de 6 mm | m ² | 28,00 | 11.956,00 | 42,00 | 17.934,00 | 81,00 | 34.587,00 |
| Pintura hidrator | m ² | 48,60 | 1.604,00 | 64,00 | 2.112,00 | 104,00 | 3.432,00 |
| Calha interna, pré-moldada | m | 4,00 | 1.064,00 | 4,00 | 1.064,00 | 4,00 | 1.064,00 |
| Calha externa, de zinco galvanizado | m | 20,00 | 8.900,00 | 20,00 | 8.900,00 | 20,00 | 8.900,00 |
| Janela de madeira 0,60x0,60m | um | 01 | 540,00 | 01 | 540,00 | 01 | 540,00 |
| Manta plástica, vinimanta | um | 01 | 8.720,00 | 01 | 11.000,00 | 01 | 18.350,00 |
| Condutores de 4" em PVC | m | 12 | 2.424,00 | 20,00 | 4.040,00 | 20,00 | 4.040,00 |
| Total | — | — | 50.936,00 | — | 67.600,00 | — | 107.021,00 |
| Vr. laje pré-moldada | — | — | 49.788,00 | — | 65.600,00 | — | 103.700,00 |

OTN = Cz\$ 424,51, Out/87.

TABELA 12b —Material e mão-de-obra necessários para Cisterna Rural capacidade para 30, 50 e 100m³ Alternativa 6 — Cisterna em lona de PVC 0.6mm.

| Material | Unid. | Quantidade | | |
|--------------------------|----------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| | | 30 m ³ | 50 m ³ | 100 m ³ |
| Cimento | kg | 806 | 1.409 | 1.767 |
| Areia | m ³ | 3,44 | 6,01 | 7,49 |
| Brita | m ³ | 1,17 | 1,8 | 2,7 |
| Bloco | mil | 1,847 | 2,432 | 3,848 |
| Barro | m ³ | 0,35 | 0,46 | 0,76 |
| Telha (fibrocimento 6mm) | m ² | 32 | 49 | 93 |
| Parafusos (8 x 110mm) | um | 40 | 60 | 115 |
| Madeira | m ³ | 0,6 | 0,9 | 2,0 |
| Pregos | kg | 3,8 | 4,2 | 8,1 |
| Hidracor | kg | 25 | 32 | 52 |
| Calha pré-moldada | m | 4 | 4 | 4 |
| Calha de zinco | m | 20 | 20 | 20 |
| Janela | um | 1 | 1 | 1 |
| Lona de PVC | um | 1 | 1 | 1 |
| Condutor de PVC | m | 20 | 20 | 20 |
| Mão-de-Obra: | | | | |
| — Servente | h* | 294 | 493 | 703 |
| — Pedreiro | h | 130 | 240 | 289 |
| — Pintor | h | 29 | 39 | 62 |
| — Carpinteiro | h | 42 | 59 | 100 |

*h = horas.

TABELA 13a — Coeficientes técnicos e custos de implantação para Cisternas Rurais com capacidade para 30, e 50m³ Alternativa 7 — Cisterna circular com lona de PVC 0.6mm.

| Descrição | Unid. | 30m ³ | | 50m ³ | |
|---------------------------------------|----------------|------------------|-----------|------------------|-----------|
| | | quant. | Cz\$ | quant. | Cz\$ |
| Escavação manual | m ³ | 31,00 | 1.674,00 | 52,00 | 2.808,00 |
| Concreto simples, traço 1:2:3 | m ³ | 1,0 | 2.200,00 | 1,50 | 3.300,00 |
| Concreto armado | m ³ | 0,30 | 1.440,00 | 0,70 | 3.360,00 |
| Alvenaria de tijolos, espessura 15 cm | m ² | 11,00 | 2.442,00 | 13,00 | 2.886,00 |
| Cimento para calçada | m ² | 5,00 | 390,00 | 7,00 | 546,00 |
| Cobertura em laje pré-moldada | m ² | 25,00 | 9.650,00 | 30,00 | 11.580,00 |
| Chapisco, traço 1:5 | m ² | 22,00 | 418,00 | 26,00 | 494,00 |
| Reboco | m ² | 22,00 | 1.826,00 | 26,00 | 2.158,00 |
| Condutores de 4" em PVC | m | 20,00 | 4.040,00 | 20,00 | 4.040,00 |
| Calha externa, em zinco galvanizado | m | 20,00 | 8.900,00 | 20,00 | 8.900,00 |
| Pintura hidrator | m ² | 36,00 | 1.188,00 | 43,00 | 1.419,00 |
| Manta plástica, vinimanta | um | 01 | 8.720,00 | 01 | 11.000,00 |
| Forma | m ² | 4,00 | 1.240,00 | 7,50 | 2.325,00 |
| Total | — | — | 44.128,00 | — | 51.846,00 |

OTN = Cz\$ 424,51, outubro/87.

TABELA 13b — Material e mão-de-obra necessários para Cisterna Rural com capacidade para 30, e 50m³ Alternativa 7 — Cisterna circular em lona de PVC 0.6mm.

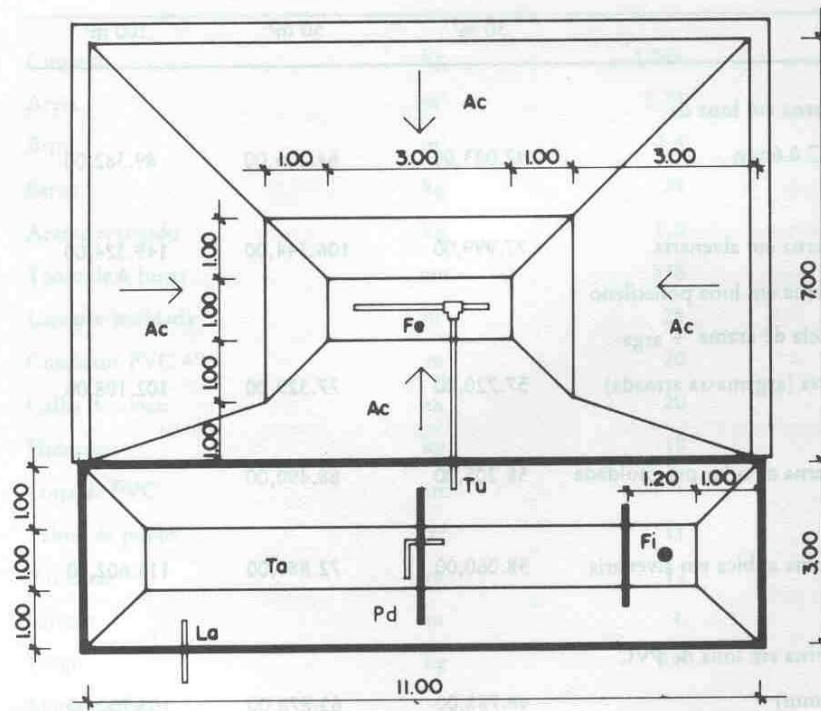
| Material | Unidade | Quantidade | |
|-------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| | | 30 m ³ | 50 m ³ |
| Cimento | kg | 1.044 | 1.441 |
| Areia | m ³ | 2,74 | 3,85 |
| Brita | m ³ | 2,4 | 3,6 |
| Ferro | kg | 24 | 60 |
| Arame recozido | kg | 0,5 | 1,0 |
| Tijolo de 6 furos | um | 836 | 987 |
| Laje pré-moldada | m ² | 25 | 30 |
| Condutor PVC 4" | m | 20 | 20 |
| Calha de zinco | m | 20 | 20 |
| Hidracor | kg | 18 | 22 |
| Lona de PVC | um | 1 | 1 |
| Tábua de pinho | m ² | 11 | 20 |
| Pontalete | m | 12 | 22 |
| Sarrafo | m | 6 | 11 |
| Prego | kg | 0,8 | 1,5 |
| Mão-de-obra: | | | |
| — Servente | h* | 211 | 197 |
| — Pedreiro | h | 81 | 118 |
| — Pintor | h | 22 | 27 |

*h = horas.

TABELA 14 — Custos de Cisternas Rurais com diferentes alternativas de materiais e capacidades.

| Alternativas | Capacidades | | |
|--|-------------------|-------------------|--------------------|
| | 30 m ³ | 50 m ³ | 100 m ³ |
| 1. Cisterna em lona de PVC 0.6mm | 47.023,00 | 64.106,00 | 89.382,00 |
| 2. Cisterna em alvenaria | 77.999,00 | 106.344,00 | 149.324,00 |
| 3. Cisterna em lona polietileno + tela de arame + argamassa (argamassa armada) | 57.720,00 | 77.329,00 | 102.108,00 |
| 4. Cisterna circular pré-moldada | 58.205,00 | 88.490,00 | — |
| 5. Cisterna cúbica em alvenaria | 58.060,00 | 72.880,00 | 115.602,00 |
| 6. Cisterna em lona de PVC (0.6mm) | 49.788,00 | 65.878,00 | 103.700,00 |
| 7. Cisterna circular em lona de PVC (0.6mm) | 44.128,00 | 51.846,00 | — |

- C • Coeficiente de escoamento superficial = 0,70
- Pm • Precipitação média anual = 400 mm
- Ac • Área de captação
- Fe • Filtro externo
- Fi • Filtro interno
- Ta • Tanque de armazenamento ou CISTERNA
- Tu • Tubo PVC ϕ 4"
- La • Ladrão ou sangradouro
- Pd • Parede divisória



PLANTA BAIXA
 ESCALA: 1 / 100

FIG. 3. Planta baixa de cisterna rural com área de captação no próprio solo e capacidade para 30m³.

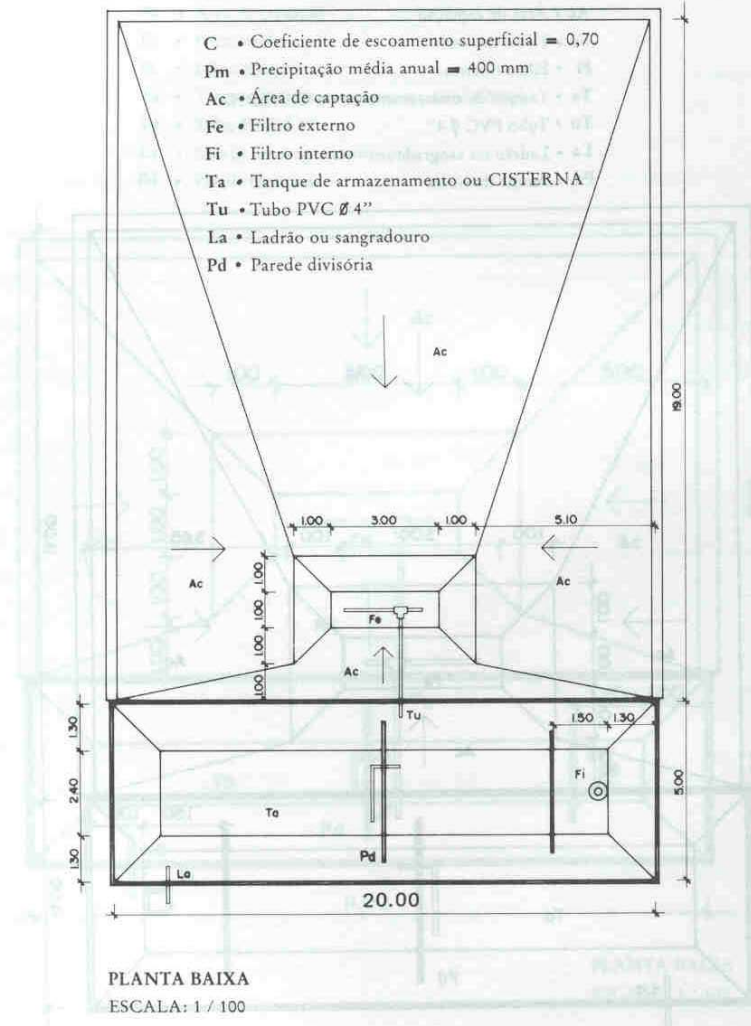


FIG. 5. Planta baixa de cisterna rural com área de captação no próprio solo e capacidade para 100m³.

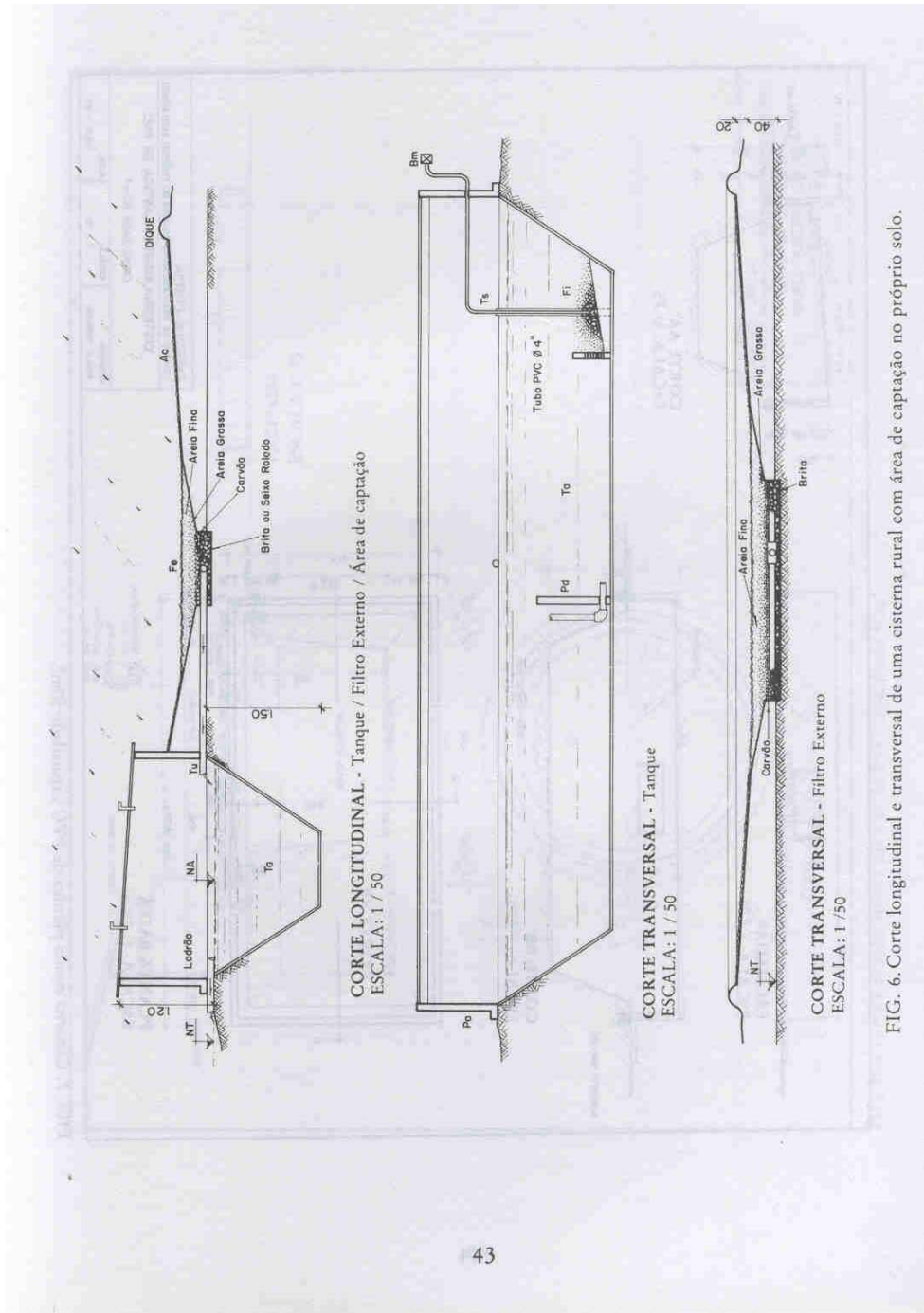


FIG. 6. Corte longitudinal e transversal de uma cisterna rural com área de captação no próprio solo.

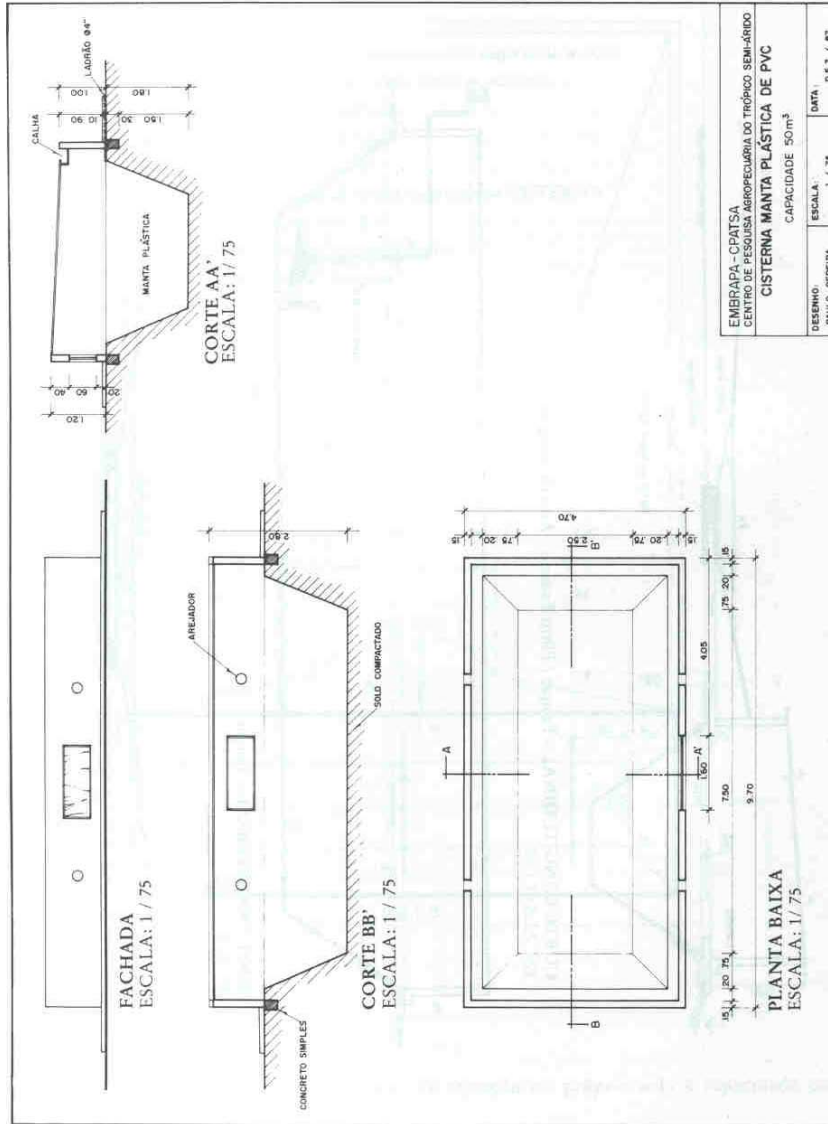


FIG. 7. Cisterna manta plástica de PVC, capacidade 50m³.

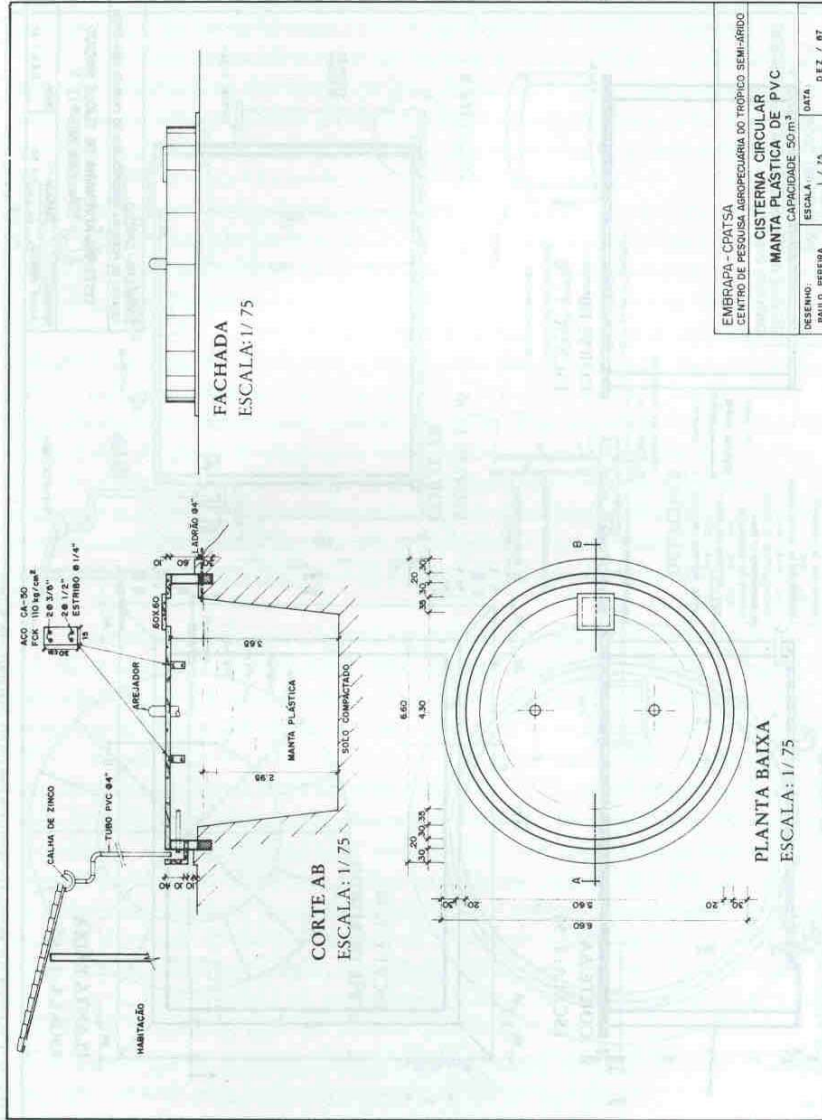


FIG. 8. Cisterna circular manta plástica de PVC capacidade 50m³.

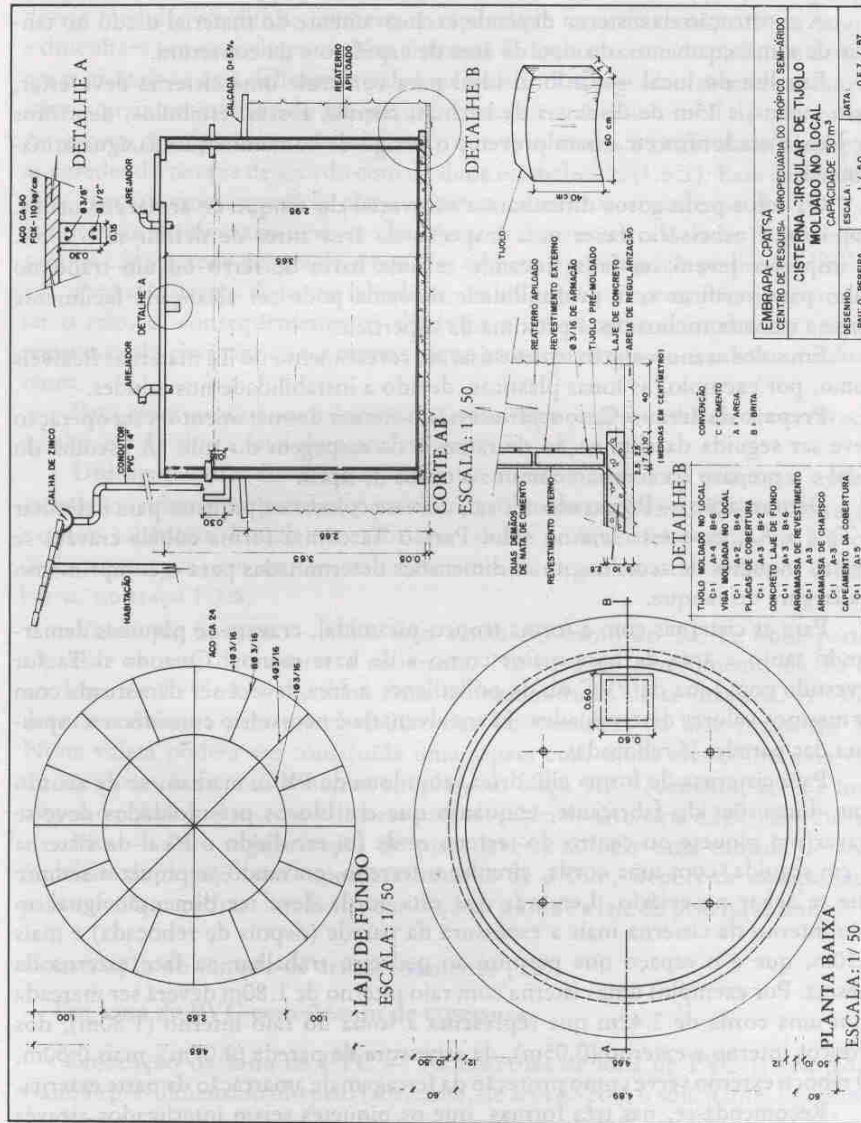


FIG. 10. Cisterna circular de tijolo moldado no local capacidade 50m³.

3. CONSTRUÇÃO

A construção da cisterna depende exclusivamente do material usado no tanque de armazenamento, do tipo da área de captação e da cobertura.

Escolha do local — O local ideal para construir uma cisterna deve estar, pelo menos, a 15m de distância de latrinas, currais, fossas, estábulos, depósitos de lixo, matadouros etc., para prevenir o perigo de contaminação da água armazenada.

Os solos pedregosos dificultam a escavação do tanque de armazenamento. Por isso, é necessário fazer uma inspeção da área antes de definir-se o local. A inspeção deverá ser feita fincando-se uma barra de ferro ou um trado no solo, para verificar se a profundidade desejada pode ser alcançada facilmente ou se a camada rochosa está próxima da superfície.

Em solos arenosos, não se deve usar no revestimento do Ta materiais flexíveis como, por exemplo, as lonas plásticas, devido a instabilidade nos taludes.

Preparo da área — Caso seja necessário efetuar desmatamento, esta operação deve ser seguida da eliminação de raízes e da raspagem do solo. A escolha do local e o preparo da área são comuns a todos os tipos.

Demarcação — Preparado o local, deve-se colocar os piquetes para delimitar o Ta e a Ac, caso esta seja no solo. Para o Ta com a forma cúbica cravam-se quatro piquetes de acordo com as dimensões determinadas para o comprimento e a largura do tanque.

Para as cisternas com a forma tronco-piramidal, cravam-se piquetes demarcando tanto a área de base maior como a de base menor. Quando o Ta for revestido com lona de PVC ou de polietileno, a área deverá ser demarcada com os mesmos valores determinados. Já em alvenaria é necessário considerar a espessura das paredes já rebocadas.

Para cisternas de forma cilíndrica, com lona de PVC, marcam-se de acordo com dimensões do fabricante, enquanto que em blocos pré-moldados deve-se cravar um piquete no centro do terreno onde foi escolhido o local da cisterna e, em seguida, com uma corda, circular o terreno, cravando-se piquetes sempre que se achar necessário. Lembrar que esta corda deve ter dimensão igual ao raio interno da cisterna mais a espessura da parede (depois de rebocada) e mais 0.50m, que é o espaço que permite ao pedreiro trabalhar na face externa da mesma. Por exemplo: uma cisterna com raio interno de 1.80m deverá ser marcada com uma corda de 2.42m que representa a soma do raio interno (1.80m), dos rebocos interno e externo (0.05m), da espessura da parede (0.07m), mais 0.50m. O reboco externo serve como proteção da ferragem de amarração da parte externa.

Recomenda-se, nas três formas, que os piquetes sejam interligados através de cordões para facilitar a escavação.

Escavação do Ta — O corte do terreno deve ser vertical, de modo que as dimensões sejam mantidas até a profundidade desejada. Qualquer alteração dessas medidas modifica, também, a capacidade de armazenamento do tanque e dificultará seu revestimento. Nas cisternas de forma tronco de pirâmide deve-se cavar primeiro a área delimitada pela base menor. Em seguida, fazem-se as escavações laterais no interior do tanque até conseguir a abertura total da base maior. As escavações devem ser de tal forma que se obtenha a declividade ideal para as paredes do tanque de acordo com o talude estabelecido (1.5:1). Essa declividade deve formar uma superfície plana entre as bases maior e menor do Ta. Para as cisternas em alvenaria deve-se considerar as dimensões calculadas mais a espessura de cada parede depois de rebocada, seja em tijolo maciço ou pré-moldado.

Para as cisternas de forma cilíndrica, em solos pesados, recomenda-se aumentar o raio, e, conseqüentemente, diminuir a altura, pois é importante, para a segurança da cisterna, que a mesma fique semi-enterrada ou totalmente subterrânea.

Para reservatórios semi-enterrados considerar a profundidade de escavação igual a 2/3 da altura total do reservatório.

Uniformização do corte — Para as cisternas de lonas plásticas, após a escavação, rebocar as paredes, para eliminar totalmente pontas de pedras, raízes e outras saliências. Em alguns casos este reboco pode ser feito com uma mistura de barro e água; em outros, é necessário uma argamassa de cimento, areia e barro, no traço 1:3:8.

Valeta de fixação — Abrir uma valeta em torno do Ta, de onde partirá a parede externa de suporte a cobertura. No caso do revestimento da Ta ser em lona de PVC ou polietileno fixar as extremidades desse material. A valeta deve ser aberta a pelo menos 0.20m das extremidades da base maior do Ta. Nesta valeta poderá ser construída uma sapata com tijolo maciço de uma vez, ou ser preenchida com concreto simples, no traço 1:2:3 (cimento, areia e brita ou seixo rolado), que servirá de base para elevação da alvenaria da parede externa.

Piso — Para regularização do piso deve-se colocar uma camada de areia (colchão de areia), com espessura mínima de 0.05m, depois de compactada, para evitar que pedras, raízes etc. danifiquem a lona e a laje do piso fique uniforme.

Construção do tanque de armazenamento (Ta)

— Em lona de PVC com 0.6mm de espessura

Colocação da lona de PVC — As cisternas de lona de PVC já vêm com o tanque pré-dimensionado pelo fabricante, de acordo com o solicitante. Portanto, é necessário apenas colocá-la. Suas extremidades devem ser fixadas na valeta, de onde deve ser iniciada a parede de suporte à cobertura.

— Em lona polietileno, tela de arame e argamassa (argamassa armada)

Colocação da lona de polietileno — A lona plástica deve ser colocada no sentido longitudinal (comprimento). À medida em que o plástico é desenrolado, colocam-se tijolos ou outros pesos, na bordadura e no piso do tanque, para prender a lona, que deve ficar um pouco folgada.

Colocação da tela de arame — A tela de arame tem a finalidade de melhorar o desempenho da argamassa no caso de fissuras, devido à armadura de arame envolta com a argamassa. Deve ser colocada no sentido da largura do tanque. Prendendo-se uma das extremidades na valeta de fixação e estendendo-se a tela, primeiro sobre uma das paredes, seguindo-se depois o piso e a parede oposta.

Feito isto, corta-se a tela e repete-se a operação, até recobrir todo o tanque, de maneira que suas laterais fiquem superpostas cerca de 0.03m, pelo menos. As telas são emendadas através de fios de arame, devendo-se evitar que as pontas destes fiquem expostas no interior do tanque e perfurem a lona.

Piso de concreto — Colocadas a camada de areia compactada, a lona e a tela, forma-se um piso de concreto simples, com 0.05m de espessura. Este piso, que deve ficar nivelado, serve para suportar o peso da água sem comprometer a estrutura do tanque. É feito com cimento, areia de textura média ou grossa e brita ou seixo rolado, na proporção (traço) 1:3:5, respectivamente.

As demais etapas de construção do tanque só devem ser iniciadas após a “cura” do concreto do piso, o que ocorre em pelo menos 24 horas depois de concluída a concretagem. Durante esse intervalo, o piso deve ser molhado constantemente, para garantir uma boa cura e reduzir o risco de rachaduras.

Ajuste da lona e da tela — Quando o piso de concreto atingir o ponto de cura, procede-se ao ajuste da tela. Isto é feito puxando-se apenas as extremidades da tela, enquanto a lona deve permanecer folgada nas paredes. As extremidades da tela e da lona são imediatamente introduzidas na valeta de fixação.

Revestimento com argamassa — Para aumentar a durabilidade da lona de polietileno e reduzir os riscos de perdas de água por infiltração, devido a eventuais vazamentos, deve-se revestir o tanque também com uma camada de argamassa (cimento + areia, na proporção de 1:4), com espessura em torno de 0.02m. Esta etapa deve ser iniciada e concluída no mesmo dia.

Para aumentar o efeito impermeabilizante da parede, faz-se uma aplicação de sika-2, cimento e água, na proporção 1:1:3, respectivamente. Esta aplicação deverá ser realizada antes que a argamassa do revestimento atinja a cura total. É necessário, também, molhar as paredes laterais do tanque uma vez por dia ou, se possível, colocar água até pelo menos 1/4 de sua capacidade, logo que esteja concluída, para evitar eventuais rachaduras.

— Em alvenaria de tijolo maciço ou blocos pré-moldados

Escavado o caixão do Ta deve-se iniciar as etapas de construção pelo piso.

Piso — Quando o colchão de areia estiver compactado, revestir o piso com concreto simples com espessura de 0.10m e com um traço de 1:3:5 (cimento, areia, brita ou seixo rolado), que deverá ser constantemente molhado.

Para as cisternas em tijolos pré-moldados, a laje do piso deverá ser em concreto armado com ferro Ca-24 de 3/16. O diâmetro da base deve ser igual ao diâmetro interno da cisterna acrescido de 0.34m. O traço utilizado é 1:3:6 (cimento, areia e brita), lançado e regularizado.

Tijolo pré-moldado — Fabricados em concreto simples no traço de 1:4:6 (cimento, areia e brita), estes tijolos apresentam ligeira curvatura que acompanham a forma circular da cisterna. Durante sua confecção deve-se molhá-los constantemente para evitar retração e a perda de água que se verifica no processo de cura. Recomendam-se as dimensões de 0.60m de comprimento, 0.40m de altura e espessura de 0.07m, para facilitar o trabalho do pedreiro.

Um tijolo moldado, em dimensões maiores, implicará aumento de peso e dificultará a sua colocação.

Parede — Com tijolo de uma vez, argamassa de cimento e areia, com traço de 1:4 e espessura de 0.20m. Esta parede deve ser levantada acompanhando o corte do talude de 1.5:1. Caso o corte no terreno não tenha sido regular, devem-se preencher os espaços vazios entre a parede de alvenaria, que deverá ser alinhada, e o terreno com argamassa, pedaços de tijolos, pedras etc. Os tijolos devem estar ligeiramente molhados antes da aplicação para uma melhor aderência com a argamassa de rejuntamento e, as juntas não devem exceder 0.02m. Procurar manter estas paredes na máxima verticalidade possível, para evitar que haja excesso de argamassa no revestimento que facilita o aparecimento de fissuras.

As amarrações ou encontros de paredes devem ser feitas com bastante cuidado e jamais deverão ser utilizados tijolos que não estejam bem cozidos. A argamassa deverá ser espalhada em toda a face do tijolo e o excesso retirado imediatamente após o assentamento do tijolo.

No assentamento dos tijolos pré-moldados, usa-se argamassa de cimento e areia no traço 1:4. A cada fiada assentada, colocam-se em volta da alvenaria, 2 ferros Ca-24 de 3/16” de diâmetro para amarração com espaçamento de 0.20m entre eles.

Revestimento — No revestimento do Ta deve-se usar argamassa de cimento e areia no traço de 1:3 (cimento : areia), com impermeabilizante. A proporção é de 1:15, ou seja, 1 kg do produto impermeabilizante para 15 litros de água. Assim, para um traço de 1:3, em que se utiliza cerca de 28 litros de água para 1.0m³ de argamassa, usa-se 1.86 kg do produto impermeabilizante. Antes do reboco deve-se chapiscar uniformemente todas as paredes internas, em seguida rebocar tanto as paredes internas como as externas. O chapisco deverá ser no

mesmo traço do reboco, sendo também utilizado no contra-piso. Internamente não deverá ter nenhuma aresta viva. Aplicar depois do reboco duas demãos de nata de cimento. É indispensável o processo de molhação das paredes, ou mesmo que fique, permanentemente, uma lâmina de água armazenada no reservatório.

Filtro interno (Fi)

A base do filtro interno deve ficar inclinada em direção ao interior da cisterna, com altura mínima em um de seus lados de 10cm. Deve estar localizado a uma distância de 1m de uma das paredes laterais menores, o que se consegue através da construção de uma parede de tijolo sem reboco. Até uma altura de 0.50m, os tijolos devem ser superpostos, de forma intercalada, rejuntados apenas nas extremidades para permitir a passagem (fluxo) da água em direção ao material filtrante (Figura 11).

No centro da área, limitada por três paredes laterais do filtro e pela parede do Ta, coloca-se um tubo de PVC, na posição vertical, que vai até à altura do nível do solo. A extremidade inferior do tubo deve ser previamente perfurada (perfurações com diâmetro de 3/4”), até uma altura de 0.50m para permitir a passagem da água filtrada. O diâmetro do tubo, 4, 6 ou 8 polegadas, varia em função da bomba manual que será usada. A tubulação de sucção da bomba deve penetrar no tubo até uma profundidade de 10cm acima do nível do piso. Este tubo de PVC pode ser substituído por um pequeno reservatório de alvenaria.

Em volta da base do tubo, o material filtrante deve ser colocado em camadas superpostas na seguinte ordem: brita ou seixo rolado, carvão vegetal, areia grossa e areia fina. Cada camada, de no mínimo 0.10m de espessura, deve estar disposta de acordo com a Figura 11, para permitir que a água oriunda de qualquer direção passe pelo processo integral de filtragem. A última camada, de areia fina, deve ocupar todo o espaço restante do caixão do tanque de filtragem. O filtro interno da cisterna pode ser substituído por um filtro caseiro.

Parede externa — (Base da cobertura) — Ao nível do solo, sobre a extremidade superior das paredes laterais, constrói-se uma sapata (com tijolo de uma vez ou em concreto simples no traço de 1:2:3) circundando todo o tanque de armazenamento. Sobre esta sapata, levanta-se uma parede (com tijolo de meia vez) que irá suportar a cobertura. Para que a cobertura funcione também como área de captação, é necessária uma declividade voltada em direção à área de captação. Para isso, a parede do lado do filtro externo deve ter uma altura em torno de 0.80m e a do lado oposto em torno de 1.0m.

A sapata deve ser construída ao redor de todo o tanque de armazenamento a uma distância de pelo menos 0.20m da borda.

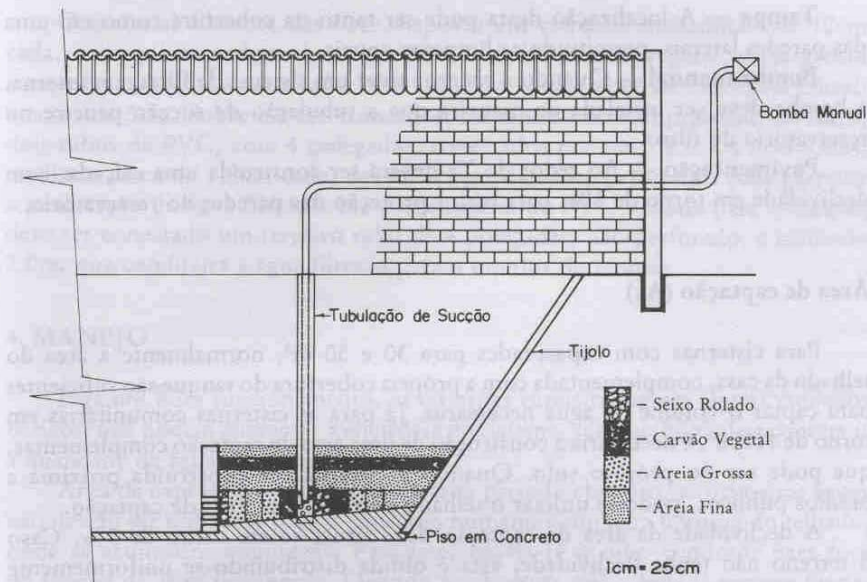


FIG. 11. Detalhe do filtro interno com a disposição do material filtrante.

Cano-ladrão do tanque (sangradouro) — Durante a construção da sapata, coloca-se um tubo de PVC de 4 polegadas, em substituição a um dos tijolos. Este tubo deve ser localizado sobre uma das paredes laterais, diferente daquela que está em contato com o filtro externo, para escoamento de excedentes de água. Na extremidade externa do cano-ladrão, deve-se colocar um ralo ou tela para evitar a entrada de insetos.

Cobertura — A cobertura pode ser de telhas comuns apoiadas em caibros, ripas e linhas, de fibrocimento, laje pré-moldada etc., de acordo com os materiais disponíveis no local. Nas cisternas de tijolo pré-moldado cilíndricas, a cobertura mais recomendada é a laje pré-moldada ou de placas de concreto, no traço de 1:3:2.

Arejadores — Para manter a água com taxa de oxigênio e temperatura satisfatórias para consumo, são instalados dois arejadores sobre a cobertura ou na parede externa. Estes arejadores, podem ser joelhos com 4" de diâmetro, de PVC ou de manilha, ou ralos, que são colocados um na direção do vento e o outro no sentido contrário, e são fixados no telhado, ou na parede externa, por um rejunte de cimento. A extremidade externa de cada arejador deve conter um tampão protetor, que pode ser uma tela de malha fina.

Tampa — A localização desta pode ser tanto na cobertura como em uma das paredes laterais, permitindo as limpezas anuais.

Bomba manual — Quando a cisterna tiver um sistema de filtragem interna, a bomba deve ser instalada de maneira que a tubulação de sucção penetre no reservatório do filtro.

Pavimentação — Ao redor do Ta deverá ser construída uma calçada, com declividade em torno de 5%, para maior proteção das paredes do reservatório.

Área de captação (Ac)

Para cisternas com capacidades para 30 e 50 m³, normalmente a área do telhado da casa, complementada com a própria cobertura do tanque são suficientes para captar o volume de água necessário. Já para as cisternas comunitárias em torno de 100 m³, é necessária a construção de uma área de captação complementar, que pode ser no próprio solo. Quando a cisterna for construída próxima a prédios públicos, pode-se utilizar o telhado destes como áreas de captação.

A declividade da área de captação deve situar-se em torno de 3%. Caso o terreno não tenha declividade, esta é obtida distribuindo-se uniformemente o material escavado do tanque de armazenamento, que deverá ser compactado e revestido com um contra-piso de pedras e argamassa de cimento e areia. Este tipo de revestimento permite que no período de colheita essa área sirva também como secador de grãos.

Todas as partes da Ac devem convergir para o filtro externo, a fim de evitar a formação de poças de água, principalmente junto à parede do Ta, para prevenir problemas na estrutura da parede.

Toda área de captação deve ser delimitada por uma parede de tijolo, em torno de 0.20m de altura.

Filtro externo (Fe)

A um metro da parede externa em direção da área de captação deve-se fazer uma escavação com as dimensões médias de 3 x 1 x 0.4m para construção do filtro externo. Após a escavação levanta-se uma parede em alvenaria, desde a base inferior do filtro até a superfície, e faz-se um piso cimentado no filtro para evitar vazamentos.

O material filtrante deve ser disposto em camadas horizontais de 10cm cada, na seguinte ordem: brita ou seixo rolado, carvão vegetal, areia grossa e areia fina. A primeira camada, brita ou seixo rolado deve ser colocada, inicialmente, até 5cm. Sobre ela são colocados, no sentido do comprimento do filtro, dois tubos de PVC, com 4 polegadas, conectados por um “T”. Os dois tubos, medindo cerca de 1,20m cada, devem ser previamente perfurados para permitir a penetração da água filtrada. Na parte central do “T”, voltada para o tanque, deve ser conectado um terceiro tubo de 4 polegadas, não perfurado, e medindo 2.0m, que conduzirá a água filtrada para o interior do tanque.

4. MANEJO

Para um bom funcionamento, as cisternas rurais requerem alguns cuidados básicos, que podem aumentar a eficiência do sistema, sua durabilidade e conservar a qualidade da água por maior tempo.

Área de captação — No início de cada período chuvoso, as primeiras águas não devem ser utilizadas para o consumo humano e sim para limpeza do telhado, onde se acumulam impurezas. Para isto, desvia-se o tubo condutor para fora do tanque de armazenamento. Quando se observar que a água já escorre limpa, coloca-se novamente o tubo na posição normal.

Quando a Ac for no próprio solo é necessário ser cercada para evitar estragos, provocados por animais e/ou pessoas. Com isso, previne-se, também, a possibilidade de que impurezas venham comprometer a qualidade da água.

Antes de cada período chuvoso, é necessária uma limpeza geral na Ac, retirando o material (impureza) mais grosseiro. Quando a cobertura da Ac for de gramínea, a limpeza deve incluir um roço para facilitar a produção do escoamento superficial.

Condutores — Deve-se verificar periodicamente as condições das calhas, para identificar vazamentos ou outros problemas que provoquem desperdício de água. Deve-se conferir, logo nas primeiras chuvas se a água escoar normalmente pelos tubos que conduzem a água do filtro externo para o interior do tanque. Caso seja observada alguma anormalidade, deve-se procurar a orientação de um pedreiro ou de um técnico.

Tanque de armazenamento — Deve ser mantido sempre coberto e a tampa ou janela deve permanecer bem travada, para evitar a criação de algas (lodo) devido a entrada da luz, entrada e acúmulo de sujeira, acidentes com pessoas e animais, e para reduzir as perdas por evaporação. Deve-se lavar o tanque sempre que for necessário.

Qualidade da água para consumo humano

A água para uso residencial destina-se a atender necessidades imediatas (consumo direto) e finalidades domésticas (cozimento de alimentos, lavagens diversas etc.). Os principais critérios utilizados para avaliação de sua qualidade tratam com relevância dos aspectos sanitários e de higiene, daí os padrões de potabilidade incluem fatores estéticos como ausência de cor (incolor) e de odor (inodora).

O consumo de água sanitariamente segura, isto é, que observa os padrões de potabilidade, evita o aparecimento de males e distúrbios que são atribuídos a uma água de má qualidade, dentre os quais pode-se enumerar: 1) cólera; 2) leptospirose; 3) febre tifóide; 4) dracontíase; 5) schistosomose; 6) hepatite infecciosa; 7) disenteria bacilar e amebiana; e 8) febre paratífóide, tularemia, echinococose, paralisia infantil, além de várias doenças diarreicas.

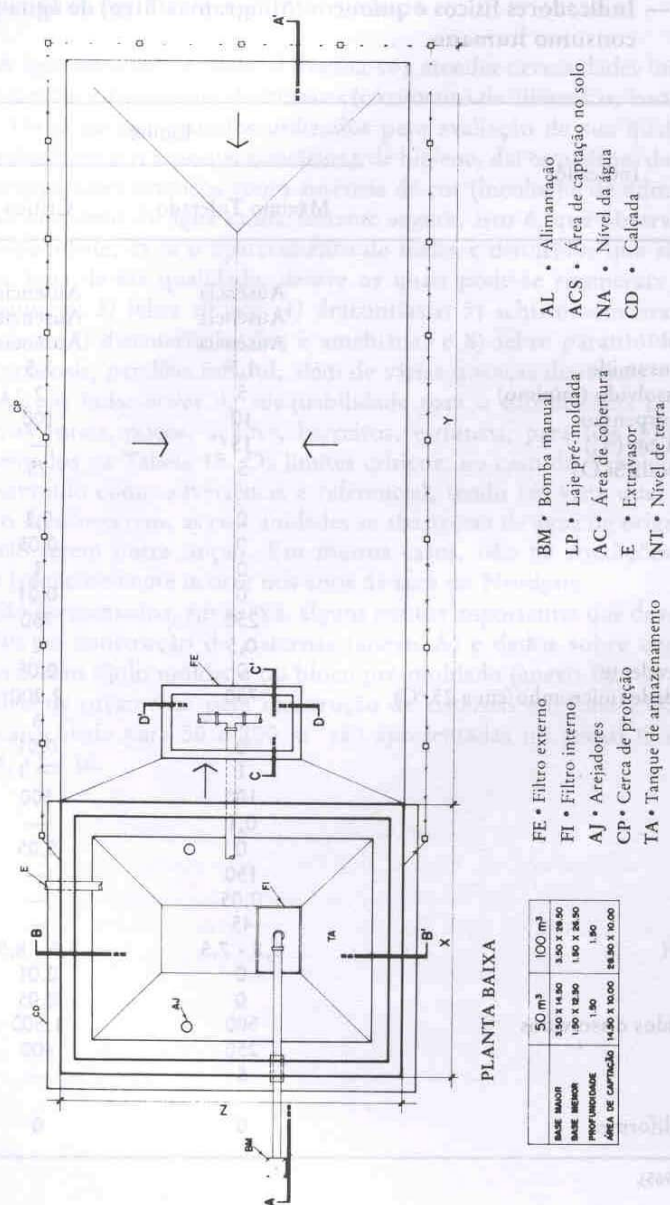
Alguns indicadores de adequabilidade para o uso de água proveniente de cisternas rurais, poços, açudes, barreiros, e outros, para fins domésticos, são apresentados na Tabela 15. Os limites críticos, no caso do Trópico Semi-árido, vêm servindo como advertência e referencial, tendo em vista que, mesmo com o risco de adoecerem, as comunidades se abastecem de água de origem duvidosa, por não terem outra opção. Em muitos casos, não há condições de escolha, o que freqüentemente ocorre nos anos de seca no Nordeste.

São apresentados, em anexo, alguns pontos importantes que devem ser considerados na construção de cisternas (anexo A) e dados sobre construções de cisternas com tijolo moldado ou bloco pré-moldado (anexo B). Planilhas de orçamento para construção de cisternas em lona PVC e alvenaria com capacidade para 50 e 100 m³ são apresentadas no anexo C e figuras 12, 13, 14, 15 e 16.

TABELA 15 — Indicadores físicos e químicos (Miligramas/litro) de água para consumo humano.

| Indicador | Limite | |
|---|-----------------|-----------|
| | Máximo Tolerado | Crítico |
| FÍSICO | | |
| — Cor | Ausência | Ausência |
| — Odor | Ausência | Ausência |
| — Gosto | Ausência | Ausência |
| — Oxigênio consumido | 1,5 | 3,5 |
| — Oxigênio dissolvido (mínimo) | 5 | 2 |
| — Sólidos em suspensão | 10 | 100 |
| — Temperatura em (°C) | 15 | — |
| — Turbidez (escala Si O) | 5 | 25 |
| QUÍMICO | | |
| — Amônia | 0 | 0,1 |
| — Arsênico | 0 | 0,05 |
| — Bário | 0 | 1 |
| — Cádmio | 0 | 0,01 |
| — Cloreto | 250 | 750 |
| — Cloro livre | 0,5 | 2 |
| — Cromo hexavalente | 0 | 0,05 |
| — Condutibilidade (micromho/cm a 25 °C) | 750 | 2.200 |
| — Cobre | 1 | 3 |
| — Cianido | 0 | 0,01 |
| — Fluoreto | 1 | > 1 |
| — Dureza | 100 | 500 |
| — Ferro | 0,1 | — |
| — Chumbo | 0 | 0,05 |
| — Magnésio | 150 | — |
| — Manganês | 0,05 | — |
| — Nitrato | 45 | — |
| — Escala de pH | 6,8 - 7,5 | 6,5 - 8,5 |
| — Selênio | 0 | 0,01 |
| — Prata | 0 | 0,05 |
| — Total de sólidos dissolvidos | 500 | 1.500 |
| — Sulfato | 250 | 400 |
| — Zinco | 5 | — |
| BIOLÓGICO | | |
| — Índice de coliformes | 0 | 0 |

FONTE: Logan (1965).



| | 50 m ³ | 100 m ³ |
|------------------|-------------------|--------------------|
| BASE MAIOR | 3,50 x 14,50 | 3,50 x 28,50 |
| BASE MENOR | 1,50 x 12,50 | 1,50 x 24,50 |
| PROFUNDIDADE | 1,50 | 1,50 |
| ÁREA DE CAPTAÇÃO | 14,50 x 10,00 | 28,50 x 10,00 |

PLANTA BAIXA

- FE • Filtro externo
- FI • Filtro interno
- AJ • Arejadores
- CP • Cerca de proteção
- TA • Tanque de armazenamento
- BM • Bomba manual
- LP • Laje pré-moldada
- AC • Área de cobertura
- E • Extravasor
- NT • Nivel de terra
- AL • Alimentação
- ACS • Área de captação no solo
- NA • Nivel da água
- CD • Calçada

FIG. 12. Planta baixa de cisterna rural com área da captação no próprio solo e capacidade para 50 e 100m³.

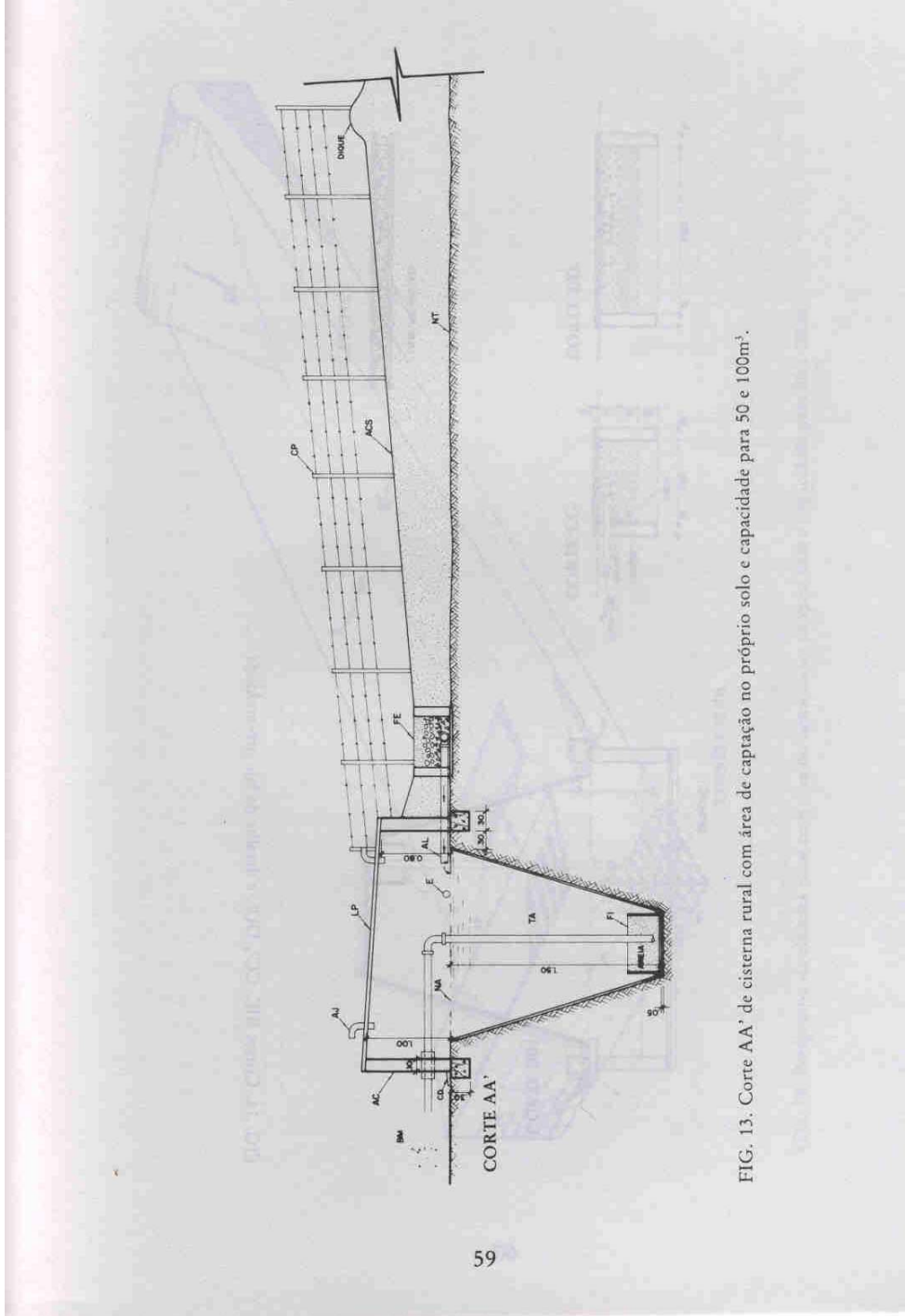


FIG. 13. Corte AA' de cisterna rural com área de captação no próprio solo e capacidade para 50 e 100m³.

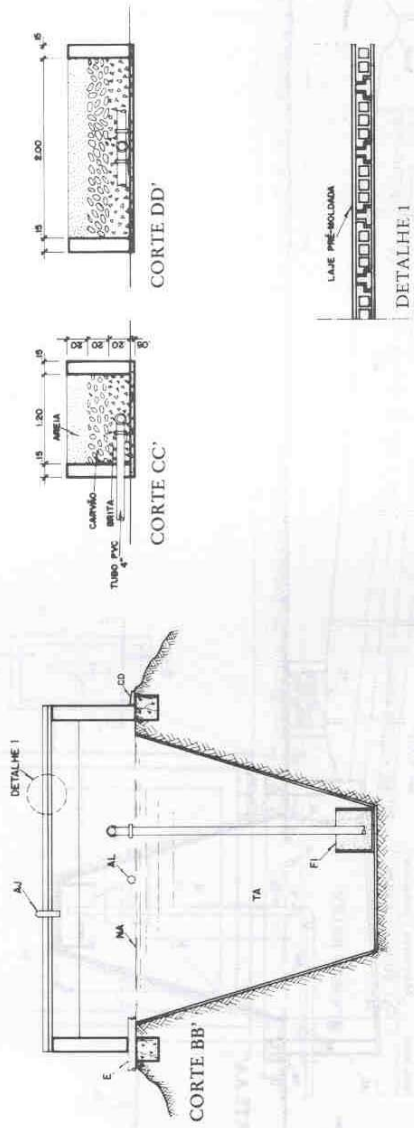


FIG. 14. Cortes BB', CC', DD', e detalhe da laje pré-moldada.

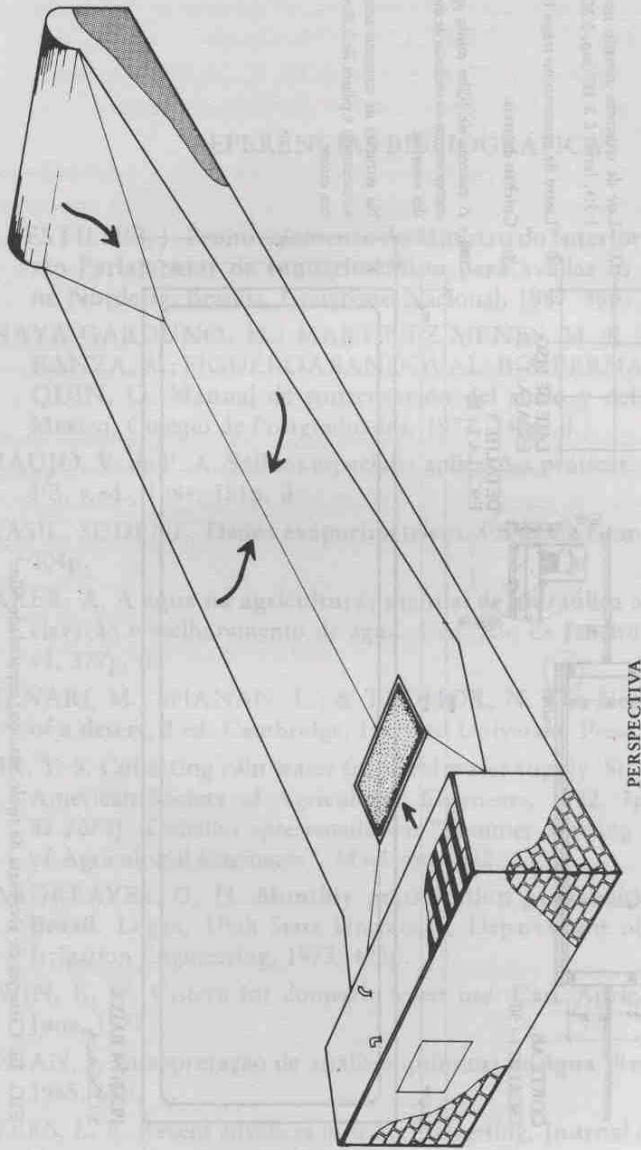


FIG. 15. Perspectiva da cisterna rural com área de captação no próprio solo e capacidade para 50 e 100m³.

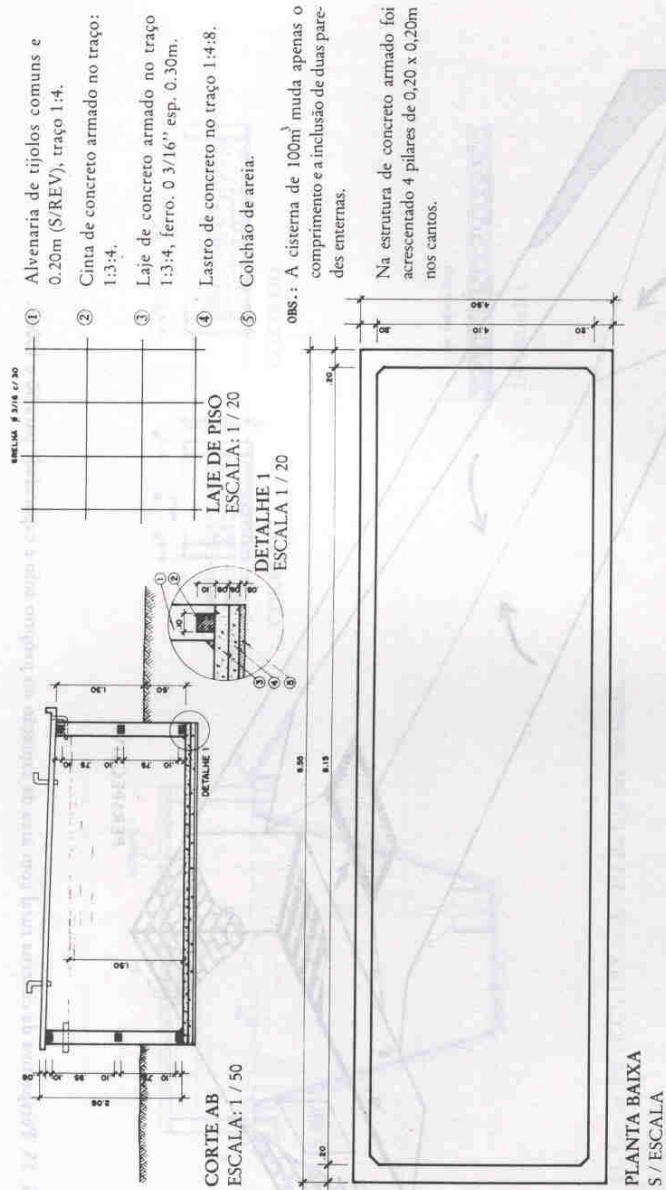


FIG. 16. Cisterna de alvenaria de tijolo maciço, capacidade 50m³.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES FILHO, J. **Pronunciamento do Ministro do Interior perante a Comissão Parlamentar de Inquérito Mista para avaliar os prejuízos da seca no Nordeste.** Brasília, Congresso Nacional, 1987. 38p.
- ANAYA GARDUNO, M.; MARTINEZ MENES, M. R.; TRUEBA CARRANZA, A.; FIGUEROA SANDOVAL, B. & FERNANDEZ MARROQUIN, O. **Manual de conservación del suelo y del agua.** Chapingo, Mexico, Colegio de Postgraduados, 1977. 248p. il.
- ARAÚJO, V. de P. A. **Sólidos espaciais: aplicações práticas.** Campina Grande, PB, s.ed., 1984. 151p. il.
- BRASIL. SUDENE. **Dados evaporimétricos.** Campina Grande, PB, 1974. v.1, 204p.
- DAKER, A. **A água na agricultura; manual de hidráulica agrícola: captação, elevação e melhoramento de água.** 4 ed. Rio de Janeiro, F. Bastos, 1973. v2, 377p. il.
- EVENARI, M.; SHANAN, L.; & TADMOR, N. **The Negev: the challenge of a desert,** 2 ed. Cambridge, Harvard University Press, 1982. 437p. il.
- FOX, Y. S. **Collecting rain water for rural water supply.** St. Joseph, Michigan, American Society of Agricultural Engineers, 1982. 7p. (ASAE. Paper, 82-2070). Trabalho apresentado em "Summer Meeting American Society of Agricultural Engineers", Madison, 1982.
- HARGREAVES, G. H. **Monthly precipitation probabilities for Northeast Brazil.** Logan, Utah State University, Department of Agricultural and Irrigation Engineering, 1973. 423p.
- IRWIN, R. W. **Cistern for domestic water use.** *Can. Agric. Eng.* 19(1):12-4, June, 1977.
- LOGAN, J. **Interpretação de análises químicas de água.** Recife, PE, USAID, 1965, 67p.
- MYERS, L. E. Recent advances in water harvesting. *Journal of Soil and Water Conservation*, 22(3):95-7, May/June, 1967.

- NUNES, R. de P.; BEZERRA, F. F. & PEREIRA, O. J. **Módulos familiares de resistência à seca**; novo enfoque para os programas de emergência: sugestões. Brasília, D.F., EMBRAPA, 1980. 10p. il.
- PEREIRA, O. J.; PAIVA, J. B. & ANDRADE, E. M. de. Rendimento da captação de água de chuva pelas cobertas de telhas de barro. **Ci. Agron.**, Fortaleza, CE, 14(1/2):91-6, 1983.
- REBOUÇAS, A. da C. **Guia para obtenção de água de boa qualidade para consumo humano no meio rural**. s.n.t. 14p. il. Trabalho apresentado no Simpósio Brasileiro do Trópico Semi-Árido, Olinda, PE, 1982.
- SALVETTI, M. G. **O polietileno na agropecuária brasileira**. 2 ed. Porto Alegre, RS, Pallotti, 1983. 154p. il.
- SAUNDERS, R. J. & WARFORD, J. J. **Abastecimento de água em pequenas comunidades**: aspectos econômicos e políticos nos países em desenvolvimento. Rio de Janeiro, ABES, 1983. 252p. Convênio.
- SILVA, A. de S. & PORTO, E. R. **Utilização e conservação dos recursos hídricos em áreas rurais do Trópico Semi-Árido do Brasil**; tecnologias de baixo custo. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, 1982, 128p. il. (EMBRAPA-CPATSA, Documentos, 14).

ANEXOS

A) PONTOS IMPORTANTES QUE DEVEM SER CONSIDERADOS NA CONSTRUÇÃO DE CISTERNAS RURAIS

01. Em solos arenosos não construir cisternas de argamassa armada (lona de polietileno, tela de arame e argamassa de cimento e areia) e lona de PVC.
02. Regularizar o fundo das escavações com um colchão de areia bem compactado e espessura mínima de 0.05m.
03. Revestir e retirar pedras e raízes localizadas nas paredes de escavação (cisternas de argamassa armada e manta de PVC).
04. Proteger com cerca de arame ou muro a área de captação no solo.
05. Molhar tijolos e blocos quando for assentá-los.
06. Chapiscar todas as paredes internas (no mesmo traço do reboco) antes do revestimento.
07. Não deixar nenhuma aresta viva.
08. Molhar constantemente as paredes internas e o piso depois de pronto durante 20 dias, no mínimo.
09. Em toda cisterna colocar uma lâmina d'água com altura mínima de 15cm.
10. Construir uma calçada com declividade de 5% e largura de 50cm para proteção contra infiltrações.
11. Aplicar duas demãos de nata de cimento nos revestimentos internos.
12. Procurar construir reservatórios sempre semi-enterrados ou totalmente subterrâneos.
13. O revestimento deverá ser feito sempre de uma única vez evitando-se emendas.
14. O concreto que serve para preencher a valeta de fixação nas cisternas de argamassa armada e lona de PVC servirá também como base para a alvenaria de cobertura.
15. O revestimento externo das cisternas cilíndricas serve como proteção para a ferragem de amarração.
16. Não construir reservatórios com blocos de cerâmica vazado, utilizá-los somente na parede externa.

B) DADOS SOBRE CONSTRUÇÕES DE CISTERNAS TIJOLO MOLDA-
DO OU BLOCO PRÉ-MOLDADO (0.60 x 0.40 x 0.07)m

| Quantidade por m ² | Materiais por Unidade | | |
|----------------------------------|-----------------------|-----------|-----------|
| | Cimento/kg | Areia (l) | Brita (l) |
| 4,0 | 3,0 | 11,5 | 13,5 |

Alvenaria de Tijolos

| Forma de Assentamento | Quantidade por m ² | Litros de Argamassa por m ² assentamento | Litros de Argamassa por m ² (reboco) |
|---------------------------------|-------------------------------|---|---|
| Tijolo maciço 1/2 vez | 65 | 28 | 25 |
| Tijolo maciço dobrado | 145 | 43 | 25 |
| Bloco cerâmico 06 furos 1/2 vez | 30 | 16 | 25 |
| Bloco cerâmico dobrado | 52 | 40 | 25 |
| Tijolo moldado no local | 4 | 28 | 25 |

Consumo de Materiais por m³ Concreto

| Traço ou Volume | Altura das Padiolas (cm) | | Materiais | | | | Impermeabilizante Relação (kg/l) Imperm. kg/água (l) |
|-----------------------|-----------------------------|-------|-----------|-------|-------|------|---|
| | | | Cimento | Areia | Brita | Água | |
| | Areia | Brita | (kg) | (l) | (l) | (l) | |
| 1:1:2 | 28.7 | 22.4 | 514 | 363 | 726 | 226 | 9 |
| 1:1.5:3 | 21.5 | 33.6 | 387 | 409 | 818 | 189 | 7.5 |
| 1:2:3 | 28.7 | 33.6 | 344 | 486 | 728 | 210 | 8.5 |
| 1:2.5:3 | 23.9 | 33.6 | 319 | 562 | 674 | 207 | 8 |
| 1:2:4 | 29.7 | 22.4 | 297 | 420 | 840 | 202 | 8 |
| 1:2.5:5 | 23.9 | 28.0 | 246 | 435 | 870 | 195 | 7.5 |
| 1:3:6 | 28.7 | 33.6 | 208 | 441 | 882 | 198 | 8 |
| 1:4:6 | 28.7 | 29.9 | 189 | 682 | 800 | 194 | 7.5 |

OBS.: As dimensões da base da padiola será sempre 0.45 x 0.35 m.

Consumo de Materiais por m³ de Argamassa (Cimento e Areia)

| Traço ou Volume | Materiais | | | Impermeabilizante Imperm. (kg): Água (l) |
|-----------------------|-----------------|--------------|-------------|--|
| | Cimento (kg) | Areia (l) | Água (l) | |
| 1:1 | 780 | 640 | 360 | 24 |
| 1:3 | 400 | 980 | 280 | 18 |
| 1:4 | 321 | 1.050 | 260 | 17 |
| 1:5 | 270 | 1.100 | 240 | 16 |
| 1:8 | 180 | 1.200 | 240 | 16 |

C) PLANILHA DE ORÇAMENTO

CISTERNA: 50 m³ ESPECIFICAÇÃO: Revestimento em Lona PVC.

| Item | Discriminação | Unidade | Quant. |
|------|---|----------------|--------|
| 01 | SERVIÇOS PRELIMINARES | | |
| 1.01 | Escavação manual (até 2,00 m) | m ³ | 54 |
| 1.02 | Regularização de taludes com argamassa de cimento, areia e barro no traço 1:3:8 | m ² | 17 |
| 02 | PAVIMENTAÇÃO | | |
| 2.01 | Colchão de areia | m ³ | 01 |
| 2.02 | Manta PVC — Vinimanta 0.6 mm | unid. | 01 |
| 03 | ESTRUTURAS DE CONCRETO | | |
| 3.01 | Concreto de Fundação | m ³ | 3,5 |
| 3.02 | Concreto armado das cintas | m ³ | 0,6 |
| 3.03 | Laje pré-moldada para forro, c/capeamento de 3 cm | m ² | 69 |
| 04 | ALVENARIA | | |
| 4.01 | Alvenaria de tijolos 8 furos (e = 0,10 m), rejuntamento c/argamassa 1:4 | m ² | 35 |
| 05 | REVESTIMENTO | | |
| 5.01 | Chapisco, traço 1:4, cimento e areia | m ² | 70 |
| 5.02 | Reboco, traço 1:4, cimento e areia c/100 kg de cimento | m ² | 35 |
| 06 | PINTURA | | |
| 6.01 | Caiação, em 03 demãos | m ² | 35 |
| 07 | SERVIÇOS DIVERSOS | | |
| 7.01 | Calçada | ml | 25 |
| 7.02 | Calha de tijolos comuns | ml | 16 |
| 7.03 | Calha de zinco | ml | 20 |
| 7.04 | Condutor de PVC 4" | ml | 18 |
| 7.05 | Joelho de PVC 4" | unid. | 06 |
| 7.06 | Bomba manual | unid. | 01 |
| 7.07 | Tubo de PVC 3/4" | ml | 06 |
| 7.08 | Curva de PVC 3/4" | unid. | 01 |
| 7.09 | Válvula de Pé 3/4" | unid. | 01 |

C) PLANILHA DE ORÇAMENTO (Continuação)

| Item | Discriminação | Unidade | Quant. |
|------|---|----------------|--------|
| 7.10 | Filtro externo | unid. | 01 |
| 7.11 | Filtro interno | unid. | 01 |
| 7.12 | Janela de concreto | unid. | 10 |
| 08 | ÁREA DE CAPTAÇÃO NO SOLO | | |
| 8.01 | Escavação manual | m ³ | 25 |
| | — aterro compactado | m ³ | 75 |
| | — revestimento c/solo — cimento (ou) | | |
| | — piso cimentado | m ² | 75 |
| 8.02 | Cerca de proteção (estacas de madeira, c/8 fios de arame) | ml | 28 |

* ml = metro linear

DIMENSÕES

- Base Maior: 3,50 x 14,50 m
- Base Menor: 1,50 x 12,50 m

- ALTURA: 1,50 m

OUTROS DADOS

- Alt. Colchão areia: 5 cm
- Vala de Fundação — SEÇÃO: 0.30 x 0.30 m
- Alvenaria Cobertura:

- ALTURAS: 1,00 m e 0.80 m

- ESPESSURA: 0,10 m (s/Rev.)

PLANILHA DE ORÇAMENTO

CISTERNA: 100 m³ ESPECIFICAÇÃO: Revestimento em Manta PVC.

| Item | Discriminação | Unidade | Quant. |
|------|---|----------------|--------|
| 01 | SERVIÇOS PRELIMINARES | | |
| 1.01 | Escavação manual (até 2,00 m) | m ³ | 107 |
| 1.02 | Regularização de taludes com argamassa de cimento, areia e barro no traço 1:3:8 | m ² | 32 |
| 02 | PAVIMENTAÇÃO | | |
| 2.01 | Colchão de areia | m ³ | 02 |
| 2.02 | Manta PVC — Vinimanta 0.6 mm | unid. | 01 |
| 03 | ESTRUTURAS DE CONCRETO | | |
| 3.01 | Concreto de fundação | m ³ | 06 |
| 3.02 | Concreto armado das cintas | m ³ | 01 |
| 3.03 | Laje pré-moldada para forro, c/capeamento de 3 cm | m ² | 132 |
| 04 | ALVENARIA | | |
| 4.01 | Alvenaria de tijolos 8 furos (e = 0,10 m), rejuntados c/argamassa 1:4 | m ² | 60 |
| 05 | REVESTIMENTO | | |
| 5.01 | Chapisco, traço 1:4, cimento e areia | m ² | 120 |
| 5.02 | Reboco, traço 1:4, cimento e areia c/100 kg de cimento | m ² | 60 |
| 06 | PINTURA | | |
| 6.01 | Caiçação, em 03 demãos | m ² | 60 |
| 07 | SERVIÇOS DIVERSOS | | |
| 7.01 | Calçada | ml | 39 |
| 7.02 | Calha de tijolos comuns | ml | 30 |
| 7.03 | Calha de zinco | ml | 40 |
| 7.04 | Conduitos de PVC 4" | ml | 18 |
| 7.05 | Joelho de PVC 4" | unid. | 06 |
| 7.06 | Bomba manual | unid. | 01 |
| 7.07 | Tubo de PVC 3/4" | ml | 06 |
| 7.08 | Curva de PVC 3/4" | unid. | 01 |
| 7.09 | Válvula de Pé 3/4" | unid. | 01 |

PLANILHA DE ORÇAMENTO (Continuação)

| Item | Discriminação | Unidade | Quant. |
|------|---|----------------|--------|
| 7.10 | Filtro externo | unid. | 01 |
| 7.11 | Filtro interno | unid. | 01 |
| 7.12 | Janela de concreto | unid. | 01 |
| 08 | ÁREA DE CAPTAÇÃO NO SOLO | | |
| 8.01 | Escavação manual | m ³ | 50 |
| | — aterro compactado | m ³ | 150 |
| | — revestimento c/solo — cimento (ou) | | — |
| | — piso cimentado | m ² | 150 |
| 8.02 | Cerca de proteção (estacas de madeira, c/8 fios de arame) | ml | 43 |

* ml = metro linear

DIMENSÕES

- Base Maior: 3,50 x 28,50 m
- Base Menor: 1,50 x 16,50 m
- h = 1,50 m

OUTROS DADOS

- Alt. Colchão areia: 5 cm
- Vala de Fundação — SEÇÃO: 0,30 x 0,30 m
- Alvenaria Cobertura:
- ALTURAS: 1,00 m e 0,80 m
- ESPESSURA: 0,10 m (s/Rev.)

PLANILHA DE ORÇAMENTO

CISTERNA: 50 m³

ESPECIFICAÇÃO: ALVENARIA

| Item | Discriminação | Unidade | Quantidade | |
|------|--|----------------|---------------|-----|
| | | | Alternativas* | |
| | | | 1 | 2 |
| 01 | SERVIÇO PRELIMINAR | | | |
| 1.01 | Escavação manual | m ³ | 27 | 66 |
| 02 | PAVIMENTAÇÃO | | | |
| 2.01 | Colchão de areia, com esp. 3 cm | m ³ | 1,2 | 1,2 |
| 2.02 | Lastro de concreto, traço 1:4:8, esp. 6 cm | m ² | 40 | 40 |
| 2.03 | Laje de concreto armado, traço 1:3:4, com malha de ferro 3/16, C-30 Esp. 10 cm | m ³ | 3,2 | 3,2 |
| 2.04 | Piso cimentado, com impermeabilizante, traço 1:3 | m ² | 33 | 33 |
| 03 | ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO | | | |
| 3.01 | Cintas (0,1 x 0,1 m) | m ³ | 0,8 | 0,8 |
| 3.02 | Laje pré-moldada para forro c/capeamento 3 cm | m ² | 41 | 41 |
| 04 | ALVENARIA | | | |
| 4.01 | Alvenaria de tijolos comuns (e = 0,20 m), rejuntados com argamassa 1:4 | m ² | 48 | 58 |
| 4.02 | Reboco interno | m ² | 38 | 38 |
| 4.03 | Reboco externo | m ² | 36 | 21 |
| 4.04 | Chapisco | m ² | 83 | 77 |
| 05 | PINTURA | | | |
| 5.01 | Caiação | m ² | 36 | 21 |
| 06 | OUTROS SERVIÇOS | | | |
| 6.01 | Calçada | ml** | 28 | 19 |
| 6.02 | Calha em tijolos comuns | ml | 09 | 09 |
| 6.03 | Calha em zinco | ml | 20 | 20 |
| 6.04 | Condutores de PVC 4" | m | 18 | 18 |
| 6.05 | Joelho de PVC 4" | unid. | 06 | 06 |
| 6.06 | Bomba manual | unid. | 01 | 01 |
| 6.07 | Tubo de PVC 3/4" | ml | 06 | 06 |
| 6.08 | Curva de PVC 3/4" | unid. | 01 | 01 |
| 6.09 | Válvula de pe 3/4" | unid. | 01 | 01 |
| 6.10 | Filtro externo | unid. | 01 | 01 |
| 6.11 | Filtro interno | unid. | 01 | 01 |
| 6.12 | Janela concreto (0,60 m x 0,60 m) | unid. | 01 | 01 |

PLANILHA DE ORÇAMENTO (Continuação)

| Item | Discriminação | Unidade | Quantidade | |
|------|--|----------------|---------------|------|
| | | | Alternativas* | |
| | | | 1 | 2 |
| 07 | ÁREA DE CAPTAÇÃO NO SOLO | | | |
| 7.01 | Escavação manual | m ³ | 25 | 25 |
| 7.02 | Aterro compactado | m ³ | 75 | 75 |
| 7.03 | Revestimento c/solo — cimento ou piso cimentado | m ³ | 75 | 75 |
| 7.04 | Cerca de proteção (estacas de madeira c/8 fios de arame) | ml | 30,6 | 30,6 |

* Alternativa 1: cisterna com 0,67 m enterrada.

Alternativa 2: cisterna totalmente enterrada com 1,50 m de profundidade.

** ml = metro linear.

DIMENSÕES

- Comprimento = 8,15 m
- Largura = 4,10 m
- Profundidade = 1,50 m

PLANILHA DE ORÇAMENTO

CISTERNAS: 100 m³

ESPECIFICAÇÃO: ALVENARIA

| Item | Discriminação | Unidade | Quantidade | |
|------|--|----------------|---------------|-----|
| | | | Alternativas* | |
| | | | 1 | 2 |
| 01 | SERVIÇO PRELIMINAR | | | |
| 1.01 | Escavação manual | m ³ | 54 | 130 |
| 02 | PAVIMENTAÇÃO | | | |
| 2.01 | Colchão de areia, com esp. 5 cm | m ³ | 04 | 04 |
| 2.02 | Lastro de concreto, traço 1:4:8, esp. 6 cm | m ² | 77 | 77 |
| 2.03 | Laje de concreto armado, traço 1:3:4, — esp. 10 cm, com malha de ferro 3/16", c — 30 | m ³ | 6,2 | 6,2 |
| 2.04 | Piso cimentado, com impermeabilizante, traço 1:3 | m ² | 67 | 67 |
| 03 | ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO | | | |
| 3.01 | Cintas (0,1 x 0,1 m) | m ³ | 1,6 | 1,6 |
| 3.02 | Laje pré-moldada para forro c/capeamento 3 cm | m ² | 80 | 80 |
| 04 | ALVENARIA | | | |
| 4.01 | Alvenaria de tijolos comuns (e = 0,20 cm), rejuntados com argamassa 1:4 | m ² | 92 | 109 |
| 4.02 | Reboco interno | m ² | 92 | 92 |
| 4.03 | Reboco externo | m ² | 59 | 34 |
| 4.04 | Chapisco | m ² | 163 | 154 |
| 05 | PINTURA | | | |
| 5.01 | Caiação | m ² | 59 | 34 |
| 06 | OUTROS SERVIÇOS | | | |
| 6.01 | Calçada | ml** | 45 | 27 |
| 6.02 | Calha em tijolos comuns | ml | 17 | 17 |
| 6.03 | Calha em zinco | ml | 40 | 40 |
| 6.04 | Condutores de PVC 4" | m | 18 | 18 |
| 6.05 | Joelho de PVC 4" | unid. | 06 | 06 |
| 6.06 | Bomba manual | unid. | 01 | 01 |
| 6.07 | Tube de PVC 3/4" | ml | 06 | 06 |
| 6.08 | Curva de PVC 3/4" | unid. | 01 | 01 |
| 6.09 | Válvula de Pé 3/4" | unid. | 01 | 01 |
| 6.10 | Filtro externo | unid. | 01 | 01 |
| 6.11 | Filtro interno | unid. | 01 | 01 |
| 6.12 | Janela concreto (0,60 m x 0,60 m) | unid. | 01 | 01 |

PLANILHA DE ORÇAMENTO (Continuação)

| Item | Discriminação | Unidade | Quantidade | |
|------|--|----------------|---------------|-----|
| | | | Alternativas* | |
| | | | 1 | 2 |
| 07 | ÁREA DE CAPTAÇÃO NO SOLO | | | |
| 7.01 | Escavação manual | m ³ | 20 | 20 |
| 7.02 | Aterro compactado | m ³ | 150 | 150 |
| 7.03 | Revestimento c/solo — cimento ou piso cimentado | m ² | 150 | 150 |
| 7.04 | Cerca de proteção (estacas de madeira c/8 fios de arame) | ml | 39 | 39 |

* Alternativa 1: cisterna com 0,67 m enterrada.

Alternativa 2: cisterna totalmente enterrada com 1,50 m de profundidade.

** ml = metro linear.

DIMENSÕES

- Comprimento = 16,30 m
- Largura = 4,10 m
- Profundidade = 1,50 m

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CISTERNA: Revestimento em Lona de PVC, 0,6 mm

| Descrição | Fórmulas | Variáveis | Resultados | |
|---|--|---|------------|------------------------|
| | | | Unid. | 50 m³ 100 m³ |
| 01 SERVIÇO PRELIMINAR | | | | |
| 1.1 Escavação manual | $V = \frac{h(A1 + A2 + \sqrt{A1 * A2})}{3}$ | V = vol. escavado, (m³) h = profundidade (considerando 0,50 m do colchão de areia) (m) A1 = área da base maior (m²) A2 = área da base menor (m²) | m³ | 54 107 |
| 1.2. regul. de taludes (30%) . área do trapézio | $A = \frac{B + b}{2} \times h$ | A = área do trapézio (m²) B = base maior (m) b = base menor (m) h = altura (m) | m² | 17 32 |
| 02. PAVIMENTAÇÃO | | | | |
| 2.1. Colchão de areia . Volume | $V = A2 \times h'$ | V = vol. de areia (m³) h' = altura colchão (m) | m³ | 01 02 |
| 03. ESTRUTURA DE CONCRETO | | | | |
| 3.1. Concreto de fundação (considerado 0,30 m de cada lado) | $V = (C + L) \times P \times l' \times 2$ | V = volume (m³) C = comprimento (m) L = largura (m) P = prof. da vala (m) l' = largura da vala | m³ | 3.5 06 0.6 01 |
| 3.2. Concreto das cintas | Idem | Idem | m³ | 69 132 |
| 3.3. Laje pré-moldada . Área | $A = (L + 2a + 2e + b) \times (C + 2a + 2e)$ | A = área de cobertura (m²) a = beiral: 0,30 m e = espes. da parede: 0,10 m b = calha: 0,20 m | m² | 69 132 |

MEMÓRIA DE CÁLCULO (Continuação)

| Descrição | Fórmulas | Variáveis | Unid. | Resultados | |
|----------------------------------|--|---|-------|------------|--------|
| | | | | 50 m³ | 100 m³ |
| 04 ALVENARIA Área das paredes | $A = 2hm (L + C)$ $Hm = \frac{h1 + h2}{2}$ | A = área das paredes (m²) Hm = altura média (m) h1 = altura parede = 1,0 m h2 = altura (m) | m² | 35 | 60 |
| 05. REVESTIMENTO | | | | | |
| 5.1 Chapisco | $A' = 2A$ | A' = área a ser chapiscada (m²) | m² | 70 | 120 |
| 5.2 Reboco | $A'' = A$ | A'' = área a ser rebocada (m²) | m² | 35 | 60 |
| 06. PINTURA | | | | | |
| 6.1 Caição | Idem | Idem | m² | 35 | 60 |
| 07. SERVIÇOS DIVERSOS | | | | | |
| 7.1 Calçada | $Cl = C + 2L + 2l''$ | Cl = calçada (m) l'' = largura da calçada (m): 0,50 m | m | 25 | 39 |
| 08. ÁREA DE CAPTAÇÃO NO SOLO | | | | | |
| 8.1 Escavação manual | | Complemento aterro | m³ | 25 | 50 |
| | | At = aterro | | | |
| | | Ac = área de captação no solo | | | |
| | $At = Ac \times h3$ | h3 = altura aterro: 0,30 m | m³ | 75 | 150 |
| | | Área de captação | m² | 75 | 150 |
| | | Área de captação | ml | 28 | 43 |

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CISTERNAS: Alvenaria

Capacidade: 50 m³

| Descrição | Fórmulas | Variáveis | Resultados | |
|-----------------------------------|---|--|----------------|-----------------|
| | | | Unid. | Alt. 1* Alt. 2* |
| 01 SERVIÇO PRELIMINAR | | | | |
| 1.1 Escavação | $V = L \times C \times h$ | V = Vol. escavado, (m ³) L = comprimento (m) C = largura (m) h = altura (m) | m ³ | 27 66 |
| 02. PAVIMENTAÇÃO | | | | |
| 2.1 Colchão de areia | $V = L \times C \times h'$ | h' = alt. colchão (m) | m ³ | 1.2 |
| 2.2 Lastro de concreto | $A = L \times C$ | A = área (m ²) | m ² | 40 |
| 2.3 Laje de concreto | $V = L \times C \times h''$ | h'' = alt. concreto (m) | m ³ | 3.2 |
| 2.4 Piso cimentado | $A = L' \times C'$ | L' e C' = dimensões internas (m) | m ² | 33 33 |
| 03. ESTRUTURA DE CONCRETO | | | | |
| 3.1 Cintas | $V = 3 \times 2 \times (L + C) \times 0,1 \times 0,1$ | | m ³ | 0,8 0,8 |
| 3.2 Laje pré-moldada | $A = (L + 0,45) \times (C + 0,45 + 0,20)$ | | m ² | 41 41 |
| 04. ALVENARIA | | | | |
| · Área das paredes | $A = 2L \times ht$ | ht = alt. final (m) | m ² | 48 58 |
| · Reboco interno | $A = 2L' \times hm + 2C' \times ht$ | hm = altura a ser rebocada | m ² | 38 38 |
| · Reboco externo | $A = 2L \times ht + 2C \times ht$ | | m ² | 36 21 |
| · Chapisco | $A = 2L \times ht + 2C \times ht$ | | m ² | 36 21 |
| 05. PINTURA | | | | |
| 5.1 Calçada | $A = 2L \times ht + 2C \times ht$ | | m ² | 36 21 |
| 06. OUTROS SERVIÇOS | | | | |
| 6.1 Calçada | $C1 = 2(L + 1,0) + 2C$ | C1 = Calçada | ml | 28 19 |
| 07. ÁREA DE CAPTAÇÃO NO SOLO | | | | |
| 7.1 Escavação manual | — | Complementar aterro | m ³ | 25 25 |
| 7.2 Aterro compactado | — | — | m ³ | 75 75 |
| 7.3 Revestimento (piso cimentado) | — | — | m ² | 75 75 |
| 7.4 Cerca de proteção | — | Área de captação | ml | 30,6 30,6 |

* Alternativa 1: Sistema com 0,67 m enterrada.
Alternativa 2: Sistema totalmente enterrada.

MEMÓRIA DE CÁLCULO

| Descrição | Fórmulas | Variáveis | Resultados | | |
|-------------------------------------|---|---|------------|-----------------|-----|
| | | | Unid. | Alt. 1* Alt. 2* | |
| CISTERNA: Alvenaria | | | | | |
| 01 SERVIÇO PRELIMINAR | | | | | |
| 1.1 Escavação | $V = L \times C \times h$ | V = Vol. escavado, (m³) L = comprimento (m) C = largura (m) h = altura (m) | m³ | 54 | 130 |
| 02. PAVIMENTAÇÃO | | | | | |
| 2.1 Colchão de areia | $V = L \times C \times h'$ | h' = alt. colchão (m) | m³ | 04 | 04 |
| 2.2 Lastro de concreto | $A = L \times C$ | A = área (m²) | m² | 77 | 77 |
| 2.3 Laje de concreto | $V = L \times C \times h''$ | h'' = alt. concreto (m) | m³ | 6.2 | 6.2 |
| 2.4 Piso cimentado | $A = L' \times C'$ | L' e C' = dimensões internas (m) | m² | 67 | 67 |
| 03. ESTRUTURA DE CONCRETO | | | | | |
| 3.1 Cintas | $V = 3x2x(L + C) \times 0,1x0,1$ | — | m³ | 1.6 | 1.6 |
| 3.2 Laje pré-moldada | $A = (L + 0,45) \times (C + 0,45 + 0,20)$ | — | m² | 80 | 80 |
| 04. ALVENARIA | | | | | |
| . Área das paredes | $A = 2L \times ht$ | ht = alt. final (m) | m² | 92 | 109 |
| . Reboco interno | $A = 2L' \times hm + 2C' \times hm$ | hm = altura a ser rebocada | m² | 92 | 92 |
| . Reboco externo | $A = 2Lxht + 2Cxht$ | | m² | 59 | 34 |
| . Chapisco | $A = 2L'ht + 2C'ht$ | | m² | 163 | 154 |
| 05. PINTURA | | | | | |
| 5.1 Calção | $A = 2Lxht + 2Cxht$ | | m² | 59 | 34 |
| 06. OUTROS SERVIÇOS | | | | | |
| 6.1 Calçada | $C1 = 2(L + 1,0) + 2C$ | C1 = Calçada | ml | 45 | 27 |
| 07. ÁREA DE CAPTAÇÃO NO SOLO | | | | | |
| 7.1 Escavação manual | — | Complementar aterro | m³ | 20 | 20 |
| 7.2 Aterro compactado | — | — | m³ | 150 | 150 |
| 7.3 Revestimento (piso cimentado) | — | — | m² | 150 | 150 |
| 7.4 Cerca de proteção | — | Área de captação | ml | 39 | 39 |

* Alternativa 1: Cisterna com 0,67 m enterrada.
 Alternativa 2: Cisterna totalmente enterrada.

