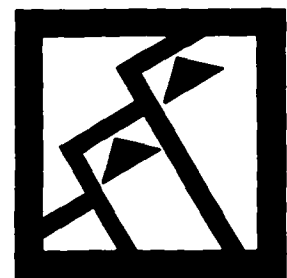
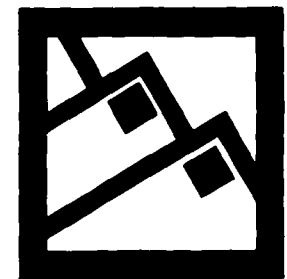
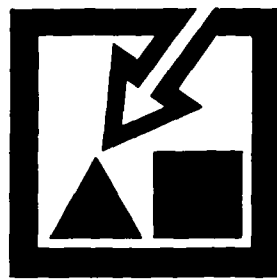
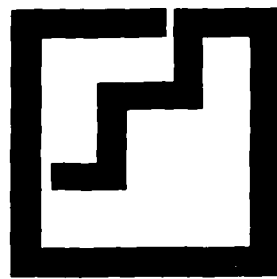
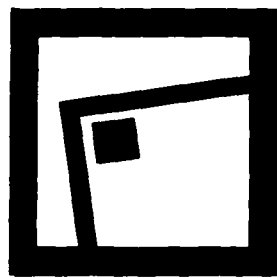
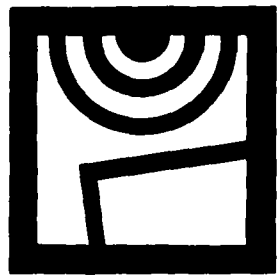


**MANUAL
DE TECNOLOGIAS
DE SANEAMIENTO
BÁSICO
APROPRIADAS
A PEQUEÑOS
AGLOMERADOS**

LIBRARY
INTERNATIONAL REFERENCE CENTRE
FOR COMMUNITY WATER SUPPLY AND
SANITATION (IRC)

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS



LIBRARY INTERNATIONAL REFERENCE CENTRE
CENTRE FOR COMMUNITY WATER SUPPLY
DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE
P.O. Box 109 AD The Hague
Tel. (070) 84511 ext. 141/142
ISN 10503
CO: 201 39MA

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS



PREÂMBULO

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

ELABORADO POR:

ENGIDRO - ESTUDOS DE ENGENHARIA, LDA.

ENGIFORM - ENGENHARIA E FORMAÇÃO, LDA.

1988/1989

PREÂMBULO

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE



Na última década pôde assistir-se em Portugal a um esforço considerável na implementação de infraestruturas de saneamento básico, nomeadamente nas suas componentes de abastecimento de água e de drenagem e tratamento das águas residuais. Esse esforço foi, porém, orientado na sua grande maioria para os centros urbanos de maior dimensão, onde as carências se faziam aparentemente sentir com maior acuidade.

Há, no entanto, hoje em dia, uma consciência crescente de que só é possível atingir-se em Portugal níveis de salubridade aceitáveis e correntes nos países da Comunidade Económica Europeia (CEE) se se passar a dedicar uma maior atenção à situação do saneamento básico dos pequenos aglomerados cujo peso no contexto demográfico do país é muito elevado.

Na realidade, uma simples análise da distribuição da população portuguesa mostra que mais de metade habita em aglomerados com menos de 2000 habitantes e que, dentro desta, a percentagem de população que habita em aglomerados com menos de 500 habitantes é sensivelmente dupla da que habita em aglomerados entre 500 e 2000 habitantes. Em termos de evolução previsível, pensa-se que nas próximas três décadas essa situação não se alterará significativamente.

Por outro lado, quanto aos níveis de atendimento do país em saneamento básico, verifica-se que, se a situação é já deficiente em termos nacionais, o panorama ainda é mais grave no que respeita aos pequenos aglomerados.

Na verdade, se em termos nacionais 70% da população portuguesa está dotada com abastecimento de água ao domicílio, considerando apenas a população residente em aglomerados com menos de 2000 habitantes, essa percentagem cai drasticamente para 17%. De forma idêntica, se em termos nacionais 40% da população está dotada de sistemas de drenagem de águas residuais, focando apenas a população residente em aglomerados com menos de 2000 habitantes, essa percentagem cai para 6%.

As consequências em termos de saúde pública são óbvias, constatando naturalmente os Serviços de Saúde que as mais elevadas taxas de morbilidade e de mortalidade ocorrem predominantemente nos aglomerados com pequeno ou nulo nível de atendimento em saneamento básico.

Face à situação descrita, parece evidente que se torna necessária uma atenção muito especial para o problema do saneamento básico dos pequenos aglomerados, não só pela sua importância em termos demográficos como pelo significativo atraso em termos de níveis de atendimento e pelas suas consequências na saúde pública.

PREÂMBULO

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE



Para além de aspectos institucionais, económicos, financeiros, sociológicos e educacionais, a prossecução desse objectivo passa necessariamente pela definição de tecnologias apropriadas de baixo custo que sejam viáveis nas condições actuais dos pequenos aglomerados e que, pela sua natureza, possam ser facilmente tipificadas para uma mais fácil aplicação.

A inexistência de bibliografia portuguesa de cariz informativo sobre essas tecnologias, de consulta acessível e com carácter prático, é uma lacuna que se faz sentir com acuidade no meio técnico de engenharia sanitária, e que motivou o aparecimento deste Manual.

Espera-se que a presente iniciativa da Secretaria de Estado do Ambiente e Recursos Naturais venha a preencher essa lacuna, constituindo uma ferramenta útil para técnicos de diversos graus de formação ligados ao problema do saneamento básico de pequenos aglomerados.

Considera-se que o presente Manual tem uma aplicabilidade directa não só no nosso país como também noutros com reconhecidas carências no domínio do saneamento, nomeadamente nos Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa (PALOPS). Por essa razão se apresenta um largo espectro de tecnologias apropriadas de molde a abranger a multiplicidade de situações previsíveis.

ÍNDICE DO TEXTO

PREAMBULO

CAPÍTULO A - INTRODUÇÃO

- Ficha A.1 - ÂMBITO
- Ficha A.2 - ESTRUTURA DO MANUAL
- Ficha A.3 - MODO DE UTILIZAR O MANUAL

CAPÍTULO B - INFORMAÇÃO DE BASE

- Ficha B.0 - NOTA PRÉVIA
 - Ficha B.1 - FICHA DE CARACTERIZAÇÃO GÉNÉRICA DO LOCAL
 - Ficha B.2 - INVENTARIO DE INFRAESTRUTURAS
 - Ficha B.3 - NÍVEL DE SERVIÇO
 - Ficha B.4 - CAPACIDADE FINANCEIRA E TÉCNICA DA ENTIDADE GESTORA
 - Ficha B.5 - CAPACIDADE FINANCEIRA DOS UTENTES
 - Ficha B.6 - POPULAÇÃO A SERVIR
 - Ficha B.7 - DISPERSÃO HABITACIONAL
 - Ficha B.8 - NECESSIDADES E DISPONIBILIDADES DE ÁGUA
 - Ficha B.9 - OROGRAFIA
 - Ficha B.10 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL
 - Ficha B.11 - VENTOS DOMINANTES
 - Ficha B.12 - LITOLOGIA DO SOLO
 - Ficha B.13 - CLASSIFICAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DO SOLO
 - Ficha B.14 - NÍVEL FREÁTICO
 - Ficha B.15 - PERMEABILIDADE DO SOLO
 - Ficha B.16 - QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA
 - Ficha B.17 - QUALIDADE FÍSICA E QUÍMICA DA ÁGUA
 - Ficha B.18 - FONTES DE CONTAMINAÇÃO E POLUIÇÃO
 - Ficha B.19 - VULNERABILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS A POLUIÇÃO E/OU CONTAMINAÇÃO
 - Ficha B.20 - MEIO RECEPTOR DE ÁGUAS RESIDUAIS
-
- ANEXO 1 - COLHEITA DE AMOSTRAS
 - ANEXO 2 - DESINFECÇÃO DA ÁGUA
 - ANEXO 3 - CARACTERIZAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS BRUTAS E TRATADAS

CAPÍTULO C - SELECÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM AGUAS DE ABASTECIMENTO

Ficha C.1 - DIAGRAMA DE DECISÃO

CAPÍTULO D - DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM AGUAS DE ABASTECIMENTO

- Ficha D.1 - CAPTAÇÃO POR NASCENTE
- Ficha D.2 - CAPTAÇÃO POR POÇO
- Ficha D.3 - CAPTAÇÃO POR FURO
- Ficha D.4 - CAPTAÇÃO EM MEIOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS
- Ficha D.5 - CAPTAÇÃO POR SUPERFÍCIE DE RECOLHA
- Ficha D.6 - DECANTAÇÃO
- Ficha D.7 - AREJAMENTO
- Ficha D.8 - CORRECÇÃO DA AGRESSIVIDADE - LEITO DE BRITA CALCÁRIA
- Ficha D.9 - AMACIAMENTO
- Ficha D.10 - FILTRAÇÃO LENTA
- Ficha D.11 - DESINFECÇÃO
- Ficha D.12 - DESINFECÇÃO INDIVIDUAL
- Ficha D.13 - ADUÇÃO
- Ficha D.14 - ELEVAÇÃO
- Ficha D.15 - ARMAZENAMENTO
- Ficha D.16 - DISTRIBUIÇÃO PÚBLICA
- Ficha D.17 - DISTRIBUIÇÃO PREDIAL
- Ficha D.18 - DISTRIBUIÇÃO POR CISTERNA MÓVEL

CAPÍTULO E - SELECÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM AGUAS RESIDUAIS

Ficha E.1 - DIAGRAMA DE DECISÃO

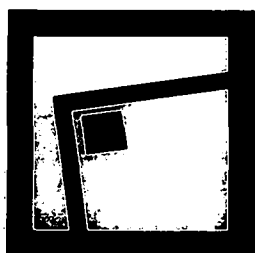
CAPÍTULO F - DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM AGUAS RESIDUAIS

- Ficha F.1 - LATRINA COM FOSSA SECA VENTILADA
- Ficha F.2 - LATRINA COM FOSSA DE COMPOSTAGEM
- Ficha F.3 - LATRINA COM FOSSA ABSORVENTE
- Ficha F.4 - REDE DE ESGOTOS PREDIAL
- Ficha F.5 - REDE DE ESGOTOS CONVENCIONAL
- Ficha F.6 - REDE DE ESGOTOS DECANTADOS
- Ficha F.7 - FOSSA SÉPTICA
- Ficha F.8 - TRINCHEIRA DE INFILTRAÇÃO

- Ficha F. 9 - POÇO DE INFILTRAÇÃO
- Ficha F. 10 - LEITO DE INFILTRAÇÃO
- Ficha F. 11 - TRINCHEIRA FILTRANTE
- Ficha F. 12 - FILTRO DE AREIA ENTERRADO
- Ficha F. 13 - ATERRO FILTRANTE
- Ficha F. 14 - PLATAFORMA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO
- Ficha F. 15 - TRATAMENTO PRELIMINAR - Obra de entrada com desarenador
- Ficha F. 16 - TANQUE INHOFF E LEITOS DE SECAGEM
- Ficha F. 17 - LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO
- Ficha F. 18 - INFILTRAÇÃO RÁPIDA
- Ficha F. 19 - LEITO PERCOLADOR
- Ficha F. 20 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA
- Ficha F. 21 - OBRA DE PROTECÇÃO À DESCARGA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS



INTRODUÇÃO

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

INTRODUÇÃO

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha A.1 / 1



ÂMBITO DO MANUAL

A elaboração deste Manual teve como principal objectivo preparar um documento de carácter eminentemente prático e de consulta acessível, que permita apoiar os técnicos de diferentes níveis de formação, desde o gestor ao operador, na selecção, projecto, construção, operação e manutenção de tecnologias apropriadas no domínio do saneamento básico dos **aglomerados de reduzida dimensão** (menos de 500 habitantes), embora a sua aplicabilidade se possa estender, em certas circunstâncias, a **aglomerados de pequena dimensão** (de 500 a 2000 habitantes).

Pretende-se também que este Manual constitua um instrumento igualmente útil para o saneamento básico de zonas degradadas e bairros de lata, onde as tecnologias de baixo custo poderão ter um importante campo de aplicação.

Por outro lado, algumas das tecnologias deste Manual não são aplicáveis a certos aglomerados de reduzida dimensão, como é o caso de aldeamentos turísticos, para os quais as tecnologias convencionais serão frequentemente mais apropriadas.

Embora o conceito de saneamento básico abranja os domínios do abastecimento de água potável, da drenagem e depuração de águas residuais (esgotos) e da remoção e destino final de resíduos sólidos (lixos), o âmbito deste Manual restringe-se apenas aos dois primeiros, pelo que no decorrer do texto o termo **saneamento básico** reporta-se apenas ao abastecimento de água potável e à drenagem e tratamento de águas residuais domésticas.

INTRODUÇÃO

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha A. 2 / 1



ESTRUTURA DO MANUAL

A estrutura do Manual foi concebida de modo a permitir ao utilizador obter facilmente a resolução do problema em análise, sem necessidade de consultar todos os capítulos.

O Manual está dividido em seis capítulos:

- A - INTRODUÇÃO
- B - INFORMAÇÃO DE BASE
- C - SELECÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM AGUAS DE ABASTECIMENTO
- D - DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM AGUAS DE ABASTECIMENTO
- E - SELECÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM AGUAS RESIDUAIS
- F - DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM AGUAS RESIDUAIS

O capítulo A apresenta uma descrição do âmbito, estrutura e modo de utilização do Manual.

A selecção e implementação da tecnologia apropriada à resolução de qualquer problema de saneamento básico passa necessariamente pela caracterização da situação de partida. No capítulo B são apresentadas diversas fichas contendo a listagem da informação necessária e a indicação das possíveis fontes de informação. A natureza dessa informação é bastante diversa, assumindo especial relevância a definição da área, população a servir e aspectos físico-ambientais, como sejam, por exemplo, a hidrogeologia local, as origens e características de água bruta e os padrões de qualidade das águas residuais tratadas. A necessidade de informação relativa aos aspectos de saúde e sociológicos da comunidade, bem como sobre a economia, designadamente sobre disponibilidade de mão de obra, de capitais e custos de materiais e terrenos, é igualmente referida.

Nos capítulos C e E apresenta-se a metodologia de selecção da tecnologia apropriada relativamente ao abastecimento de água e à drenagem e tratamento de águas residuais. Em cada um destes capítulos, o utilizador aplica a informação recolhida em B e, seguindo uma metodologia de decisão traduzida em algoritmos baseados em sucessivos testes de exclusão, define

INTRODUÇÃO

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha A. 2 / 2



os níveis de serviço a atingir e as soluções técnica e socialmente exequíveis. Procura-se também, nestes capítulos, orientar o utilizador na avaliação financeira dessas soluções, com vista à determinação da solução de mais baixo custo, que constituirá a solução apropriada de resolução do problema.

Os capítulos D e F têm por objectivo habilitar o utilizador com todas as indicações necessárias à implementação da(s) tecnologia(s) seleccionada(s) em C e E, respectivamente, desde o projecto à construção, operação e manutenção. Assim, cada tecnologia é apresentada numa ficha, identificada com título e número, que contém descrição, localização, dimensionamento, disposições construtivas, cuidados de exploração e desenhos-tipo com os pormenores necessários à sua execução. Alguns dos desenhos-tipo foram adaptados das publicações constantes das referências bibliográficas.

INTRODUÇÃO

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha A. 3 / 1



MODO DE UTILIZAR O MANUAL

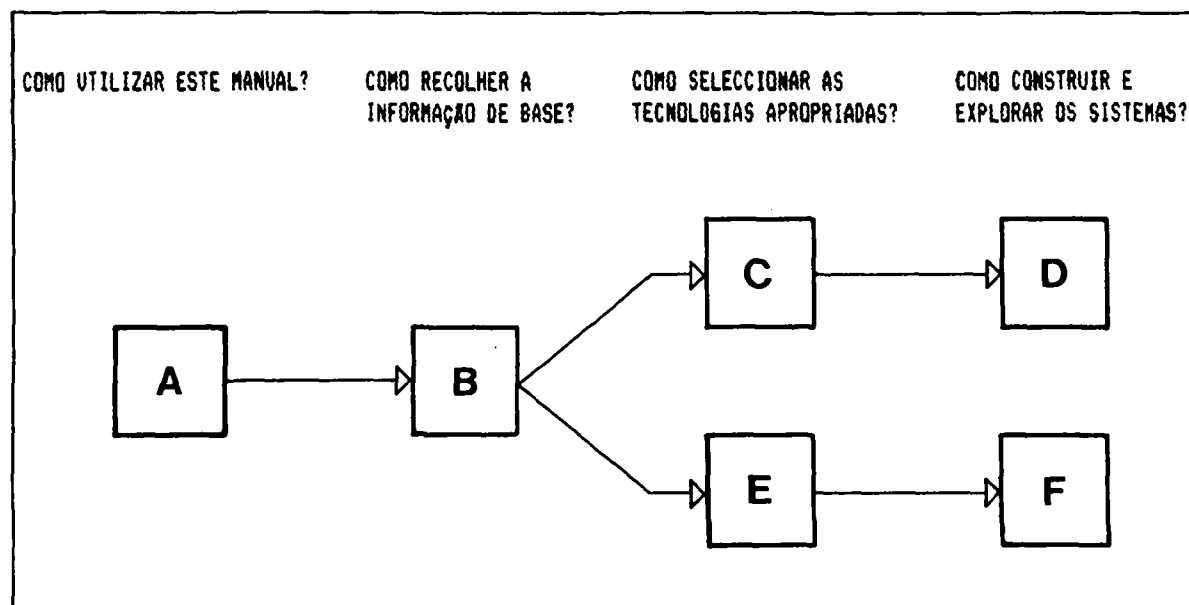
A consulta e utilização do Manual depende naturalmente dos objectivos do utilizador.

A leitura do capítulo A é aconselhável para permitir um melhor conhecimento do Manual, possibilitando uma utilização mais eficiente.

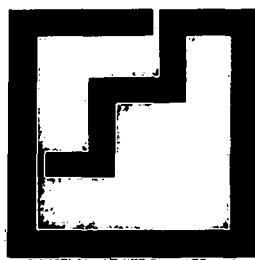
O utilizador que necessita de decidir a tecnologia mais adequada deve consultar o capítulo B, que lhe fornece a informação de base necessária; seguidamente deve consultar o capítulo C, caso pretenda implementar uma tecnologia no âmbito do abastecimento de água ou, alternativamente, o capítulo E se o problema se situa no campo de drenagem e tratamento de águas residuais.

O utilizador cujo objectivo consiste no projecto, construção ou exploração de uma instalação deve consultar o capítulo D, se o problema for do domínio do abastecimento de água, ou o capítulo F, caso se trate de um assunto ligado às águas residuais.

A eventual necessidade de aprofundar conhecimentos poderá encontrar resposta na lista de referências bibliográficas.



MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS



INFORMAÇÃO DE BASE

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE



NOTA PRÉVIA

O estudo da solução apropriada para um determinado problema no domínio do saneamento básico de pequenos aglomerados deve começar por uma recolha de informação de base relativa aos múltiplos aspectos que interferem na escolha da solução.

Como estes aspectos diferem de caso para caso, as fichas sobre colheita de informação apresentadas neste capítulo pretendem ser suficientemente gerais, de modo a cobrir um amplo leque de situações. Significa isto que, perante um determinado problema, não será geralmente necessário recolher exaustivamente toda a informação constante em todas as fichas.

Cada ficha segue um formato que procura contemplar as áreas seguintes:

- a) justificação sucinta do interesse dessa informação;
- b) metodologia a seguir para obtenção da informação;
- c) entidades, locais, documentação, etc., que podem constituir fontes de informação;
- d) referências bibliográficas susceptíveis de conduzirem o utilizador a um aprofundamento dos tópicos referidos.

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha B. 1 / 1



FICHA DE CARACTERIZAÇÃO GÉNÉRICA DO LOCAL

JUSTIFICAÇÃO

Uma visita ao local é indispensável como primeiro passo da caracterização e colheita de informação da situação de partida.

Apresenta-se seguidamente uma lista de questões que podem ser avaliadas de imediato durante essa visita, e que permitirão tirar ilações importantes, como a viabilidade de utilizar máquinas na realização das obras, necessidade de repor pavimentos, valor dos terrenos, etc..

METODOLOGIA

Analisar as questões abaixo discriminadas e assinalar com uma cruz aquelas que se aplicarem ao caso em estudo:

1 - Tipo de ocupação do solo

Agrícola	<input type="checkbox"/>
Urbano	<input type="checkbox"/>
Lazer	<input type="checkbox"/>
Industrial	<input type="checkbox"/>
Baldio	<input type="checkbox"/>

2 - Tipo de aglomerado

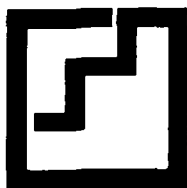
Rural	<input type="checkbox"/>
Insuficientemente equipado	<input type="checkbox"/>
Aldeamento turístico	<input type="checkbox"/>
Degradado	<input type="checkbox"/>
Bairro de lata	<input type="checkbox"/>

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha B. 1 / 2



3 - Largura dos arruamentos

A largura dos arruamentos é tal que permite a circulação de veículos automóveis:

- | | | |
|---|--------------------------|---------------------|
| a) Nos dois sentidos | <input type="checkbox"/> | em % dos casos |
| b) Num só sentido | <input type="checkbox"/> | em % dos casos |
| c) Não permite a circulação de veículos | <input type="checkbox"/> | em % dos casos |

4 - Tipo de pavimento

- | | |
|-----------------|--------------------------|
| Asfaltado | <input type="checkbox"/> |
| Paralelepípedos | <input type="checkbox"/> |
| Macadamizado | <input type="checkbox"/> |
| Terra batida | <input type="checkbox"/> |

5 - Indústrias poluentes

- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| a) Existência | <input type="checkbox"/> |
| b) Tipo de indústria | |
| | |
| | |
| | |
| | |

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha B. 1 / 3



- c) Período de laboração diária horas
- d) Produção de águas residuais Sim Não
- e) Caudais de águas residuais
- Médio diário m³/h
- Ponta m³/h
- Período de afluência
 do caudal de ponta horas
- f) Descarga na rede de drenagem Sim Não
- g) Com pré-tratamento Sim Não



INVENTARIO DE INFRAESTRUTURAS

JUSTIFICAÇÃO

O conhecimento da situação existente é indispensável para avaliar as necessidades futuras, tendo em consideração o que é possível recuperar dos sistemas existentes e as possibilidades da comunidade para os operar e manter.

METODOLOGIA

A inventariação das infraestruturas de saneamento básico existentes e do seu estado de conservação só pode ser obtida por inspecção local.

Esta inventariação deve contemplar os seguintes aspectos:

a) Existência de:

- Captação de água com caudal suficiente e protecção sanitária;
- Instalação de tratamento de água;
- Reservatório comunitário;
- Sistema de distribuição de água;
- Rede de drenagem de águas residuais;
- Rede de drenagem de águas pluviais;
- Saneamento autónomo;
- Instalação de tratamento de águas residuais.

b) Estado de conservação dos sistemas.

Um inquérito junto dos Serviços Técnicos da Câmara Municipal fornecerá indicações quanto à qualificação da mão de obra existente na região e quanto à possibilidade de reabilitar os sistemas existentes.

FONTES DE INFORMAÇÃO

- . Inspecção local
- . Câmara Municipal



NÍVEL DE SERVIÇO

JUSTIFICAÇÃO

A classificação das infraestruturas de abastecimento de água e de evacuação dos excreta em níveis de serviço permite o seu escalonamento hierárquico por ordem de complexidade técnica, de custo e de satisfação dos utentes.

A opção por um determinado nível de serviço é condicionada por factores de ordem sócio-cultural, técnica e económico-financeira [5], na medida em que a um grau de conforto mais elevado corresponde, em regra, uma solução de exploração mais complexa e onerosa.

De um modo geral, considera-se preferível a opção por um sistema de nível de serviço inferior, cujo funcionamento é possível assegurar com eficiência e continuidade, a outro de nível de serviço supostamente mais elevado, mas ao qual não é possível garantir o regular funcionamento.

A decisão sobre o nível de serviço a adoptar para o abastecimento de água está dependente ainda do nível de serviço existente ou a prever para a evacuação dos excreta e vice-versa, sintetizando-se no Quadro B.3.1 as compatibilidades existentes.

METODOLOGIA

A classificação dos sistemas de abastecimento de água por níveis de serviço é a seguinte:

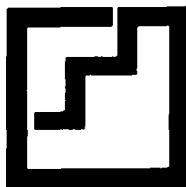
- Nível de serviço I - abastecimento na origem com um ou mais pontos de recolha e inexistência de sistema de distribuição;
- Nível de serviço II - abastecimento por fontanários alimentados por uma rede de distribuição simples a partir de uma única origem e inexistência de ligações domiciliárias;
- Nível de serviço III - abastecimento misto, com uma rede de distribuição alimentando também fontanários públicos e algumas ligações domiciliárias;
- Nível de serviço IV - abastecimento domiciliário com uma rede completa de distribuição alimentando ligações domiciliárias.

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha B. 3 / 2



A classificação dos sistemas de evacuação dos excreta por níveis de serviço é a seguinte:

- Nível de serviço I - deposição a seco com tratamento e destino final no local de deposição dos excreta;
- Nível de serviço III - deposição a água com tratamento e destino final no local de deposição dos excreta;
- Nível de serviço IV - deposição a água com tratamento e destino final fora do local de deposição dos excreta.

Não se considera dever existir o nível II, correspondente à deposição a seco com tratamento e destino final fora do local de deposição dos excreta, por não se adequar às condições sócio-económicas portuguesas.

QUADRO B. 3.1

Compatibilidade de níveis de serviço

		NÍVEL DE SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE AGUA				
		I	II	III		IV
		Predominância de				
A = incompatível B = geralmente compatível C = compatível		fontanários ligações domiciliárias				
NÍVEL DE SERVIÇO	I	C	C	B	A	A
DE	III	A	B	B	C	C
AGUAS RESIDUAIS	IV	A	A	B	C	C

A metodologia de selecção do nível de serviço de sistemas de abastecimento de água é indicada no Capítulo C (Bloco 1), indicando no Capítulo E (Bloco 1) a metodologia de selecção do nível de serviço de evacuação dos excreta.

FONTES DE INFORMAÇÃO

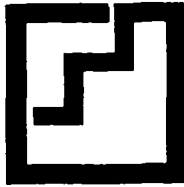
. Câmara Municipal

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha B. 4 / 1



CAPACIDADE FINANCEIRA E TÉCNICA DA ENTIDADE GESTORA

JUSTIFICAÇÃO

As infraestruturas de saneamento básico a implementar pela Entidade Gestora (EG) devem ser compatíveis com a capacidade financeira e técnica desta, visto ser preferível proporcionar um nível de serviço mais baixo, mas cuja continuidade e eficiência de exploração se consegue assegurar, do que optar por um nível de serviço supositadamente mais elevado, mas de funcionamento irregular e deficiente.

METODOLOGIA

A avaliação da capacidade financeira da EG segue as seguintes fases:

- Determinação da disponibilidade financeira da EG per capita para infraestruturas de saneamento básico, calculada pelo quociente da parcela do Orçamento Municipal anual destinada a saneamento básico pela população do concelho.
- Cálculo do quociente C entre o valor determinado em a) e o custo económico unitário (por habitante) médio actual de uma solução completa do nível 4 calculada com base numa população de referência de 500 habitantes, actualmente estimado em 20 000\$00/hab e 25 000\$00/hab, consoante se trate de abastecimento de água ou de drenagem e tratamento de águas residuais.
- Determinação do nível de serviço aconselhável, entrando na Tabela B.4.1 com o valor calculado em b).

TABELA B.4.1

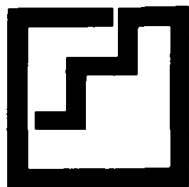
VALOR DO QUOCIENTE	NÍVEL DE SERVIÇO ACONSELHAVEL DE AGUAS DE ABASTECIMENTO	VALOR DO QUOCIENTE	NÍVEL DE SERVIÇO ACONSELHAVEL DE AGUAS RESIDUAIS
$0,7 < C$	I	$0,6 < C$	I
$0,7 \leq C < 0,8$	II	$0,6 \leq C < 1$	III
$0,8 \leq C < 1$	III	$C \geq 1$	IV
$C \geq 1$	IV		

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha B. 4 / 2



A capacidade técnica da EG é avaliada em função da:

- a) Disponibilidade de recursos humanos com o tipo de qualificação necessária para operar e manter o sistema em funcionamento;
- b) Na sua inexistência, possibilidade de aquisição e formação de pessoal.

FONTES DE INFORMAÇÃO

Inquérito junto da EG



CAPACIDADE FINANCEIRA DOS UTENTES

JUSTIFICAÇÃO

A implementação de infraestruturas colectivas de saneamento básico não tem cabimento se os utentes não tiverem capacidade financeira para:

- a) executar adaptações internas na sua residência (redes interiores, por exemplo);
- b) ligações domiciliárias;
- c) pagamento de tarifas.

METODOLOGIA

Em aglomerados de reduzida dimensão, de índole rural, a avaliação da capacidade financeira dos utentes pode basear-se num dos seguintes indicadores ou no valor mais elevado dos dois (se puderem ser determinados ambos):

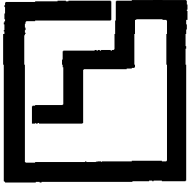
- a) Consumo mensal de gás engarrafado por fogo;
- b) Consumo mensal de energia eléctrica por contador.

A informação sobre o consumo de gás obtida por inquérito à população deve ser cotejada com informação recolhida do(s) comerciante(s) distribuidor(es) de garrafas de gás.

A informação sobre o consumo de energia eléctrica pode ser verificada por observação do recibo da EDP.

Considera-se que a população está disponível para suportar tarifas para saneamento básico pelo menos iguais ao que já gasta com gás ou electricidade.

Neste pressuposto, pode concluir-se que existe capacidade financeira dos utentes para viabilizar a implementação do sistema se o custo económico anual deste for igual ou inferior às receitas provenientes do pagamento de tarifas por, pelo menos, 80% dos utentes.



POPULAÇÃO A SERVIR

JUSTIFICAÇÃO

O dimensionamento das tecnologias de saneamento básico deve fazer-se tendo em consideração a população futura prevista para o ano horizonte de projecto. Por vezes, é necessário verificar o seu funcionamento para a população actual.

METODOLOGIA

A estimativa da população actual e futura de qualquer lugar deve ser feita a partir dos Recenseamentos Gerais da População do INE [23,24 e 25].

Existem vários métodos de cálculo para estimar as populações, que se aplicam a diferentes condições locais.

Antes de aplicar qualquer dos métodos será conveniente estabelecer o horizonte de projecto, ou seja, o tempo durante o qual se espera que as obras desempenhem adequadamente a sua função. Embora o estabelecimento do período de vida útil dependa de diversos factores, desde a dimensão do aglomerado até ao custo da obra e sua amortização, considera-se razoável admitir um período compreendido entre 10 e 20 anos para a vida útil de obras de saneamento básico servindo aglomerados de reduzida dimensão. Este período poder-se-á aproximar do seu limite superior se não se previr alteração sensível da dimensão do aglomerado nem do nível de vida da população.

Descrevem-se, em seguida, apenas três métodos considerados mais aplicáveis para diferentes situações de desenvolvimento de aglomerados de reduzida dimensão.

- Método gráfico

Consiste no traçado de um gráfico através do ajustamento visual de uma linha (recta ou curva) aos pontos correspondentes aos pares ordenados (valores conhecidos da população, anos), cujo prolongamento permite estimar as populações futuras.



- Método do crescimento aritmético

Admitindo o crescimento linear da população, o valor desta pode ser obtido pela expressão:

$$P = P_0 + \alpha (t - t_0) \quad (\text{B.6.1})$$

em que P e P₀ - população (hab) nos anos t e t₀
 α - taxa de crescimento linear

A taxa de crescimento linear pode ser estimada fazendo a média das taxas de crescimento em cada um dos intervalos entre censos, ou seja, utilizando as expressões:

$$\alpha_i = \frac{P_i - P_{i-1}}{t_i - t_{i-1}} \quad (i = 2, 3, \dots, n) \quad (\text{B.6.2})$$

$$\alpha = \frac{1}{n-1} \sum_{i=2}^n \alpha_i \quad (\text{B.6.3})$$

em que n é o número de censos utilizados e α_i é a taxa de crescimento geométrico verificada no ano i.

Uma vez determinado o valor de α, a população estimada em qualquer ano futuro t pode ser obtida pela expressão (B.6.1), considerando como t₀ o ano correspondente ao último censo utilizado.

- Método da Lei de Malthus

Segundo a Lei de Malthus, a população apresenta um crescimento geométrico traduzido pela seguinte expressão:

$$P = P_0 (1 + \beta)^{t-t_0} \quad (\text{B.6.4})$$



em que P, P_n, t e t_n - significado acima referido
 β - taxa de crescimento geométrico

O cálculo de β faz-se de acordo com as expressões (B.6.5) e (B.6.6):

$$\beta_i = \left(\frac{P_i}{P_{i-1}} \right)^{\frac{1}{t_i - t_{i-1}}} - 1 \quad (i = 2, 3, \dots, 4) \quad (B.6.5)$$

$$\beta = \frac{1}{n-1} \sum_{i=2}^n \beta_i \quad (B.6.6)$$

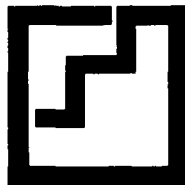
Tal como no crescimento aritmético, o valor da taxa de crescimento geométrico β permite, aplicando a expressão (B.6.4) a partir do último censo realizado, determinar a população estimada em qualquer ano futuro.

Atendendo à simplicidade dos métodos descritos, recomenda-se a aplicação de cada um deles e a análise crítica dos seus resultados, à luz de diversas variáveis da realidade local, tais como aptidão ao desenvolvimento, crescimento industrial, reestruturação agrícola, etc..

Por vezes, dever-se-á encarar a hipótese de não realizar o dimensionamento das obras com base nos métodos referidos, que assentam na extrapolação de tendências, mas sim nos planos existentes ou outros documentos que considerem alterações substanciais nas condições locais de desenvolvimento.

FONTES DE INFORMAÇÃO

- Recenseamentos gerais da população do INE (1911, 1940, 1960, 1970 e 1981)
- Estudos urbanísticos ou de planeamento da área em estudo, da Câmara Municipal
- Inquéritos locais



DISPERSÃO HABITACIONAL

JUSTIFICAÇÃO

A dispersão habitacional dentro de um aglomerado pode condicionar a decisão de implementar as suas infraestruturas de saneamento básico através de uma solução tecnológica colectiva ou de múltiplas soluções individuais.

METODOLOGIA

A dispersão habitacional deve ser avaliada por consulta de cartas, plantas ou fotografias aéreas e complementada por inspecção local, considerando-se que o aglomerado é disperso sempre que a área do território ocupado por cada fogo exceder 2000 m² e concentrado, no caso contrário.

FONTES DE INFORMAÇÃO

- . Cartas e plantas topográficas do Instituto Geográfico e Cadastral, Serviços Cartográficos do Exército e Câmaras Municipais.
- . Fotografias aéreas, geralmente disponíveis nas Câmaras Municipais.
- . Observação local.



NECESSIDADES E DISPONIBILIDADES DE ÁGUA

JUSTIFICAÇÃO

A implementação de um sistema de abastecimento de água a um aglomerado populacional implica o seu fornecimento em quantidade suficiente e qualidade aceitável.

Assim, os caudais produzidos pela origem de água (disponibilidades) deverão ser suficientes para, no mínimo, satisfazer as necessidades da população a servir.

Deve atender-se a que pode existir uma origem cujas disponibilidades de água sejam suficientes para satisfazer as necessidades, mas cuja qualidade seja tão pobre que implique um investimento em processos de tratamento inoportuno para a comunidade, tanto ao nível de construção, como de operação e manutenção.

Sempre que possível, devem procurar-se origens de água subterrânea, dado que, de um modo geral, essas águas são de qualidade superior às águas superficiais.

O período de estiagem é o factor limitante na produção de caudais, tanto de águas superficiais como subterrâneas.

METODOLOGIA

O primeiro passo consiste na definição das necessidades de água, que dependem de:

- a) População a servir (Ficha B.6);
- b) Capitação de consumo de água;
- c) Factores de ponta.

Face às características sócio-económicas dos aglomerados de reduzida dimensão, considera-se adequado adoptar a capitação de 100 l/hab/dia [85], para efeitos de dimensionamento de sistemas completos de abastecimento de água.

Se o abastecimento de água é feito a partir de fontanários, a capitação a considerar é evidentemente menor, da ordem de 40 l/hab/dia.



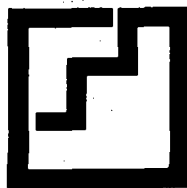
O factor de ponta a considerar na estimativa das necessidades de água depende das características do sistema de abastecimento. Assim, se este incluir armazenamento devidamente dimensionado (Ficha D.15), será suficiente garantir as necessidades do dia de maior consumo, a que corresponde o factor de ponta de 1,5 [86]. Se, pelo contrário, o sistema não englobar o armazenamento, as disponibilidades de água devem garantir o caudal de ponta instantâneo.

Embora a Especificação E212 do LNEC [86] defina um factor de ponta instantâneo igual a 4 para aglomerados rurais com menos de 2000 habitantes, considera-se pertinente admitir um factor de ponta instantâneo igual a 6 para aglomerados com menos de 500 habitantes, atendendo a que os factores de ponta de consumo de água são tanto mais elevados, quanto menor for a dimensão do aglomerado a servir.

O segundo passo consiste em procurar origens de água subterrânea, através da pesquisa de nascentes ou da caracterização hidrogeológica da zona.

Estas origens permitem estimar, de uma forma imediata, o tipo de captação recomendada. Assim:

- a) nas regiões de rochas eruptivas ácidas e xistosas e de relevo vigoroso recomendam-se as galerias de mina ou poços com galeria na base; nas regiões aplanadas recomendam-se os poços simples de paredes não revestidas ou os furos verticais com drenos nas zonas mais produtivas;
- b) nas rochas eruptivas básicas há geralmente que executar furos pouco profundos ou mais raramente poços, dada a profundidade de ocorrência da água;
- c) no que se refere a captações em unidades hidrogeológicas constituídas por rochas calcárias, recomenda-se a execução de furos verticais na proximidade das nascentes, mas exigindo a realização de estudos hidrogeológicos específicos, dadas as diferenças entre os calcários antigos da Meseta, os calcários do Jurássico e do Cretácico;



- d) nas formações gresosas pouco consolidadas há que distinguir as formações do Cretácico inferior, em que é possível executar furos verticais profundos muito produtivos, dos grês argilosos, margas e argilas do Triássico, Jurássico e Cretácico, nas quais é relativamente fácil obter águas por poços;
- e) as captações de água que se recomendam nos siltes, calcários brandos molássicos e areias do Paleogénico, Miocénico e Pliocénico são os poços, furos verticais ou mesmo galerias, de acordo com a estratigrafia local, que deve ser previamente estudada;
- f) em formações predominantemente arenosas do Miocénico, do Pliocénico, terraços fluviais, areias de dunas e depósitos aluvionares, as captações de água realizam-se por poços nos aquíferos livres ou por furos pouco profundos nos aquíferos confinados ou suspensos. Para as captações de água nas dunas devem ser efectuados estudos especiais, de modo a não ser atingida a interface água doce/água salgada.

Caso não seja possível assegurar uma origem de água subterrânea, procurar-se-ão origens de água superficial, tendo em atenção que a água deve ser o menos poluída e contaminada possível e que o caudal disponível, mesmo em período de estiagem, deve ser suficiente para as necessidades previstas.

A verificação das disponibilidades, nomeadamente dos caudais de estiagem, implica a recolha de informação dos valores observados, de preferência para um período mínimo de 20 anos. Se se recorrer a albufeiras, deve ser obtida junto da respectiva entidade exploradora informação sobre o regime sazonal de variação dos níveis, bem como dos níveis críticos, máximos e mínimos.

Definida a origem de água, torna-se necessário conhecer a sua qualidade física, química e bacteriológica.

FONTES DE INFORMAÇÃO

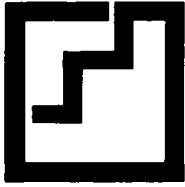
A disponibilidade em águas subterrâneas e superficiais pode ser reconhecida por observação local e de cartas hidrogeológicas.

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha B. 8 / 4



Informações acerca do caudal de estiagem obtêm-se na Direcção Geral dos Recursos Naturais e suas delegações regionais [34].

Informações dos níveis de água nas albufeiras obtêm-se junto das respectivas entidades exploradoras (Electricidade de Portugal, Direcção Geral dos Recursos Naturais e suas delegações regionais [35], delegações regionais do Ministério da Agricultura, Associações de Regantes ou qualquer entidade privada).

A qualidade da água bruta é determinada mediante a análise físico-química e bacteriológica da água.



OROGRAFIA

JUSTIFICAÇÃO

O reconhecimento da orografia do terreno é importante nos seguintes casos:

- a) localização relativa dos componentes de um sistema de abastecimento de água;
- b) delimitação de bacias hidrográficas, para efeito de implantação da(s) rede(s) de drenagem de águas residuais;
- c) localização de estações de tratamento de água e águas residuais, de modo a assegurar o seu escoamento gravítico e a otimizar o movimento de terras na implantação dos diversos órgãos das instalações.

METODOLOGIA

A orografia é avaliada por observação local, por consulta das cartas militares dos Serviços Cartográficos do Exército (existe o levantamento do país na escala 1:25 000) e de outras que existam a escalas mais adequadas e por observação de fotografias aéreas.

FONTES DE INFORMAÇÃO

- . Observação local.
- . Cartas militares publicadas pelos Serviços Cartográficos do Exército.
- . Cartas cadastrais editadas pelo Instituto Geográfico e Cadastral [10].
- . Levantamentos aerofotogramétricos.



PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL

JUSTIFICAÇÃO

A precipitação média anual pode condicionar a tecnologia mais adequada à captação de água e ao dimensionamento de alguns dos processos de tratamento de águas residuais (secagem de lamas, por exemplo) e da sua eventual reutilização.

METODOLOGIA

O valor da precipitação média anual deve ser obtido a partir dos dados registados na estação climatológica ou no posto udométrico mais próximo da zona em estudo (os postos udométricos são mais numerosos que as estações climatológicas).

Salienta-se que os valores dos fenómenos meteorológicos só são característicos do clima de uma região (valores normais) quando representam a média de um período suficientemente longo (normalmente consideram-se períodos de 30 anos).

FONTES DE INFORMAÇÃO

A publicação do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica "Clima de Portugal (Fascículo XIII) Normais Climatológicas do Continente, Açores e Madeira correspondentes a 1931 - 1960" contém, praticamente, toda a informação que possa ser necessária em estudos no âmbito deste Manual [12, 26, 27, 28, 29, 30, 31].



VENTOS DOMINANTES

JUSTIFICAÇÃO

Os rumos dos **ventos dominantes** constituem um dos condicionamentos mais importantes à localização das instalações de tratamento de águas residuais.

A implantação dos dispositivos de admissão do efluente e de saída do efluente em lagoas de estabilização deve também atender aos rumos dos ventos dominantes (Ficha F.17).

METODOLOGIA

O rumo dos ventos dominantes é obtido com base nas observações registadas na estação climatológica mais próxima da área em estudo.

Não pode deixar de ser salientado que os valores dos fenómenos meteorológicos só são significativos para caracterizar o clima de uma região (valores normais) quando representam a média de um período suficientemente longo (normalmente consideram-se períodos de 30 anos).

FONTES DE INFORMAÇÃO

A publicação do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica "Clima de Portugal (Fascículo XIII) Normais Climatológicas do Continente, Açores e Madeira correspondentes a 1931 - 1960" contém, praticamente, toda a informação que possa ser necessária em estudos no âmbito deste Manual [12, 26, 27, 28, 29, 30, 31].



LITOLOGIA DO SOLO

JUSTIFICAÇÃO

O conhecimento da litologia do solo é importante para avaliar a escavabilidade dos terrenos locais, condição determinante na escolha da tecnologia a implementar.

METODOLOGIA

A metodologia para a avaliação litológica do solo, em termos da sua escavabilidade é a seguinte:

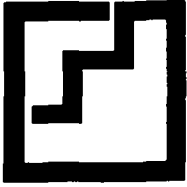
- a) classificação prévia por análise de cartografia, fotografia ou de outra informação sobre o local, de acordo com o seguinte critério [45 e 46]:
 - rocha dura - sã, coerente e não escavável com a picareta;
 - rocha branda - alterada, de média coesão e escavável ou desmontável com a picareta;
 - solo coerente - escavável com picareta, apesar da resistência oferecida, mantendo as superfícies verticais, embora perca coesão quando mergulhado na água;
 - solo incoerente - composição granular (areias ou cascalhos), facilmente escavável, dificilmente mantendo taludes verticais estáveis ao longo do tempo;
 - solo misto - comportamento coerente, embora com composição granular bastante acentuada (argilo-arenosos);
- b) confirmação da classificação prévia por inspecção local, observando escavações já feitas nas proximidades e utilizando picareta ou martelo de bico;
- c) em caso de dúvida, utilizar uma retroescavadora para efectuar escavações de reduzida extensão e até à profundidade desejada [47], confirmando por inspecção local a classificação litológica referida em a).

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha B. 12 / 2



FONTES DE INFORMAÇÃO

- Carta Geológica de Portugal da Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos à escala 1:500 000.
- Cartas Militares de Portugal do Serviço Cartográfico do Exército à escala 1:25 000.
- Fotografia aérea.
- Observação local.



CLASSIFICAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DO SOLO

JUSTIFICAÇÃO

Para a selecção do tipo de captação mais adequado é indispensável o conhecimento da formação geológica local, na perspectiva hidrogeológica, pois ela condiciona a opção entre captação de águas subterrâneas e captação de águas superficiais e, dentro das primeiras, condiciona o tipo de solução construtiva a implementar [41]. Por outro lado, o conhecimento da hidrogeologia local é também indispensável para uma correcta avaliação da susceptibilidade dos aquíferos à contaminação, a partir de pontos de rejeição de águas residuais.

METODOLOGIA

A metodologia para a classificação hidrogeológica do solo consiste na consulta da Carta Hidrogeológica de Portugal, à escala 1:1 000 000, com posterior confirmação por inspecção local, em que se procurará classificar o solo com base nas características típicas das diferentes formações geológicas [42 e 43], que a seguir se discriminam:

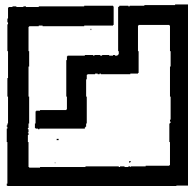
a) ROCHAS ERUPTIVAS ACIDAS E XISTOSAS

Fazem parte deste grupo granitos, tonalitos, xistos e grauvaques, geralmente de baixa permeabilidade, bem como quartzitos que a elas geralmente andam associados.

Ocorrem no Minho, Douro, Trás-os-Montes, Douro Litoral, Beiras, Portalegre, Évora, Beja, em quase todo o Alentejo (xistos) e na Serra de Sintra.

1) Regiões de relevo vigoroso

Geralmente são rochas pouco alteradas, com possível permeabilidade em grande (fracturas e/ou filões).



ii) Regiões aplanadas

Correspondem às rochas mais brandas (xistos) ou que se apresentam muito alteradas ou decompostas. Trata-se de formações porosas, nas quais a água se infiltra por toda a rocha com tendência a formar lençóis.

b) ROCHAS ERUPTIVAS BASICAS

São os gabros e dioritos principalmente ocorrentes numa faixa entre Odivelas, Ferreira do Alentejo, Beja e Vila Verde de Ficalho e em manchas isoladas perto de Benavila, Fronteira, Fortios (Portalegre), Caia, etc.

c) ROCHAS CALCÁRIAS

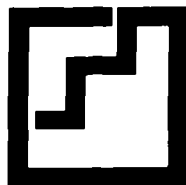
i) Calcários antigos da Meseta

São rochas muito rijas, em geral bastante permeáveis, existentes numa faixa entre Sousel, Estremoz e Alandroal, numa outra de Alter do Chão a Monforte, numa mancha no concelho de Elvas e ainda em retalhos de Moura a Vila Verde de Ficalho, de Alvito a Viana do Alentejo e, ainda, a Sul de Portel.

ii) Calcários Jurássicos

São rochas de comportamento hidrogeológico irregular, devido a frequentes inclusões argilosas que chegam a obstruir a circulação.

Citam-se por ordem decrescente de produtividade: os calcários dolomíticos do Algarve, estendendo-se de Tunes a Paderne, Loulé, Alportel, Moncarapacho (Norte) e Tavira (Norte); os calcários do Jurássico médio do maciço de Porto de Mós e Alcanena, abrangendo as Serras dos Candeeiros e de Aire; os calcários do Jurássico inferior, margosos ou não, da Bairrada, Cabo Mondego a Montemor-o-Velho, Souselas, Coimbra, Condeixa, Serra de Sicó, Ansião, Alvaiázere a Tomar, Pombal, Peniche, Lourinhã, oeste de Óbidos, Vimeiro, Arruda dos Vinhos, Sobral de Monte Agraço, Alhandra, Carregado; calcários metamorfizados do bordo da Serra de Sintra,



do Cabo Espichel a Setúbal, Santiago do Cacém, os calcários Jurássicos algarvios, com excepção dos já referidos dolomíticos.

iii) Calcários do Cretácico

São, no geral, rochas brandas, muito argilosas e alteradas, sendo os francamente argilo-margosos geralmente pouco produtivos, enquanto os chamados calcários rijos do Turoniano são relativamente produtivos.

Ocorrem sempre em estreitas faixas passando pela Figueira da Foz, Soure, Condeixa, Montemor-o-Velho, Leiria, Vila Nova de Ourém, Alverca, Bucelas e pequenas manchas disseminadas por toda a Estremadura.

d) FORMAÇÕES GRESOSAS, NO GERAL POUCO CONSOLIDADAS

i) Grés do Cretácico inferior da região de Aveiro

Embora quase sempre ocorrendo a grandes profundidades, estes grés argilosos são sempre muito produtivos.

Estendem-se segundo um triângulo com vértices em Aveiro, Febres (Cantanhede) e Oliveira do Bairro.

ii) Grés argilosos, margas e argilas, do Triássico, Jurássico e Cretácico

Trata-se de rochas geralmente pouco produtivas sob o ponto de vista hidrogeológico.

Ocorrem um pouco por todo o País, incluindo a Veiga de Chaves, alguns depósitos de Miranda do Douro, Figueira da Foz, Montemor-o-Velho, Ançã, Condeixa (Sul); afloram também de Albergaria-a-Velha para Sul, numa faixa estreita de margas passando por Águeda, Oliveira do Bairro, Anadia, Souselas, Coimbra, Penela, Alvaiázere, Porto de Mós e Rio Maior.

São também observáveis entre Leiria, Pombal, Vila Nova de Ourém, Norte de Alcobaça e Aljubarrota e numa faixa entre Rio Maior, Alcobertas e Alcanena, a sul da Foz do Arelho e em toda a

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha B. 13 / 4



região do Oeste a Sul de Alcobaça, abrangendo, entre outras, Peniche, Lourinhã, Ribamar (Ericeira), Arruda dos Vinhos, Alenquer, Cadaval, etc. São ainda de mencionar os grés calcários do sub-litoral algarvio, de Lagos, Lagoa, Guia, Almansil, Pechão, Moncarapacho, Fuzeta e Luz de Tavira.

e) SILTES, CALCÁRIOS BRANDOS MOLÁSSICOS E AREIAS DO PALEOGENICO, MIOCENICO E PLIOCENICO

Geralmente constituem séries verticais em que os diferentes tipos de formações se sucedem uns aos outros, sendo as areias mais produtivas que os restantes.

Ocorrem de Norte a Sul, partindo de Aveiro e passando por Águeda, Oliveira do Bairro, Cantanhede, Montemor-o-Velho, Arganil, Lousã, Polares, Leiria, Nazaré, Vila Nova de Ourém, Tomar, Sardoal, Castelo Branco (em faixa que se estende de Vila Velha de Rodão a Monfortinho), em grande parte das bacias do Tejo e Sado, abrangendo entre outras, Alenquer, Azambuja, Santarém, Rio Maior, Alcanena, Torres Novas, Abrantes, Ponte de Sor, Aviz, Mora, Lavre, Águas de Moura, Vendas Novas, Lisboa, Palmela, Setúbal, Alcácer do Sal, Santiago do Cacém, Sines, Ferreira do Alentejo, Aljustrel, Odemira, Aljezur, etc.

f) FORMAÇÕES PREDOMINANTEMENTE ARENOSAS, DO MIOCENICO E DO PLIOCENICO, TERRAÇOS ALUVIAIS, AREIAS DE DUNAS E DEPÓSITOS ALUVIONARES

São as formações potencialmente mais produtivas, atendendo ao alto grau de permeabilidade das areias que as constituem predominantemente; de notar que podem ocorrer camadas argilosas ou silto-argilosas interestratificados com as areias, que podem originar aquíferos confinados, os quais poderão, em certas circunstâncias, criar fenómenos de artesianismo.

Citam-se, dentro destas formações: as dunas do litoral desde Viana do Castelo ao Porto; as que vão de Gaia para Sul, abrangendo Espinho, Aveiro, etc., até ao Cabo Mondego; entre a Figueira da Foz e a Marinha Grande; e as dunas litorais de Setúbal a Sines.

Encaixa-se igualmente aqui o vale aluvionar do Tejo (Seixal, Moita, Montijo, Alcochete, Benavente, Azambuja, Santarém, Golegã, Chamusca, Alpiarça, Almeirim, Salvaterra de Magos, Coruche, Benavente, etc.),



bem como as aluviões de praticamente todos os rios mais importantes do País.

Igualmente merecem referência alguns locais isolados do litoral algarvio junto a Portimão, Lagoa, Quarteira, Faro, Olhão, Tavira e Vila Real de Santo António.

Em situações em que se manifeste dificuldade para proceder a essa classificação, deverá ser solicitado o apoio especializado de um geólogo.

FONTES DE INFORMAÇÃO

- . Carta Hidrogeológica de Portugal, à escala 1:1 000 000, da Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos, 1970.
- . Carta Geológica de Portugal, à escala 1:500 000, da Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos, 4ª Edição, 1972.
- . Carta Geológica de Portugal, à escala 1:50 000, da Direcção Geral de Geologia e Minas (folhas já publicadas).



PERMEABILIDADE DO SOLO

JUSTIFICAÇÃO

A avaliação da permeabilidade do solo é útil na fase de pré-selecção das tecnologias.

O conhecimento do valor da permeabilidade do solo torna-se necessário no dimensionamento de órgãos de infiltração de águas residuais e na avaliação da vulnerabilidade das águas subterrâneas à poluição e/ou contaminação.

A permeabilidade do solo à água (também designada por condutividade hidráulica ou, ainda, coeficiente de permeabilidade) é igual à taxa de infiltração (também designada por capacidade de infiltração) quando o solo está saturado.

Por esta razão, a determinação da taxa de infiltração permite avaliar a permeabilidade do solo.

METODOLOGIA

A determinação da permeabilidade do solo pode ser efectuada no campo, através da realização do ensaio de percolação para determinar a taxa de infiltração, que se descreve seguidamente, ou em laboratório com perfis de solo reconstruídos em caixas lisimétricas [87].

Recomenda-se a determinação laboratorial da permeabilidade do solo nos casos de risco de contaminação das águas subterrâneas e nos aglomerados de maiores dimensões abrangidos no âmbito deste Manual e, obviamente, os de dimensão superior.

Os passos a seguir na realização do ensaio de percolação para determinar a taxa de infiltração de um solo [81] são os que a seguir se discriminam:

- 1 - Número e local dos ensaios - efectuar pelo menos 6 ensaios por meio de furos uniformemente distribuídos sobre o terreno que se pensa utilizar.

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha B. 15 / 2



- 2 - **Natureza dos furos** - Cavar ou abrir um furo, de paredes verticais, de 10 a 30 cm de diâmetro, até à profundidade escolhida para assentamento dos drenos. Para economizar tempo, mão-de-obra e água necessários ao ensaio, os furos poderão ser abertos com o auxílio duma colher extractora manual de 10 cm.

- 3 - **Preparação do furo** - Raspar as paredes e o fundo do furo com uma lâmina ou qualquer instrumento de ponta acerada, de modo a suprimir todo o empastamento superficial e obter um paramento em solo natural por onde a água possa percolar. Extrair do furo as terras destacadas. Colocar no fundo uma camada de 5 cm de areia grossa, gravilha ou brita miúda, para o proteger contra o arrastamento inferior das terras e obstrução por sedimentos.

- 4 - **Saturação e embebição do solo** - Encher cuidadosamente o furo de água limpa, até pelo menos 30 cm acima da brita. Em muitos solos será necessário proceder ao reenchimento do furo por meio dum pequeno depósito de água, possivelmente com o recurso a um sifão automático, de modo a manter a água no furo durante um período de, pelo menos, 4 horas e, de preferência, uma noite inteira. Esta forma de proceder garante que o solo se embeberá completamente e se aproximará das condições reais que ele terá durante a estação mais húmida do ano. O ensaio dará, pois, resultados comparáveis num mesmo solo, quer ele seja feito em estação seca, quer em estação húmida. Nos solos arenosos que contenham apenas pouca argila, a fase de embebição não é indispensável e o ensaio pode ser feito segundo as indicações dadas em 5.1, depois que a água de um único enchimento do furo tenha completamente desaparecido por infiltração.

- 5 - **Medida da velocidade de infiltração** - Com excepção dos solos arenosos, a medida da velocidade de infiltração será feita no dia seguinte ao das operações descritas em 4:

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha B. 15 / 3



- 5.1 - Se resta água no furo após a noite de embebição, ajustar a sua profundidade a cerca de 15 cm acima da brita. A partir de um ponto de referência fixado, medir a descida do nível de água durante um período de 30 minutos. Esta descida serve para calcular a velocidade de infiltração.
- 5.2 - Se não resta água no furo após a noite de embebição, juntar água limpa até uma altura de cerca de 15 cm acima da brita. A partir de um ponto de referência fixo, medir a descida do nível de água, em intervalos de cerca de 30 minutos, durante 4 horas, refazendo de cada vez, o nível a 15 cm da brita. A descida observada durante o último período de 30 minutos servirá para calcular a velocidade de infiltração. As descidas que se produzam no decurso dos períodos precedentes darão indicações sobre as possibilidades de modificação do processo para o ajustar a circunstâncias locais.
- 5.3 - Nos solos arenosos (ou outros solos em que os primeiros 15 cm de água se infiltram em menos de 30 minutos, após uma noite de embebição), observar a descida da água em intervalos de 10 minutos, durante uma hora. A descida observada no decurso dos últimos 10 minutos, servirá para calcular a velocidade de infiltração.
- 6 - **Cálculo do tempo de infiltração** - Uma simples proporção directa entre a descida da água que serve para calcular o tempo de infiltração e a que serve para standardizar este tempo (2,5 cm) é suficiente para obtenção do valor desejado. Assim, por exemplo, se em 30 minutos a descida verificada for de 12,5 cm, o tempo de infiltração t calcula-se facilmente do seguinte modo:

$$\frac{12,5 \text{ cm}}{2,5 \text{ cm}} = \frac{30 \text{ min}}{t}$$

$$t = 6 \text{ min}$$

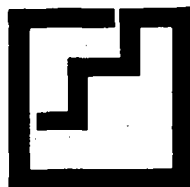
- 7 - **Relação entre o rebaixamento da água nos furos e a permeabilidade dos solos** - Através da aplicação do método de Porchet é possível relacionar o rebaixamento da água nos furos com a permeabilidade do solo.

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIREÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha B. 15 / 4



A expressão é a seguinte:

$$K = \frac{R}{2(t_2 - t_1)} \ln \frac{2h_1 + R}{2h_2 + R}$$

em que: K - é a permeabilidade do solo (cm/s)
 R - é o raio do poço (cm)
 t₁ - tempo correspondente ao início do ensaio (s)
 t₂ - tempo correspondente ao fim do ensaio (s)
 h₁ - altura de água no início do ensaio (cm)
 h₂ - altura de água no final do ensaio (cm)

De acordo com o referido nos pontos precedentes, se o furo tiver 30 cm de diâmetro (R = 15 cm), se a altura de água no início do ensaio for de 15 cm e o tempo ao fim do qual termina o ensaio for de 30 minutos para os solos mais impermeáveis e de 10 minutos para os solos arenosos, ter-se-á:

- Para t₂ = 30 minutos

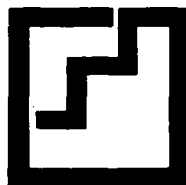
Rebaixamento (cm)	Permeabilidade (cm/s)	Natureza dos solos
0,25	4,6 x 10 ⁻⁵	silte
0,5	9,3 x 10 ⁻⁵	
1,0	1,9 x 10 ⁻⁴	areia siltosa
2,0	3,9 x 10 ⁻⁴	
3,0	6 x 10 ⁻⁴	
4,0	8,2 x 10 ⁻⁴	
5,0	1 x 10 ⁻³	areia fina
6,0	1,3 x 10 ⁻³	
7,0	1,55 x 10 ⁻³	
8,0	1,8 x 10 ⁻³	
9,0	2,1 x 10 ⁻³	
10,0	2,4 x 10 ⁻³	
11,0	2,7 x 10 ⁻³	
12,0	3,2 x 10 ⁻³	
13,0	3,6 x 10 ⁻³	
14,0	4,1 x 10 ⁻³	

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha B. 15 / 5



Se a permeabilidade for inferior a 10^{-6} cm/s, o solo é argiloso, devendo considerar-se a duração de 60 minutos (t_2) para a realização do ensaio.

- Para $t_2 = 10$ minutos

Rebaixamento (cm)	Permeabilidade (cm/s)	Natureza dos solos
1	$5,7 \times 10^{-4}$	
2	$1,16 \times 10^{-3}$	
3	$1,78 \times 10^{-3}$	
4	$2,24 \times 10^{-3}$	areia fina
5	$3,14 \times 10^{-3}$	
6	$3,87 \times 10^{-3}$	
7	$4,6 \times 10^{-3}$	
8	$5,5 \times 10^{-3}$	
9	$6,4 \times 10^{-3}$	
10	$7,3 \times 10^{-3}$	mistura de areia
11	$8,4 \times 10^{-3}$	
12	$9,5 \times 10^{-3}$	
13	1×10^{-2}	
14	$1,2 \times 10^{-2}$	areia grossa

Se a permeabilidade for superior a 1 cm/s, o solo é seixo grosseiro, devendo considerar-se a duração de 5 minutos (t_2) para a realização do ensaio.

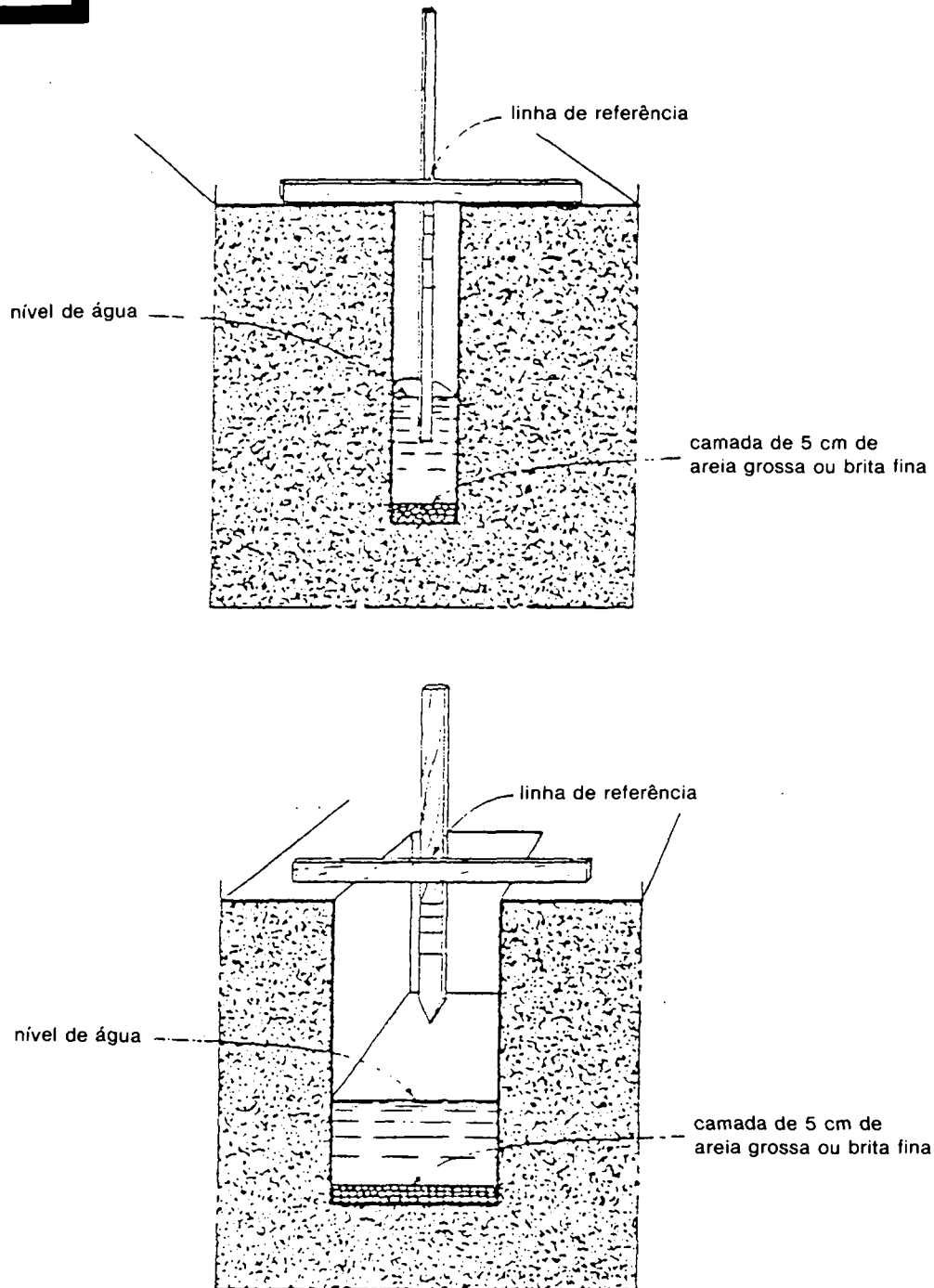
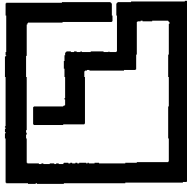


FIGURA B. 15.1 - Ilustração do modo de realizar o ensaio da taxa de infiltração de um solo

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha B. 15 / 7



FONTES DE INFORMAÇÃO

- . Carta Hidrogeológica de Portugal à escala 1:100 000
- . Carta Geológica de Portugal à escala 1:500 000 da Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos
- . Consulta ao Laboratório de análises de solos.



QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA

JUSTIFICAÇÃO

A presença de certas substâncias na água, em teores excessivos, pode ter consequências indesejáveis para a saúde do homem (efeitos sanitários), sobre a conservação dos materiais dos sistemas de abastecimento (efeitos económicos) e sobre a aceitação da água pelos consumidores (efeitos estéticos).

METODOLOGIA

- 1 - Solicitar ao laboratório distrital dos Serviços de Saúde ou a outro devidamente creditado uma análise bacteriológica sumária compreendendo as seguintes determinações:
 - a) número total de colónias em gelose nutritiva;
 - b) número de coliformes totais;
 - c) número de coliformes fecais;
 - d) número de estreptococos fecais;
 - e) pesquisa de Salmonela.

- 2 - Comparar os resultados da análise bacteriológica da água bruta com os valores preconizados nas Normas de Qualidade da Água do Ministério do Planeamento e da Administração do Território. Consoante a origem da água, dever-se-á considerar o Capítulo II, Secção I "Águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano" ou o Capítulo II, Secção II "Águas doces subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano."

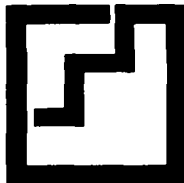
Da apreciação resultante da comparação atrás referida, poderá concluir-se que a água bruta é, ou não, utilizável para abastecimento público. No caso de o ser, isso não significa necessariamente que ela seja potável, mas sim que é susceptível de fácil potabilização. é aliás recomendável proceder sempre à desinfecção da água, mesmo que ela se apresente como bacteriologicamente pura e, posteriormente, proceder à comparação dos resultados da análise bacteriológica da água tratada com os valores preconizados pelas Normas de Qualidade da Água do Ministério do Planeamento e da Administração do Território, Capítulo II, Secção III "Água de abastecimento para consumo humano".

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha B. 16 / 2



Chama-se ainda a atenção de que terão de ser respeitadas anualmente as frequências mínimas de amostragem e de análise de águas superficiais e subterrâneas brutas e de águas para consumo humano, respectivamente assinaladas nos Anexos IV, VII e XI das Normas de Qualidade da Água.

FONTES DE INFORMAÇÃO

A Direcção Geral de Qualidade do Ambiente, o Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA) de Lisboa e sua delegação no Porto, a Direcção Geral dos Cuidados de Saúde Primários (DGCSP) e as Administrações Regionais de Saúde podem fornecer indicações quanto a procedimentos de amostragem, efectuar análises físicas, químicas e bacteriológicas e dar parecer sobre a qualidade da água analisada.

As Direcções Regionais de Hidráulica do Douro e do Guadiana dispõem de laboratórios de análises físicas e químicas.



QUALIDADE FÍSICA E QUÍMICA DA ÁGUA

JUSTIFICAÇÃO

A presença de certas substâncias na água, em teores excessivos, pode ter consequências indesejáveis para a saúde do homem (efeitos sanitários), sobre a conservação dos materiais dos sistemas de abastecimento (efeitos económicos) e sobre a aceitação da água pelos consumidores (efeitos estéticos).

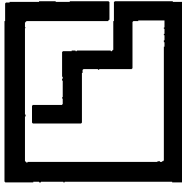
METODOLOGIA

- 1 - Enviar ao laboratório duas amostras de água, uma de 5 l em garrafão bem lavado e a outra de 1 l em garrafa branca, igualmente bem lavada, para uma análise física e química sumária, englobando os parâmetros do Quadro B.17.1. Acompanhar a amostra com indicações descritivas do local, data de colheita, origem de água, fontes de contaminação vizinhas, etc.).

QUADRO B. 17.1

Análise física e química sumária

CARACTERÍSTICAS	PARAMETROS
Organolépticas	Aspecto; cor; cheiro; sabor
Físicas	pH; condutividade eléctrica
Químicas	Alcalinidade ou acidez, oxidabilidade; dureza total e temporária; ferro; cloretos; sulfatos; nitratos, nitritos, azoto amoniacal e albuminóide.



Na utilização de novas captações, deve proceder-se a análises físicas e químicas mais completas e frequentes, em função dos meios locais [13].

Se os valores de pH e alcalinidade sugerirem que se trata de água agressiva (pH menor que 7,5 e alcalinidade total reduzida), deve incluir-se a determinação do CO₂ livre na análise física e química sumária [14, 15].

- 2 - Comparar os valores determinados nas análises físicas e químicas da água com os valores preconizados nas Normas de Qualidade da Água do Ministério do Planeamento e da Administração do Território. Consoante a origem da água, dever-se-á considerar o Capítulo II, Secção I "Águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano" ou o Capítulo II, Secção II "Águas doces subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano."

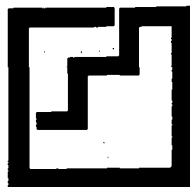
Da apreciação resultante da comparação atrás referida, poderá concluir-se que a água bruta é, ou não, utilizável para abastecimento público. No caso de o ser, poderá necessitar de eventuais correcções através de tratamentos físico-químicos por forma a cumprir as Normas de Qualidade da Água do Ministério do Planeamento e da Administração do Território, Secção III "Águas de abastecimento para consumo humano."

Chama-se ainda a atenção de que terão de ser respeitadas anualmente as frequências mínimas de amostragem e de análise de águas superficiais e subterrâneas brutas e de águas para consumo humano, respectivamente assinaladas nos Anexos IV, VII e XI das Normas de Qualidade da Água.

FONTES DE INFORMAÇÃO

A Direcção Geral da Qualidade do Ambiente, o Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA) de Lisboa e sua delegação no Porto, a Direcção Geral dos Cuidados de Saúde Primários (DGCSP) e as Administrações Regionais de Saúde podem fornecer indicações quanto a procedimentos de amostragem, efectuar análises físicas, químicas e bacteriológicas e dar parecer sobre a qualidade da água analisada.

As Direcções Regionais de Hidráulica do Douro e do Guadiana dispõem de laboratórios de análises físicas e químicas.



FONTES DE CONTAMINAÇÃO E POLUIÇÃO

JUSTIFICAÇÃO

A inventariação de fontes de contaminação e de poluição assume grande importância, principalmente na área envolvente de captações e de condutas de água.

Se as fontes de poluição produzirem águas residuais que são drenadas e tratadas conjuntamente com as domésticas, será necessário a caracterização quantitativa (Ficha B.1) e qualitativa (Anexo 5) das águas residuais industriais.

METODOLOGIA

Nas captações de águas superficiais devem ser inventariadas as fontes de contaminação e/ou poluição situadas a montante e que atinjam a linha de água.

As captações de águas subterrâneas (nascentes, poços e furos) devem situar-se a uma distância das fontes de contaminação e/ou poluição não inferior ao disposto na Norma Portuguesa NP-836 [36].

A existência de fontes de poluição e/ou contaminação susceptíveis de afectar a qualidade da água destinada ao abastecimento implica a necessidade da tomada de medidas tendentes a solucionar o problema, designadamente o tratamento dos efluentes ou o afastamento da fonte de poluição ou contaminação.

No caso do tratamento de efluentes industriais, deverá ser sempre analisada a conveniência do seu tratamento conjunto com as águas residuais domésticas.

FONTES DE INFORMAÇÃO

- . Inspecção local
- . Câmara Municipal
- . Autoridade Sanitária Concelhia



VULNERABILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS A POLUIÇÃO E/OU CONTAMINAÇÃO

JUSTIFICAÇÃO

Para a selecção do tipo e localização dos dispositivos de tratamento e rejeição final das águas residuais, é necessário ter em conta a vulnerabilidade das águas subterrâneas à contaminação e/ou poluição, por forma a evitar situações inaceitáveis ou difíceis de remediar, com a consequente limitação da utilização para abastecimento à população.

METODOLOGIA

A metodologia para a avaliação da vulnerabilidade das águas subterrâneas à contaminação baseia-se na classificação hidrogeológica do solo, a que se refere a Ficha B.13, podendo utilizar-se o seguinte critério:

- a) zona de elevada vulnerabilidade: rochas eruptivas ácidas e xistosas com fracturas e/ou filões e rochas calcárias com fracturas à superfície;
- b) zona de média vulnerabilidade: siltes, calcários brandos miocénicos e areias do Paleogénico, Miocénico e Pliocénico, formações predominantemente arenosas do Miocénico, do Pliocénico, terraços fluviais, areias de dunas e depósitos aluvionares;
- c) zona de baixa vulnerabilidade: rochas eruptivas ácidas e xistosas sem fracturas nem filões, eruptivas básicas, rochas calcárias sem fracturas à superfície e formações gresosas.

Relativamente às zonas de média vulnerabilidade, em particular as que são constituídas por meios porosos aluvionares de aquíferos livres, o método empírico de Le Grand permite avaliar, em primeira aproximação, e através de um gráfico, o risco de contaminação das águas subterrâneas devido à rejeição dos excreta e/ou águas residuais [39].

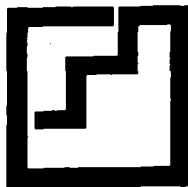
Este método [40], que se apresenta seguidamente, permite estudar a localização do ponto de rejeição dos excreta e/ou águas residuais relativamente a captações de águas subterrâneas nas proximidades, de modo a evitar a sua contaminação.

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha B. 19 / 2



Segundo o método empírico de Le Grand, os factores que influenciam a contaminação das águas num dado local são os seguintes:

- a) profundidade do nível freático;
- b) características absorventes do terreno;
- c) permeabilidade do solo;
- d) inclinação da superfície freática;
- e) distância entre o local de rejeição dos excreta e/ou águas residuais e a captação de água.

A determinação da permeabilidade do solo pressupõe a realização do ensaio da taxa de infiltração (Ficha B.15).

O gráfico que a seguir se apresenta (Fig. B.19.1) consta de 5 linhas correspondentes a cada um dos factores atrás referidos que influenciam a contaminação.

Na parte superior de cada linha lê-se um valor numérico na posição correspondente aos dados do aquífero em estudo, indicados na parte inferior da mesma linha. Esta operação é efectuada para cada uma das cinco linhas correspondentes aos cinco factores atrás referidos.

O risco da contaminação das águas subterrâneas determina-se pela adição dos valores lidos na parte superior de cada uma das cinco linhas. O valor total calculado deve ser interpretado em termos de risco de contaminação, de acordo com os valores indicados no Quadro B.19.1.

QUADRO B.19.1

Risco de contaminação de águas subterrâneas

Total de pontos	Risco de contaminação
0 - 4	Iminente
4 - 8	Provável
8 - 12	Possível mas não provável
12 - 25	Muito improvável
25 - 35	Impossível

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha B. 19 / 3

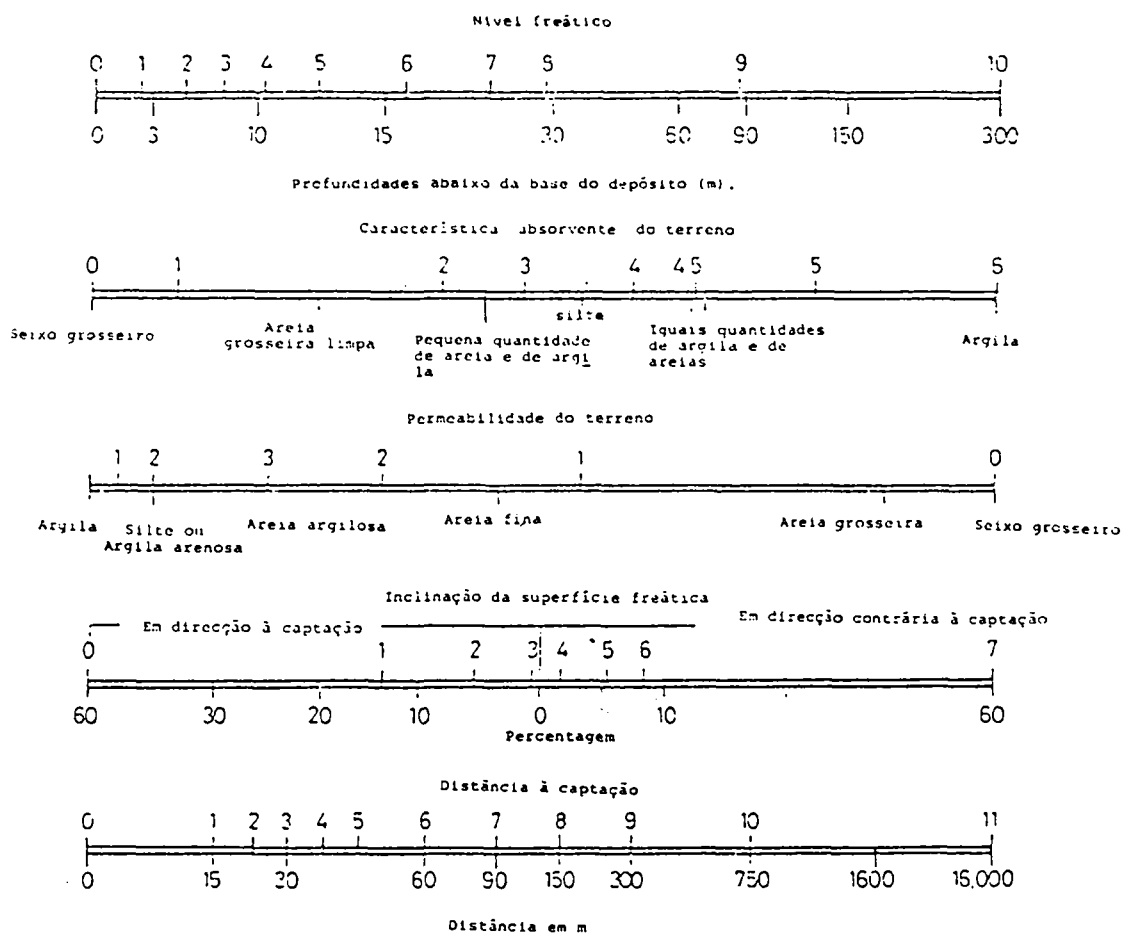
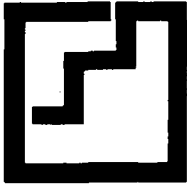


FIGURA B.19.1 - Variáveis controladoras de contaminação de aquíferos, segundo Le Grand

FONTES DE INFORMAÇÃO

- . Carta Hidrogeológica de Portugal à escala 1:100 000.
- . Carta Geológica de Portugal à escala 1:500 000 da Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos.



MEIO RECEPTOR DE AGUAS RESIDUAIS

JUSTIFICAÇÃO

A caracterização do tipo de meio receptor é indispensável para decidir onde deve ser descarregado o efluente e qual a qualidade química e bacteriológica que este deve possuir antes da descarga.

A própria localização da ETAR depende do meio receptor, devendo situar-se nas proximidades do ponto de descarga, mas acima da cota de máxima cheia.

METODOLOGIA

A caracterização do meio receptor começa por uma visita ao local, para decidir se este deverá ser terrestre ou hídrico.

No caso de o meio receptor ser o solo, há que avaliar a sua permeabilidade (Ficha B.15) e declive (Ficha B.9), bem como o risco de contaminação das águas subterrâneas (Ficha B.19).

Em meios receptores hídricos (curso de água, lago natural ou albufeira) deve verificar-se o seu regime, grau de poluição e contaminação, nível de eutrofização, existência de captações de água a jusante do ponto de descarga e cota de máxima cheia.

Deve ser dado cumprimento às Normas da Qualidade da Água do Ministério do Planeamento e da Administração do Território, Capítulo VII, Secção I "Normas gerais de descarga".

FONTES DE INFORMAÇÃO

- . Inspeção local
- . Câmara Municipal
- . Direcção Geral dos Recursos Naturais ou seus órgãos regionais
- . Direcção Geral da Qualidade do Ambiente



ANEXO 1

COLHEITA DE AMOSTRAS

1 - COLHEITA DE AMOSTRAS DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PARA ANÁLISE FÍSICA E QUÍMICA

1.1 - Indicações gerais

Efectuar uma amostragem correcta é um passo tão importante no processo de determinação da qualidade de uma água quanto a precisão dos métodos analíticos, pois que de ambas as fases depende a apresentação dos resultados.

O procedimento de amostragem da água de abastecimento varia ligeiramente consoante o tipo da origem de água. Alguns aspectos da técnica de amostragem, são, no entanto, independentes do tipo de captação, como sejam os cuidados com o material de colheita, o volume da amostra necessária e o acondicionamento da mesma no envio ao laboratório de análise.

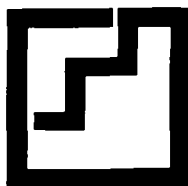
1.2 - Volume de amostra necessário

O volume de amostra a recolher depende do número e tipo de parâmetros que se pretendem analisar. Assim, uma análise completa da água requer um volume da ordem de 5 litros, enquanto uma análise de rotina necessita, geralmente, de 1 litro [44], ao passo que uma simples determinação de ferro exige uma amostragem de 0,5 litro.

1.3 - Material necessário e sua preparação

Na amostragem de águas devem utilizar-se recipientes de vidro ou de material plástico resistente a ácidos e bases, bem limpos e providos de rolhas novas. A capacidade dos recipientes deve corresponder aproximadamente ao volume de amostra pretendido, pois que não é conveniente deixar o frasco incompletamente cheio, permitindo o conseqüente contacto da amostra com o ar. Pelo contrário, o recipiente deve ser completamente cheio, até extravazar, após o que a rolha é colocada de forma a evitar a formação de bolhas de ar.

Antes da colheita, os recipientes devem ser passados várias vezes com a água a colher, antes de receberem a amostra.



As amostras de água destinadas à determinação do ferro devem ser colocadas em recipientes de vidro incolor.

Cada recipiente deve ser cuidadosamente rotulado, indicando a data e local da colheita, a profundidade da captação e o caudal de extracção, quando for caso disso, e rubricado pelo responsável pela operação de amostragem.

1.4 - Técnica de amostragem em captações

1.4.1 - Nascentes

A amostra é colhida directamente para o frasco e o mais próximo possível da origem, a fim de minimizar o arejamento da água durante a operação de amostragem.

1.4.2 - Poços e furos

A amostragem deve ser feita após várias horas de bombagem, aconselhando-se que se proceda à colheita da amostra de água no final do ensaio de determinação do caudal

1.4.3 - Captações superficiais

Na amostragem de águas superficiais há que distinguir entre águas paradas, como lagoas e albufeiras, e águas correntes. No primeiro caso, a profundidade de amostragem dependerá da altura da tomada de água. O dispositivo apresentado na Fig. 1.1 permite colher a amostra à profundidade desejada.



No caso de águas correntes, utiliza-se um frasco normal. A amostragem deve fazer-se a meio do curso de água e à profundidade média.

O frasco da amostra deve ser destapado no momento da colheita, com a boca voltada contra a corrente (Fig. 1.2).

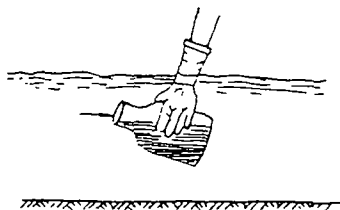


Fig. 1.2 - Colheita de água corrente

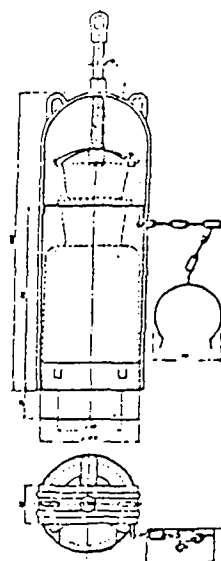


Fig. 1.1 - Dispositivo de colheita de amostra em profundidade

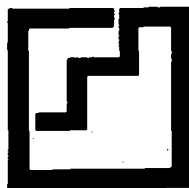
1.4.4 - Canalizações e rede de distribuição

A amostra é colhida directamente para o recipiente, após deixar correr a água durante algum tempo. Se a canalização estiver em serviço, bastam 5 a 10 minutos.

1.5 - Acondicionamento e envio das amostras

Os recipientes contendo as amostras, devidamente rotulados e lacrados para assegurar a sua integridade, devem ser enviados ao laboratório de análise com a maior brevidade, dado que a amostra pode sofrer alterações com o tempo, sendo aconselhável que o tempo decorrido entre a amostragem e a análise não ultrapasse 72 horas [35].

O envio da amostra ao laboratório deve ser acompanhado do respectivo boletim de requisição de análise devidamente preenchido. Por esta razão, e porque poderá ser necessário o fornecimento de material para a colheita, é aconselhável um contacto prévio mesmo telefónico, com o pessoal do laboratório.



2 - COLHEITA DE AMOSTRAS DE ÁGUAS RESIDUAIS PARA ANÁLISE FÍSICA E QUÍMICA

2.1 - Indicações gerais

O caudal e a composição química das águas residuais brutas é variável ao longo do tempo, mesmo considerando o dia como unidade de tempo. O mesmo sucede, embora de uma forma mais atenuada, com as águas residuais tratadas. A obtenção de uma amostra representativa obriga, assim, à composição de subamostras, colhidas a intervalos de tempo pré-estabelecidos, sendo aconselhável que o volume das subamostras não seja idêntico, mas sim proporcional ao caudal medido no instante da colheita da subamostra.

O procedimento não é, conseqüentemente, simples e torna-se desconfortável quando é necessário efectuá-lo manualmente. Existem amostradores automáticos que procedem à colheita de subamostras a intervalos pré-programados, podendo mesmo colher volumes de subamostras proporcionais ao caudal, quando devidamente acoplados a um medidor de caudal.

2.2 - Volume de amostra necessário

O volume de amostra a recolher depende do número e tipo de parâmetros que se pretende analisar. Uma análise bastante completa da água requer um volume da ordem dos 7 a 8 litros, enquanto que uma análise de rotina não necessita de mais de 2 litros.

2.3 - Material necessário e sua preparação

A preparação dos recipientes para armazenar as amostras depende dos parâmetros a analisar. É conveniente consultar o laboratório de análises ou bibliografia da especialidade [48, 49]. As determinações mais usuais - a CBO₅ e os SST - não requerem, porém, qualquer adição de reagentes. Em todos os casos, os recipientes devem ser previamente bem lavados e passados pela água residual (nos casos em que o frasco não venha já preparado com reagentes conservantes).

Os recipientes poderão ser garrafas de polietileno, de vidro ou mesmo garrações.

Além dos recipientes para guardar a amostra, é indispensável dispor do seguinte material:

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE



- a) luvas de borracha para o encarregado da operação de colheita;
- b) copo graduado de plástico, com 500 ml de capacidade, provido de pega, para amostragem manual;
- c) copo de plástico, provido de cabo comprido, para colheitas em locais pouco acessíveis (caixas de visita, por exemplo);
- d) caixa térmica para transporte das amostras;
- e) amostrador automático;
- f) termómetro.

2.4 - Técnica de amostragem

A amostra de AR deve ser composta para ser representativa. Sendo possível utilizar um amostrador automático ligado a um medidor de caudal, nada mais resta do que programar o aparelho de modo a que o volume total das subamostras atinja o volume pretendido. Se não se dispõe do medidor de caudal, recolher-se-ão subamostras de igual volume, das quais se retirará uma fracção correspondente ao caudal previsto para o instante de colheita da subamostra, caso se conheça a curva de afluência no ponto de colheita.

Se não se dispuser de amostrador automático, pode colectar-se uma amostra composta, elaborando a curva dos caudais e multiplicando o valor do caudal em instantes determinados por um valor constante tal que permita que a soma dos volumes das subamostras dê o volume pretendido, conforme se exemplifica seguidamente.

Suponha-se que o caudal segue a seguinte distribuição:

t (h)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Q (l/s)	0,10	0,20	0,50	0,80	1,00	1,50	2,00	1,50	1,40	1,50	1,30	0,50

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE



A percentagem de cada um dos caudais do quadro anterior, em relação à soma desses caudais, multiplicada pelo volume total da amostra pretendida dá o volume de cada subamostra.

As subamostras são cuidadosamente misturadas, de forma a obter-se uma amostra homogénea, e introduzidas nos frascos, devidamente rotulados.

O rótulo deve indicar o ponto de amostragem, a data da colheita e, se possível, as determinações a que se destina a amostra, devendo ainda ser rubricado pelo responsável pela colheita.

2.5 - Acondicionamento e envio da amostra

As amostras de águas residuais, brutas ou tratadas, devem ser transportadas em caixas térmicas e devidamente acondicionadas com gelo ou placas acumuladoras térmicas, que assegurem uma temperatura inferior a 4°C durante o transporte.

Algumas determinações exigem a adição de reagentes conservantes.

A amostra destinada à determinação de CBO₅ deve dar entrada no laboratório poucas horas depois da colheita e dentro do horário de trabalho dos funcionários do laboratório.

3 - COLHEITA DE AMOSTRAS DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PARA ANÁLISE BACTERIOLÓGICA

3.1 - Volume de amostra necessário

Para uma análise bacteriológica sumária de água de abastecimento basta uma amostra de 500 mililitros.

3.2 - Material necessário

As amostras destinadas a análise bacteriológica são colhidas em frascos de vidro previamente esterilizados, fornecidos pelo laboratório.

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE



Em alguns casos é necessário flamejar o ponto de colheita, para o que é necessário dispor de um frasco de álcool etílico, algodão e material de ignição (fósforos ou isqueiro).

3.3 - Técnica de amostragem

Consoante o ponto da colheita assim se emprega uma metodologia diferente.

3.3.1 - Água da torneira

Flameja-se o bocal da torneira, fazendo passar um algodão embebido em álcool e inflamando seguidamente.

Abre-se a torneira, deixando correr a água livremente, durante 2 ou 3 minutos, após o que se enche o frasco, mantendo-o numa posição oblíqua, para que o ar poluído penetre mais dificilmente no seu interior.

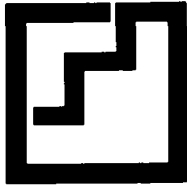
3.3.2 - Água de poço

Utiliza-se para esta colheita o chamado frasco de mergulho, o qual é protegido por uma armação metálica esterilizada, à qual se prendem duas cordas igualmente esterilizadas. Uma permite que o frasco desça no interior do poço a cerca de 1 m de profundidade e a outra permite levantar a rolha do frasco à profundidade pretendida. Uma vez cheio o frasco, tapa-se ainda no interior do poço e eleva-se.

3.3.3 - Águas superficiais (rio, lago, lagoa)

A colheita deve ser feita a uma certa distância das margens e a uma profundidade da ordem de 30 cm.

No caso de um rio, abre-se o frasco contra a corrente e mantém-se em posição oblíqua. Numa albufeira ou num lago, em que não existe corrente, desloca-se o frasco num plano horizontal com a boca voltada para diante, de modo que nela entre a água. Traz-se então o frasco à superfície e veda-se bem, impedindo que se contamine a rolha durante a operação. Evita-se sempre colher a água da



superfície, a qual, por vezes, contém apreciável quantidade de produtos de origem vegetal em decomposição.

3.4 - Acondicionamento e envio das amostras

As amostras de água para análise bacteriológica devem ser transportadas em caixa térmica, com placas acumuladoras térmicas.

Os frascos devem estar devidamente rotulados, indicando o ponto de amostragem e a data da colheita.

A rapidez do transporte da amostra ao laboratório é um aspecto fulcral quando se trata de análises bacteriológicas. O tempo decorrido entre a colheita e a entrada da amostra no laboratório não deve exceder 6 horas.

4 - COLHEITA DE AMOSTRAS DE ÁGUAS RESIDUAIS PARA ANÁLISE BACTERIOLÓGICA

4.1 - Volume de amostras necessário

As amostras de água residual destinadas a análise bacteriológica têm, geralmente, 500 ml de capacidade.

4.2 - Material necessário

A amostra é colhida em frascos esterilizados, normalmente de vidro escuro, fornecidos previamente pelo laboratório.

É necessário dispor de luvas para esta operação. Estas deverão ser facilmente esterilizáveis ou de usar uma vez e deitar fora.

É ainda necessário um recipiente com pega esterilizado ou, pelo menos, muito bem lavado.

4.3 - Técnica de amostragem

O responsável pela operação de colheita de águas residuais, depois de se equipar com as luvas, colhe o volume de amostra desejado a alguns centímetros abaixo da superfície do líquido com o auxílio do

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

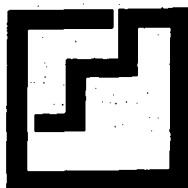


recipiente com pega, cujo conteúdo verte com a mão direita no frasco esterilizado, que destapa com a mão esquerda.

O frasco é rotulado com a indicação do ponto de colheita e respectiva data.

4.4 - Acondicionamento e envio das amostras

Deve seguir-se o procedimento indicado em 3.4, relativo às águas de abastecimento.



ANEXO 2

DESINFECÇÃO DA ÁGUA

1 - MICROORGANISMOS CAUSADORES DE CONTAMINAÇÃO

A água destinada ao consumo humano deve apresentar características de qualidade física, química e microbiológica, que tornem a sua ingestão inócua para a saúde, proporcionando ainda um sabor agradável. Quando a água não apresenta as características microbiológicas necessárias a essa finalidade, diz-se que está contaminada.

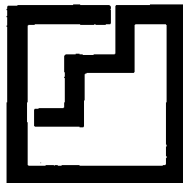
A água de características microbiológicas adequadas ao consumo humano não deve conter quaisquer microrganismos patogénicos e não apenas isenção de bactérias patogénicas de proveniência intestinal, entre as quais se contam alguns dos principais agentes de doenças transmitidas por via hídrica, designadamente a *Salmonella* (agente causador da febre tifóide), o *Vibrio cholerae* (agente causador da cólera) e a *Shigella* (agente causador de gastroenterites).

A avaliação da qualidade microbiológica de uma água não se realiza pela pesquisa e contagem dos microrganismos patogénicos cujo número muito reduzido dificulta enormemente a sua detecção, mas antes por um processo indirecto, que consiste na determinação de microrganismos não patogénicos, que não são constituintes normais da flora entérica, os quais, por serem muito numerosos, proporcionam maior facilidade de detecção e contagem, constituindo, assim, indicadores seguros de contaminação fecal.

Os microrganismos correntemente utilizados como indicadores de contaminação fecal são o grupo dos coliformes e sub-grupo dos coliformes fecais (*Escherichia coli* - *E. coli*).

O grupo dos estreptococos fecais (*Streptococcus faecalis*) constitui um indicador útil, pois permite confirmar a natureza fecal da contaminação, mesmo quando se verifica a ausência de *E. coli*.

O *Clostridium welchii* é um microrganismo esporulado de origem fecal, cujos esporos resistem na água por períodos mais longos que os coliformes fecais, pelo que a sua detecção é confirmadora de contaminação fecal antiga.



2 - MÉTODOS DE DESINFECÇÃO

O tratamento da água que permite eliminar todos os microrganismos patogénicos (e não apenas as bactérias patogénicas intestinais) é a desinfecção. A desinfecção não permite a destruição de todos os organismos vivos existentes na água, o que constitui o objecto da esterilização (*).

A desinfecção pode ser realizada por recurso a agentes físicos ou a agentes químicos.

Entre os desinfectantes físicos contam-se o calor, a luz solar (principalmente a banda dos ultra-violeta - UV), as ondas de frequência ultra-sónica (ultra sons) e as radiações de natureza corpuscular.

Os agentes químicos de desinfecção compreendem iões metálicos como o cobre, a prata e a platina, ácidos, bases, detergentes, alguns oxidantes como o permanganato de potássio, o peróxido de hidrogénio (água oxigenada) e o ozono e halogéneos como o cloro, o bromo e o iodo.

3 - CLORAÇÃO

3.1 - Métodos

De todos os agentes físicos e químicos de desinfecção, apenas o cloro é utilizável em aglomerados de pequena e reduzida dimensão. A desinfecção pelo cloro designa-se cloração ou cloragem.

A cloração pode realizar-se por meio do próprio cloro molecular Cl_2 , no estado gasoso, ou por intermédio de compostos clorados, de que se destacam:

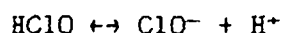
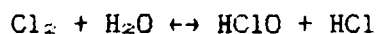
- a) o hipoclorito de sódio;
- b) o hipoclorito de cálcio;
- c) o dióxido de cloro.

Na desinfecção de pequenos caudais, como os que estão em consideração nos aglomerados de reduzida dimensão, a utilização dos hipocloritos é mais económica, oferecendo ainda a vantagem de mais fácil exploração.

(*) Os autores de língua francesa consideram os termos desinfecção e esterilização como sinónimos.



Na cloração realizada por meio de hipoclorito de sódio ou de cálcio, a acção desinfectante é desempenhada pelo ácido hipocloroso (HClO) ou pelo ião hipoclorito (ClO⁻) proveniente da sua dissociação iónica na água, ou por ambos, em proporções relativas que dependem do valor do pH no momento da cloração:



3.2 - Compostos clorados

Nem todos os compostos clorados possuem cloro com propriedades desinfectantes.

Entende-se por **cloro activo** ou **disponível**, aquele que se encontra "disponível" para exercer acção desinfectante, por oposição ao **cloro inerte** ou **não disponível**, que não tem propriedades germicidas.

O cloro disponível pode encontrar-se sob a forma de cloro molecular, ácido hipocloroso ou de ião hipoclorito, designando-se então por **cloro disponível livre** [84], ou combinado quimicamente com a amónia, sob a forma de cloraminas ou de outros compostos orgânicos azotados, denominando-se então, por **cloro combinado disponível**.

O cloro disponível livre dispõe de um poder desinfectante superior ao do cloro combinado disponível.

O **cloro residual disponível** é o que permanece na água ao fim de um certo tempo de contacto. O cloro residual disponível pode apresentar-se livre ou combinado, consoante estiver na forma de HClO e ClO⁻ ou de cloraminas.

Deve salientar-se que nem todo o cloro adicionado à água (qualquer que seja o composto clorado utilizado) age como agente desinfectante, já que as primeiras doses de cloro vão oxidar matéria orgânica e compostos inorgânicos (nitrito, ferro, etc.), após o que o cloro passa à oxidação de compostos azotados, como a amónia, dando origem às cloraminas (que têm poder desinfectante) e compostos organoclorados azotados.

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE



A continuação da adição de cloro vai reduzir a capacidade desinfectante, na medida em que esta vai reagir com as cloraminas, produzindo ácido clorídrico (HCl), que não é desinfectante. Esta acção prolonga-se até um ponto, conhecido por **ponto de rotura** ou **"break point"**, a partir do qual o teor de cloro residual disponível livre (ácido hipocloroso e ião hipoclorito) começa a aumentar (Fig. 2.1).

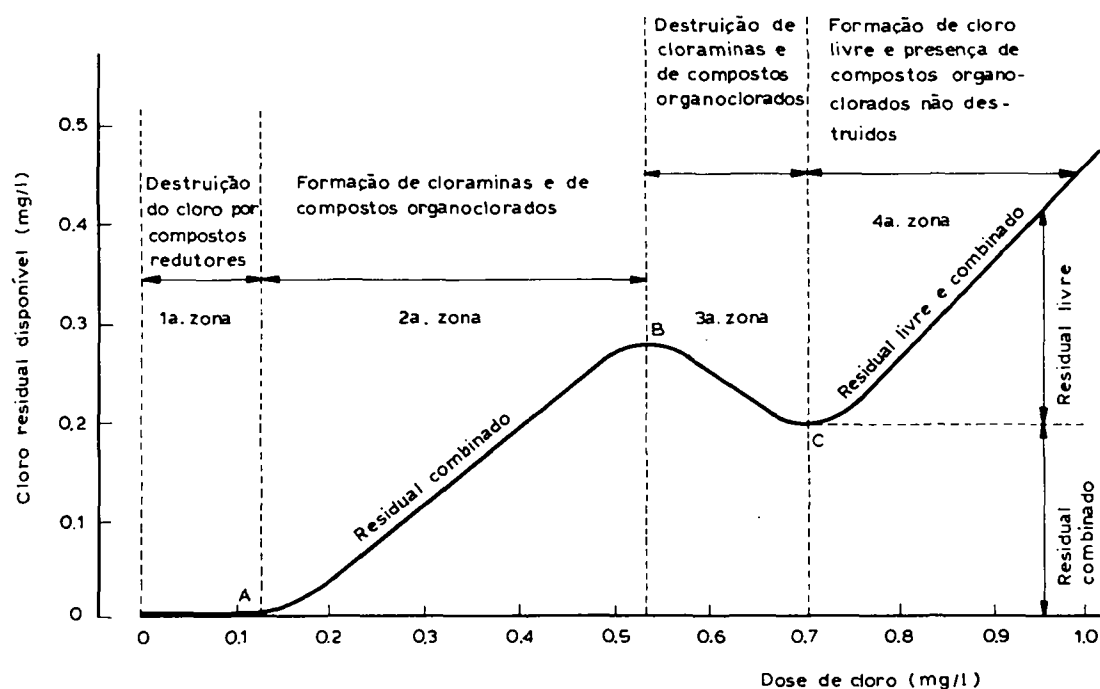
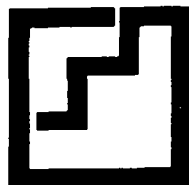


FIGURA 2.1 - Curva esquemática do "break point"

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE



Para desinfectar uma água por cloração haverá, conseqüentemente, que adicionar cloro, de modo a atingir-se a segunda zona da curva do "break point", utilizando assim o cloro combinado disponível ou, alternativamente, adicionar uma dose superior de cloro, a fim de alcançar a quarta zona da curva, utilizando então o cloro residual disponível livre. Dado que o poder desinfectante deste é superior ao das cloraminas (cloro disponível combinado), a tendência actual é de privilegiar a cloração na quarta zona da curva.

O teor de cloro residual disponível necessário para assegurar uma desinfecção eficaz da água depende do pH.

No Quadro 2.1 apresentam-se os teores mínimos de cloro residual em função do pH da água:

QUADRO 2.1 - Teor mínimo de cloro residual para assegurar uma desinfecção eficaz [15]

pH da água	Cloro residual livre (1) (mg/l)	Cloro residual combinado(2) (mg/l)
6,0 - 7,0	0,2	1,0
7,1 - 8,0	0,2	1,5
8,1 - 9,0	0,4	1,8
9,1 - 10,0	0,8	não aconselhável
> 10,0	0,8 (3)	não aconselhável

(1) - mínimo tempo de contacto de 10 minutos

(2) - mínimo tempo de contacto de 60 minutos

(3) - com tempo de contacto mais longo

Na ausência de medições de confiança do valor do pH da água, aconselha-se a utilização de 0,2 mg/l de cloro residual livre.

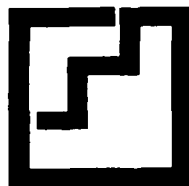


3.3 - Teste de cloro residual disponível

A avaliação da qualidade microbiológica da água pode fazer-se pela sua análise bacteriológica (Ficha B.16).

Em face dos limitados recursos laboratoriais existentes, fora dos principais centros urbanos, que impossibilitam a realização de análises bacteriológicas frequentes, deve recorrer-se à determinação do cloro residual disponível, único meio, nesses casos, de controlo da qualidade microbiológica da água para consumo humano. Os intervalos entre dois exames sucessivos deverão ser tão curtos quanto possível e nunca superiores a 6 meses [13].

O teste mais correntemente utilizado na determinação do cloro residual disponível é o chamado teste da ortotolidina. A ortotolidina (O-tolidina) é um composto aromático, que reage com o cloro e as cloraminas em meio ácido, produzindo um complexo de cor amarela, cuja intensidade colorimétrica é proporcional à quantidade de cloro residual disponível presente na água. A comparação da cor obtida com a de padrões previamente preparados e integrados no estojo do equipamento para a realização deste teste (Ficha D.11) permite quantificar o teor de cloro residual livre da água.



ANEXO 3

CARACTERIZAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS BRUTAS E TRATADAS

1 - ÁGUAS RESIDUAIS BRUTAS

As águas residuais de qualquer aglomerado resultam da mistura das águas residuais de uso doméstico (essencialmente águas de lavagens e águas de evacuação de excreta), das águas residuais produzidas por unidades industriais e lançadas na rede comunitária, (com ou sem prévio tratamento) e, por vezes, ainda das águas pluviais cuja expressão se pode reduzir a águas de infiltração quando existem redes de drenagem separadas para as águas residuais e as águas pluviais.

A caracterização qualitativa das águas residuais, tanto do ponto de vista químico, como microbiológico é importante, não só para definir o tratamento necessário, como para avaliar eventuais fenómenos inibitórios dos processos de tratamento.

As águas residuais de proveniência doméstica são suficientemente caracterizadas pela concentração em carência bioquímica de oxigénio (CBO_5^{20}) e em sólidos em suspensão totais (SST).

Estas concentrações são calculadas multiplicando o número de habitantes pela capitação de CBO_5 e SST e dividindo o resultado pelo caudal médio diário.

Para aglomerados de reduzida dimensão, considera-se que a capitação de CBO_5 é de 50 g/hab./d e de 90 g/hab./d para os SST.

A caracterização das águas residuais industriais é geralmente feita com base nas seguintes determinações:

- a) temperatura (a obter no local);
- b) pH;
- c) óleos e gorduras;

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE



- d) sólidos suspensos totais (SST);
- e) sólidos dissolvidos totais (SDT);
- f) carência bioquímica de oxigénio (CBO₅²⁰);
- g) carência química de oxigénio (CQO);
- h) metais pesados (a determinar apenas se no processo de fabrico se verificar a sua produção);
- i) compostos diversos, em função do tipo de indústria.

A descarga de águas residuais industriais na rede pública está sujeita aos limites impostos pelas autarquias nas suas Posturas Camarárias, enquanto que o seu lançamento nas linhas de água terá de respeitar os parâmetros impostos pela Direcção Geral dos Recursos Naturais.

A título indicativo apresenta-se no Quadro B.3.1 as características a que deverão obedecer os efluentes industriais lançados na rede pública de águas residuais. Se aqueles valores forem excedidos, os industriais terão de proceder ao pré-tratamento dos seus efluentes, de modo a garantir que não são excedidos os valores indicados.

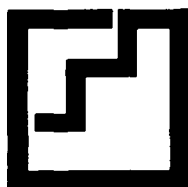
QUADRO B.3.1 [20]

DETERMINAÇÕES	VALORES ACEITAVEIS
- temperatura	≤ 35°C
- pH	6 < pH < 9
- cor	< 45 unid Pt-Co
- sólidos suspensos totais	< 1000 mg/l
- sólidos dissolvidos totais	< 7500 mg/l
- CBO ₅ ²⁰	≤ 1000 mg/l
- CQO	≤ 2000 mg/l
- óleos e gorduras	≤ 100 mg/l
- detergentes biodegradáveis	≤ 75 mg/l
- cianetos	≤ 0,5 mg (CN)/l
- cloro livre	≤ 2 mg (Cl)/l

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE



DETERMINAÇÕES	VALORES ACEITAVEIS
- cromatos	≤ 2 mg (CrO ₃)/l
- fenóis	≤ 0,5 mg (C ₆ H ₅ (OH))/l
- fluoretos	≤ 10 mg (F)/l
- sulfatos	≤ 1500 mg (SO ₄)/l
- sulfuretos	≤ 1 mg (S)/l
- alumínio	≤ 30 mg (Al)/l
- arsénio	≤ 1 mg (As)/l
- cádmio total	≤ 0,2 mg (Cd)/l
- chumbo total	≤ 1 mg (Pb)/l
- cobalto	≤ 5 mg (Co)/l
- cobre total	≤ 1 mg (Cu)/l
- crómio (III)	≤ 2 mg (Cr)/l
- crómio (VI)	≤ 0,1 mg (Cr)/l
- crómio total	≤ 2 mg (Cr)/l
- estanho	≤ 1 mg (Sn)/l
- mercúrio total	≤ 0,05 mg (Hg)/l
- níquel total	≤ 2 mg (Ni)/l
- prata	≤ 5 mg (Ag)/l
- zinco	≤ 5 mg (Zn)/l

2 - AGUAS RESIDUAIS TRATADAS

As características dos efluentes tratados deverá obedecer à Portaria sobre "Normas de Descarga de Águas Residuais Urbanas", a publicar brevemente.

A título indicativo, apresentam-se os parâmetros de qualidade física e química que frequentemente têm sido considerados para os efluentes tratados:

- a) CBO ≤ 30 mg/l
- b) SST ≤ 30 mg/l
- c) 6,5 < pH < 8

INFORMAÇÃO DE BASE

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE



é possível considerar valores mais elevados para estes parâmetros se o meio receptor dispuser de caudal e qualidade suficientes para assegurar uma diluição que conduza aos valores atrás citados.

Na eventualidade de o efluente ser aproveitado para irrigação, o parâmetro de qualidade mais importante a considerar é a sua qualidade microbiológica, traduzida pelo teor em microrganismos patogénicos, nomeadamente coliformes fecais e ovos de nemátodos intestinais.

Os padrões de qualidade microbiológica recentemente adoptados pela OMS [88], na sequência dos relatórios de Engelberg [89] e Adelboden estipulam que as águas residuais tratadas devem conter:

- a) { 1 ovo de nemátodo intestinal por litro (numa base de média geométrica), quando o efluente se destine a irrigação irrestrita ou restrita; e
- b) { 1000 coliformes fecais por 100 ml (em termos de média geométrica), se o efluente for utilizado para irrigação sem restrições.

O termo irrigação sem restrições refere-se à rega de pomares, culturas industriais, forragens, pastagens e árvores; a designação de irrigação restrita refere-se às culturas para consumo humano, campos desportivos e parques públicos.

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS



SELECÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS DE ABASTECIMENTO

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

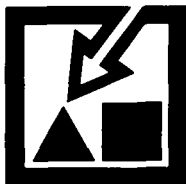


DIAGRAMA DE DECISÃO

Apresenta-se neste capítulo, o diagrama de decisão que permite seleccionar a tecnologia de águas de abastecimento mais adequada ao caso em estudo, partindo da informação de base recolhida através da metodologia descrita no Capítulo B.

Tal diagrama, de fácil utilização, baseia-se numa série de questões com resposta do tipo sim/não, que vão sendo sucessivamente colocadas ao utilizador, e para as quais é da maior relevância a informação de base anteriormente recolhida.

Em termos de estruturação geral, o diagrama compõe-se de cinco blocos principais, tendentes à definição dos seguintes aspectos:

- Bloco 1 - nível de serviço;
- Bloco 2 - captação;
- Bloco 3 - tratamento bacteriológico;
- Bloco 4 - tratamento físico-químico;
- Bloco 5 - adução, elevação, armazenamento e distribuição.

O utilizador é levado a percorrer sucessivamente cada um deles, podendo considerar terminado o processo apenas quando atingir a indicação FIM.

No bloco 1 relativo ao nível de serviço, o utilizador irá seleccionar o mais adequado ao caso em estudo, se o mesmo não tiver sido previamente estabelecido:

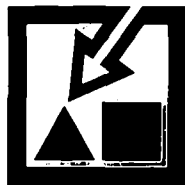
- nível de serviço I - abastecimento na origem com um ou mais pontos de recolha e inexistência de sistema de distribuição
- nível de serviço II - abastecimento por fontanários alimentados por uma rede de distribuição simples a partir de uma única origem e inexistência de ligações domiciliárias;
- nível de serviço III - abastecimento misto, com uma rede de distribuição alimentando também fontanários públicos e algumas ligações domiciliárias;
- nível de serviço IV - abastecimento domiciliário com uma rede completa de distribuição alimentando ligações domiciliárias.

SELECÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS DE ABASTECIMENTO

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha C. 1 / 2



A decisão sobre o nível de serviço a adoptar para o abastecimento de água está dependente, entre outros aspectos, do nível de serviço existente ou a prever para as águas residuais, sintetizando-se no quadro seguinte as compatibilidades existentes.

		NÍVEL DE SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA				
		I	II	III		IV
		Predominância de				
		fontanários		ligações domiciliárias		
NÍVEL DE SERVIÇO	I	C	C	B	A	A
DE	III	A	B	B	C	C
ÁGUAS RESIDUAIS *	IV	A	A	B	C	C

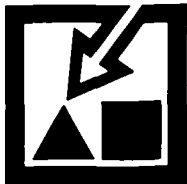
* ver Ficha E

No bloco 2, relativo à **captação**, caso não exista em condições adequadas, o utilizador irá seleccionar uma das seguintes tecnologias:

- captação por nascente;
- captação por poço;
- captação por furo;
- captação em meios hídricos superficiais;
- captação por superfície de recolha;
- cisterna individual;
- cisterna móvel.

No bloco 3, relativo ao **tratamento bacteriológico**, caso não exista em condições adequadas, o utilizador irá seleccionar uma das seguintes tecnologias:

- desinfecção por injeção de soluto de hipoclorito;
- desinfecção por duplo pote;
- desinfecção gota a gota;
- desinfecção individual.



No bloco 4, relativo ao **tratamento físico-químico**, caso seja necessário e não exista em condições adequadas, o utilizador irá seleccionar uma ou mais de entre as seguintes tecnologias:

- a) decantação;
- b) arejamento;
- c) correcção de agressividade;
- d) amaciamento;
- e) filtração lenta.

No bloco 5, relativo à **adução, elevação, armazenamento e distribuição**, caso seja necessário e não exista em condições adequadas, o utilizador irá seleccionar uma ou mais das seguintes tecnologias:

- a) adução;
- b) elevação;
- c) armazenamento.

Duas situações podem surgir por forma a perturbar a evolução no diagrama de decisão. A primeira corresponde à selecção de uma captação com água de muito má qualidade, tornando demasiado complexo o tratamento físico-químico, o que aconselha a selecção de uma captação alternativa. A segunda corresponde a uma eventual dificuldade na selecção de uma adequada captação, tornando aconselhável o parecer de um especialista.

Considera-se porém, que a utilização do presente diagrama de decisão permitirá, na grande maioria dos casos, seleccionar as mais adequadas tecnologias de abastecimento de água. Aconselha-se porém o utilizador, após essa selecção, a uma análise crítica da solução encontrada e, em caso de dúvida, a repetir ponderadamente o processo, completando-o, se necessário, com análises económicas comparativas.

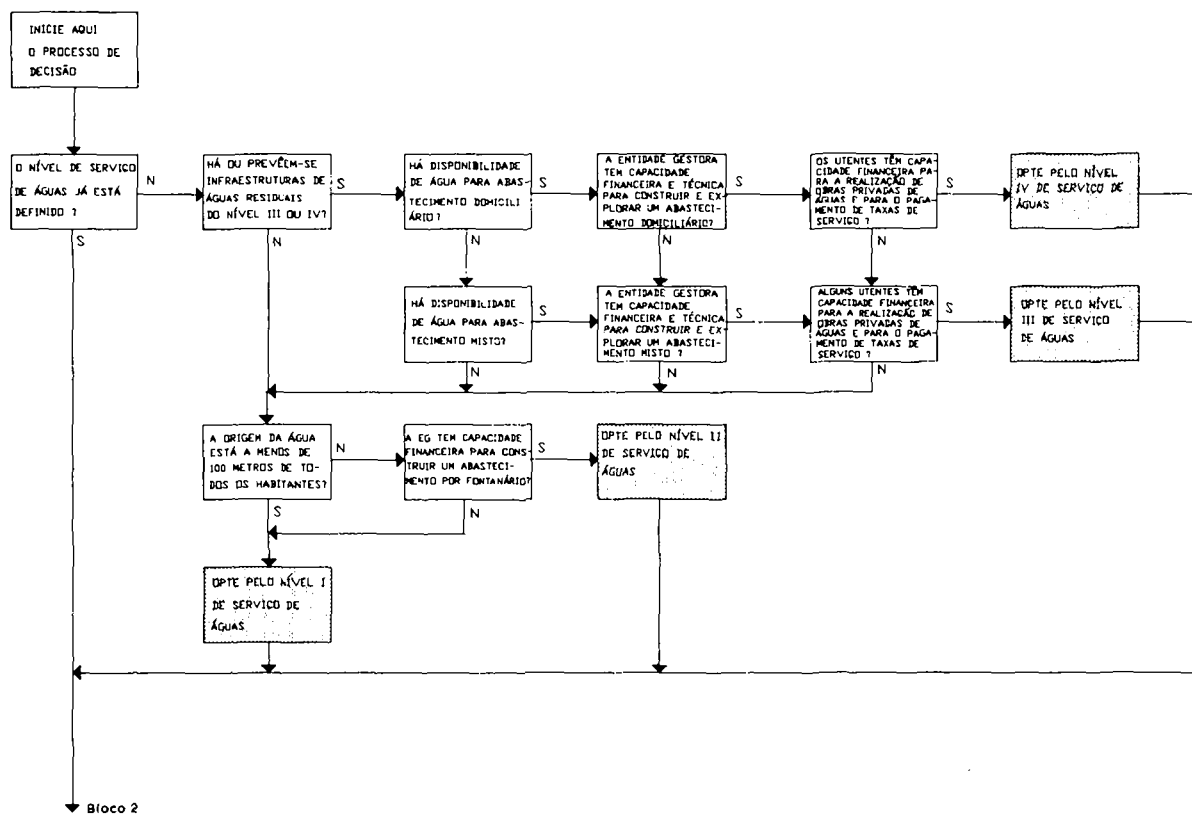


Diagrama de decisão - BLOCO 1

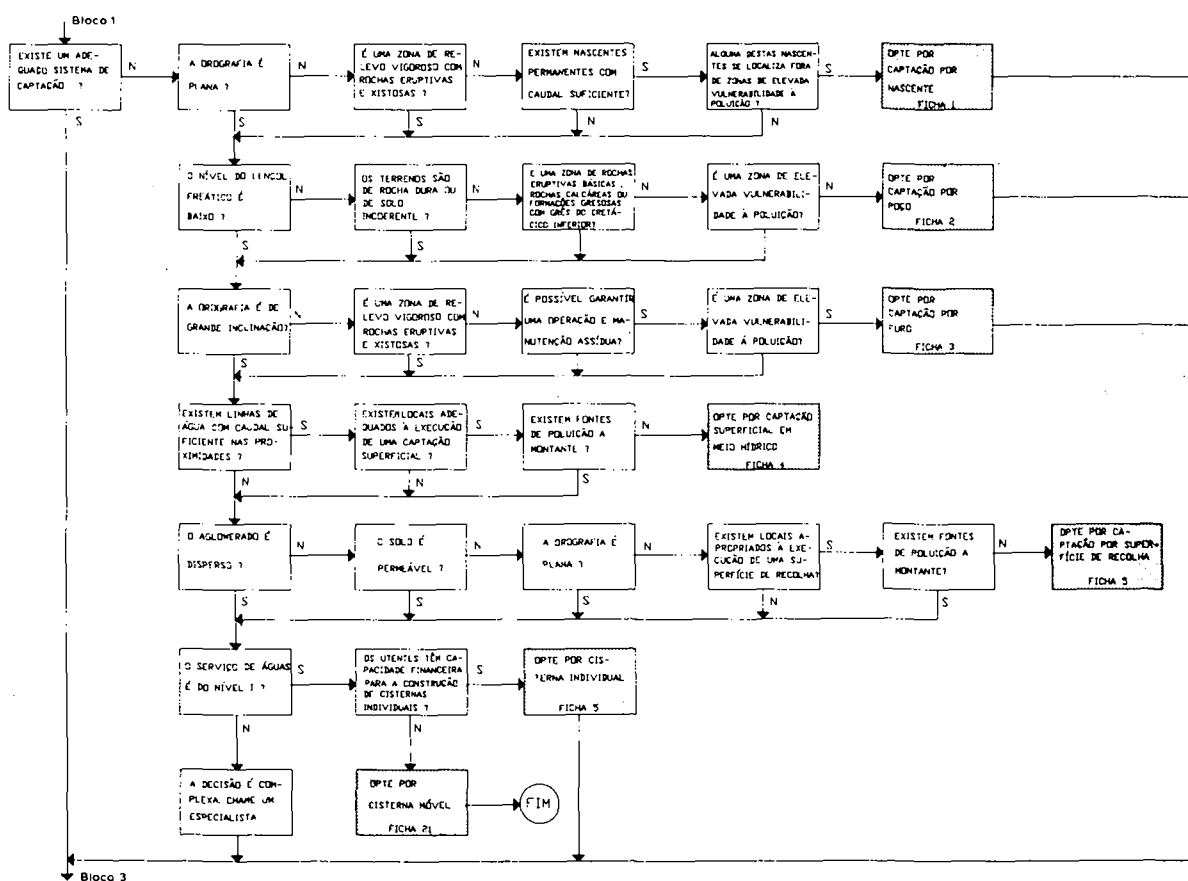
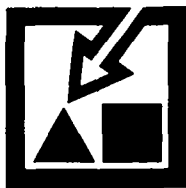


Diagrama de decisão - BLOCO 2

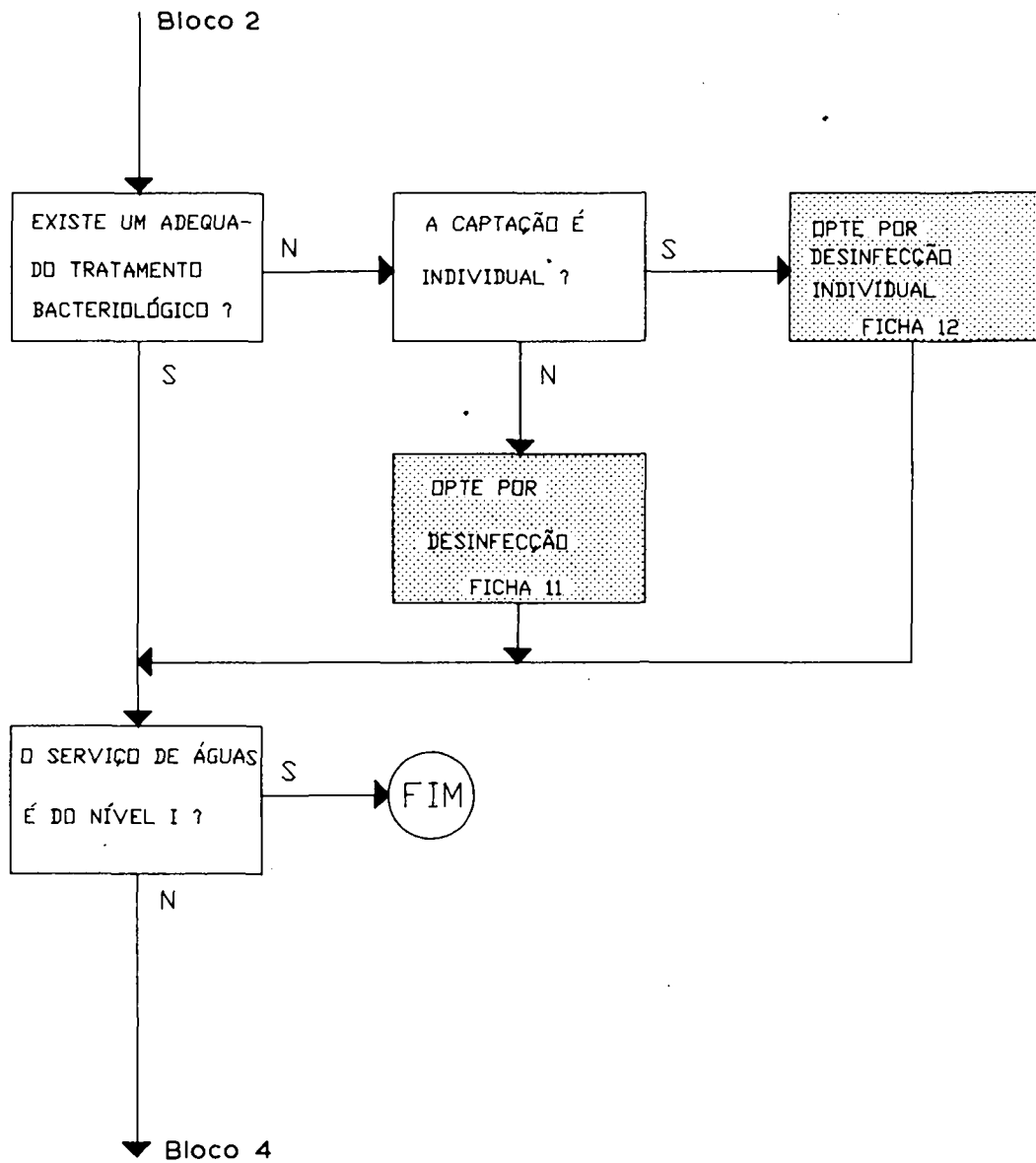
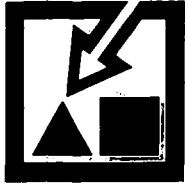


Diagrama de decisão - BLOCO 3

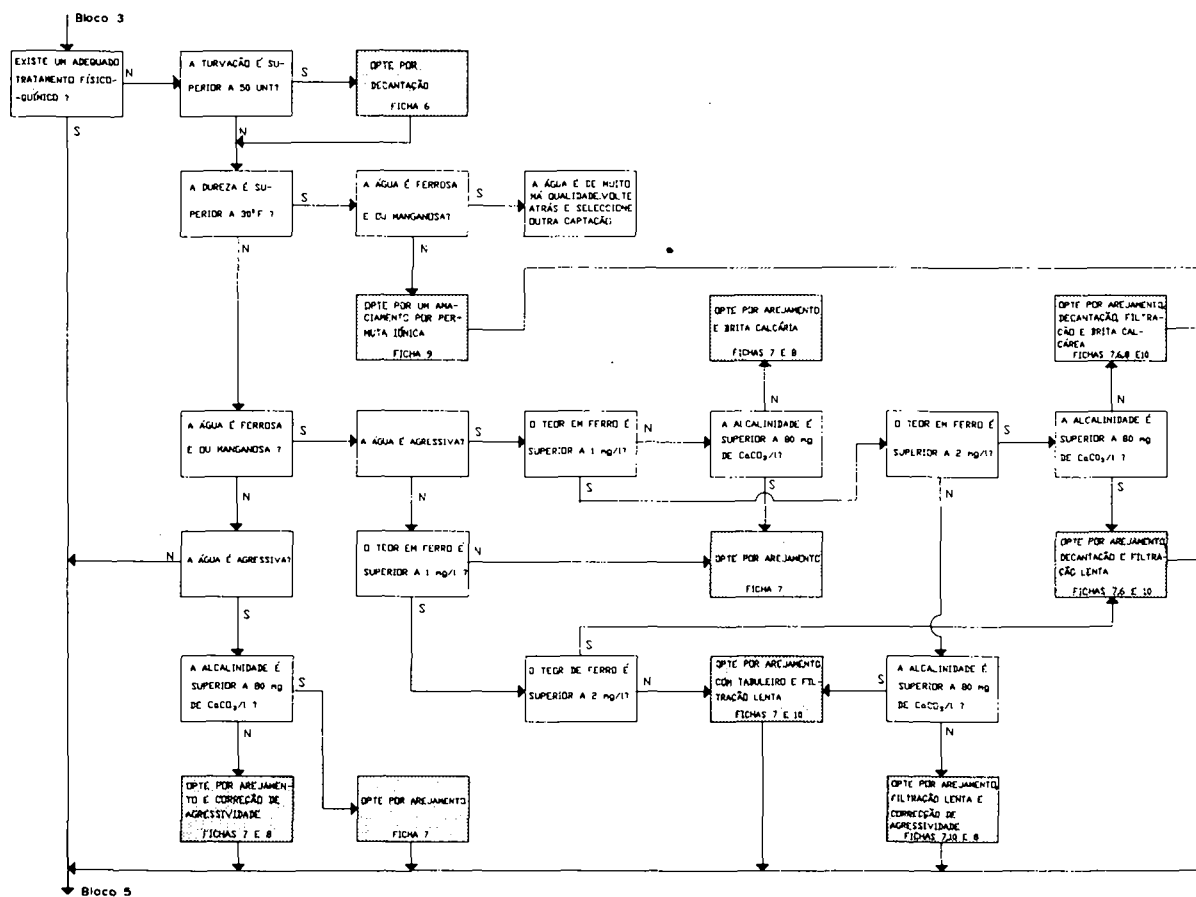
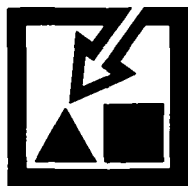


Diagrama de decisão - BLOCO 4

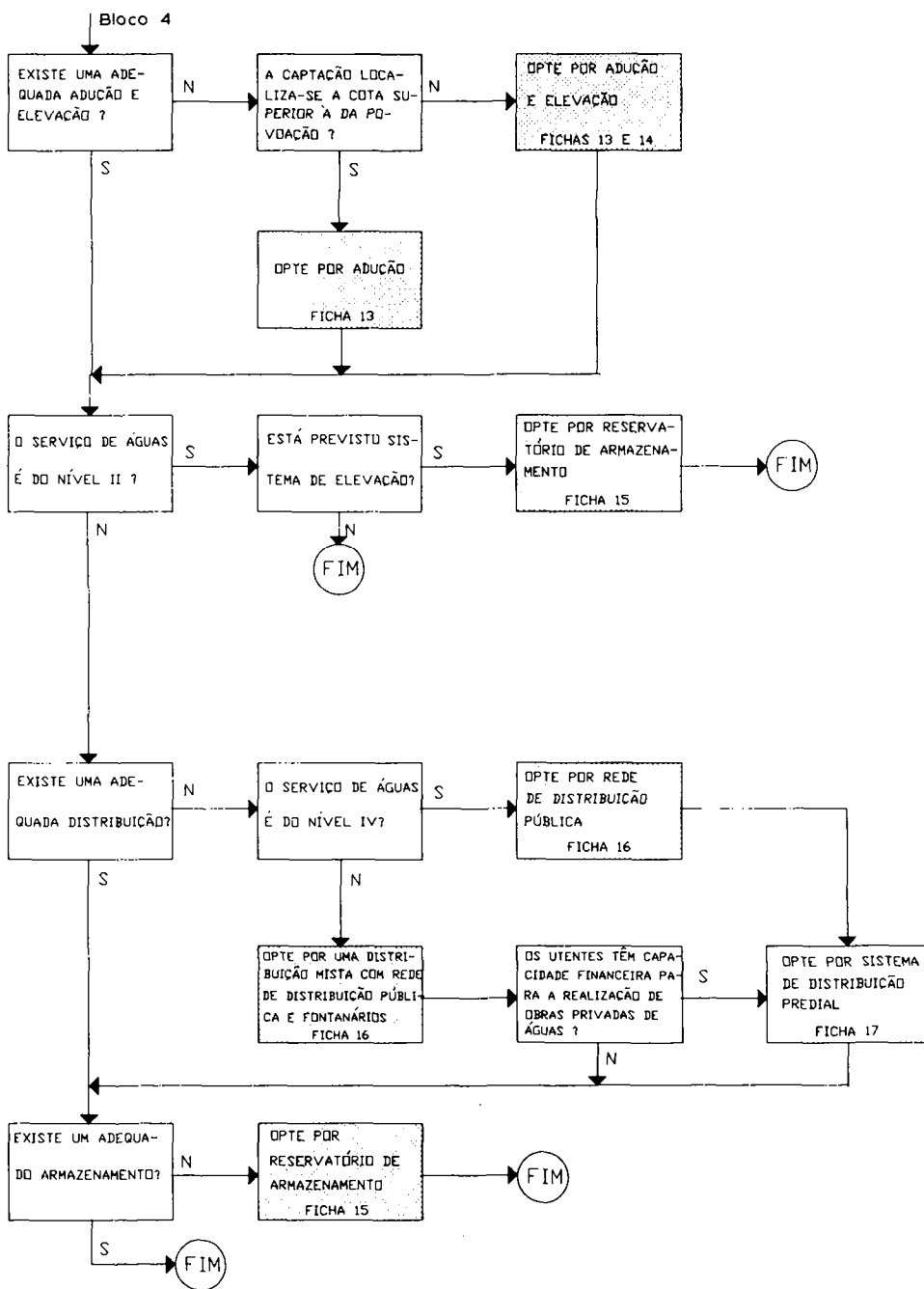
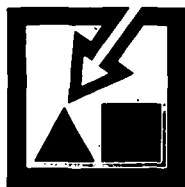
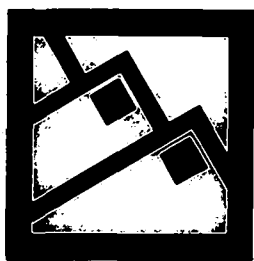


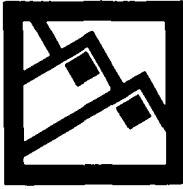
Diagrama de decisão - BLOCO 5

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS



DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS DE ABASTECIMENTO

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE



CAPTAÇÃO POR NASCENTE

DESCRIÇÃO

A **captação por nascente** consiste numa câmara que intercepta a água subterrânea que surge naturalmente à superfície, sob a forma de nascente gravítica ou artesiana.

LOCALIZAÇÃO

As câmaras de captação localizam-se sempre na zona onde a água atinge a superfície, em áreas não sujeitas a risco de poluição e/ou contaminação. Os locais onde mais frequentemente ocorrem são os referidos na Ficha B.7.

DIMENSIONAMENTO

Nas Figs. D.1.1 e D.1.2 apresentam-se dois exemplos de captação por nascente, com as respectivas características e dimensões.

Antes da realização das obras deve verificar-se, por inquérito junto da população local ou, caso seja impossível, por realização de ensaio, se o caudal de estiagem atinge 5 l/s, valor suficiente para servir qualquer aglomerado de reduzida dimensão.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

As paredes laterais e lajes de fundo e de superfície da câmara de captação devem ser em betão simples ou armado ou, alternativamente, em materiais tradicionais da região, desde que adequados.

A porta ou tampa de acesso, em chapa de aço, deve ser protegida contra a corrosão do seguinte modo:

- a) decapagem a jacto de areia, grau SA-2,5;
- b) primário universal, 50 μ ;
- c) 2º primário, 50 μ ;
- d) pintura de esmalte, 50 μ .

A ventilação da câmara é assegurada através de grelha metálica, protegida com rede, conforme Figs. D.1.1 e D.1.2.



A tubagem de saída, na zona de atravessamento das paredes da câmara, deve ser em ferro galvanizado ou ferro fundido.

Em conformidade com a Norma Portuguesa NP - 836, a câmara de captação deve dispor de vedação.

A vedação a prever poderá ser constituída por prumos de madeira tratada e seis fiadas de arame como se indica na Fig. D.1.3.

EXPLORAÇÃO

O programa de operação e manutenção da câmara de captação deve ser compatível com as características da obra, prevendo-se uma periodicidade mínima mensal, a menos que nela se verifiquem problemas específicos que justifiquem a adopção de períodos de menor duração.

Este programa envolve não só os equipamentos mecânicos ou electromecânicos existentes, como também os arranjos exteriores, nomeadamente a limpeza de vegetação e a regularização do terreno dentro dos limites da vedação, para evitar a existência de charcos de água estagnada que provoquem a poluição ou contaminação da origem de água.

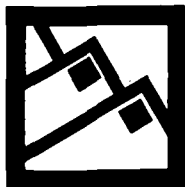
Em serviço normal a água tem de ser sujeita a desinfecção, recomendando-se a utilização do método do duplo-pote, se possível, ou gota a gota, descritos na Ficha D.11. Os programas de operação e manutenção são os indicados naquela ficha.

Após a conclusão da obra e antes da sua entrada em serviço, depois de qualquer reparação ou sempre que se suspeite de contaminação, deve-se proceder à desinfecção das nascentes, sendo os desinfectantes mais usados os seguintes [50]:

- a) hipoclorito de cálcio (com 70% de cloro livre);
- b) cloreto de cal ou cal clorada (com 25% de cloro livre);
- c) hipoclorito de sódio (com 10% de cloro livre).

As quantidades de desinfectante a usar são função dos respectivos períodos de contacto, como seguidamente se indica:

- a) 50 mg/l de Cl₂ livre durante 12 h;

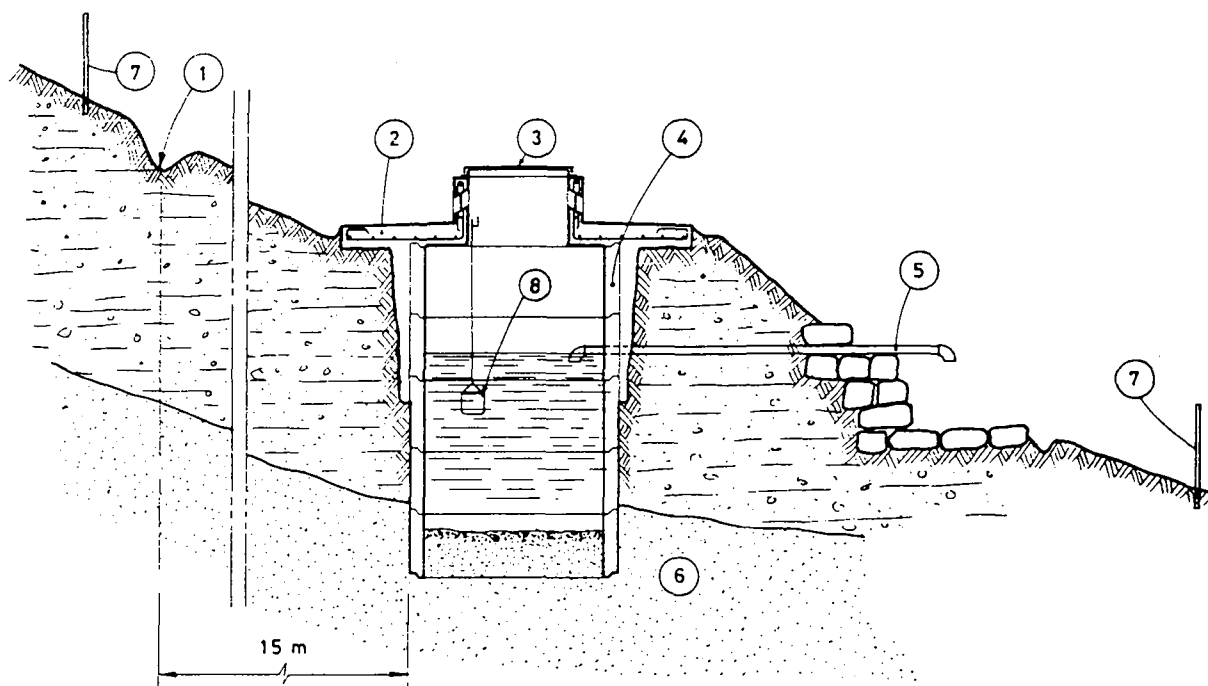
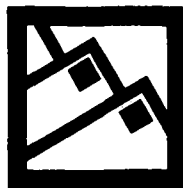


- b) 100 mg/l de Cl_2 livre durante 4 h;
- c) 200 mg/l de Cl_2 livre durante 2 h.

Assim, a título de exemplo, se se pretender utilizar uma dosagem de 50 mg/l de Cl_2 livre, o tempo de contacto recomendado é de 12 horas, conforme o anteriormente referido, e as quantidades de desinfectante necessárias para uma câmara de captação com 1000 litros de capacidade são:

- a) hipoclorito de cálcio \approx 70 g;
- b) cloreto de cal \approx 200 g;
- c) hipoclorito de sódio \approx 500 g.

A operação de desinfecção deve iniciar-se sempre pela escovagem das superfícies a desinfectar, utilizando uma solução concentrada de 100 a 200 mg/l de Cl_2 livre; seguidamente, a câmara de captação deve ser cheia com a solução desinfectante durante um período não inferior ao atrás recomendado.

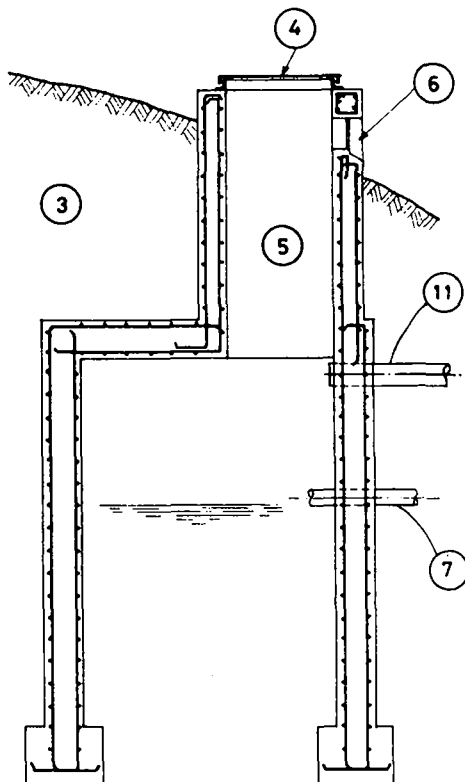
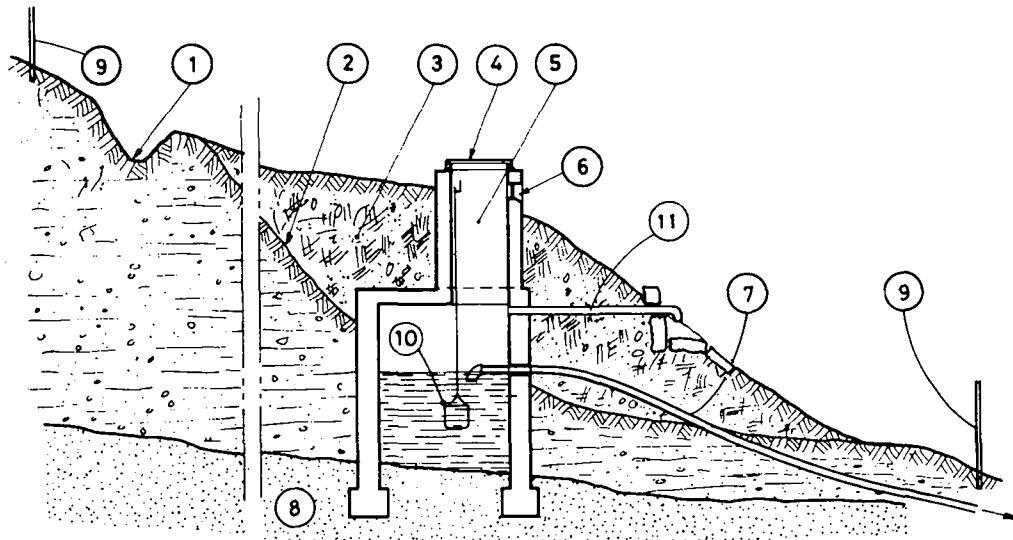
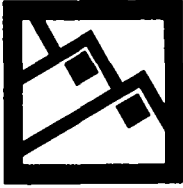


QUADRO D.1.1

- 1 - Drenagem da zona de protecção próxima
- 2 - Plataforma em betão armado
- 3 - Tampa metálica provida de fecho
- 4 - Anéis de betão pré-fabricado ϕ 1,25 m
- 5 - Tubo de descarga
- 6 - Camada freática
- 7 - Vedação (Ver fig. D.1.3)
- 8 Duplo pote (Ver fig. D.13.1)

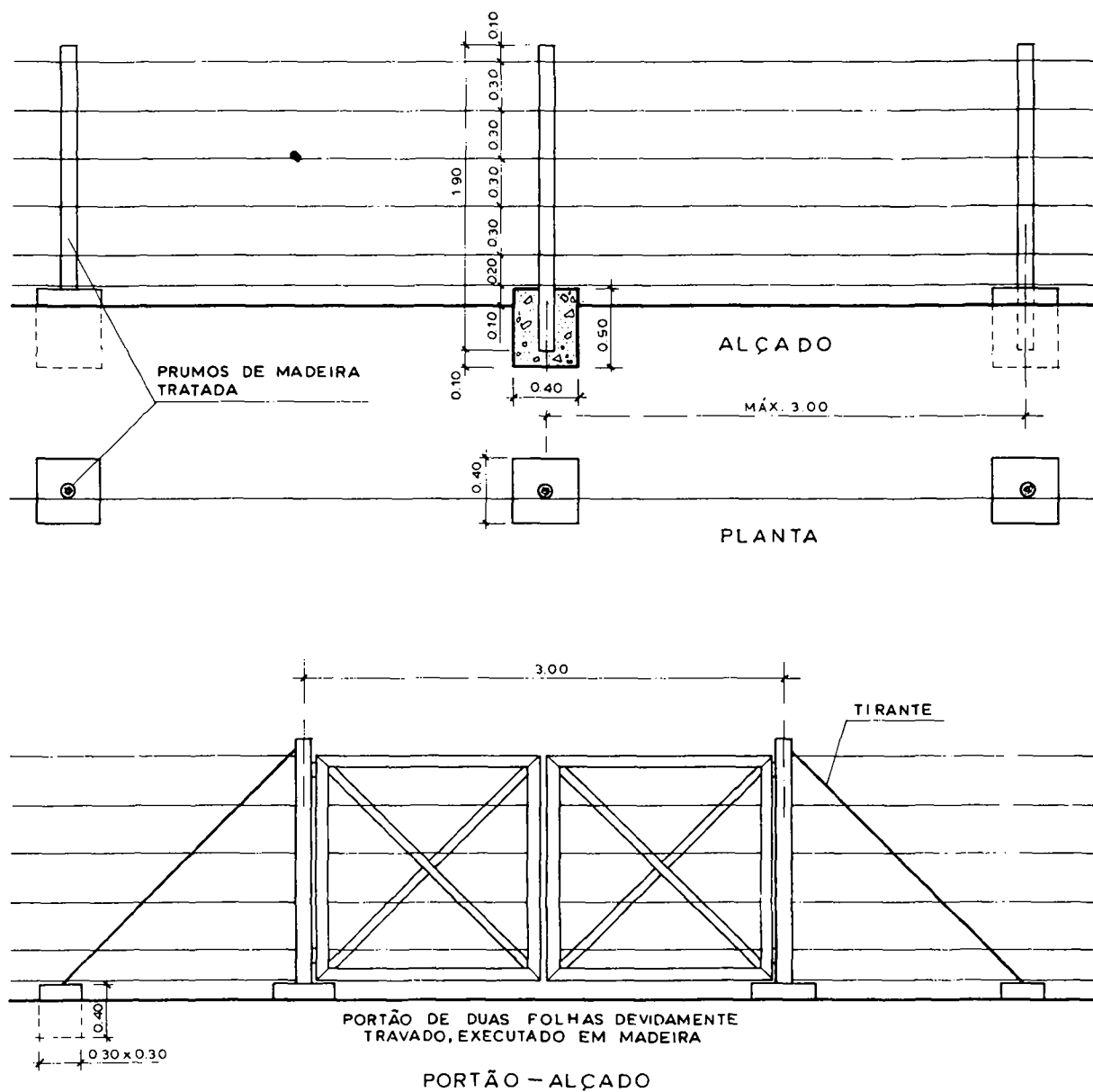
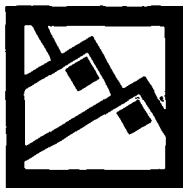
DISTÂNCIA MÍNIMA DE QUALQUER PONTO DA CAPTAÇÃO AOS LIMITES DAS ZONAS DE PROTECÇÃO, SEGUNDO NORMA PORTUGUESA NP-936		
CARACTERÍSTICAS DO TERRENO	PARA PROTECÇÃO	
	PROXIMA (VEDAÇÃO) (m)	A DISTÂNCIA (m)
TERRENO PERMEÁVEL QUE NÃO ASSEGURE BOAS CONDIÇÕES DE FILTRAÇÃO	20 a 50	100 a 200
TERRENO PERMEÁVEL QUE ASSEGURE BOAS CONDIÇÕES DE FILTRAÇÃO	10 a 20	50 a 100
FORMAÇÃO AQUIFERA PROTEGIDA POR CAMADA SUPERIOR IMPERMEÁVEL COM MAIS DE 50 m DE RAIO	5 a 10	20

FIGURA D.1.1 - Captação por nascente com anéis pré-fabricados



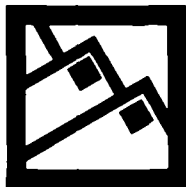
- 1 - Drenagem da zona de protecção próxima
- 2 - Perfil natural do terreno
- 3 - Aterro de protecção
- 4 - Tampa metálica provida de fecho
- 5 - Acesso para limpeza e manutenção
- 6 - Ventilação protegida com rede
- 7 - Tubo de descarga
- 8 - Camada freática
- 9 - Vedação (Ver fig. D.1.3)
- 10 - Duplo pote (Ver fig. D.13.1)
- 11 - Descarga com protecção contra a erosão

FIGURA D.1.2 - Captação por nascente em betão armado



Nota: A VEDAÇÃO DEVE RESPEITAR A NORMA PORTUGUESA NP-836, PARCIALMENTE TRANSCRITA NO QUADRO D.11.

FIGURA D.1.3 - Pormenor de vedação



CAPTAÇÃO POR POÇO

DESCRIÇÃO

A captação por poço consiste numa escavação de pequena profundidade destinada a intersectar e recolher águas subterrâneas. Essa escavação é geralmente cilíndrica, aberta manualmente ou por processos mecânicos. No caso de solos incoerentes ou de risco de contaminação a partir da superfície, deve proceder-se ao revestimento das paredes à medida que se progride em profundidade. O seu diâmetro não deve ser inferior a 1,5 m, para permitir o trabalho de dois homens, mas geralmente apresenta valores entre 2 e 3 metros.

LOCALIZAÇÃO

Uma captação por poço deve localizar-se preferencialmente em zonas baixas, onde se preveja maior afluência de águas subterrâneas, e, caso não exista adução, suficientemente próxima do aglomerado para tornar cómoda a sua utilização.

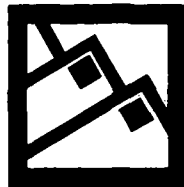
Por razões de ordem sanitária, a captação por poço deve localizar-se, preferencialmente, a montante de quaisquer fontes de poluição ou contaminação, tais como latrinas, fossas sépticas, estrumeiras e estábulos. Além disso, devem ser asseguradas as distâncias mínimas recomendadas pela Norma Portuguesa NP-836 em função da vulnerabilidade dos aquíferos (Quadro D.1.1).

DIMENSIONAMENTO

A profundidade do poço deve ser a suficiente para atingir a produtividade desejada e o seu diâmetro deve ser função da capacidade de armazenamento necessária para assegurar o caudal de extracção pretendido.

As características das obras de construção civil e do equipamento das captações por poço são as que se apresentam nas Figs. D.2.1, D.2.2 e D.2.3, devendo ter-se em atenção o disposto na Ficha D.14.

Os poços deverão ser ensaiados, de preferência no Verão, bombeando durante um período de 24 horas o caudal de 5 l/s e assinalando o nível mínimo atingido. Terminada a bombagem, deve haver recuperação do nível estático em menos de 24 horas para se considerar a produtividade satisfatória. Em caso de insucesso, poderão prever-se galerias ou minas radiais ao nível do estrato produtivo.



Quando a profundidade do nível mínimo da água for inferior a 7 m, poderá recorrer-se a elevação manual, a bomba manual ou a bomba motorizada à superfície. Para profundidades do nível mínimo superiores a 7 m, deverá usar-se elevação manual, bomba manual apropriada (susceptível de elevar até 60 m), grupo electrobomba submersível ou bomba motorizada instalada numa plataforma a não mais de 7 m do nível mínimo da água.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

Em terrenos pouco coerentes, as paredes do poço são revestidas com betão (eventualmente em elementos pré-fabricados) ou alvenaria de tijolo ou de pedra. Para assegurar a protecção sanitária do poço é necessário garantir a impermeabilização dos 3 metros superiores, se necessário à custa do enchimento do espaço anelar com argamassa e aditivo impermeabilizante (Figs. D.2.1 e D.2.2) ou argila amassada. Deve-se prever uma plataforma exterior em torno do poço, com largura mínima de 2 m, em material impermeável, para minimizar o risco de contaminação.

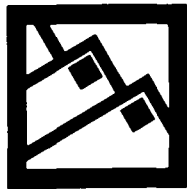
O poço deve estar coberto com uma laje em betão armado, por razões sanitárias e de segurança, prevendo-se aberturas providas de tampas metálicas e estanques para inspecção e acesso. Se existir plataforma intermédia, deverá ser construída em betão armado.

Deve-se prever uma adequada selagem de todos os pontos potenciais de penetração de impurezas no poço.

No caso de o equipamento de elevação ser instalado numa plataforma no interior do poço, deverá garantir-se o seu não alagamento e ainda, no caso de motores de explosão, a adequada exaustão dos gases de escape e o não derramamento de combustível no interior do poço. Caso o equipamento de elevação se encontre exposto à intempérie, deverá ser previsto um quadro eléctrico do tipo armário de pavimento, no interior do qual será montado todo o equipamento eléctrico de potência, comando, protecção, sinalização e medida.

A alimentação dos motores dos grupos em energia eléctrica será feita por intermédio de cabos com protecção mecânica e isolamento eléctrico adequados, conforme o estipulado no Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica.

O afastamento entre a vedação e o poço depende das características do terreno (Quadro D.1.1). A vedação a instalar poderá ser a indicada na Fig. D.1.3.



EXPLORAÇÃO

Durante o seu normal funcionamento, o poço deve ser sujeito a um programa de operação e manutenção compatível com as características do equipamento instalado.

No caso das bombas manuais, o programa de operação e manutenção deve ser o seguinte:

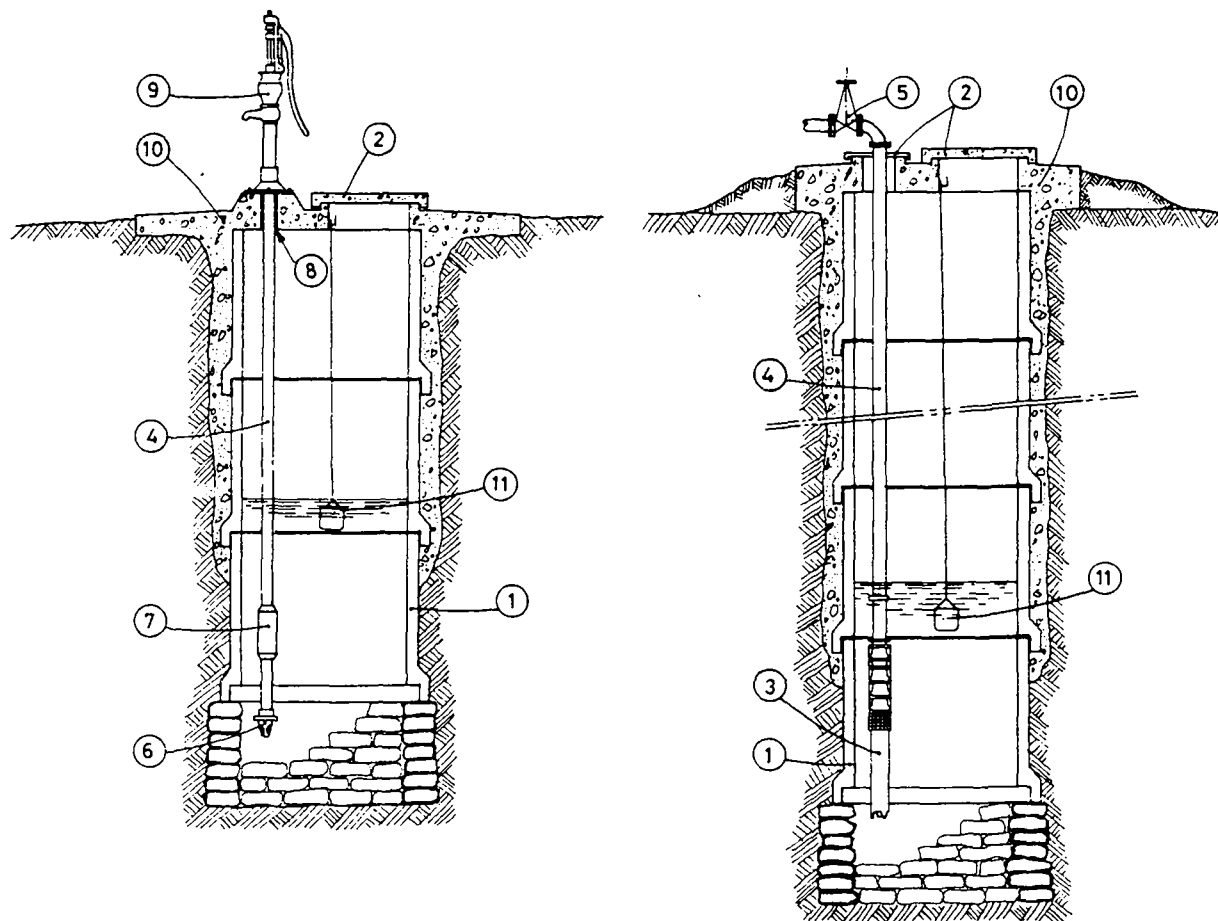
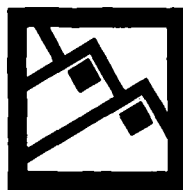
- a) verificação diária do seu estado de funcionamento pelos utentes, que em caso de avaria comunicarão a um responsável local;
- b) mensalmente, um mecânico da entidade gestora deve verificar o seu estado de funcionamento e efectuar as necessárias lubrificações;
- c) anualmente, um mecânico da entidade gestora deve proceder à desmontagem, pintura e lubrificação da bomba e substituição de peças que tenham atingido o termo da sua vida útil.

Os grupos motorizados a instalar nos poços deverão ser, preferencialmente, de comando automático, por não ser viável, na generalidade das situações, dispor de um operador habilitado e a tempo inteiro para sistemas de tão reduzida dimensão.

O programa de operação e manutenção dos grupos é o indicado na Ficha D.14.

Em serviço normal, a água tem de ser sempre sujeita a desinfecção; caso não seja efectuada noutra ponto do sistema, deverá sê-lo no próprio poço, recomendando-se a utilização do método do duplo pote, descrito na Ficha D.11, seguindo-se o programa de operação e manutenção aí descrito. Antes da sua entrada em serviço, o poço tem de ser sujeito a desinfecção, seguindo a metodologia referida na Ficha D.1.

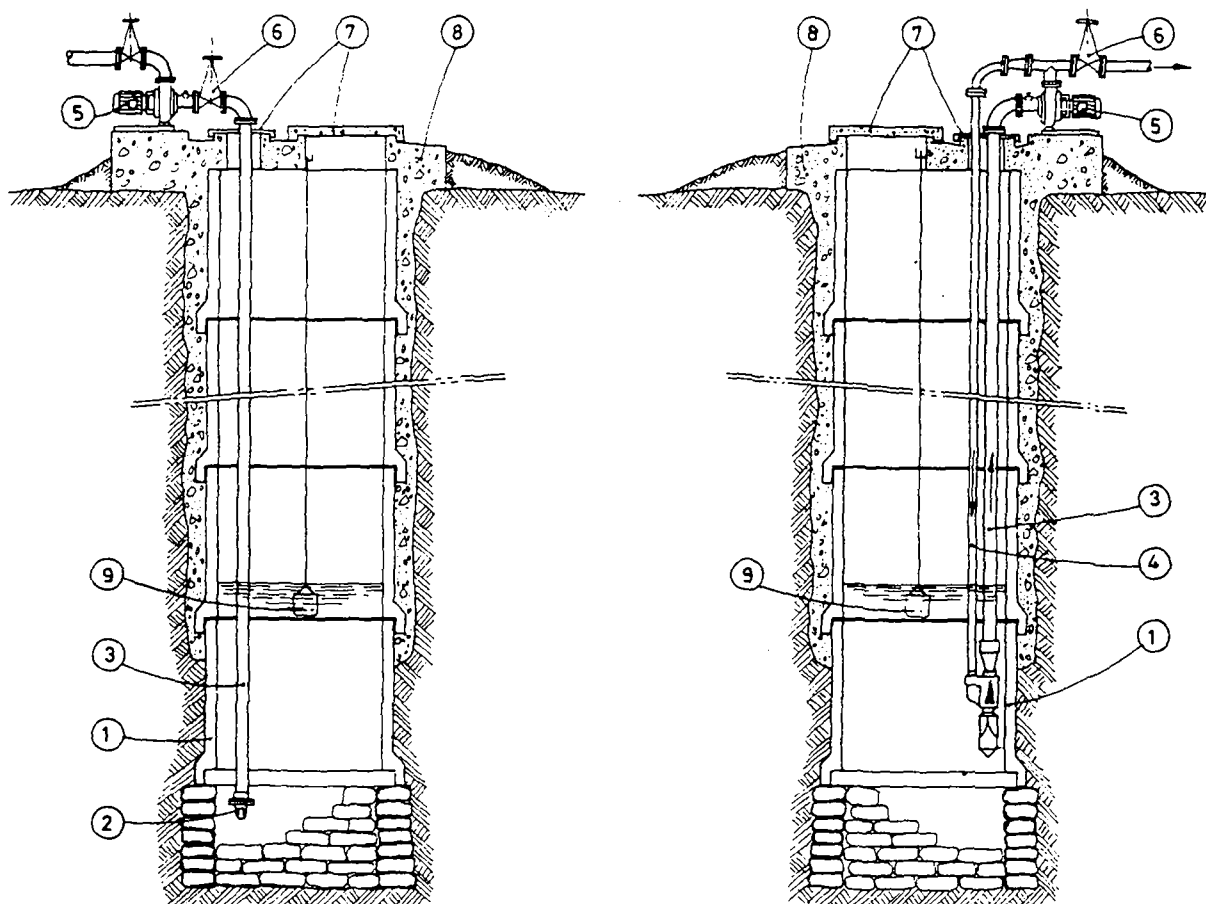
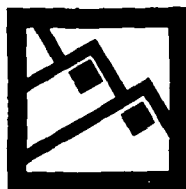
A manutenção dos arranjos exteriores, com uma periodicidade mínima mensal, envolve a limpeza de vegetação e a regularização do terreno dentro dos limites da vedação, quando necessária, para evitar a existência de charcos de água estagnada e a sua infiltração no solo, podendo provocar a contaminação da origem de água.



- 1 - Manilhas de betão ou alvenaria de tijolo maciço rebocado
- 2 - Tampa estanque
- 3 - Bomba submersível
- 4 - Coluna da bomba
- 5 - Válvula de seccionamento
- 6 - Válvula de pé
- 7 - Bomba cilíndrica
- 8 - Vedação com masticque
- 9 - Bomba manual
- 10 - Plataforma impermeável
- 11 - Duplo pote (Ver fig. D.131)

NOTA: Deve-se prever uma vedação periférica, que deverá estar de acordo com a Norma Portuguesa N.P. 836, parcialmente transcrita na fig. D.1.1

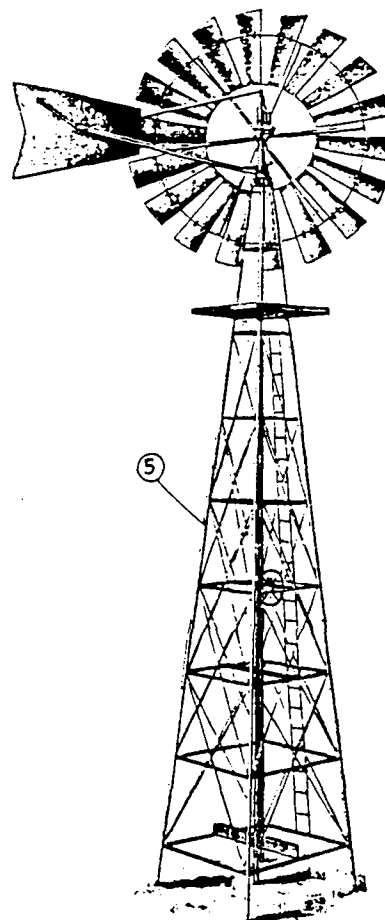
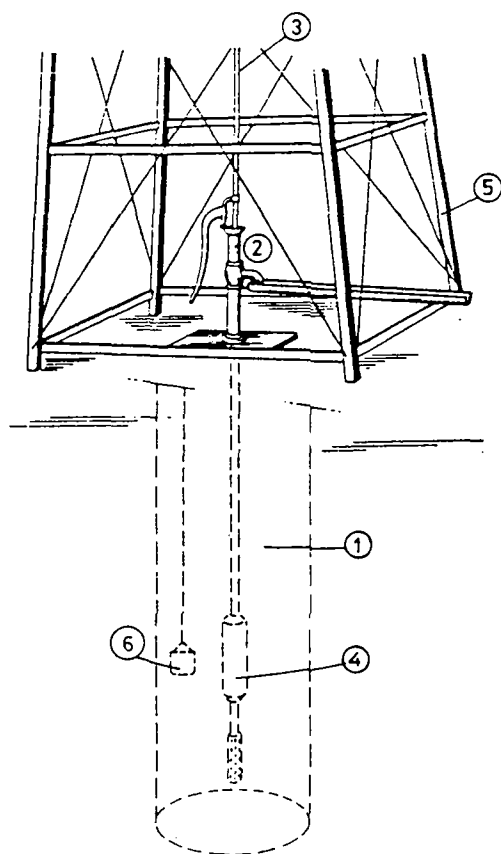
FIGURA D.2.1 - Captação em poço, executado com anéis pré-fabricados, utilizando bomba manual ou submersível



- 1 - Manilhas de betão ou alvenaria de tijolo maciço
- 2 - Válvula de pé
- 3 - Coluna da bomba
- 4 - Tubagem de retorno
- 5 - Bomba de eixo horizontal
- 6 - Válvula de seccionamento
- 7 - Tapa estanque
- 8 - Plataforma impermeável
- 9 - Duplo pote (Ver fig. D.13.1)

NOTA: Deve-se prever uma vedação periférica, que deverá estar de acordo com a Norma Portuguesa N.P. 836 parcialmente transcrita na fig. D.1.1

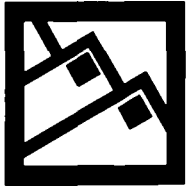
FIGURA D.2.2 - Captação em poço, executado com anéis pré-fabricados, utilizando bomba emersa de eixo horizontal, com e sem retorno



- 1 - Poço ou furo
- 2 - Bomba manual (alternativa)
- 3 - Veio de ligação do moinho à bomba cilíndrica
- 4 - Bomba cilíndrica
- 5 - Torre do moinho
- 6 - Duplo pote (ver fig. D.13.1)

NOTA: Deve-se prever uma vedação periférica, que deverá estar de acordo com a Norma Portuguesa N.P. 836, parcialmente transcrita na fig. D. 1.1

FIGURA D.2.3 - Captação em poço, executado com anéis pré-fabricados, utilizando moinho de vento



CAPTAÇÃO POR FURO

DESCRIÇÃO

A captação por furo consiste numa obra executada mecanicamente e destinada a intersectar e recolher águas subterrâneas, não atingindo geralmente profundidades superiores a 300 m.

Os métodos de perfuração vulgarmente utilizados são os seguintes:

- a) por percussão, em que se faz cair de uma certa altura um trépano que pode ter diversas formas, conforme a natureza da rocha, tendo diâmetros entre 100 e 500 mm;
- b) por meio de sondas rotativas e injectando água para arrefecimento, lubrificação, consolidação das paredes do furo, colmatação de fendas e arrastamento dos resíduos, tendo diâmetros entre 100 e 600 mm.

Recomenda-se, no entanto, que não sejam previstos furos com diâmetros inferiores a 150 mm, cujo caudal máximo recomendado para o grupo nele instalado é de 15 l/s.

LOCALIZAÇÃO

A localização de uma captação por furo deve ser sempre condicionada pela caracterização hidrogeológica da zona, seguindo a metodologia recomendada nas Fichas B.6 e B.7.

Embora, normalmente, os riscos de contaminação da água dos furos se reduzam tanto mais quanto maior a profundidade a que se encontra o aquífero, a sua protecção sanitária deve ser sempre assegurada, respeitando as distâncias mínimas recomendadas pela Norma Portuguesa NP-836, função da vulnerabilidade dos aquíferos (Quadro D.1.1).

DIMENSIONAMENTO

As características mais usuais das obras de construção civil e do equipamento electromecânico de uma captação por furo, utilizando grupos electrobomba submersíveis, são as que se apresentam nas Figs. D.3.1 e D.3.2, devendo a profundidade ser a suficiente para atingir a produtividade desejada.



Tal como se indica naquelas figuras, é aconselhável equipar-se os furos com válvulas de comando com um actuador, regra geral eléctrico. Esse actuador tem como finalidade garantir que a bomba arranque e pare com esta válvula fechada.

Deve-se adoptar este sistema para evitar variações bruscas de velocidade através dos ralos do furo, o que pode provocar desgastes prematuros ou até mesmo, danos irrecuperáveis nos ralos.

O actuador deverá ser seleccionado de acordo com as leis de fecho necessárias para o sistema, e de forma a vencer os binários resistentes da válvula, quer de início e fim de manobra, quer os de funcionamento normal (de viagem).

Após a sua abertura, os furos deverão ser ensaiados pela empresa executante, que deve fornecer um relatório detalhado do qual constem as características do furo e respectivas condições de funcionamento estático e dinâmico. Das características do furo deverão constar, entre outras, o diâmetro do entubamento, a posição dos ralos e a colocação do ralo da electrobomba. Relativamente às condições de funcionamento, deverão ser indicados o caudal máximo de exploração, o nível estático, as curvas dos níveis dinâmicos em função do caudal extraído e o rebaixamento máximo admissível do nível no furo (cota de colocação da sonda de nível mínimo).

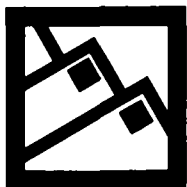
DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

As paredes dos furos serão sempre revestidas por tubagem metálica ou de PVC, com diâmetros interiores iguais ou superiores a 100 mm. No caso de águas agressivas, deve-se utilizar tubagem de PVC.

O espaço compreendido entre a tubagem e o terreno deve ser preenchido com argamassa de cimento com aditivo impermeabilizante ou argila amassada, desde a superfície até uma profundidade não inferior a 3 m.

Na zona do extracto produtivo, a tubagem de encamisamento do furo deve ser perfurada e, eventualmente, protegida por um dreno filtrante.

Nos aquíferos artesianos, a tubagem e o revestimento exterior do furo devem ser correctamente selados às formações impermeáveis subjacentes, para manter a pressão artesianas.



Quando uma formação aquífera com água de má qualidade for atravessada por um furo que capta a água noutra aquífero mais profundo, a área de contacto com essa primeira formação deve ser correctamente selada para prevenir infiltrações de água no aquífero inferior.

Os furos devem ser sempre protegidos superiormente por uma caixa em betão com as características indicadas nas Figs. D.3.1, para o abastecimento de habitação isolada ou pequeno agrupamento de habitações, ou dispor de mais de uma caixa em betão à distância de cerca de 3 metros da primeira, na qual são instalados o contador e as válvulas, conforme o assinalado na Fig. D.3.2.

Quando a água é elevada para um reservatório, o comando da bomba é feito por sonda de nível colocada no reservatório ou por interruptor de caudal ou de pressão, associado à válvula de flutuador. Em qualquer dos casos, existirá um relógio programável no quadro eléctrico que ligará novamente a electrobomba, ao fim de determinado período. Existirá ainda, uma sonda de nível mínimo no furo, para protecção da electrobomba.

EXPLORAÇÃO

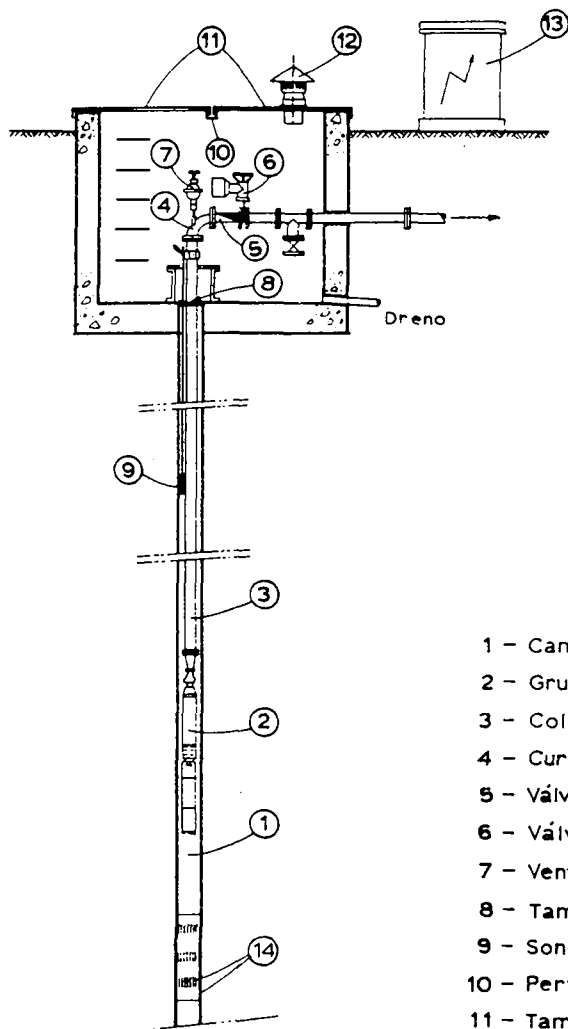
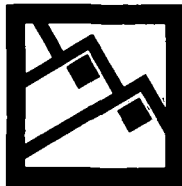
Durante o seu normal funcionamento, o programa de operação e manutenção dos grupos electrobomba é o indicado na Ficha D.14.

Se a água não necessita de qualquer correcção físico-química, a sua desinfecção pode ser feita em qualquer ponto da conduta elevatória para o reservatório, através da injeção de soluto de hipoclorito de sódio, conforme o indicado na Ficha D.11, seguindo-se o programa de operação e manutenção aí descrito.

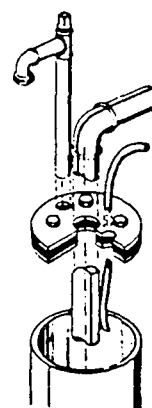
Se a água for sujeita a qualquer correcção físico-química, a desinfecção deve ser feita a jusante, pelo método indicado na Ficha D.11, seguindo-se o programa de operação e manutenção aí descrito.

Antes da sua entrada em serviço, o furo tem de ser sujeito a desinfecção, seguindo-se a metodologia referida na Ficha D.1.

A manutenção dos arranjos exteriores, com uma periodicidade mínima mensal, envolve a limpeza de vegetação e a regularização do terreno dentro dos limites da vedação, quando necessária, para evitar a existência de charcos de água estagnada e a sua infiltração no solo, podendo provocar a contaminação da origem de água.



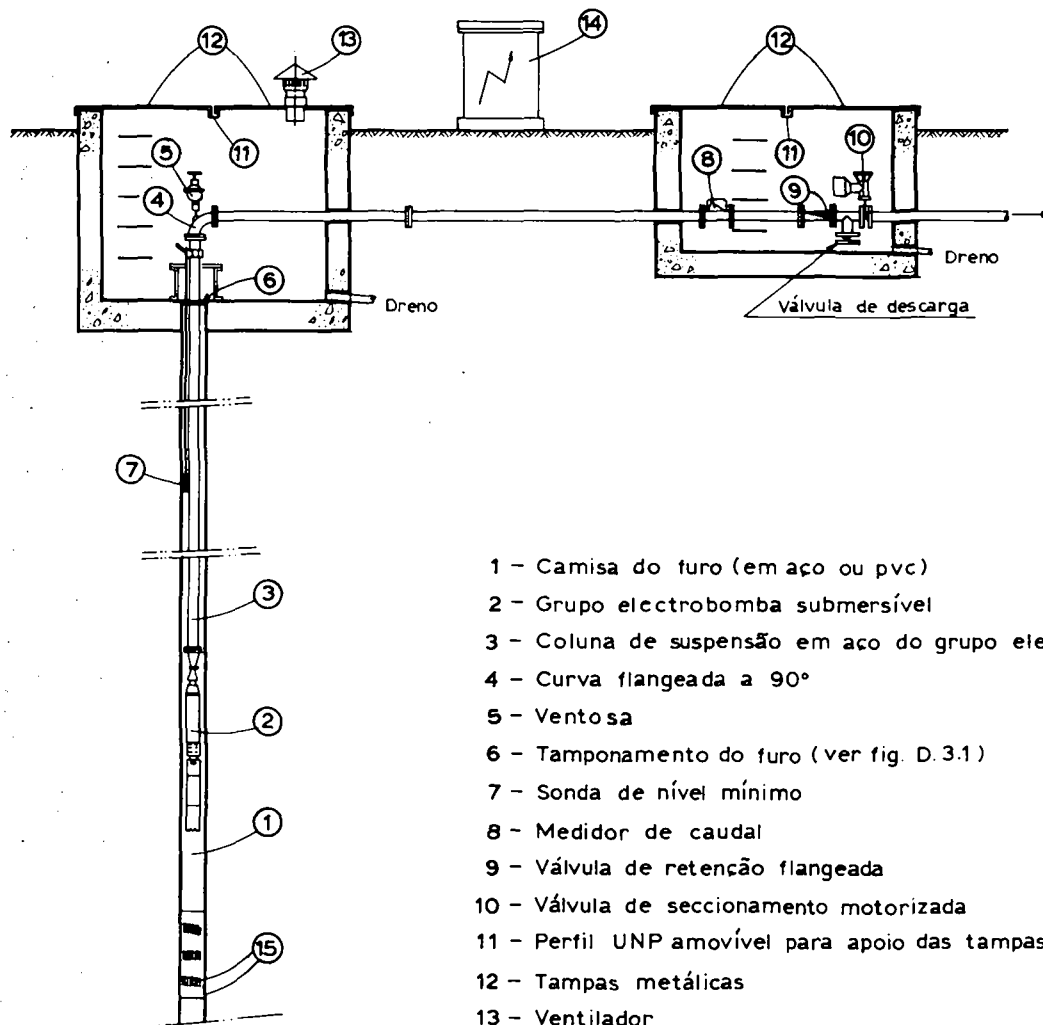
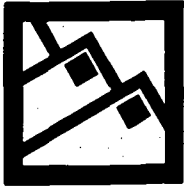
⑧ - PORMENOR



- 1 - Camisa do furo (em aço ou pvc)
- 2 - Grupo electrobomba submersível
- 3 - Coluna de suspensão em aço do grupo electrobomba
- 4 - Curva flangeada a 90°
- 5 - Válvula de retenção flangeada
- 6 - Válvula de seccionamento motorizada
- 7 - Ventosa
- 8 - Tamponamento do furo
- 9 - Sonda de nível mínimo
- 10 - Perfil UNP amovível para apoio das tampas
- 11 - Tampas metálicas
- 12 - Ventilador
- 13 - Quadro eléctrico (ver fig. D.17.2)
- 14 - Ralo

NOTA: Deve-se prever uma vedação periférica, que deverá estar de acordo com a Norma Portuguesa N P-886, parcialmente transcrita na fig. D.1.1

FIGURA D.3.1 - Captação por furo com os equipamentos mecânicos instalados numa caixa enterrada e quadro eléctrico no exterior



- 1 - Camisa do furo (em aço ou pvc)
- 2 - Grupo electrobomba submersível
- 3 - Coluna de suspensão em aço do grupo electrobomba
- 4 - Curva flangeada a 90°
- 5 - Ventosa
- 6 - Tamponamento do furo (ver fig. D.3.1)
- 7 - Sonda de nível mínimo
- 8 - Medidor de caudal
- 9 - Válvula de retenção flangeada
- 10 - Válvula de seccionamento motorizada
- 11 - Perfil UNP amovível para apoio das tampas
- 12 - Tampas metálicas
- 13 - Ventilador
- 14 - Quadro eléctrico (ver fig. D.17.2)
- 15 - Ralo

NOTA: Deve-se prever uma vedação periférica, que deverá estar de acordo com a Norma Portuguesa N P-886, parcialmente transcrita na fig. D.1.1

FIGURA D.3.2 - Captação por furo com os equipamentos mecânicos instalados em duas caixas enterradas e quadro eléctrico no exterior



CAPTAÇÃO EM MEIOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

DESCRIÇÃO

A **captação superficial em meios hídricos** consiste numa obra de recolha das águas de um rio, ribeiro, açude ou albufeira.

As características da obra a realizar podem ser bastante diversificadas, podendo distinguir-se os quatro tipos seguintes:

- a) **infiltração para drenos, sob rio ou ribeiro e captação em poço;**
- b) **tomada de água para canal lateral com filtração e captação em poço;**
- c) **açude construído em betão, terra ou enrocamento, com câmara de captação lateral;**
- d) **tomada de água flutuante.**

Das soluções referidas, as duas primeiras, quando exequíveis, apresentam a vantagem de assegurar a filtração prévia da água antes de ser captada, dispensando por vezes essa operação na fase de tratamento. Estas soluções devem ser encaradas sempre que a natureza geológica dos solos o permita (Figs. D.4.1 e D.4.2).

É também possível prever a construção de um açude destinado a criar um espelho de água e construir, numa das margens, uma obra de captação em betão, conforme Fig. D.4.3.

Neste caso, a captação deve dispor de uma grade de retenção de sólidos e de uma filtração constituída por areão grosseiro, para prevenir a afluência de água com turvação excessivamente elevada à instalação de tratamento.

Nas situações em que se pretende captar água de albufeiras, normalmente sujeitas a importantes variações de nível, recorre-se, em alternativa às tradicionais torres de captação, ao uso de tomadas de água flutuantes com dispositivos de amarração, especialmente adaptados às variações de nível verificadas.

Atendendo aos reduzidos caudais que se pretendem captar, estas obras devem ser de execução tanto quanto possível simplificada, para não comprometer à partida a sua viabilidade.



DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

As disposições construtivas relativas à captação por canal lateral são indicadas na Fig. D.4.1 para o canal e na Ficha D.2 para o poço, exceptuando o facto do poço ser de paredes estanques.

Na câmara de captação em açude, Fig. D.4.3, as paredes são executadas em betão armado, sendo-lhes aplicáveis as disposições construtivas relativas às obras de captação por nascentes, nomeadamente no que se refere aos acessos, ventilação, tubagem e ralo de aspiração.

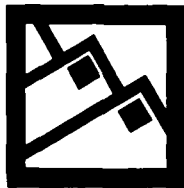
Quanto à construção do açude, a solução em betão é, geralmente, a mais recomendável, desde que os terrenos de fundação sejam compatíveis com o acréscimo de tensões a introduzir e que não sejam constituídos nem por solos lodosos nem argilosos. Como alternativa, o açude pode ser construído em terra, com descarga de superfície dimensionada para um período de retorno considerado razoável (25, 50 ou mesmo 100 anos), ou em enrocamento, desde que se tomem as necessárias precauções, quer quanto a sua impermeabilização, quer à possibilidade de ser galgável e se manter estável. Para a construção do açude deve-se geralmente recorrer a um técnico especialista, devido aos riscos da sua inadequada concepção e construção.

As tomadas de água flutuantes podem ser construídas utilizando bidons metálicos e uma plataforma superior em madeira, conforme Fig. D.4.4, sendo a tubagem de compressão flexível para permitir os deslocamentos, em plano horizontal e vertical, a que a plataforma está sujeita. A plataforma deve ser devidamente ancorada à margem, para prevenir o risco de arrastamento por cheias.

Caso o equipamento de elevação se encontre à intempérie, o equipamento eléctrico de alimentação da bomba deverá ser dotado de um relé de mínimo de intensidade, de forma a desligar o grupo electrobomba por desferragem, caso em que a bomba passa a consumir só a energia necessária a vencer as suas próprias resistências mecânicas.

LOCALIZAÇÃO

As captações de águas superficiais localizam-se nas margens de cursos de água, lagos naturais ou albufeiras.



Por razões de ordem sanitária, as captações devem localizar-se, preferencialmente, a montante de quaisquer fontes de poluição ou contaminação. Se a implantação a montante não for viável, deve observar-se uma distância às referidas fontes poluidoras suficientemente grande para não afectar a qualidade da água captada.

DIMENSIONAMENTO

As características das obras de construção civil e do equipamento das captações superficiais são as que se apresentam nas Figs. D.4.1 a D.4.4.

EXPLORAÇÃO

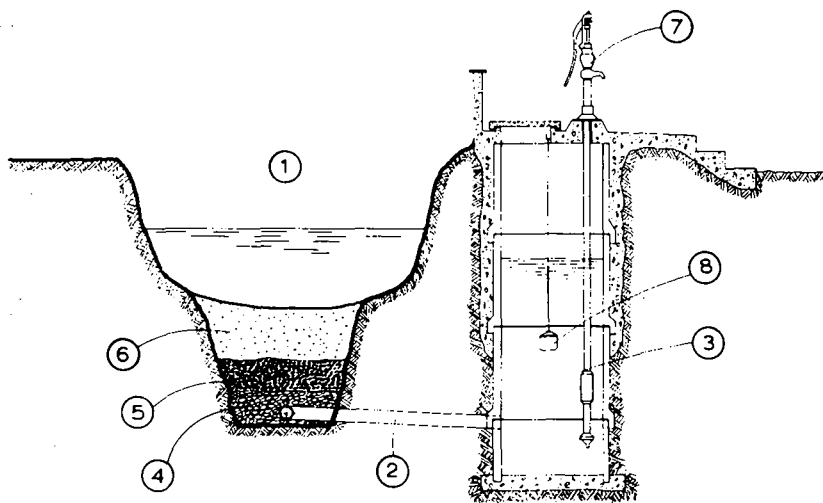
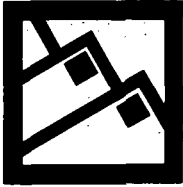
Nas tomadas de água referidas nas Figs. D.4.1, D.4.2 e D.4.4, existem sempre grupos electrobomba cujo programa de operação e manutenção é o indicado na Ficha D.14.

Se a água não necessita de qualquer correcção físico-química, a sua desinfecção pode ser feita em qualquer ponto da conduta elevatória para o reservatório, através da injeção de soluto de hipoclorito de sódio, conforme o indicado na Ficha D.11, seguindo-se o programa de operação e manutenção aí descrito.

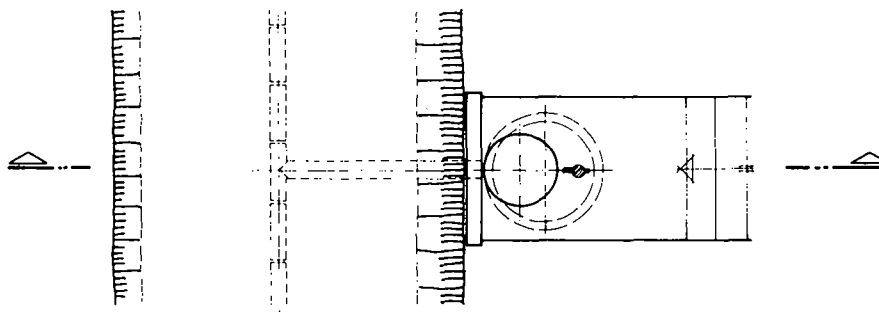
Se a água for sujeita a qualquer correcção físico-química, a desinfecção deve ser feita a jusante pelo método indicado na Ficha D.11, se houver a posterior elevação para o reservatório ou, então, pelo método indicado na Ficha D.14, se o escoamento para o reservatório for gravítico, seguindo-se o programa de operação e manutenção aí descrito.

A câmara de captação em açude, Fig. D.4.3, pode estar associada a uma estação elevatória, conforme Ficha D.14, ou permitir a adução por gravidade, para o reservatório de distribuição. Prevê-se um programa de operação e manutenção com uma periodicidade mínima semanal, que envolve não só a verificação do funcionamento dos equipamentos mecânicos existentes, como a limpeza e remoção dos detritos retidos nas grades de protecção e a remoção dos sólidos depositados na câmara de captação. A desinfecção é feita conforme o descrito na Ficha D.11.

Antes da entrada em serviço, deve-se proceder à desinfecção do poço ou câmara de captação, seguindo a metodologia referida na Ficha D.1.



CORTE



PLANTA

- 1 - RIBEIRA
- 2 - TUBAGEM DE LIGAÇÃO AO POÇO
- 3 - POÇO COM PAREDES ESTANQUES
- 4 - SEIXO GROSSO, GRANULOMETRIA 8.4 a 33.6 mm
- 5 - SEIXO FINO, GRANULOMETRIA 2.1 a 8.4 mm
- 6 - AREIA, GRANULOMETRIA 0.4 a 2.1mm
- 7 - BOMBA MANUAL
- 8 - DUPLO POTE

FIGURA D.4.1 - Infiltração para drenos, sob rio ou ribeiro, e captação em poço

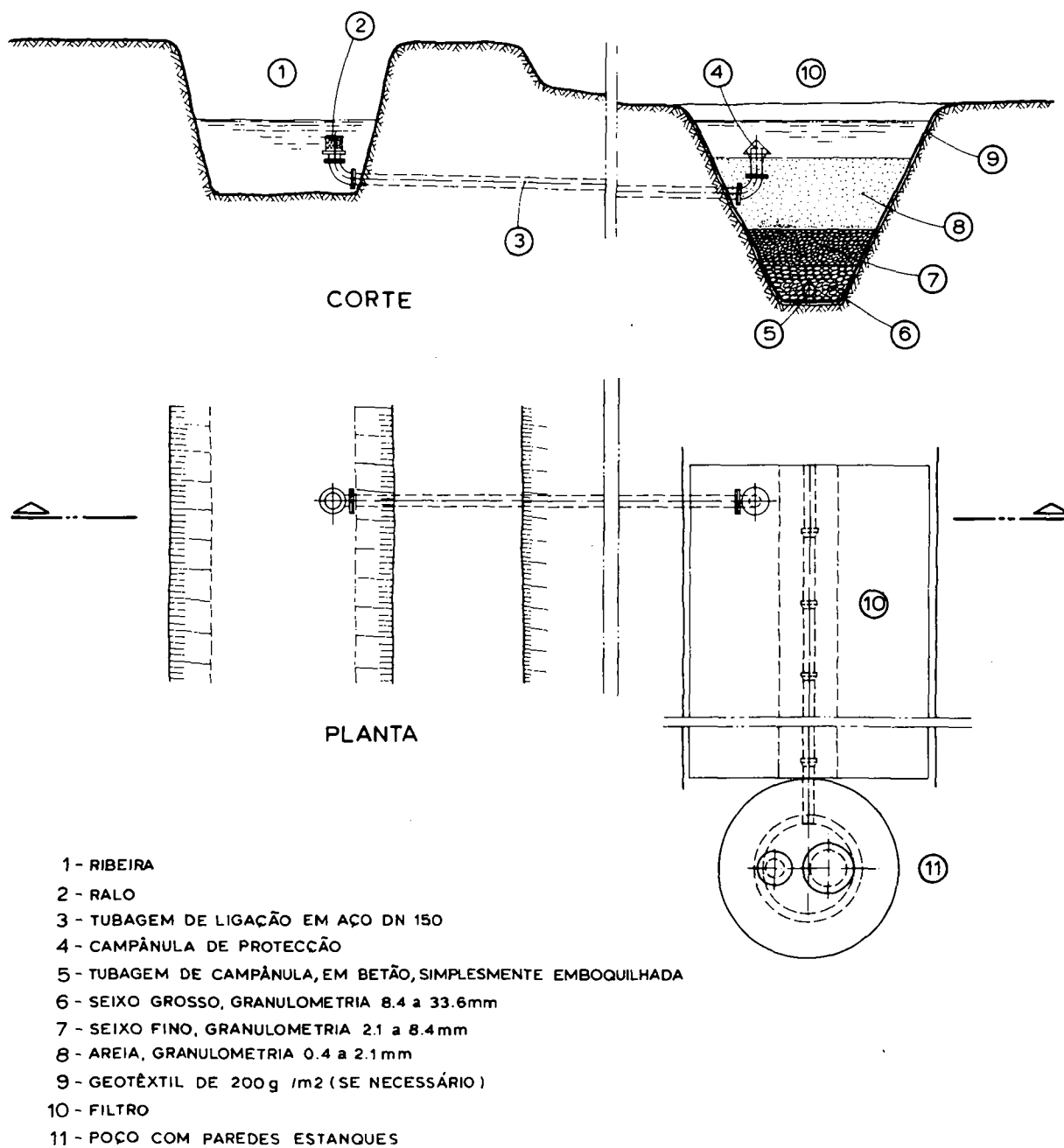
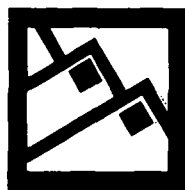


FIGURA D.4.2 - Tomada de água para canal lateral com filtração e captação em poço

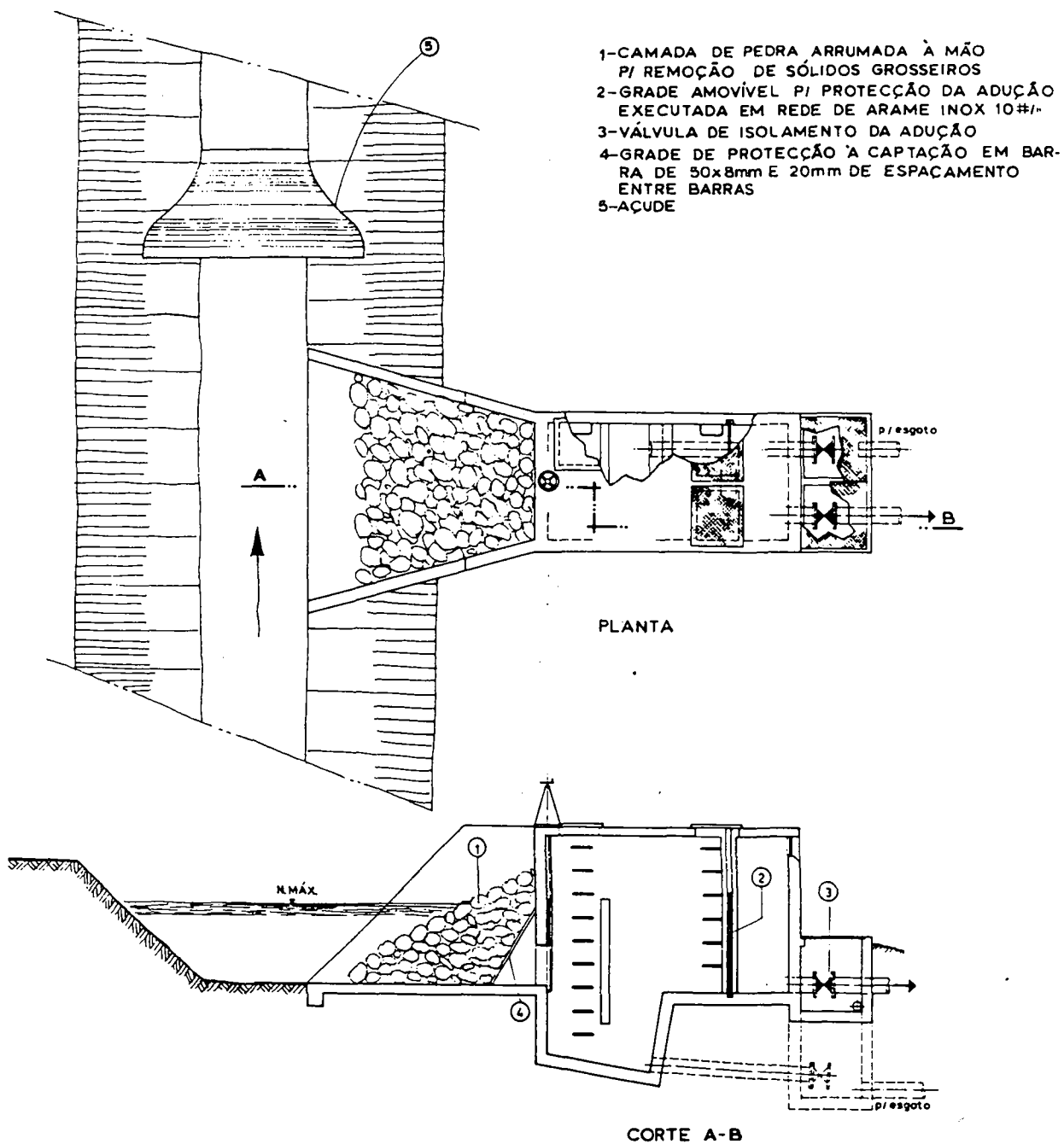
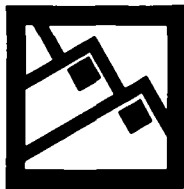


FIGURA D.4.3 - Captação de água em riberios

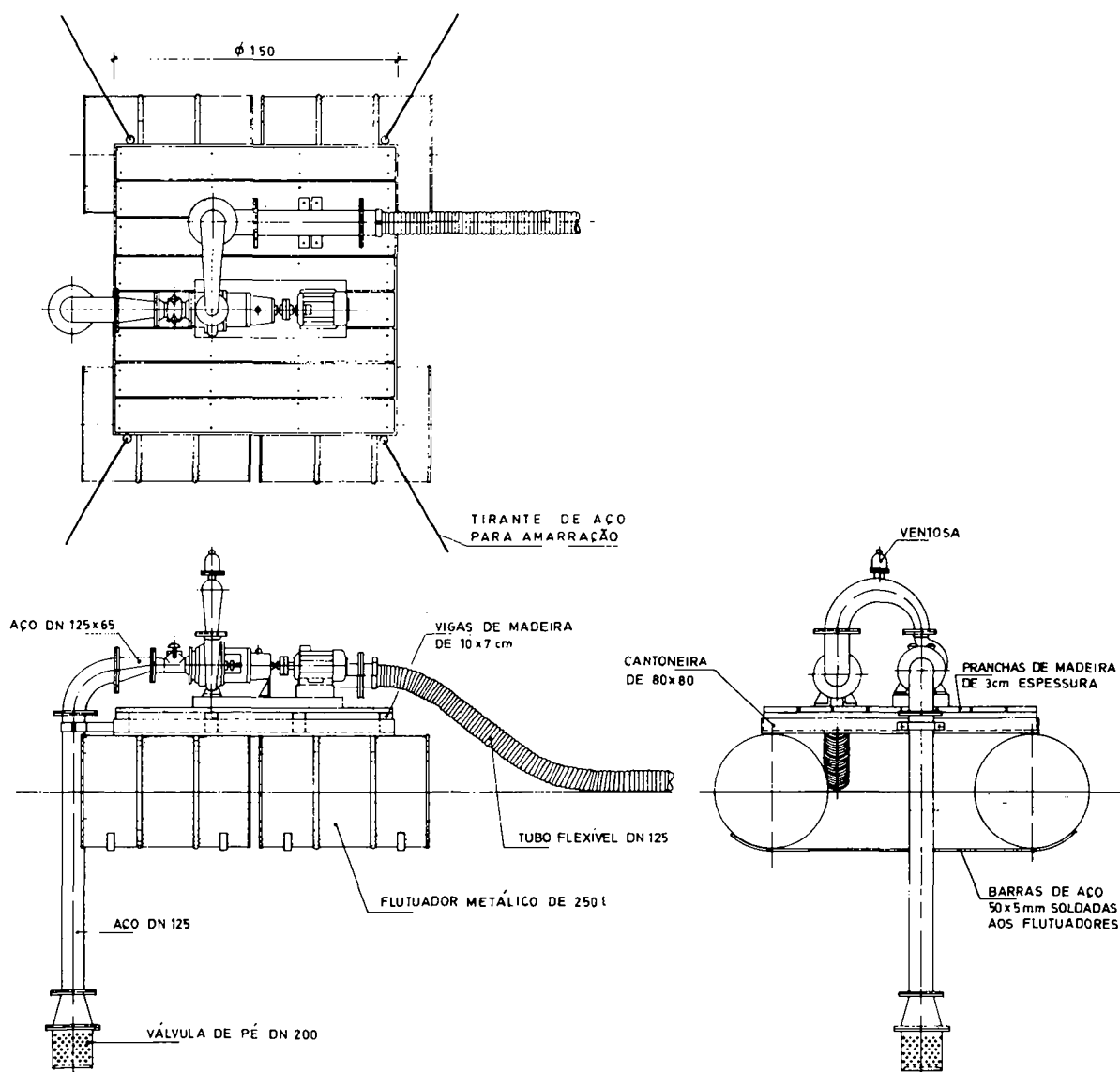
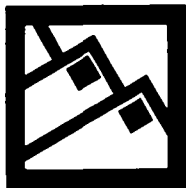


FIGURA D.4.4 - Captação flutuante de águas superficiais



CAPTAÇÃO POR SUPERFÍCIE DE RECOLHA

DESCRIÇÃO

A captação directa das águas pluviais constitui uma solução alternativa às captações de águas subterrâneas e de superfície, quando as disponibilidades destas são manifestamente insuficientes. É essencialmente constituída por uma superfície de recolha de águas pluviais e por uma cisterna para armazenamento.

Este tipo de captação pode ser destinado ao abastecimento de aglomerados de reduzida dimensão ou de habitações isoladas:

- a) no primeiro caso, a superfície de recolha deve ser uma área de terreno preparada para o efeito, através da criação de terraços de pequeno declive e de valas transversais de recolha [52];
- b) no segundo caso, a superfície de recolha das águas pluviais pode ser a cobertura da própria habitação.

LOCALIZAÇÃO

No caso de aglomerados de reduzida dimensão, a localização da superfície de recolha depende de diversos factores, havendo a destacar os seguintes:

- a) a bacia contribuinte da superfície de recolha não pode estar sujeita a qualquer tipo de poluição ou contaminação pelo homem;
- b) a superfície de recolha não deve ter inclinações superiores a 25%, variando a largura dos terraços em função da sua inclinação, de acordo com o quadro seguinte:

QUADRO D.5.1 - Configuração dos terraços

INCLINAÇÃO (%)	LARGURA (m)
reduzida (1 a 5)	5 a 6,5
moderada (5 a 10)	4 a 5
elevada (10 a 25)	2,5 a 4



c) a superfície de recolha deve situar-se, de preferência, a uma cota mais elevada do que a do aglomerado, por forma a permitir a posterior adução gravítica das águas;

d) na extremidade de jusante da bacia de recolha é construída a cisterna.

No caso das habitações isoladas, a água recolhida na sua cobertura é conduzida, através de algerozes e tubos de queda, a um pequeno reservatório anexo à habitação.

DIMENSIONAMENTO

O volume da cisterna, para servir um aglomerado de reduzida dimensão, pode ser estabelecido com base na expressão seguinte:

$$V_c = \frac{K_1 \times V_a}{1000} \quad (D.5.1)$$

em que: V_c - volume da cisterna (m^3);

K_1 - coeficiente de armazenamento para regularização de consumos (adopta-se o valor de 0,4);

V_a - volume de água consumida anualmente (m^3), que se obtém do produto da população pela capitação (100 l/hab./d) e por 365 dias do ano.

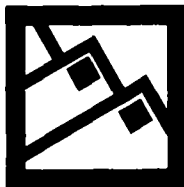
A área da superfície de recolha necessária para servir a população é dada pela expressão seguinte:

$$A = \frac{1000 V_a}{K_2 \times p} \quad (D.5.2)$$

em que: A - área da superfície de recolha (m^2);

p - precipitação média anual (mm), estabelecida com base na carta de isoietas em ano médio ou por consulta dos registos das estações climatológicas ou postos udométricos próximos da área em estudo [53];

K_2 - coeficiente de perdas (adopta-se o valor de 0,9).



Na Fig. D.5.1 apresenta-se uma superfície de recolha de águas pluviais e respectiva cisterna.

Quando não for viável dispor das áreas de recolha a que a expressão anterior conduz, quer de terreno para soluções colectivas, quer de cobertura de habitação para soluções individuais, o abastecimento terá de ser complementado com outras origens de água. Esta situação verifica-se correntemente nas habitações isoladas, para as quais se recomenda o dispositivo indicado na Fig. D.5.3, que permite armazenar cerca de 1 m³ de água, ou o indicado na Fig. D.5.4, em que se dispõe de um filtro e de um reservatório enterrado de maior capacidade, com bomba de elevação manual, e também de elevação mecânica, se o proprietário o desejar.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

A preparação do terreno, para constituir adequada superfície de recolha, envolve basicamente as seguintes operações:

- a) remoção da vegetação e dos detritos existentes;
- b) redução da permeabilidade do terreno através da compactação do solo e vedação de fissuras das rochas que afloram à superfície;
- c) construção de terraços perpendiculares ao escoamento da água com as extensões e inclinações anteriormente recomendadas;
- d) construção de valas transversais de recolha e da cisterna de armazenamento.

Atendendo aos elevados volumes de água a armazenar, a cisterna pode ser construída em escavação, de acordo com as Figs. D.5.1 e D.5.2, tendo o fundo e os taludes interiores revestidos com manta de polietileno, e estando sempre equipada com descarregador de superfície e, quando possível, com descarga de fundo.

Atendendo à grande área a proteger, a cobertura pode ser com telha autoportante em aço, tal como se indica na Fig. D.5.2, ou outra constituída por canaletes de fibrocimento apoiados em estrutura metálica apropriada.

Em torno da superfície de recolha deve ser implantado um sistema de drenagem e uma vedação, para impedir o acesso de pessoas ou animais, conforme indicado na Fig. D.1.3.



Para as habitações isoladas, os materiais mais utilizados para as tubagens e caleiras são o PVC, o fibrocimento e a chapa zincada. O reservatório apoiado é, geralmente, de fibrocimento ou poliéster reforçado a fibra de vidro, dispõe de torneira de utilização, de descarregador de superfície e apoia numa estrutura metálica ou de betão, tal como se indica na Fig. D.5.3. O reservatório enterrado e a caixa do filtro de areia são construídos em betão armado, conforme Fig. D.5.4.

EXPLORAÇÃO

A superfície de recolha com cisterna deve ser inspeccionada semanalmente, no mínimo, para se certificar da sua inviolabilidade e protecção sanitária.

Com uma periodicidade quinzenal deve-se proceder à remoção de toda a vegetação da superfície de recolha e, especialmente, dos paramentos interiores da cisterna, quando estes não são revestidos.

Após as chuvadas, deve-se fazer a limpeza da caixa onde se depositam os sólidos e verificar o estado geral das valas e cisterna.

No caso de superfícies de recolha de habitações, o proprietário deverá manter limpa a cobertura e verificar periodicamente o sistema de recolha e de armazenamento, removendo eventuais detritos.

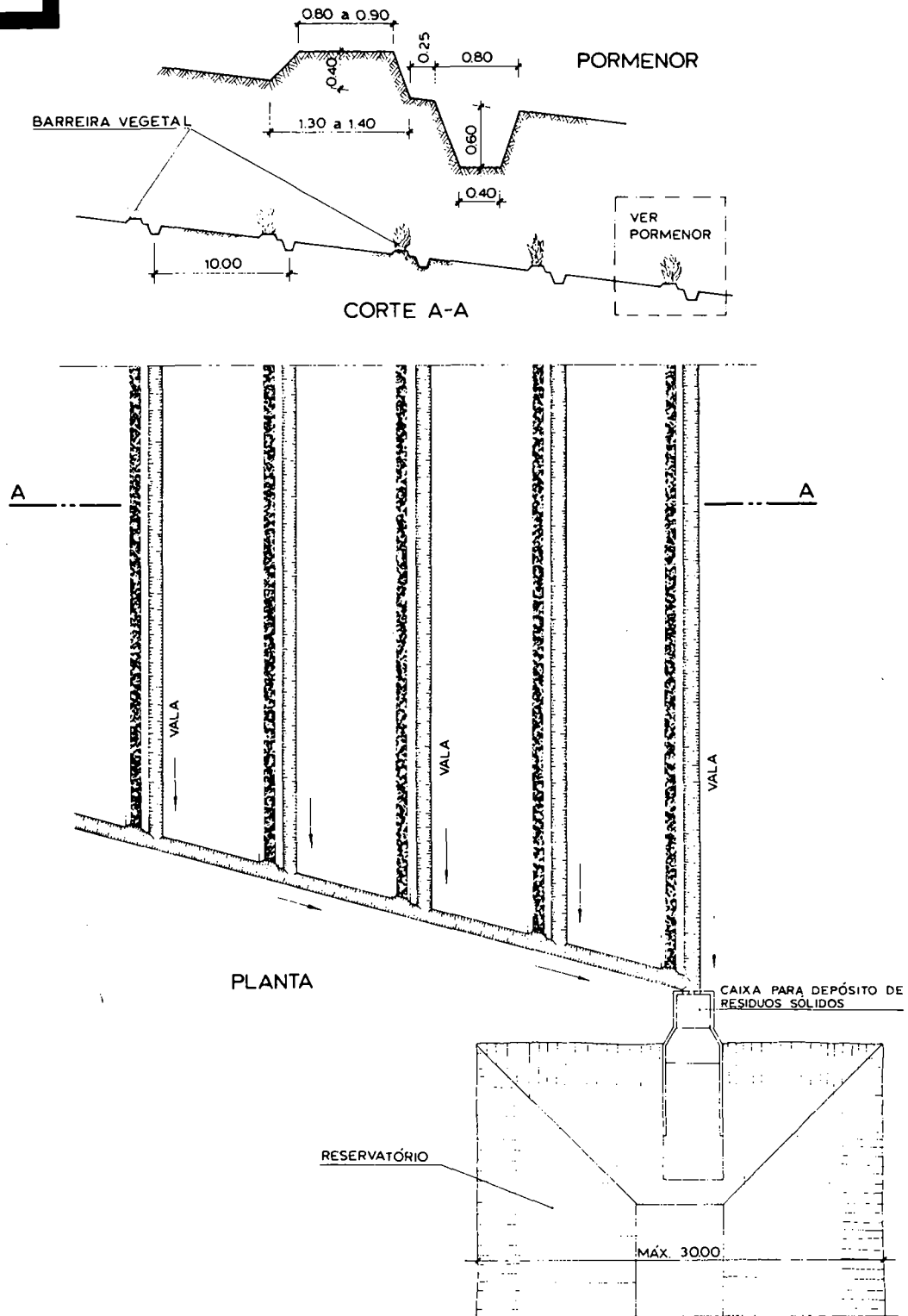
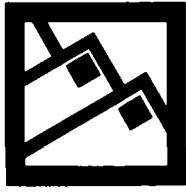


FIGURA D.5.1 - Captação por superfície de recolha no terreno

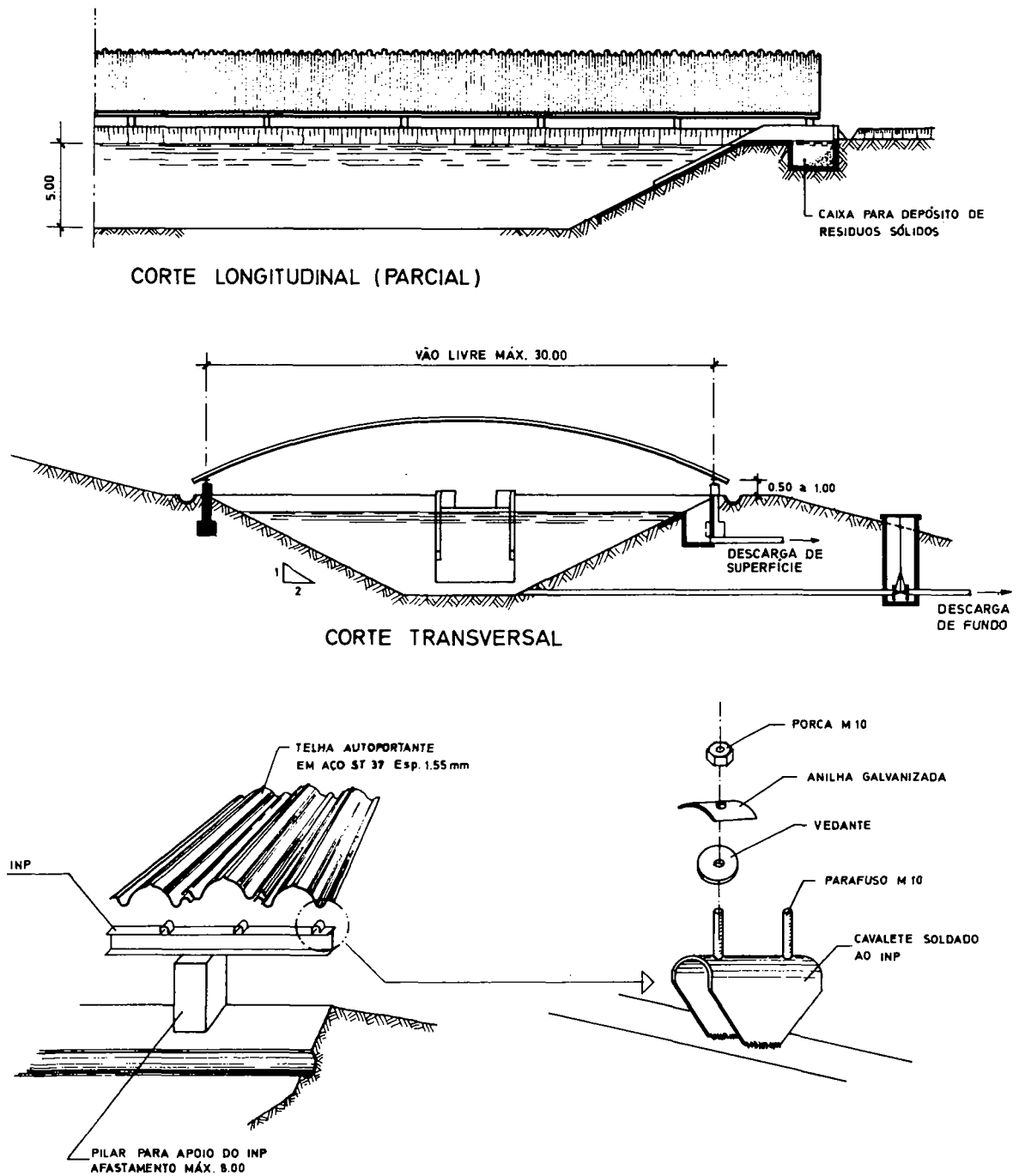
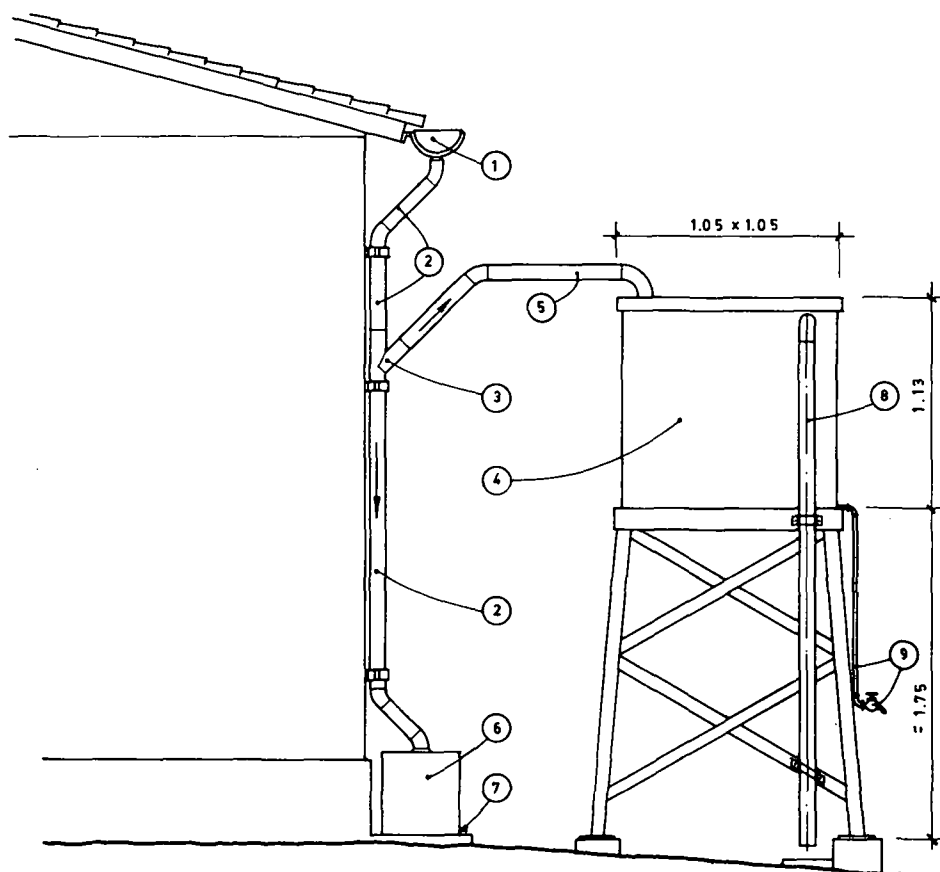
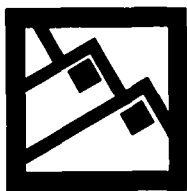


FIGURA D.5.2 - Cisterna de armazenamento - pormenores



- ① - GOTEIRA - MEIA CANA DE PVC DN 125, COM RALO PROVIDO DE REDE
- ② - TUBO DE QUEDA - PVC DN 63
- ③ - FORQUILHA - PVC DN 63
- ④ - RESERVATÓRIO PRÉ-FABRICADO (FIBROCIMENTO OU POLIÉSTER)
- ⑤ - TUBO DE ALIMENTAÇÃO DO RESERVATÓRIO - PVC DN 63
- ⑥ - CAIXA METÁLICA COM TAMPA ESTANQUE
- ⑦ - TUBO DE DRENAGEM DE 6mm DE DIÂMETRO
- ⑧ - DESCARGA DE SUPERFÍCIE - PVC DN 63
- ⑨ - TORNEIRA DE LATÃO E TUBO DE FERRO GALVANIZADO ϕ 12mm

FIGURA D.5.3 - Captação por superfície de recolha nas coberturas com pequeno reservatório pré-fabricado

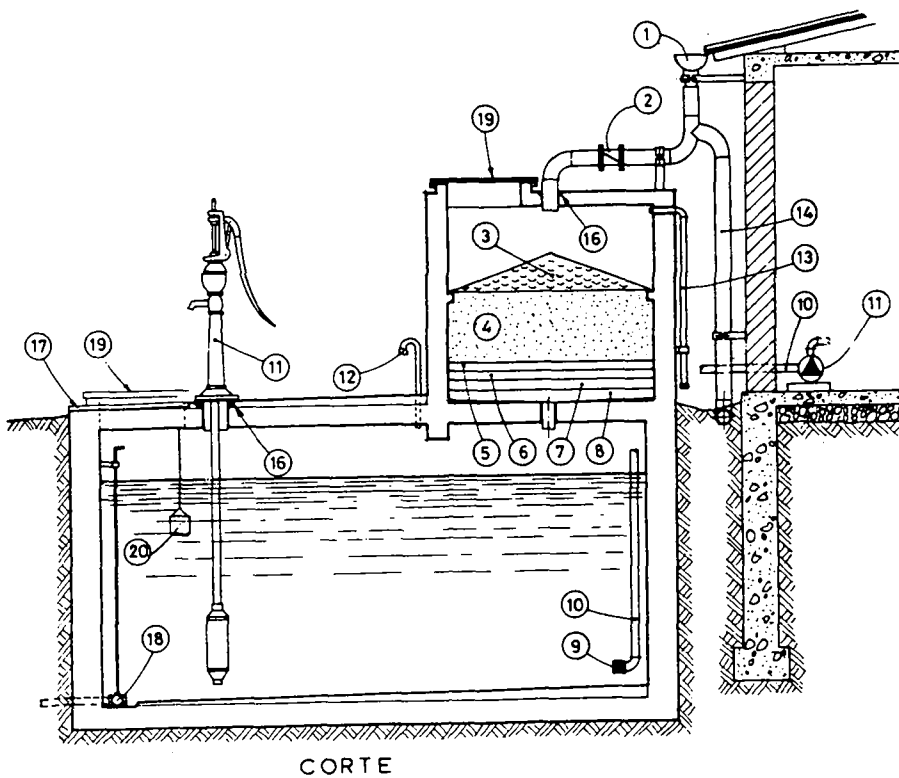
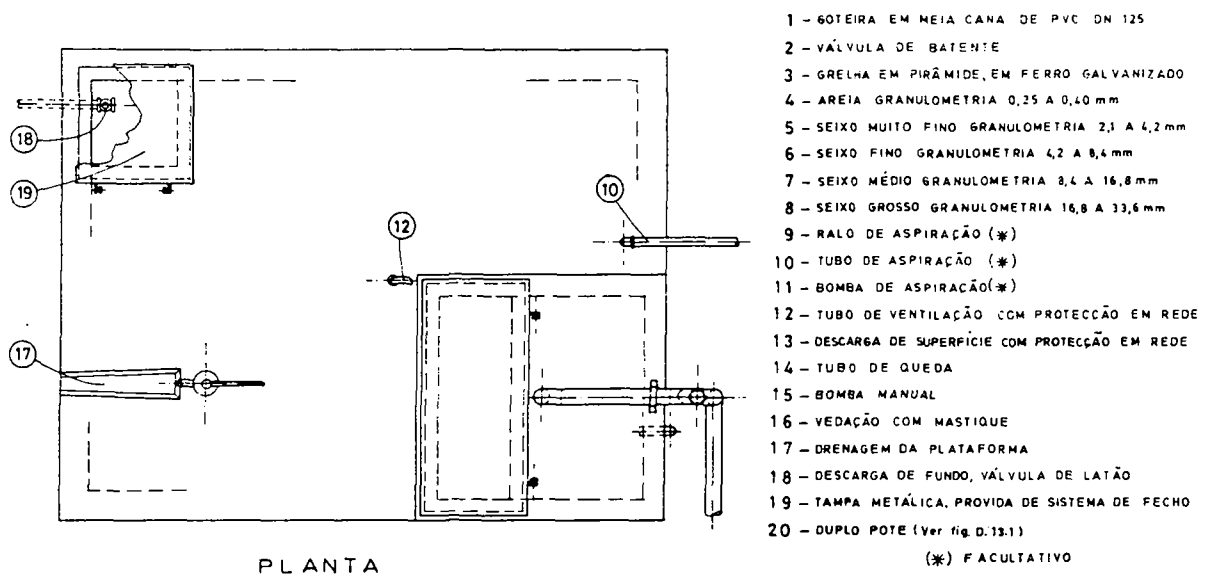
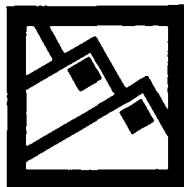


FIGURA D.5.4 - Captação por superfície de recolha nas coberturas com reservatório enterrado e bomba manual



DECANTAÇÃO

DESCRIÇÃO

A **decantação** é uma operação de tratamento que consiste em remover da água alguns sólidos em suspensão, nomeadamente areias, argilas grosseiras, silte, larvas e alguns microrganismos, através da sedimentação dessas partículas por acção da gravidade, as quais se acumulam no fundo do tanque de decantação ou decantador, constituindo as chamadas **lamas**.

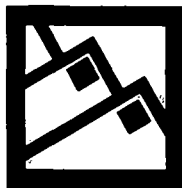
Trata-se de uma operação que permite reduzir o teor de certas características da água, como a cor, a turvação, o ferro, o manganês e a dureza, conferindo-lhe melhor qualidade para ser posteriormente filtrada.

A decantação é particularmente eficiente quando as partículas apresentam dimensão e peso tais que facilitam a sua sedimentação, como é geralmente o caso das águas brutas provenientes de captações superficiais. Nos casos de sedimentação difícil, pode ser necessário auxiliar o processo através de substâncias coagulantes como, por exemplo, o sulfato de alumínio - **coagulação química** -, que promovem a aglutinação das partículas em suspensão formando flocos - **floculação** - susceptíveis de sedimentar rapidamente.

Para decantar caudais reduzidos empregam-se tanques de betão, de planta rectangular, em que a água entra por um dos lados menores e sai pelo lado oposto, procurando-se que o escoamento progrida horizontalmente em regime laminar, a fim de não perturbar a deposição das partículas, e devendo o decantador ter capacidade para reter a água durante o tempo necessário à suficiente sedimentação (mínimo de 3 horas, embora sejam preferíveis tempos de retenção superiores, da ordem de 24 horas).

LOCALIZAÇÃO

A operação de decantação emprega-se para remoção da turvação em águas com mais de 50 UNT (unidades nefelométricas de turvação) e para remoção dos precipitados formados nos processos de desferrização e desmanganização. No primeiro caso, a decantação pode localizar-se junto à captação, se for necessário proteger o equipamento de bombagem contra o efeito abrasivo de areias, siltes, etc.. Nos restantes casos, o decantador inserir-se-á na ETA, a jusante dos processos de desferrização, desmanganização ou remoção da dureza e a montante da operação de filtração.



DIMENSIONAMENTO

As características e dimensões dos decantadores são as indicadas na Fig. D.6.1.

As dimensões apresentadas foram calculadas com base no valor do caudal médio do dia de maior consumo e considerando um limite superior da carga hidráulica superficial de $0,7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ e um limite inferior do tempo de retenção de 3 horas.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

O fundo do decantador deve ser ligeiramente inclinado no sentido contrário ao escoamento (inclinações da ordem de 2%), a fim de facilitar a remoção de lamas através da descarga de fundo. A concepção do tanque deve ser tal que proporcione condições de escoamento hidráulico mais favoráveis à decantação: a introdução de 2 ou 3 chicanas verticais alonga o percurso da água e reduz os curto-circuitos hidráulicos; além disso, neste tipo de decantadores de escoamento horizontal, o comprimento deve ser bastante superior à largura e altura.

Os decantadores podem ser descobertos, embora uma laje de cobertura, com uma ou mais tampas metálicas, possa ser aconselhável por razões de protecção sanitária, principalmente quando a decantação é a última operação de tratamento antes da desinfecção final. Neste último caso, deve assegurar-se a ventilação do decantador através de uma chaminé.

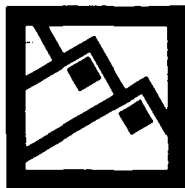
As superfícies metálicas serão protegidas contra a corrosão, conforme o especificado na Ficha D.1.

A vedação do recinto, se necessária, poderá ser constituída por prumos de madeira e seis fiadas de arame, como se indica na Fig. D.1.3.

EXPLORAÇÃO

O decantador deve ser desinfectado antes de entrar em funcionamento, de acordo com o procedimento indicado na Ficha D.1.

O decantador é um órgão cujos cuidados de operação se reduzem a descarregar as lamas periodicamente, a intervalos determinados pela altura atingida pelas mesmas no decantador, que não deve ultrapassar 1,2 m abaixo do nível de saída da água clarificada.



Dado o seu reduzido volume, as lamas descarregadas poderão ser lançadas num colector de águas residuais ou no solo.

A manutenção do decantador consiste, essencialmente, numa limpeza anual das paredes interiores e exteriores, seguida de desinfecção (Ficha D.1). Após qualquer reparação ou sempre que se suspeite de contaminação deve, analogamente, proceder-se à desinfecção.

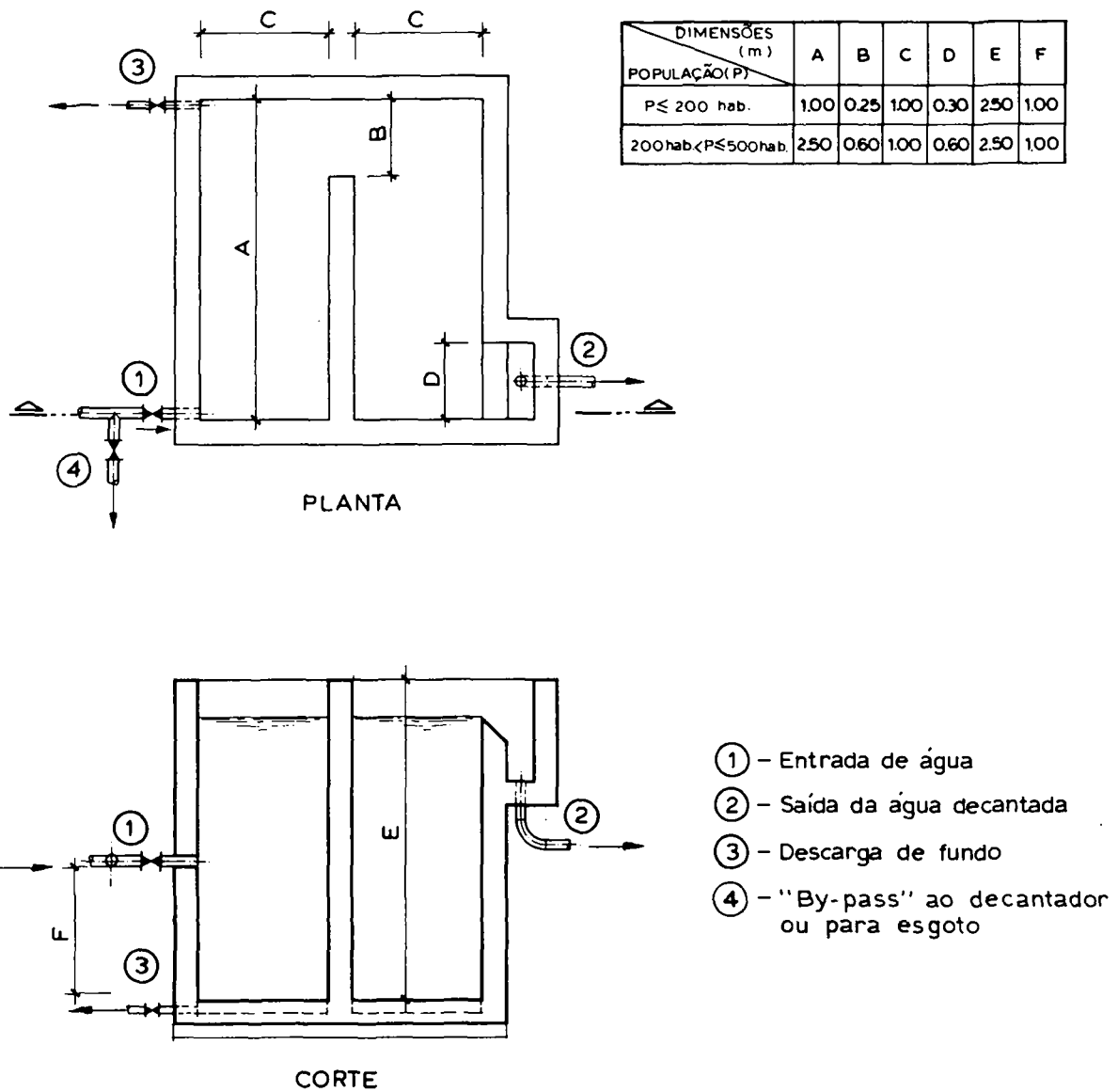
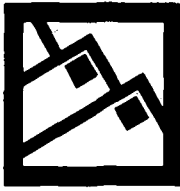
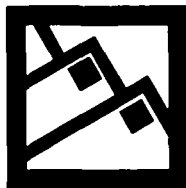


FIGURA D.6.1 - Decantador



AREJAMENTO

DESCRIÇÃO

O arejamento é uma operação de tratamento que consiste numa permuta de gases e substâncias voláteis entre a água e o ar e pode aplicar-se com objectivos distintos:

- a) remoção de gases dissolvidos na água, principalmente dióxido de carbono (CO_2), mas também gás sulfídrico (H_2S) e metano (CH_4);
- b) remoção de cheiros e sabores;
- c) remoção de ferro e manganês.

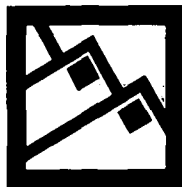
A aplicação mais importante do arejamento no tratamento de águas consiste na remoção de CO_2 , como operação auxiliar do tratamento de águas agressivas.

O arejamento pode até ser o único tratamento necessário para corrigir a agressividade da água. Tudo depende do teor de CO_2 livre da água e da alcalinidade da mesma: se o valor da alcalinidade for superior a 80 mg/l expresso em CaCO_3 , a eficiência do arejamento é suficiente para reduzir o teor de CO_2 ao valor de equilíbrio.

Mesmo não sendo possível remover todo o CO_2 agressivo por arejamento, é sempre aconselhável incluir esta operação no tratamento de uma água agressiva, a montante das outras operações de correcção de agressividade (contacto com brita calcária ou adição de cal), em virtude de assim se conseguir uma redução significativa de custos de construção (necessidade de um leito de contacto com brita de menor dimensão) ou de operação (menor consumo de reagentes).

No que se refere a cheiros e sabores, o arejamento proporciona uma boa eficiência de remoção quando estes são devidos ao H_2S e ao cloro residual livre; porém, os cheiros e sabores produzidos pelas combinações do cloro com matéria orgânica são de difícil eliminação; o mesmo se passa relativamente aos cheiros e sabores conferidos por óleos essenciais provenientes das algas e outros organismos ou pela decomposição de matéria orgânica.

A ocorrência de ferro (Fe) e manganês (Mn) em águas naturais, tanto subterrâneas como de superfície, é muito frequente, embora, na maioria dos casos, a sua presença se traduza em teores tão baixos que não necessitam de tratamento. A presença destes metais é normalmente devida ao contacto da água com as formações geológicas que atravessa, no seu percurso subterrâneo



ou superficial. Mas é também possível que, não sendo a água ferrosa de origem, se torne ferrosa durante o processo de adução e/ou distribuição; é o que sucede quando se transporta uma água agressiva em condutas de aço ou de ferro fundido.

Torna-se necessário tratar a água, de forma a reduzir os teores de Fe e Mn até 0,2 mg(Fe)/l e 0,05 mg(Mn)/l, valores da concentração máxima admissível consignados na Directiva 80.778 da CCE (Quadro B.10.2), sempre que a concentração destes elementos atinge valores que:

- a) conferem à água características organolépticas indesejáveis (gosto metálico, cor amarela e/ou turvação);
- b) causam prejuízos de ordem económica (água que mancha a roupa);
- c) provocam a deterioração das condutas metálicas da rede de distribuição, tanto por corrosão como por obstrução devida à formação de depósitos.

Aceita-se que uma água bruta, cujos teores de Fe e Mn sejam inferiores a 50 mg(Fe)/l e 5 mg(Mn)/l, respectivamente, é susceptível de tratamento [44], devendo procurar-se outra origem de água quando os teores de Fe e Mn ultrapassam estes valores.

Na prática, é possível distinguir cinco categorias de águas ferroso-manganosas, com vista à definição do tratamento necessário:

- 1) águas que apenas contêm ferro e cujo pH, após o arejamento da água, é igual ou superior a 7;
- 2) águas que contêm ferro e algum manganês;
- 3) águas que contêm ferro ligado a matéria orgânica;
- 4) águas muito duras (dureza superior a 30°F) e ferrosas, por vezes também manganosas;
- 5) águas que contêm apenas manganês e, eventualmente, também ferro.

As águas das categorias 3, 4 e 5, não devem ser consideradas como origens de água viáveis em aglomerados de reduzida dimensão, em face da complexidade do processo de tratamento e da elevada qualificação técnica requerida ao pessoal da instalação de tratamento.



O tratamento das águas das categorias 1 e 2 consiste respectivamente, em:

- 1) arejamento apenas, não necessitando de ajustamento do pH;
- 2) arejamento em pilhas de tabuleiros com leito de enchimento de areão ou de pirolusite (minério de manganês), destinado a catalizar a precipitação do ferro por meio dos óxidos já depositados sobre o enchimento.

No tratamento de pequenos caudais, apenas interessam arejadores gravíticos: planos inclinados, escadas, pilhas de tabuleiros perfurados, com ou sem meios de contacto (areão, brita, etc.) e cascatas.

A opção por um determinado arejador é função, essencialmente, da eficiência requerida e da disponibilidade de cota no local.

No Quadro D.7.1 resumem-se as perdas de carga introduzidas pelos diferentes tipos de arejadores indicados.

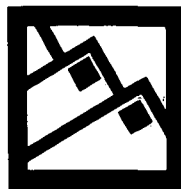
QUADRO D.7.1 - Perda de carga dos arejadores

TIPO DE AREJADOR	PERDA DE CARGA INTRODUZIDA (m c.a.)
Plano inclinado	0,4 a 0,8
Escadas	0,6 a 0,9
Pilhas de tabuleiros	2,5 a 3,0
Cascatas	1,0 a 1,2

LOCALIZAÇÃO

A operação de tratamento por arejamento é, na grande maioria dos casos, a primeira operação prevista na linha de tratamento de água da ETA de pequenos aglomerados.

Exceptuam-se os casos em que é necessária uma decantação preliminar, para remoção de elevada turvação.



O arejamento poderá também ter que ser aplicado logo após a captação se se tratar de reduzir a agressividade da água, a fim de preservar o material das condutas.

DIMENSIONAMENTO

A concepção de um arejador deve ter em atenção certos princípios importantes para o seu eficiente desempenho:

- a) maximizar a superfície de separação entre a água e a atmosfera, provocando finas lâminas ou pequenas gotas de água em contacto com o ar, ou finas bolhas de ar em contacto com a água;
- b) proporcionar agitação para facilitar a difusão dos gases;
- c) garantir a ventilação do compartimento em que se insere o arejador, a fim de evitar a saturação da atmosfera circundante pelos gases que se pretendam remover da água.

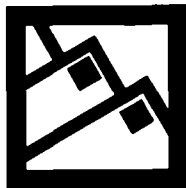
As duas primeiras condições são asseguradas através de um controlo adequado da carga hidráulica; a terceira significa que, se o arejador estiver abrigado numa caseta ou edifício, este deve possuir suficientes aberturas para o exterior.

Nas Figs. D.7.1 a D.7.3 apresentam-se as características e dimensões de três tipos de arejadores gravíticos - pilhas de tabuleiros, escada (degraus) e planos inclinados - correspondentes aos dois escalões populacionais adoptados. Considerou-se que o caudal de dimensionamento seria o caudal médio do dia de maior consumo.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

Nos planos inclinados deve observar-se um declive da ordem de 1:2,5. A soleira do canal deve ser acidentada, através de pequenas placas dispostas em espinha de peixe ou transversalmente (Fig. D.7.2), com o objectivo de introduzir turbulência no escoamento.

Nas escadas deve evitar-se que a lâmina líquida se cole às paredes verticais, para o que a soleira de cada degrau se deve prolongar um pouco para fora da parede vertical (Fig. D.7.3).



Nas pilhas de tabuleiros a alimentação da água faz-se através de bocais distribuidores sobre o tabuleiro superior (Fig. D.7.1) ou, alternativamente, sobre este, cujo fundo será então crivado de orifícios de 10 mm de diâmetro, distantes de 70 mm entre si.

Se o arejador se destinar à remoção de ferro e manganês, os tabuleiros deverão conter um enchimento de areão, gravilha, escória, coque ou pérolas de cerâmica, sobre os quais se depositarão o ferro e o manganês oxidados, exercendo esse depósito uma acção catalizadora que induzirá a precipitação de mais ferro e manganês; a altura do enchimento em cada tabuleiro deve ser da ordem de 20 cm, sendo a granulometria de 2,5 a 3,0 mm. É aconselhável que o transporte das águas férreas e manganosas seja feito em condutas de material plástico (PVC ou polietileno), principalmente se a água, além das referidas características, for também agressiva.

As cascatas são geralmente construídas em tijolo furado, designando-se vulgarmente por pilhas de tijolos.

A vedação do recinto, se necessária, poderá ser constituída por prumos de madeira e seis fiadas de arame, como se indica na Fig. D.1.3.

EXPLORAÇÃO

Os arejadores devem ser desinfectados antes de entrar em funcionamento mediante a escovagem com uma solução concentrada de, pelo menos, 200 mg/l de Cl₂ livre.

Nas escadas, pilhas de tabuleiros sem enchimento, planos inclinados, cascatas e pulverizadores, a exploração resume-se à limpeza bimensal das paredes, para remoção de limos, algas e outros detritos, com uma solução de hipoclorito a 1%.

Nos arejadores de tabuleiros com enchimento, é necessário substituir o enchimento quando se verificar que os precipitados de ferro e manganês depositados sobre os grãos do material de enchimento induzem uma perda de carga impeditiva da fácil percolação da água. Trata-se de operação que só se torna necessária após vários anos de funcionamento do arejador. Na prática, verifica-se a sua necessidade quando o nível da água no tabuleiro começa a ser progressivamente mais elevado.

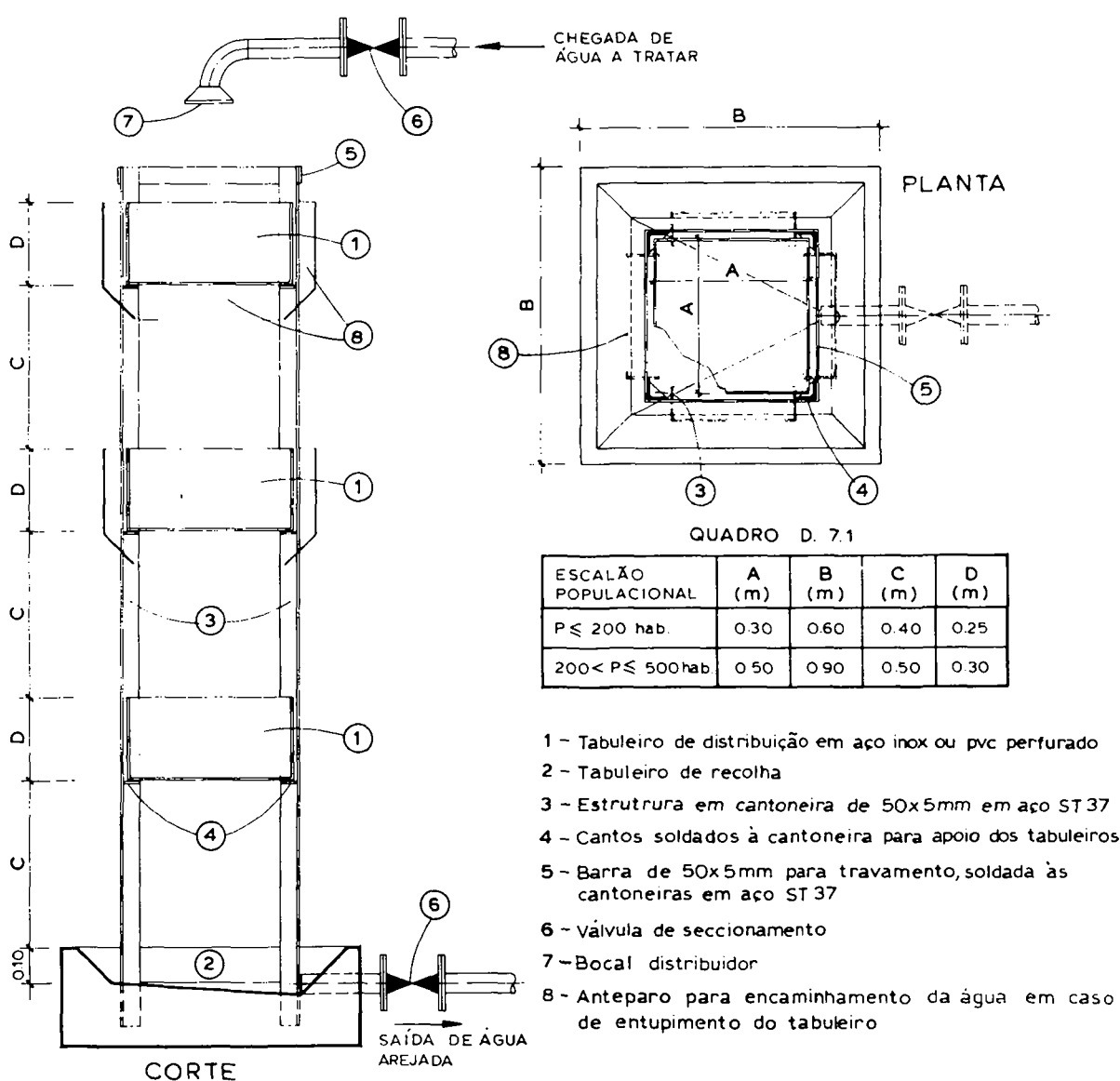
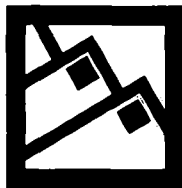
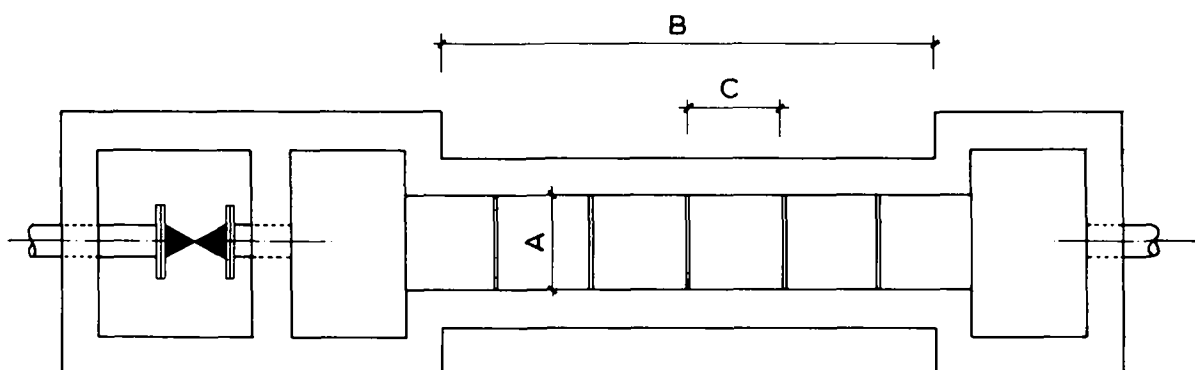
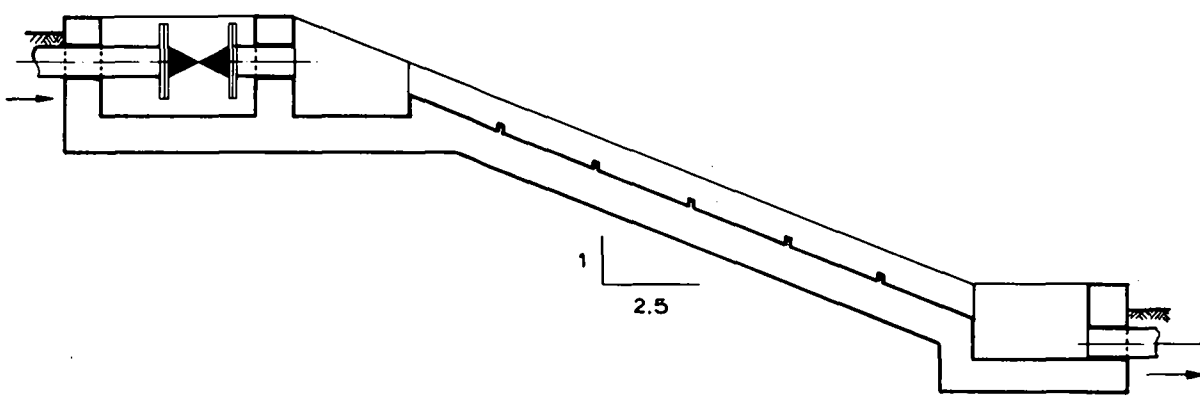
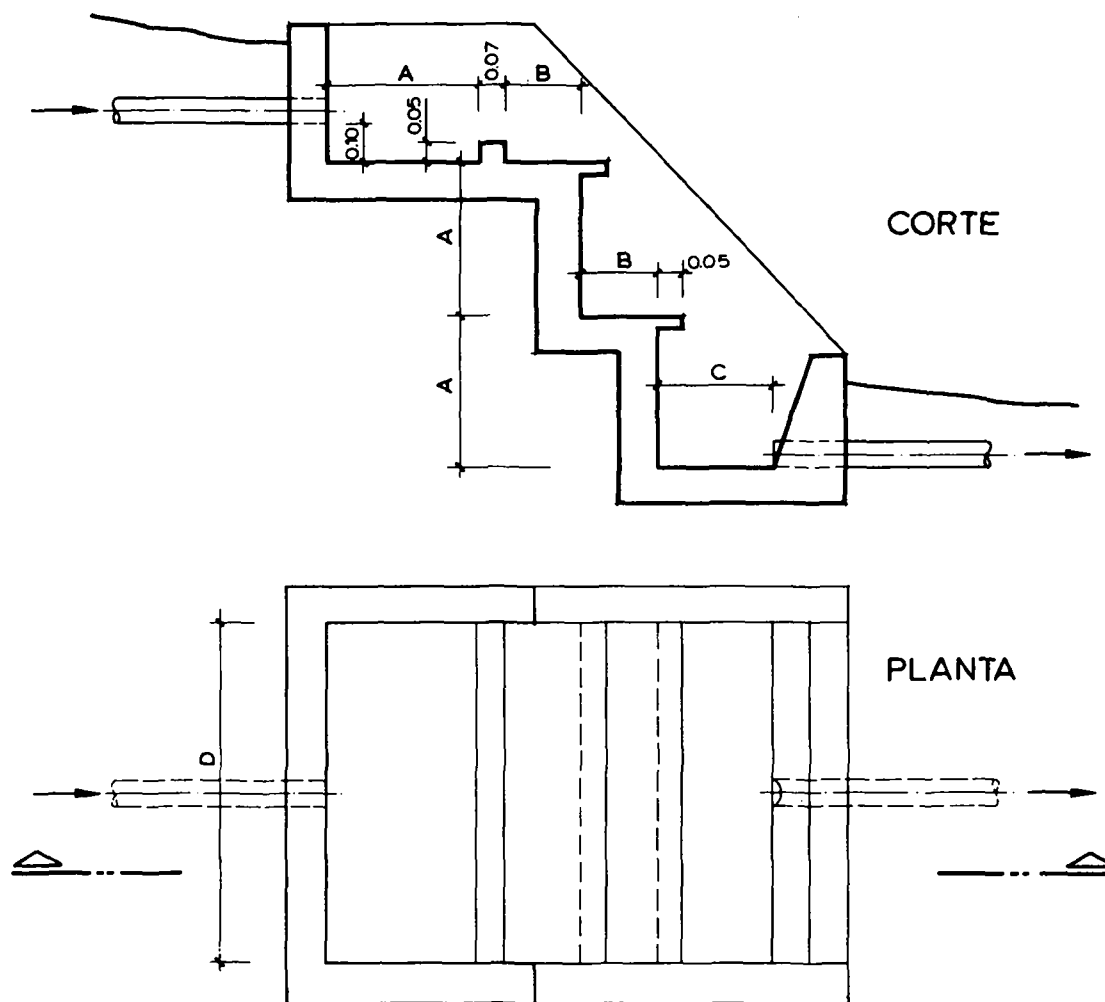
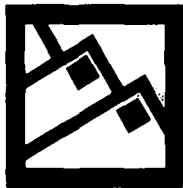


FIGURA D.7.1 - Pilha de tabuleiros, com ou sem enchimento



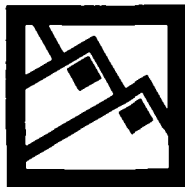
ESCALÃO POPULACIONAL	A (m)	B (m)	C (m)
$P \leq 200$ hab.	0.20	0.65	0.20
$200 < P \leq 500$ hab.	0.25	1.50	0.25

FIGURA D.7.2 - Arejador em plano inclinado



ESCALÃO POPULACIONAL	A (m)	B (m)	C (m)	D (m)
$P \leq 200$ hab.	0.25	0.20	0.30	0.50
$200 < P \leq 500$ hab.	0.40	0.20	0.30	0.90

FIGURA D.7.3 - Arejador em escada



CORRECÇÃO DA AGRESSIVIDADE-LEITO DE BRITA CALCÁRIA

DESCRIÇÃO

A **correção da agressividade** de uma água é um processo de tratamento que consiste na eliminação do dióxido de carbono (CO_2) agressivo. A tecnologia mais aconselhável para a sua correção em aglomerados de reduzida dimensão, no caso em que o arejamento prévio só por si não é suficiente (Ficha D.7), consiste no contacto da água com um material alcalino. Geralmente utiliza-se a **brita calcária**, essencialmente constituída por carbonato de cálcio.

O **tanque de contacto** dispõe de uma chicana vertical, destinada a alongar o percurso da água, aumentando assim, o tempo de contacto da mesma com a brita que enche o tanque. A admissão da água agressiva é superficial, tal como a recolha da água estabilizada (não agressiva).

O prévio arejamento da água pode constituir um auxiliar importante da correção da agressividade, na medida em que uma grande parte do CO_2 agressivo pode ser eliminado por arejamento, o que permite reduzir o tempo de contacto com a brita calcária de valores da ordem de 2 horas para cerca de 15 minutos e, conseqüentemente, também o volume da brita calcária necessária ao tratamento da água agressiva. O pré-arejamento é indispensável no caso de águas férreas agressivas, de modo que a água seja desferrizada antes de passar pelo tanque de contacto de brita, a fim de evitar a deposição de hidróxido de ferro sobre a brita, reduzindo a sua eficiência.

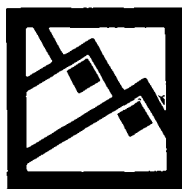
Uma água agressiva tratada por contacto com brita calcária adquire características que a diferenciam da água não tratada. Com efeito, além da eliminação do CO_2 agressivo, a água adquire um pH e um teor de sólidos dissolvidos mais elevado, resultantes da dissolução do carbonato de cálcio da brita calcária.

O contacto da água agressiva com a brita calcária processa-se em tanques de betão com chicanas, descobertos ou com cobertura.

LOCALIZAÇÃO

O tratamento de uma água agressiva é feito, de um modo geral, logo após a captação, a fim de minimizar a deterioração das condutas e do reservatório de armazenamento.

Se não for viável proceder à correção da agressividade logo após a captação, nomeadamente por dificuldade de acesso ao local, e houver que proceder a este tratamento mais a jusante, a conduta de transporte da água



deverá ser em material plástico (PVC ou polietileno de média ou alta densidade).

DIMENSIONAMENTO

O volume do tanque de contacto com brita calcária calcula-se pela expressão seguinte:

$$V = \frac{Q \times t}{n} \quad (D.8.1)$$

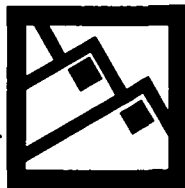
em que: V - volume do tanque de contacto (m³)
Q - caudal médio do dia de maior consumo (m³/h)
t - tempo de contacto (h)
n - porosidade da brita

A determinação experimental do tempo de contacto deve ser solicitada com a análise química da água. O seu valor deve ser da ordem das 2 horas, mas pode ser reduzido até 10 minutos, se a água for arejada previamente.

Na Fig. D.8.1 apresentam-se as características e dimensões duma instalação de correcção de agressividade composta por arejamento, em pilha de tijolos, seguida de tanque de contacto de brita calcária. Apresentam-se ainda, as dimensões deste último, no caso em que não se prevê o arejamento prévio.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

As características da brita calcária são um factor importante da eficiência deste processo de tratamento. Deve utilizar-se material bastante fino, de preferência o mármore, embora em Portugal a brita calcária seja correntemente utilizada, com bons resultados. A granulometria média da brita é um factor importante na eficiência do processo, devendo, por isso, ser objecto de ensaio de recepção. Uma brita de boa qualidade [76] deve possuir: diâmetro efectivo d_{10} entre 5 e 9 mm; coeficiente de uniformidade U inferior a 1,3; diâmetro médio d_{50} entre 6 e 11 mm; dimensão máxima D de 10 a 20 mm e dimensão mínima d entre 5 e 6,5 mm. Estas características morfológicas conduzem a uma porosidade de cerca de 50%.



Se a brita não estiver caracterizada, o ensaio de recepção deve englobar, além da verificação das características atrás referidas, através da análise granulométrica, a análise química da brita (da qual devem constar os teores de CaCO_3 e MgCO_3) e a determinação do tempo de contacto, ou seja, do tempo necessário para estabilizar a agressividade da água.

Deve dispor-se de uma descarga de fundo no tanque de contacto, com o objectivo de facilitar as operações de limpeza. Os tanques de contacto podem ser descobertos, se estiverem abrigados num edifício. Caso contrário, torna-se conveniente prever uma cobertura.

A perda de carga introduzida pelo leito de contacto é reduzida, da ordem de 10 a 20 cm, salvo quando existir um arejador a montante, o qual pode implicar perdas de carga de 1 a 2 m, consoante o tipo de arejador.

A vedação, se necessária, poderá ser constituída por prumos de madeira e seis fiadas de arame, como se indica na Fig. D.1.3.

EXPLORAÇÃO

O tanque de contacto deve ser desinfectado antes de entrar em serviço, de acordo com o procedimento indicado na Ficha D.1.

As tarefas de operação dos tanques de brita calcária são praticamente nulas.

O tanque de brita calcária é um órgão cuja manutenção de rotina consiste na abertura mensal da válvula de descarga de fundo, com a finalidade de escoar a água retida no fundo do tanque, de avaliar o estado de dissolução das camadas interiores de brita e de accionar a válvula, contribuindo para a manutenção da sua operacionalidade.

Anualmente, deve proceder-se à reposição do nível do leito de brita calcária para compensar as perdas provocadas por dissolução. Sempre que a manutenção de rotina indicar uma redução apreciável da granulometria das camadas inferiores do leito, haverá que proceder à substituição integral do material de enchimento.

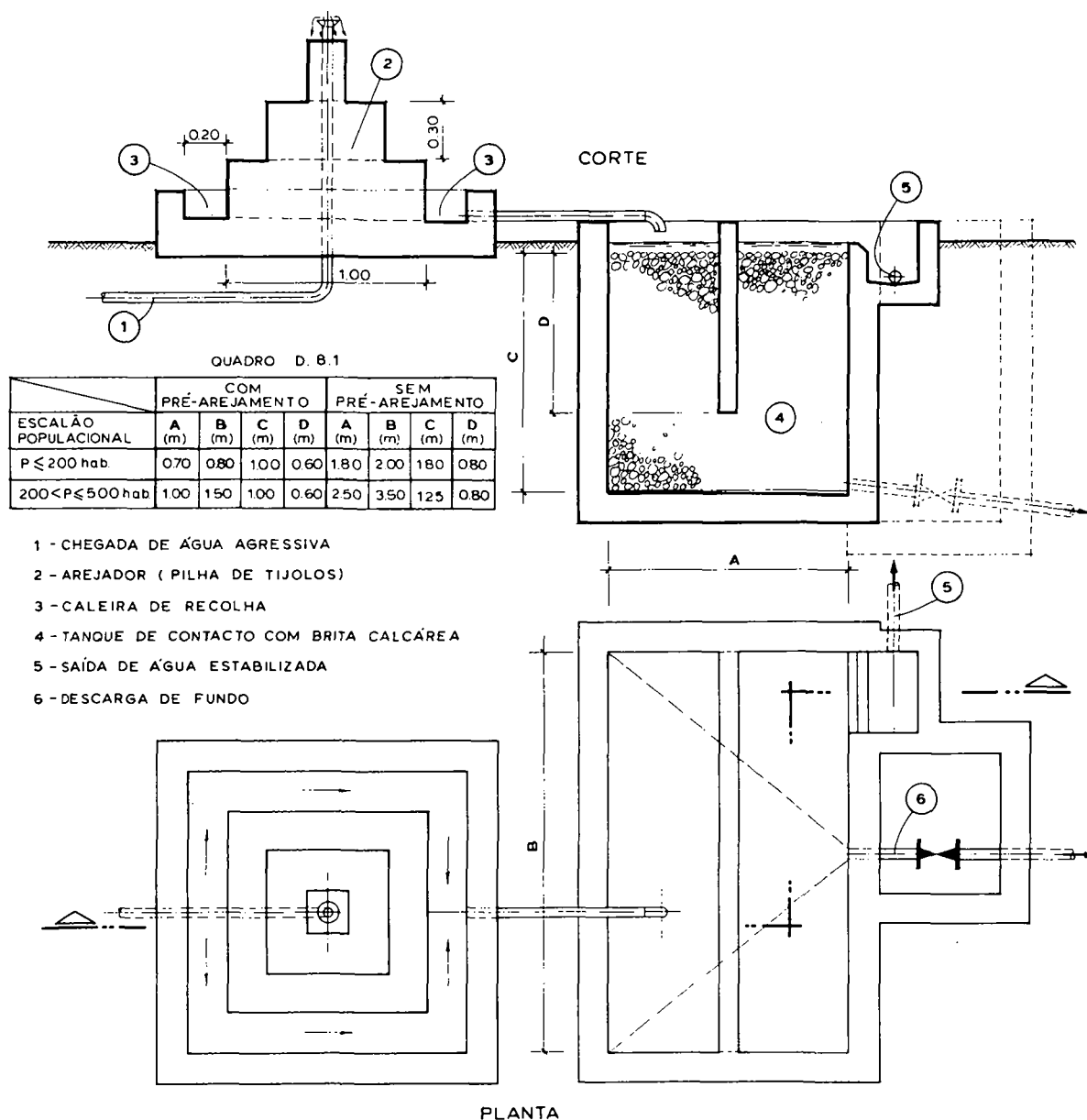
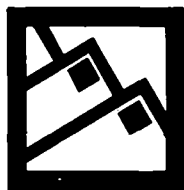
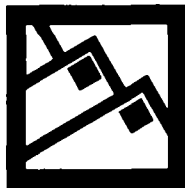


FIGURA D.8.1 - Instalação de tratamento de água agressiva



AMACIAMENTO

DESCRIÇÃO

O amaciamento é um processo de tratamento, também conhecido pela designação de abrandamento, que consiste em remover o excesso de dureza de uma água.

A dureza de uma água deve-se à presença de cationes metálicos, principalmente o cálcio (Ca^{2+}) e o magnésio (Mg^{2+}). Esta propriedade não apresenta qualquer inconveniente para a saúde pública, mas pode implicar consequências desagradáveis em usos domésticos, como o aumento do consumo de detergentes e depósitos calcários nas tubagens e acessórios.

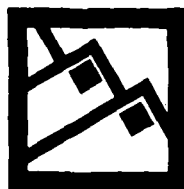
A dureza exprime-se frequentemente através das unidades seguintes:

- a) miligramas de carbonato de cálcio por litro (mg/l de CaCO_3);
- b) graus franceses (°F);
- c) miliequivalentes por litro (meq/l).

No Quadro D.9.1 indicam-se as relações entre estas unidades:

QUADRO D.9.1
UNIDADES DE AVALIAÇÃO DA DUREZA

	mg/l	Grau	meq/l
	CaCO_3	Francês	
mg/l			
CaCO_3	1,00	0,10	0,02
Grau			
Francês	10,00	1,00	0,20
meq/l	50	5,00	1,00



No Quadro D.9.2 apresenta-se uma classificação das águas quanto à sua dureza total:

QUADRO D.9.2
CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS QUANTO A DUREZA

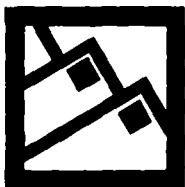
DUREZA (°F)	TIPO DE ÁGUA
inferior a 7,5	mole, macia ou branda
de 7,5 a 15	moderadamente dura
de 15 a 30	dura
superior a 30	muito dura

Na prática, só se procede ao amaciamento das águas muito duras (Quadro D.9.2).

A **permuta iónica** é o processo de amaciamento mais indicado para os casos abrangidos no âmbito deste Manual, devido às significativas vantagens que apresenta: simplicidade tanto na operação como na manutenção, materialização numa instalação compacta, eficiência de remoção de dureza de praticamente 100% e não produção de lamas. Como inconveniente do processo cita-se o facto de se tornar pouco económico quando a dureza da água ultrapassa os 85 a 100°F.

Uma unidade de tratamento por permuta iónica, qualquer que seja o seu objectivo (amaciamento ou desmineralização), é sempre constituída por uma coluna cilíndrica de eixo vertical, fechada, que dispõe na parte superior de um sistema de distribuição da água a tratar que percola por um produto permutador de iões, correntemente designado por zeólito ou resina permutadora, e é recolhida na parte inferior da coluna; esta dispõe ainda de volume livre, destinado à expansão do leito de material permutador durante as operações de lavagem em contra-corrente com a solução regenerante.

A resina permutadora acaba por atingir a **saturação** após algum tempo de uso, e a sua **regeneração** torna-se indispensável. Tal operação processa-se fazendo passar uma solução de cloreto de sódio concentrado em contra-corrente (normalmente a água dura entra por cima e a solução regenerante pela parte inferior).



A permuta iónica permite amaciar uma água até ao ponto em que a sua dureza se anula completamente, o que é inconveniente por diversos motivos: a água não tem sabor característico, não oferece vantagens do ponto de vista de saúde, nem a protecção dos equipamentos domésticos (esquentadores, etc.) e industriais exige que a remoção da dureza seja total, pelo que é anti-económico.

Geralmente, este problema é resolvido misturando a água tratada com água dura, que não tenha passado pela coluna permutadora, de modo a obter-se uma água com a dureza máxima de 15°F [17].

LOCALIZAÇÃO

O amaciamento é um processo unitário incluído na ETA.

Quando há necessidade de proceder ao amaciamento da água, há toda a vantagem em fazer anteceder a coluna de permuta iónica por um decantador, porque o tratamento por permuta iónica perde bastante da sua eficiência se a água a tratar não for isenta de sólidos em suspensão, se for turva ou muito ferrosa. Ao decantador não deve seguir-se um filtro, devido ao risco de precipitação dos iões cálcio e magnésio sobre os grãos do leito filtrante, o que reduziria, a breve trecho, a capacidade de filtração do mesmo.

No caso de a água também ser ferrosa, deve proceder-se à remoção do ferro (Ficha D.10) antes do processo de amaciamento.

DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento de colunas de permuta iónica exige o conhecimento dos valores do caudal, das características da água a amaciar e da resina de permuta iónica (que só podem ser fornecidas pelo fabricante do produto), além de uma grande experiência de operação de instalações deste tipo [45].

Pelas razões expostas e atendendo à vasta gama de resinas permutadoras existentes no mercado, considera-se de todo aconselhável que, se houver efectiva necessidade de tratar uma água dura, se deve recorrer aos serviços de uma empresa especializada no domínio do tratamento de águas.



DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

A coluna de permuta iónica deve ficar abrigada num edifício, no qual se deve instalar também um tanque de preparação de solução regeneradora, designado por saturador, e um tanque de betão para armazenamento de sal granulado, no qual se mantém um nível de água constante, de modo a dispor-se permanentemente de salmoura.

É indispensável a alimentação de energia eléctrica, a fim de permitir o funcionamento automático da instalação de amaciamento, bem como a alimentação de água tratada para preparação da solução regenerante. Deve prever-se ainda um sistema de drenagem para evacuação da solução regeneradora.

O tanque de mistura da água amaciada e da fracção de caudal de água não amaciada localiza-se a jusante da permuta iónica.

EXPLORAÇÃO

A operação de uma instalação de amaciamento por permuta iónica deve ser inteiramente automatizada.

A operação destes sistemas consiste, essencialmente, na regeneração da resina permutadora, quando esta atinge a saturação. Quando se verifica a necessidade da regeneração do zeólito, a salmoura é bombeada para o saturador, onde é adicionada a água destinada à obtenção de uma solução de cloreto de sódio concentrado. Esta solução é, geralmente, alimentada à coluna de permuta iónica por meio de um ejector, no qual é também diluída até ao título adequado para aplicação na resina permutadora. Após a passagem da solução regenerante, segue-se uma passagem de água tratada e a entrada da coluna de novo em funcionamento.

A necessidade da presença de um técnico operador limita-se a uma visita de inspecção quinzenal, a fim de verificar a reserva de sal e o bom funcionamento da instalação. As tarefas de manutenção da coluna de permuta iónica devem ser executadas com a periodicidade recomendada pelo fornecedor de equipamento.

Para a manutenção da bomba, deve proceder-se conforme indicado na Ficha D.14.

Como cuidados gerais de manutenção recomenda-se a pintura das tubagens metálicas e a conservação do edifício em adequado estado de limpeza.

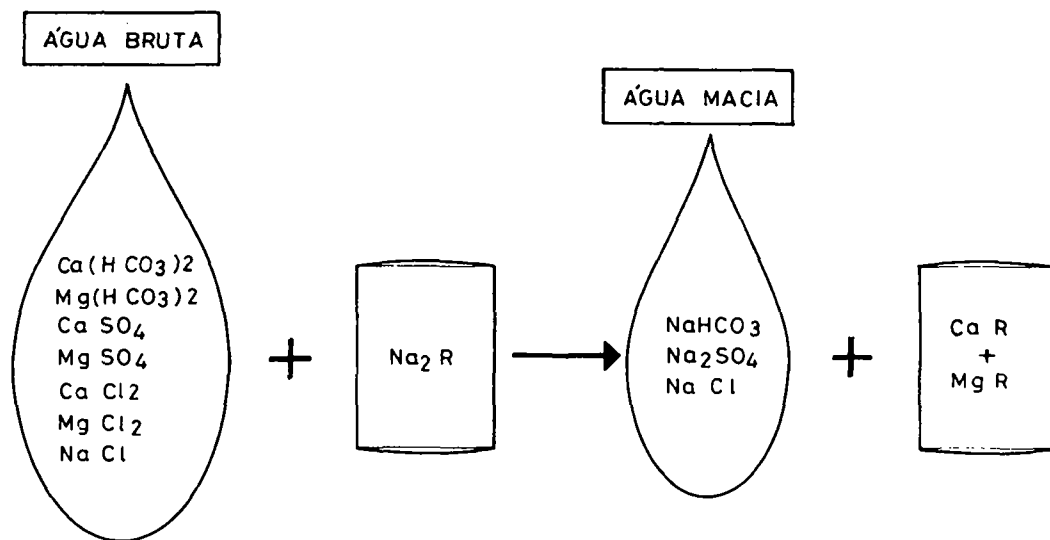
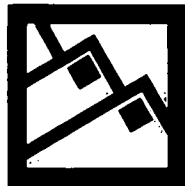


FIGURA D.9.1 - Coluna de permuta iónica



FILTRAÇÃO LENTA

DESCRIÇÃO

A filtração é uma operação de tratamento que consiste na retenção de partículas nos interstícios de um meio poroso (leito filtrante).

Um filtro lento de areia consiste num tanque de betão, contendo um leito filtrante de areia, assente sobre uma camada de suporte formada por diversas camadas de seixo, cuja função consiste em evitar a obstrução do sistema de drenagem pelas areias do leito de filtração. O sistema de drenagem é constituído por um dreno principal, colocado longitudinalmente, alimentado por vários drenos transversais. A água filtrada é descarregada pela câmara de saída, anexa ao filtro. Nesta câmara existe um tubo telescópico, encimado por um descarregador circular que recebe a água filtrada.

Como o próprio nome indica, os filtros lentos suportam cargas hidráulicas reduzidas, o que permite filtrar água que pode não ter sido previamente decantada, embora deva ser relativamente limpa, isto é, a sua turvação não deve ser superior a 50 UNT.

A acção dos filtros lentos não se limita a uma retenção física das partículas de dimensão superior à dos vazios intergranulares; na camada superficial da areia (os primeiros 3-4 cm) forma-se uma película biológica, constituída por algas, a qual exerce uma certa acção de desinfecção através da remoção de microrganismos presentes na água e uma remoção do gosto e coloração pela redução de compostos orgânicos.

Os filtros lentos são particularmente vantajosos em aglomerados de reduzida dimensão, dada a simplicidade da sua exploração. A sua eficiência baixa muito de nível quando a água bruta apresenta características muito desfavoráveis, designadamente valores de turvação superiores a 30 UNT [44] durante períodos prolongados, bem como elevados teores de algas, o que obriga a um sobreesforço de exploração.

LOCALIZAÇÃO

A filtração lenta não exige, normalmente, nenhum tratamento prévio, pelo que pode ser a primeira operação de tratamento. Na eventualidade de a turvação da água atingir frequentemente valores superiores a 30 UNT, é conveniente fazer anteceder os filtros de um decantador simples.

O fundo dos filtros deve situar-se acima do nível freático.



Quando se trata de uma água de captação superficial, é conveniente proceder à filtração na própria obra de captação (Fig. D.4.1).

DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento dos filtros lentos baseia-se na velocidade de filtração, que deve ser reduzida, para permitir a formação do filme biológico. A velocidade de filtração admitida depende do valor da turvação da água, variando entre 0,1 m/h a 0,4 m/h, mais frequentemente entre 0,1 e 0,2 m/h. O esquema-tipo apresentado na Fig. D.10.1, baseou-se numa velocidade de filtração de 0,15 m/h, valor que representa um compromisso satisfatório entre os custos de construção (dimensão dos filtros) e de operação (intervalos entre limpezas).

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

É conveniente prever a construção de dois filtros, dimensionados para o caudal médio do mês de maior consumo, o que permite proceder à limpeza de um filtro sem interromper o tratamento da água.

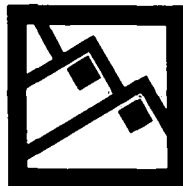
Os filtros devem ter formato rectangular, sendo o comprimento sensivelmente duplo da largura.

A altura da água pode variar entre 0,90 a 1,50 m, a partir da superfície do leito filtrante, cuja espessura vai de 0,90 a 1,20 m, sendo tanto mais reduzida quanto mais fina for a areia.

A espessura da camada de suporte varia entre 0,30 a 0,40 m.

O sistema de drenagem é constituído por um dreno principal longitudinal, alimentado por drenos transversais perpendiculares, de preferência em PVC rígido perfurado, devendo os orifícios ser suficientemente pequenos para impedirem a entrada de seixo da camada de suporte. A distância entre os drenos transversais deve assegurar um escoamento uniforme ao longo de toda a área de filtração.

A qualidade do leito filtrante e da respectiva camada de suporte são factores muito importantes na eficiência de um filtro, pelo que devem ser observadas as especificações seguidamente indicadas:



- a) o leito filtrante deve ser constituído por areia quartzítica, isenta de carbonatos, argila e outras impurezas;
- b) no que respeita à granulometria da areia, é aconselhável que se procure um material cujo diâmetro efectivo oscile entre 0,25 e 0,40 mm e cujo coeficiente de uniformidade esteja compreendido entre 2 e 3;
- c) o diâmetro efectivo da camada de seixo em contacto com o sistema de drenagem deve ser duplo da dimensão dos orifícios dos drenos;
- d) a espessura de cada camada de seixo é da ordem de 0,07 a 0,10 m.

EXPLORAÇÃO

A exploração de um filtro lento pode considerar-se simples, embora não dispense cuidados de operação e de manutenção.

A operação de um filtro lento consiste, essencialmente, em manter constante a altura da água sobre o leito filtrante, bem como a velocidade de filtração, que tendem a variar (aumenta o nível da água e diminui a velocidade de filtração), devido ao aumento gradual da perda de carga causada pela colmatação do leito.

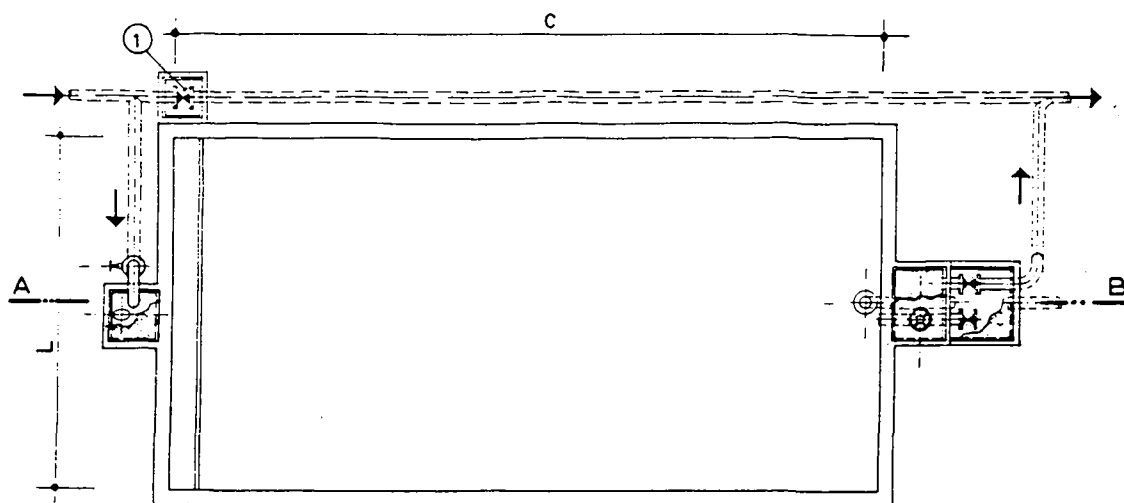
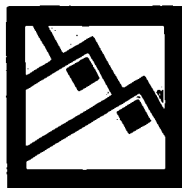
O accionamento manual da válvula da tubagem de entrada da água permite controlar o nível de água, enquanto o tubo telescópico de descarga da água filtrada proporciona, à medida que vai baixando, uma compensação da perda de carga, permitindo que a velocidade de filtração se mantenha.

Se a perda de carga devida à colmatação do leito filtrante igualar a altura da água no filtro, deixa de se processar a filtração. Deve proceder-se à limpeza do filtro bem antes de se verificar tal ocorrência. Esta limpeza consiste na remoção com pá ou rodo de uma camada com 5 a 8 cm de altura da areia superficial do leito filtrante. Enquanto decorre a operação de limpeza, o filtro está fora de serviço, como é óbvio, funcionando o segundo filtro em sobrecarga.

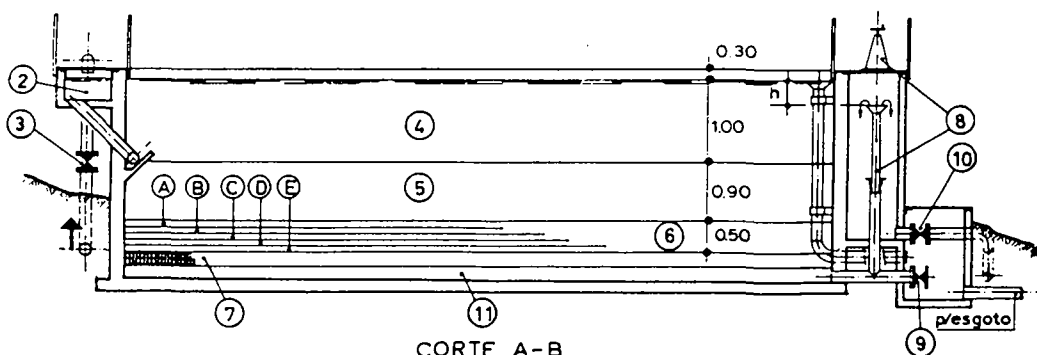
As operações de raspagem da areia superficial podem repetir-se até ter sido removida não mais de 40% do volume de areia. Atingido este limite, o leito deve ser refeito por reposição da areia, entretanto lavada. O leito de areia deve ser cuidadosamente alisado com um rodo ou instrumento semelhante.



A lavagem da areia removida faz-se deixando correr água tratada a caudal reduzido sobre a areia colocada numa caixa de lavagem (caixa cujo fundo é um crivo de malha capaz de reter a areia) e sacudindo manualmente a areia, de forma a facilitar o arrastamento das partículas de sujidade. A operação considera-se terminada quando a água de lavagem correr límpida.



PLANTA



CORTE A-B

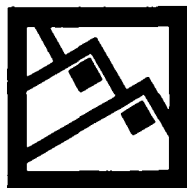
- 1- VÁLVULA DE BY-PASS À FILTRAÇÃO LENTA
- 2- CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA BRUTA
- 3- VÁLVULA DE ISOLAMENTO DE CADA UM DOS FILTROS
- 4- CAMADA DE ÁGUA BRUTA SOBRE O LEITO FILTRANTE
- 5- LEITO FILTRANTE EM AREIA SILICIOSA, CALIBRADA (Granulometria Q25 a 0.4 mm)
- 6- 5 CAMADAS DE SUPORTE DO LEITO FILTRANTE, C/ 0.10m CADA
- 7- FUNDO FALSO EXECUTADO EM TIJOLO ORDINÁRIO
- 8- VÁLVULA TELESCÓPICA DE REGULAÇÃO MANUAL DE CAUDAL ENTRE FILTROS
- 9- " " DE DESCARGA DE FUNDO DOS FILTROS
- 10- " " ISOLAMENTO DA SAÍDA DE ÁGUA FILTRADA DE UM FILTRO COM A RESTANTE BATERIA EM FILTRAÇÃO
- 11- FUNDO FALSO

- A - AREIA, GRANULOMETRIA 2 a 1mm
 B - SEIXO MUITO FINO, GRANULOMETRIA 4 a 2 mm
 C - SEIXO FINO, " 8.5 a 4 mm
 D - SEIXO MÉDIO, " 17 a 8.5 mm
 E - SEIXO GROSSO, " 34 a 17 mm
 h - PERDA DE CARGA

QUADRO D. 11.1

ESCALÃO POPULACIONAL	C (m)	L (m)
P ≤ 200 hab.	3.00	1.50
200 < P ≤ 500 hab.	6.50	3.20

FIGURA D.10.1 - Filtro lento de areia



DESINFECÇÃO

DESCRIÇÃO

A água para consumo humano deve ser previamente sujeita a um tratamento de **desinfecção**, destinado a eliminar totalmente quaisquer microrganismos patogênicos mesmo que as suas características físicas, químicas e bacteriológicas satisfaçam aos padrões de qualidade requeridos (Ficha B.10).

O método de desinfecção mais recomendável para utilização em poços e algumas nascentes, devido à sua simplicidade e reduzidos custos, é o chamado **duplo pote** [55].

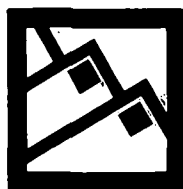
O dispositivo é constituído basicamente por dois cilindros de material cerâmico:

- a) um de menor dimensão que é cheio com uma mistura húmida de 1 Kg de cloreto de cal, 2 Kg de areia grossa (ϕ 2 mm) e cerca de 75 g de hexametafosfato de sódio, para manter a mistura mole e evitar a tendência do cloreto para se aglutinar e endurecer;
- b) o outro, dentro do qual o primeiro é colocado, terá o bordo exterior fechado com um plástico, sendo o conjunto suspenso e mergulhado no poço à profundidade mínima de 1 m, mesmo em período de estiagem.

Nos sistemas públicos de abastecimento de água, tanto de adução gravítica como em pressão, a desinfecção processa-se normalmente utilizando uma **solução de hipoclorito de sódio**, vulgarmente designada por **lixívia**.

Nos sistemas de adução gravítica recomenda-se a desinfecção pelo método **gota a gota**, assegurada por um dispositivo constituído essencialmente, por um recipiente de plástico, que é cheio de solução desinfectante e que verte para uma câmara de mistura existente no troço gravítico. A superfície do líquido existe uma peça flutuante com um orifício central que é atravessado por um tubo de vidro em tê, em que um dos seus braços é fixo à peça flutuante por meio de uma rolha de borracha, sendo aplicado ao braço oposto um tubo flexível que atravessa a abertura de saída do depósito na qual está aplicada uma rolha calibrada de borracha. A entrada da solução desinfectante para o tubo flexível é feita do ramal do tê.

Nos sistemas que englobam uma conduta em pressão e um reservatório a jusante, a desinfecção processa-se por injeção da solução de hipoclorito de sódio na conduta.



A injeção é feita através de um dispositivo basicamente constituído por uma bomba doseadora, que aspira a solução de hipoclorito de sódio de um tanque ou de um recipiente, fornecido pelo fabricante do hipoclorito, e a injecta na conduta.

O ligeiro sabor a lixívia de uma água não representa qualquer inconveniente para os seus utilizadores mas, pelo contrário, a garantia de que estão a consumir água de confiança.

LOCALIZAÇÃO

O dispositivo de desinfecção pelo duplo-pote é instalado em poços e nascentes, conforme atrás referido, ou, eventualmente, em reservatórios onde seja possível assegurar o tempo de contacto necessário à difusão do cloro de cal na massa líquida, antes da utilização da água.

Quando o sistema de abastecimento de água inclui uma estação de tratamento, a desinfecção constitui normalmente o último processo da linha de tratamento. Se não existe tratamento físico-químico, a localização do dispositivo de desinfecção pode ser junto à captação ou no local mais adequado ao longo do percurso da adutora, embora sempre a montante do reservatório para garantir o tempo de contacto mínimo de 30 minutos, antes da distribuição.

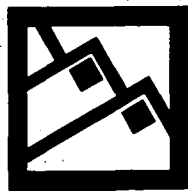
DIMENSIONAMENTO

As características dos potes cerâmicos, bem como a sua montagem e colocação no poço, são as indicadas na Fig. D.11.1.

A concentração da solução de hipoclorito de sódio pode variar entre o seu valor máximo de 10% em cloro disponível, à saída da fábrica, e teores da ordem de 1% quando os caudais a tratar são muito reduzidos.

As dimensões do recipiente da solução a adicionar gota a gota dependem do espaço existente para a sua colocação, bem como da sua disponibilidade no mercado. Apresentam-se na Fig. D.11.2 as principais características do recipiente e dos equipamentos necessários ao adequado funcionamento deste sistema de desinfecção.

Nos sistemas de adução em pressão, com injeção de solução de hipoclorito de sódio na conduta, a determinação do caudal da solução de desinfectante a



aplicar no ponto de injeção, depois de definido o seu teor em cloro disponível, é efectuada em função do caudal de água nessa secção, embora esse valor careça de afinação posterior, que depende da qualidade da água e da extensão da conduta.

Na Fig. D.11.3 apresenta-se a instalação do sistema de desinfecção com todas as suas partes constituintes.

As soluções desinfectantes de cloreto de cal ou de hipoclorito de sódio devem garantir, no poço ou em qualquer ponto da rede de distribuição ou fontanário, um teor de **cloro residual disponível livre** de 0,2 mg/l (ppm) (capítulo B, Anexo 4). Para evitar o excessivo sabor a lixívia, o teor de cloro residual disponível livre não deve ser superior a 0,5 mg/l na distribuição.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

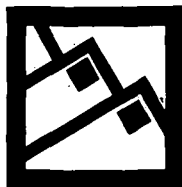
Os duplo-pote deverão ser de barro, de elevada porosidade, com bastante areia incorporada, recomendando-se os de fabrico manual devido à reduzida porosidade dos de fabrico mecânico, atendendo a que se pretende assegurar a difusão do material desinfectante.

O cloreto de cal, a areia e o hexametáfosfato devem ser muito bem misturados antes de colocados no pote de menores dimensões, para melhorar o seu funcionamento durante todo o período de utilização.

Nos sistemas gravíticos, a câmara de mistura do caudal de adução, onde se efectua a desinfecção da água, tem de dispor de um descarregador que permita a sua rejeição quando a válvula de flutuador instalada no reservatório interrompe o escoamento, por nele ter sido atingido o nível máximo.

Os materiais necessários à construção deste dispositivo de desinfecção são os mais facilmente disponíveis no mercado, encontrando-se discriminados na Fig. D.11.2.

Para a injeção da solução de hipoclorito de sódio em condutas em pressão, existe no mercado nacional uma vasta gama de bombas doseadoras, cujos intervalos óptimos de funcionamento são indicados pelos próprios fabricantes, sendo sempre possível seleccionar uma bomba doseadora adequada para cada situação concreta.



Para os reduzidos caudais em jogo, já é possível dispor no mercado de bombas doseadoras que funcionam sem necessidade de electricidade, aproveitando a energia do escoamento, constituindo por isso, a solução mais aconselhável em muitas situações.

EXPLORAÇÃO

O período durante o qual se mantém o efeito desinfectante do cloreto de cal no duplo pote, é variável em função da qualidade da água e do seu consumo, podendo em alguns casos permanecer activo durante períodos superiores a dois meses.

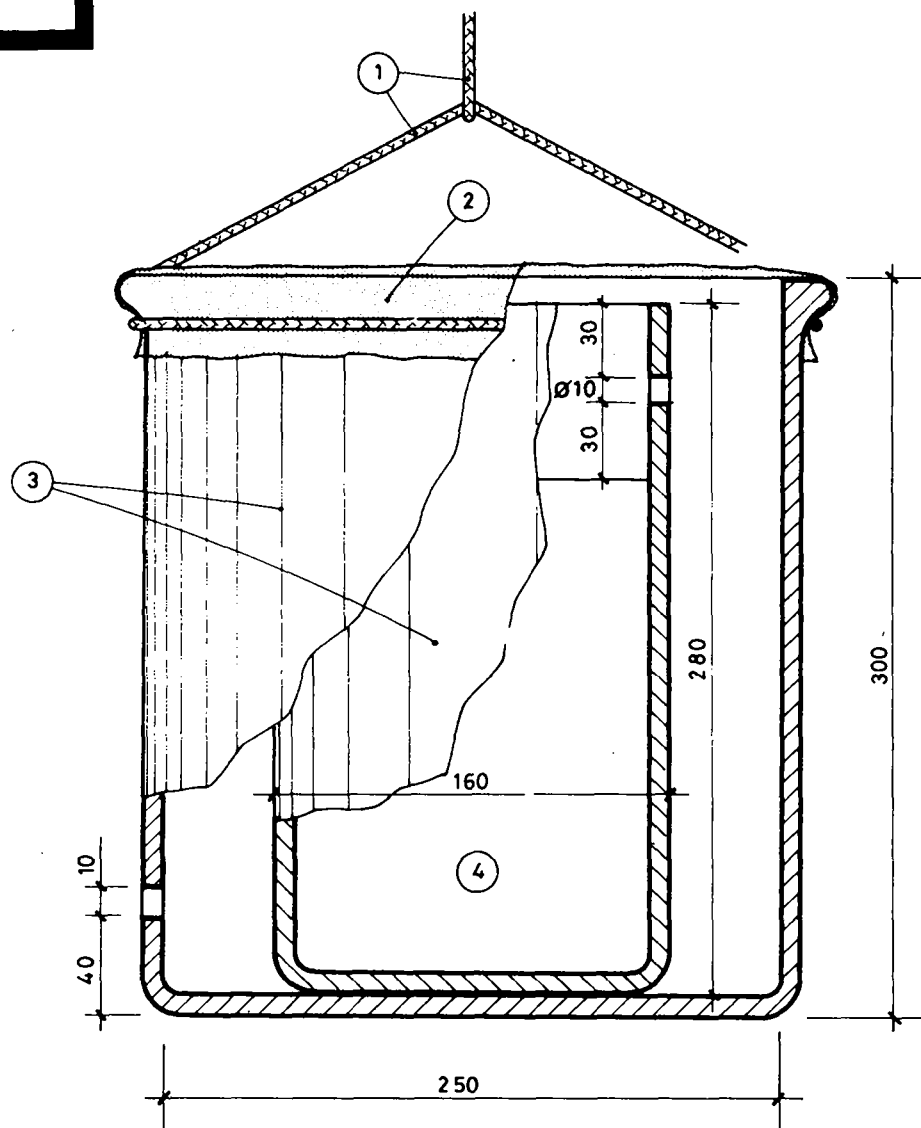
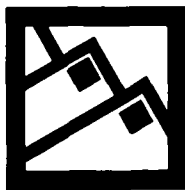
Deve, no entanto, ser frequentemente verificado o teor de cloro residual livre, pelo menos semanalmente, procedendo-se à sua recarga logo que esses residuais de cloro sejam inferiores a 0,2 mg/l.

O estado de funcionamento do sistema de desinfecção gota a gota deve ser inspeccionado diariamente, em especial no que se refere ao escoamento através do orifício de entrada, respectiva tubagem e regulação de torneira de saída, dada a sua frequente obstrução por impurezas e/ou deposição de sais.

O estado de funcionamento da bomba doseadora de hipoclorito de sódio deve ser inspeccionado diariamente, bem como as respectivas tubagens de aspiração e compressão, sendo conveniente dispor-se de uma pequena reserva das peças mais sujeitas a desgaste.

A preparação da solução de hipoclorito de sódio, ou a utilização da solução na concentração fornecida pelo fabricante, têm de ser feitas com a periodicidade necessária para que a desinfecção nunca seja interrompida. A aquisição da solução de hipoclorito de sódio deve ser assegurada com a necessária antecedência, embora nunca superior a um ano. A solução deve ser armazenada num local escuro e fresco a fim de atenuar a redução progressiva do seu poder desinfectante.

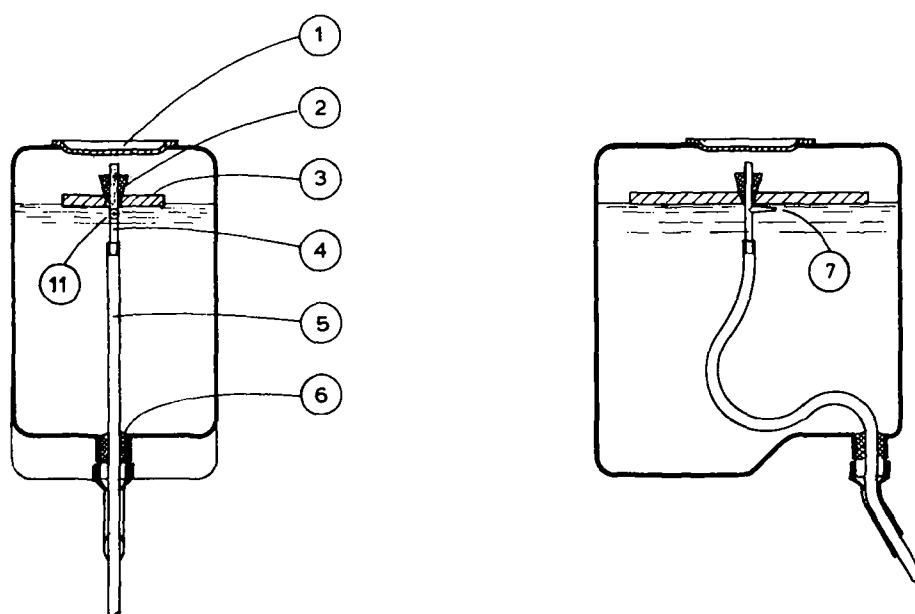
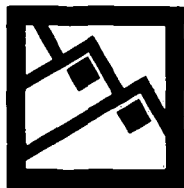
A eficiência de qualquer dos sistemas de desinfecção atrás referidos deve ser frequentemente avaliada pela determinação do residual de cloro livre na água, através da realização do teste da ortotolidina. Este consiste na adição de 1 ml de ortotolidina a 100 ml de água, obtendo-se uma coloração amarela de intensidade proporcional ao teor de cloro residual livre. A sua quantificação obtém-se por comparação visual com cores-padrão, integradas no estojo do equipamento para realização deste teste.



NOTA: Dimensões em mm

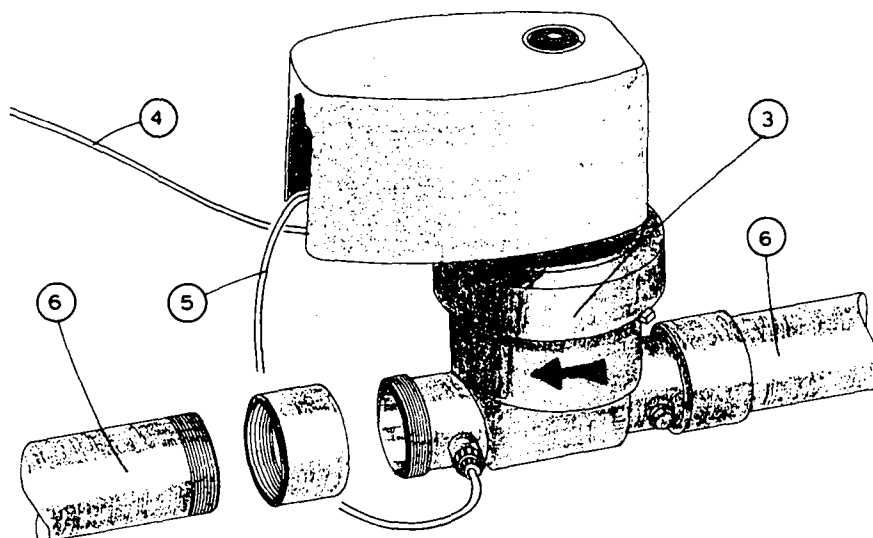
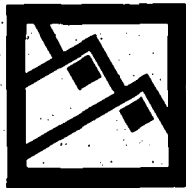
- 1 - Corda de nylon
- 2 - Folha de plástico
- 3 - Material cerâmico poroso
- 4 - Mistura : - 2 kg areia grossa
 - 1 kg cloreto de cal
 - 75g hexametáfosfato de sódio

FIGURA D. 11.1 - Desinfecção pelo sistema do duplo pote



- 1 - TAMPA E PENEIRO 0.20x0.20 m
 - 2 - ROLHA DE BORRACHA
 - 3 - FLUTUADOR COM 0.28x0.12 m
 - 4 - TUBO DE VIDRO
 - 5 - TUBO DE BORRACHA FLEXÍVEL
 - 6 - ROLHA DE BORRACHA 0.029x0.025 m
 - 7 - ORIFÍCIO DE CONTROLO DE CAUDAL
- VOLUME MÍNIMO DO RECIPIENTE = 10 l

FIGURA D.11.2 - Desinfecção pelo sistema gota a gota



- 1-TANQUE DE SOLUÇÃO DE HIPOCLORITO DE SÓDIO
- 2-BOMBA DOSEADORA ACCIONADA POR MOTOR ELÉCTRICO
- 3-BOMBA DOSEADORA ACCIONADA PELA ENERGIA DE ESCAMENTO
- 4-TUBAGEM DE ASPIRAÇÃO DA SOLUÇÃO DE HIPOCLORITO DE SÓDIO
- 5-TUBAGEM DE COMPRESSÃO DA SOLUÇÃO DE HIPOCLORITO DE SÓDIO
- 6-CONDUTA ADUTORA

NOTA 2 e 3 SÃO SOLUÇÕES ALTERNATIVAS

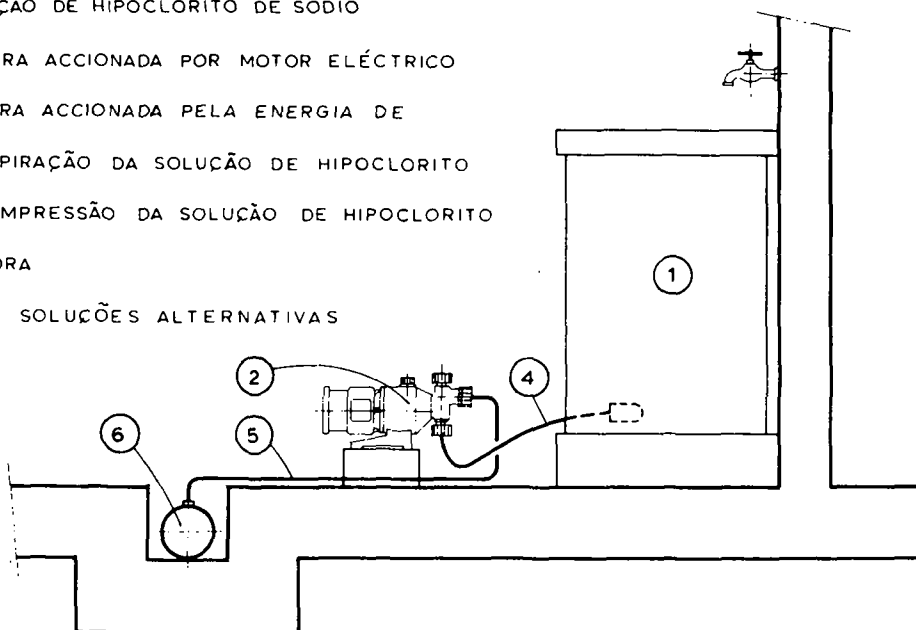
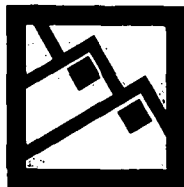


FIGURA D.11.3 - Desinfecção por injeção de solução de hipoclorito de sódio



DESINFECÇÃO INDIVIDUAL

DESCRIÇÃO

Conforme o referido na Ficha D.6, a água nunca deve ser consumida sem ser sujeita a desinfeção, independentemente das suas características físicas, químicas e bacteriológicas. Com efeito, ela deve apresentar o sabor característico a lixívia para ser utilizada com o mínimo de segurança.

Se o abastecimento de água não dispõe de desinfeção, devido a avaria ou pela sua inexistência, a água deverá ser desinfectada no próprio domicílio, como situação de recurso.

A desinfeção individual da água pode ser feita com soluções à base de hipoclorito de sódio (lixívias comerciais), cal clorada (cloreto das lavadeiras) e tintura de iodo.

Atendendo a que as lixívias comerciais são um produto muito utilizado em todas as habitações e que se encontra facilmente acessível em todo o país, recomenda-se este desinfectante para efeito de utilização individual.

Como a água a desinfectar no domicílio pode ser proveniente de diferentes sistemas de abastecimento (domiciliário, por fontanário ou por recolha directa na própria origem), e tendo em conta que em alguns desses sistemas não se encontra sujeita a qualquer controlo, devem ser adoptados teores em cloro residual livre (capítulo B, Anexo 4) da ordem de 2 mg/l [7].

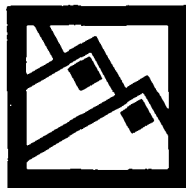
LOCALIZAÇÃO

A desinfeção individual da água é realizada no domicílio pelos próprios utilizadores, em recipiente apropriado.

DIMENSIONAMENTO

O hipoclorito de sódio fabricado na indústria nacional tem uma concentração garantida de 10% em cloro disponível, ao fim de 3 meses, o qual é posteriormente diluído para diferentes concentrações por diversas empresas que comercializam a lixívia, sob diferentes designações.

A concentração da lixívia no mercado não excede em geral os 5% em cloro disponível, existindo algumas marcas com concentrações de 2% e 3%, o que deve ser verificado no rótulo da embalagem, evitando-se possíveis erros nas doses a empregar.



Considerando que 1 cm³ equivale a 20 gotas, apresentam-se no quadro seguinte as doses a empregar para obter um teor em cloro residual livre de 2 mg/l.

QUADRO D. 12.1 - Doses a empregar na desinfectação.

Concentração da lixívia em cloro disponível		Doses para obter um teor em cloro residual livre de 2 mg/l das seguintes quantidades de água a desinfectar				
%	g/l	1 litro	2 litros	10 litros	200 litros	1000 litros
1	10	4 gotas	8 gotas	2 cm ³	40 cm ³	200 cm ³
2	20	2 gotas	4 gotas	1 cm ³	20 cm ³	100 cm ³
3	30	2 gotas	3 gotas	13 gotas	13 cm ³	65 cm ³
4	40	1 gota	2 gotas	10 gotas	10 cm ³	50 cm ³
5	50	-	2 gotas	8 gotas	8 cm ³	40 cm ³
8	80	-	1 gota	5 gotas	5 cm ³	25 cm ³
10	100	-	1 gota	4 gotas	4 cm ³	20 cm ³

Depois de adicionar a lixívia à água, deve agitar-se bem e deixar actuar durante 20 a 30 minutos. Se ao fim de 30 minutos a água não tiver um ligeiro sabor a cloro, deve-se adicionar mais lixívia, não excedendo o dobro da dose indicada no Quadro D. 12.1.



ADUÇÃO

DESCRIÇÃO

A **adução** consiste no transporte da água desde a captação ao armazenamento ou à distribuição, não exercendo, em regra, esta última função.

A conduta que assegura aquele transporte da água designa-se por **adutora**, podendo transportar água bruta ou tratada, por gravidade ou por elevação.

A adução é **gravítica** quando o desnível topográfico entre o local de captação e o de distribuição é suficiente para compensar a perda de carga total ao longo do percurso.

Na adução por **elevação** o escoamento dá-se sob pressão, existindo uma ou várias estações elevatórias.

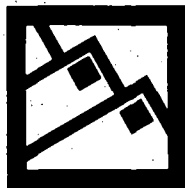
Os órgãos acessórios mais comuns num sistema de adução são os seguintes:

- a) válvulas de seccionamento, do tipo adufa ou borboleta;
- b) válvulas de retenção, que na adução por elevação impedem o retorno do escoamento quando a bomba não está em serviço;
- c) ventosas, que permitem a evacuação do ar que se acumula na conduta e a entrada de ar quando do esvaziamento desta;
- d) válvulas redutoras de pressão ou câmaras de perda de carga, que permitem reduzir a pressão em locais topograficamente muito baixos;
- e) descargas de fundo nos pontos baixos das condutas, para proceder ao seu esvaziamento em operações de reparação ou manutenção;
- f) medidores de caudal ou de volume escoado.

LOCALIZAÇÃO

Como a adução conduz a água desde a captação à distribuição, a sua extensão é muito variável, desde algumas dezenas de metros até vários quilómetros.

As condutas adutoras devem ter um traçado em planta tão directo quanto possível, embora, na situação presente de pequenos diâmetros, sejam geralmente as vias de comunicação e caminhos que definem a sua directriz, o que evita a expropriação de terrenos privados e facilita a sua implantação



e acesso para manutenção.

DIMENSIONAMENTO

Para o abastecimento de habitações isoladas, as tubagens terão o diâmetro mínimo de 30 mm; para o abastecimento de aglomerados de reduzida dimensão, os diâmetros mínimos das tubagens serão 50 mm ou 60 mm, prevendo-se estes últimos quando não existe reservatório ou quando o seu volume é insuficiente.

Apresentam-se na Fig. D.13.1 os traçados em perfil longitudinal de duas condutas adutoras, uma por gravidade e outra por elevação.

As ventosas deverão ser seleccionadas de acordo com a finalidade que se pretende. Deverão ser adoptadas ventosas duplas quando se pretende que estas sirvam para auxiliar o enchimento e esvaziamento de condutas.

Nos casos em que se pretende apenas assegurar a fuga de ar deverão ser utilizadas ventosas simples.

As ventosas propriamente ditas devem ser utilizadas até à pressão de 100 kPa (10 bar).

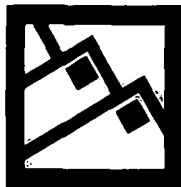
Para pressão entre 10 e 16 bar, deverão ser utilizados purgadios sónicos. Para pressões superiores até 48 bar, deverão ser utilizadas ventosas de alavanca.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

Os materiais a utilizar nas condutas devem ser o policloreto de vinilo (PVC), o polietileno de alta densidade (PEAD) e, no caso de águas não agressivas, o fibrocimento.

O traçado em perfil da conduta não acompanha forçosamente o perfil do terreno, uma vez que se deve limitar tanto quanto possível o número de pontos altos e baixos e manter o declive superior a 0,3% nos troços ascendentes e 0,5% nos descendentes.

A profundidade da conduta é condicionada pelo tráfego das vias de comunicação, sendo instalada normalmente a 1,00 m de profundidade, podendo ser inferior se o tráfego for reduzido ou inexistente.



Nas secções em que a água possa exercer esforços significativos sobre a tubagem (válvulas, tês, curvas, etc.), as condutas devem ser amarradas a maciços de betão, para que os esforços sobre as juntas sejam reduzidos a valores aceitáveis.

As condutas devem ser instaladas em valas com a largura de 0,60 m, tendo na camada inferior que rodeia a tubagem material cirandado ou areia e na camada superior, desde pelo menos 0,30 m acima da tubagem até à superfície, material da própria vala compactado por camadas de 0,20 m (Fig. D.13.1).

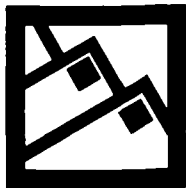
Após a montagem da conduta na vala, e antes do seu recobrimento, deve-se proceder a ensaios de pressão interna por troços, cuja extensão tem de ser fixada para cada caso, em função da extensão total da conduta, da natureza do terreno, da diferença das pressões de serviço nos extremos do troço e das perturbações que o ensaio possa causar ao tráfego rodoviário.

Após a prévia ancoragem da tubagem, o troço a ensaiar é cheio de água por meio de bomba manual, que a introduzirá lentamente pela secção extrema de cota mais baixa, de modo a facilitar a purga do ar existente no troço. O ensaio só deverá ser feito cerca de 24 horas após a conclusão do enchimento, para permitir a saída do ar eventualmente retido durante o enchimento, e também para que se dê uma completa saturação das paredes do tubo. O ensaio é realizado a uma pressão P igual a 1,5 vezes a pressão máxima de serviço prevista nesse troço da conduta.

Considerar-se-á que está satisfatoriamente assente, quando o manómetro não acuse, ao fim de meia hora, descida superior a $\sqrt{P/5}$. Quando a descida do manómetro for superior, deverá procurar-se o defeito e remediá-lo, não podendo a canalização ser aprovada sem que noutro ensaio se obtenha, como resultado, a fuga máxima anteriormente indicada [77].

EXPLORAÇÃO

Antes da entrada em serviço normal, a conduta adutora deve ser limpa e desinfectada, procedendo-se ao seu enchimento e purga do ar através das ventosas. Após o enchimento, devem ser feitas descargas no maior número possível de pontos baixos, a fim de remover todas as sujidades e matérias estranhas que tenham ficado no interior das tubagens.



Após a limpeza inicial com água, procede-se a outro completo enchimento da tubagem com água adicionada de permanganato de potássio ou de hipoclorito de sódio, nas seguintes concentrações:

- a) permanganato de potássio 30 mg/l;
- b) hipoclorito de sódio 10 mg/l de cloro.

Para o permanganato de potássio bastará adicionar 30 mg por cada litro de água de enchimento da tubagem, processando-se a diluição de maneira uniforme.

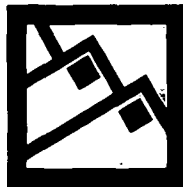
Para o hipoclorito de sódio fabricado na indústria nacional, a sua concentração em cloro disponível ao fim de 3 meses é de 10%, ou seja, 100 g/l, pelo que deverão ser introduzidos 0,1 litros de hipoclorito de sódio por m³ de água.

A água com o desinfectante deverá estar retida na conduta durante 24 horas depois do que se procederá ao seu esvaziamento completo, verificando se contém cloro residual (capítulo B, Anexo 4). Se o teor de cloro detectado na descarga de fundo for significativo, dever-se-á manter este acessório em funcionamento, ao mesmo tempo que se vai introduzindo água normalmente clorada (0,2 a 0,5 mg/l de cloro livre), até se obter este teor de cloro; se não contiver cloro activo, faz-se a descarga da conduta, repetindo a operação de enchimento com a mesma concentração de desinfectante até se obter um teor detectável de cloro residual na água.

Após a realização daquelas tarefas, poderá pôr-se a conduta em serviço normal.

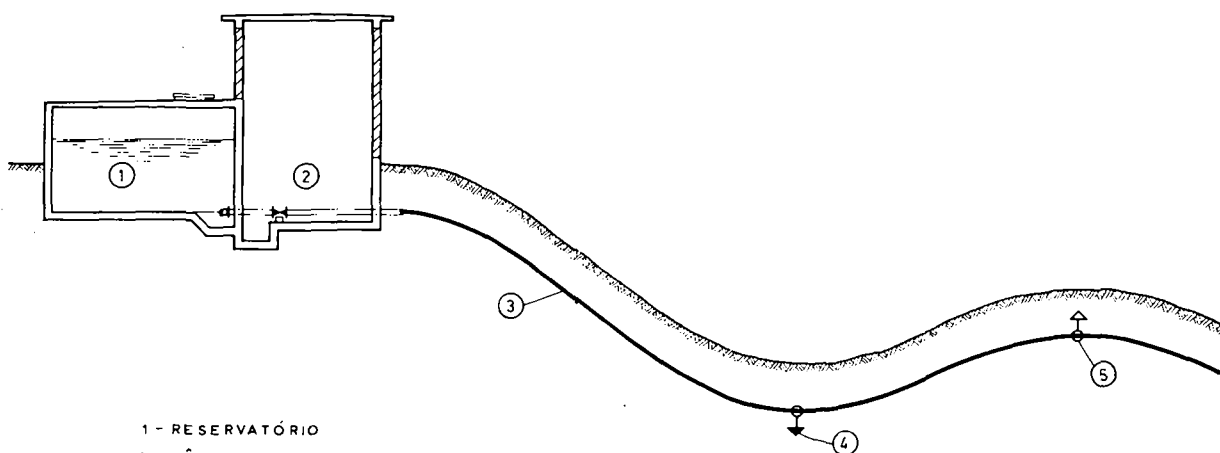
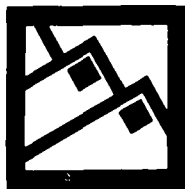
A operação e manutenção adequadas das condutas adutoras e a frequente verificação da quantidade de água que nelas circula, permite, em regra, evitar as anomalias mais comuns nas condutas adutoras, nomeadamente:

- a) interrupção do normal funcionamento da conduta, devida à obstrução provocada pela formação de bolsas de ar nos pontos altos, devendo por esse motivo as ventosas ser ensaiadas, pelo menos mensalmente;
- b) roturas provocadas pela ocorrência de sobrepressões nas condutas, devido a manobras muito rápidas das válvulas e aos arranques e paragens dos sistemas de bombagem (golpe de ariete); independentemente da existência de dispositivos de protecção, as válvulas devem ser manobradas com a lentidão necessária;



- c) entrada na conduta de agentes poluentes e/ou contaminantes, através de juntas deterioradas, em zonas com pressão interior muito baixa ou devido a uma deficiente entrada de ar quando do esvaziamento da conduta;
- d) roturas das condutas provocadas pelo ataque das suas paredes por águas agressivas que nelas circulam, as quais devem ser sujeitas a adequado tratamento prévio;
- e) incrustações nas condutas, diminuindo e, em alguns casos, quase anulando a respectiva capacidade de transporte, devendo a água ser sujeita ao conveniente tratamento prévio.

Se a estação de tratamento de água se encontra a montante da adução, incluindo a desinfecção, é conveniente proceder à verificação, pelo menos mensal, do residual de cloro ao longo do seu percurso, de preferência nas descargas de fundo, para verificar também o seu estado de funcionamento.



- 1 - RESERVATÓRIO
- 2 - CÂMARA DE MANOBRAS
- 3 - CONDUTA ADUTORA GRAVÍTICA
- 4 - DESCARGA DE FUNDO
- 5 - VENTOSA
- 6 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA
- 7 - CONDUTA ADUTORA ELEVATÓRIA

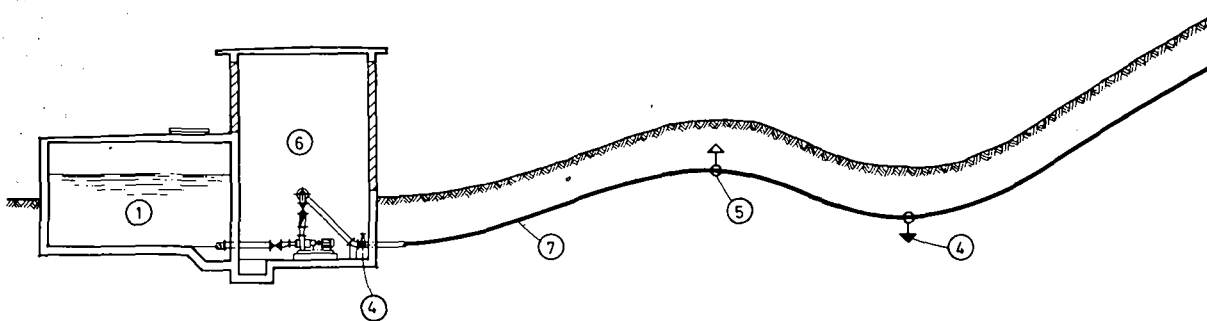
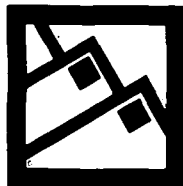


FIGURA D.13.1 - Conduta adutora gravítica e elevatória



ELEVAÇÃO

DESCRIÇÃO

A **elevação** consiste no fornecimento de energia à água para a conduzir de um ponto a outro de cota piezométrica mais elevada ou para aumentar o caudal escoado.

A elevação é assegurada pela estação elevatória que é o conjunto formado pelo edifício e pelos equipamentos electromecânicos nele instalados.

Os seus órgãos principais são os **grupos elevatórios**, constituídos por bombas, geralmente do tipo centrífugo, accionadas por motores, geralmente eléctricos, de explosão ou de combustão interna, sendo nos dois últimos casos o combustível a gasolina, o petróleo e o gasóleo.

Apesar dos reduzidos caudais a elevar, devem ser sempre instalados dois grupos elevatórios iguais, sendo um reserva mecânica do outro e funcionando alternadamente, para reduzir o número de arranques.

Os grupos elevatórios podem ser instalados do seguinte modo:

- a) **emersos** (grupos de eixo horizontal e vertical);
- b) com as **bombas imersas** e os **motores emersos** (grupos de eixo vertical);
- c) **imersos** (grupos de eixo vertical).

Assim, se a captação se faz por furo ou poço cujo nível de água se encontra por vezes a profundidades superiores a 7 m, a solução mais aconselhável é a utilização de grupos imersos, vulgarmente designados por submersíveis ou ainda, embora pouco aplicado, de bombas hidrojectoras, em que parte do caudal bombeado é recirculado para a aspiração aonde entra por intermédio de um injector que provoca uma sucção aumentando a capacidade de aspiração da bomba.

Nas captações de águas superficiais, ou em poços em que a água se encontre a uma profundidade reduzida, podem utilizar-se grupos emersos de eixo horizontal, ou mais raramente de eixo vertical.

LOCALIZAÇÃO

O local de implantação da estação elevatória é variável em função de diversos factores, tais como o tipo de captação e a extensão e traçado da adução em planta e perfil.



A situação mais comum é aquela em que a estação elevatória se localiza no local de captação, dentro do seu perímetro de protecção, devendo nesse caso analisar-se criteriosamente o risco de inundação, sobretudo no caso de existirem motores emersos.

DIMENSIONAMENTO

Para seleccionar a bomba e o motor é indispensável conhecer o caudal que se pretende elevar e o campo de funcionamento previsto para a bomba compreendido entre as alturas manométricas mínimas e máximas.

As alturas manométricas obtêm-se somando ao nível topográfico, mínimo e máximo, as perdas de carga contínuas e localizadas que, por sua vez, dependem do material e secção das condutas adutoras.

Além da selecção da bomba e do motor, deverá ser seleccionado e dimensionado o restante equipamento, nomeadamente, tubagem e acessórios, cablagem, instalações eléctricas, quadros eléctricos, automatismos, medidoras, postos de transformação, etc.

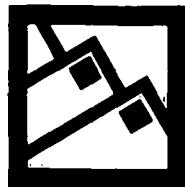
Os grupos elevatórios são dimensionados admitindo um rendimento de 60% e utilizando a seguinte expressão:

$$P = 0,27 Q (H+J) \quad (D.14.1)$$

em que: P - potência (W)
Q - caudal a elevar (l/min)
H - desnível topográfico (m)
J - perda de carga (m)

O projecto e instalação do equipamento electromecânico deve ser da responsabilidade de técnicos especialistas, pela complexidade que envolvem e pela diversidade de equipamentos disponíveis. Neste projecto deverão ser dimensionados todos os equipamentos para funcionarem em regime permanente e deverá ser também avaliado o seu comportamento em regime transitório (choque hidráulico) correspondente à manobra dos diferentes órgãos e dimensionados caso sejam necessários dispositivos de protecção adequados, devendo ser seleccionado para cada caso o equipamento mais adequado.

Na Fig. D.14.1 apresenta-se uma estação elevatória com grupos electrobomba emersos de eixo horizontal e respectivos equipamentos electromecânicos.



DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

Para além dos grupos electrobomba, os principais equipamentos electromecânicos a instalar nas estações elevatórias são os seguintes:

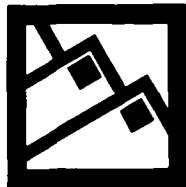
- a) tubagem e acessórios, tais como curvas, cones de redução e ralo de aspiração;
- b) válvulas de regulação de caudal, de retenção, de pé e de seccionamento;
- c) aparelhagem de medida da altura de compressão;
- d) sinalizadores de nível;
- e) quadro eléctrico de comando e protecção dos motores e iluminação.

A disposição relativa destes equipamentos é a apresentada na Fig. D.14.1, recomendando-se o seu cumprimento, salvo em situações devidamente justificadas.

Relativamente aos grupos elevatórios, o aspecto mais importante a considerar é o da conveniência das bombas se encontrarem sempre em carga, isto é, ferradas.

Quando se utilizam grupos submersíveis, o quadro eléctrico e respectiva aparelhagem de comando e protecção são instalados em caixa metálica apoiada no solo com as características assinaladas na Fig. D.14.2. Em zonas sujeitas a inundação, o quadro eléctrico e respectiva aparelhagem poderão ser instalados num poste-tipo de iluminação, a cota superior à de máxima cheia. As válvulas de retenção e de correção da tubagem de compressão ficam instaladas numa caixa enterrada, que será de tampa estanque nas zonas inundáveis.

Quando se utilizam grupos emersos, os equipamentos electromecânicos deverão preferencialmente ficar instalados num edifício, cujas características são as assinaladas na Fig. D.14.1. Caso contrário, deverá prever-se protecção adequada; ou se utilizam equipamentos (bomba e motor) com graus de protecção adequados, ou se adoptam coberturas de protecção amovíveis. No primeiro caso, dever-se-á recorrer a técnico da especialidade, de modo a assegurar o cumprimento das Normas DIN 40050 e CEI (Comissão Electrotécnica Internacional).



EXPLORAÇÃO

Os grupos electrobomba a instalar deverão ser de comando automático, e ser objecto de um programa de operação e manutenção com diferentes níveis de intervenção.

Diariamente, um residente na área servida deve realizar, entre outras, as seguintes tarefas:

- a) verificar as sinalizações luminosas e acústicas;
- b) efectuar pequenas limpezas no interior do edifício ou caixa onde se encontram os equipamentos electromecânicos;
- c) detectar qualquer anomalia, que deve ser imediatamente transmitida à entidade responsável.

Mensalmente, um residente na área, com o apoio de um mecânico e/ou um electricista da entidade responsável, deve realizar, entre outras, as seguintes tarefas:

- a) verificar o estado de funcionamento de todos os equipamentos, conforme as respectivas instruções;
- b) efectuar as necessárias lubrificações dos equipamentos;
- c) limpar todos os equipamentos;
- d) proceder à limpeza da vegetação no interior do recinto.

Anualmente, uma equipa constituída por um mecânico e um electricista da entidade responsável deve realizar, entre outras, as seguintes tarefas:

- a) desmontar e verificar todos os equipamentos mecânicos, conforme recomendação do fabricante;
- b) desmontar e verificar todos os equipamentos eléctricos, nomeadamente disjuntores, arrancadores, fusíveis, cablagens, isolamentos e ligações;
- c) substituir todas as peças que atingiram o termo da sua vida útil, conforme prescrição do fabricante.

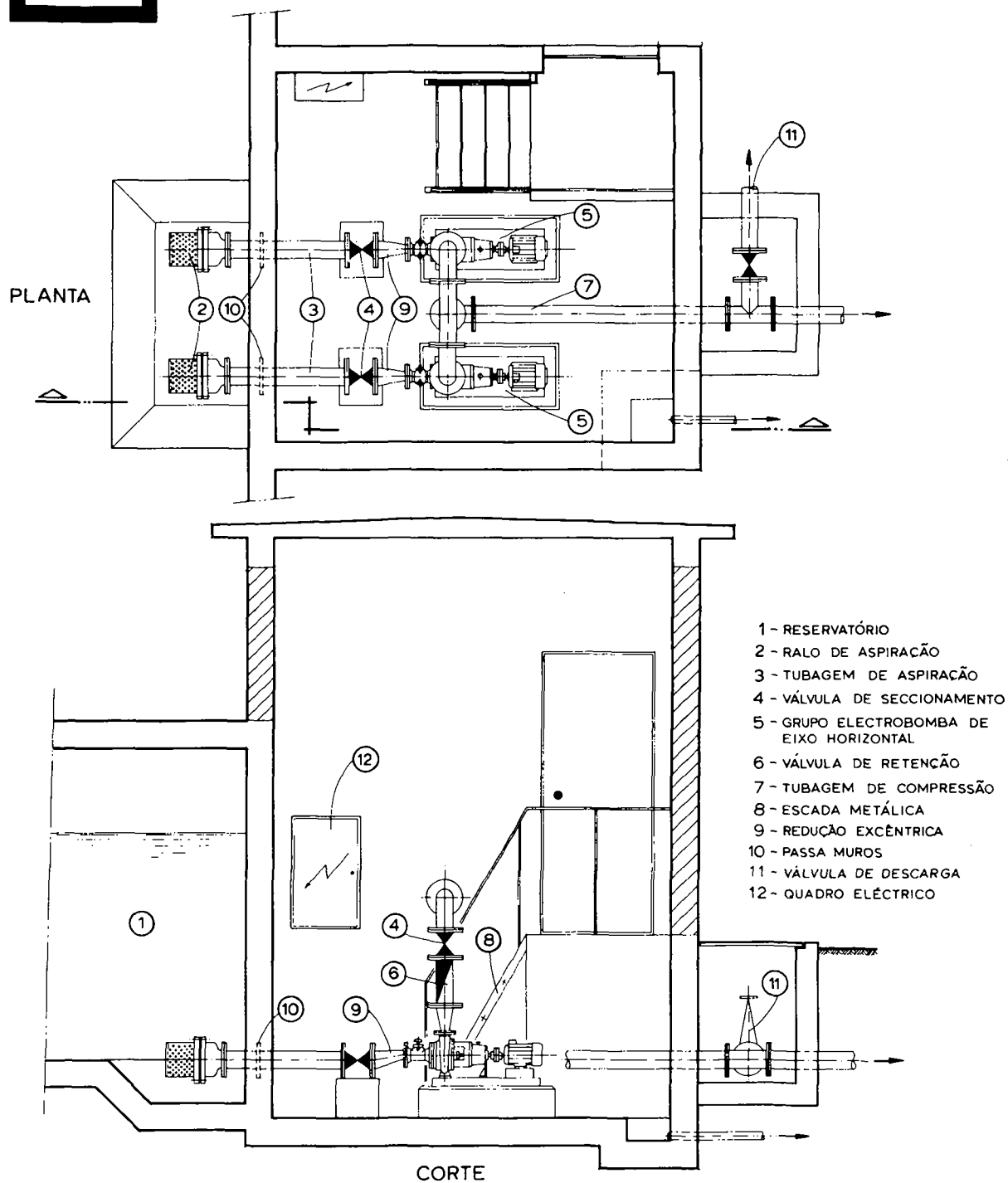
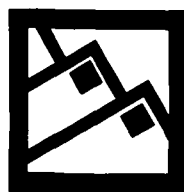


FIGURA D. 14.1 - Estação elevatória com grupos electrobomba de eixo horizontal

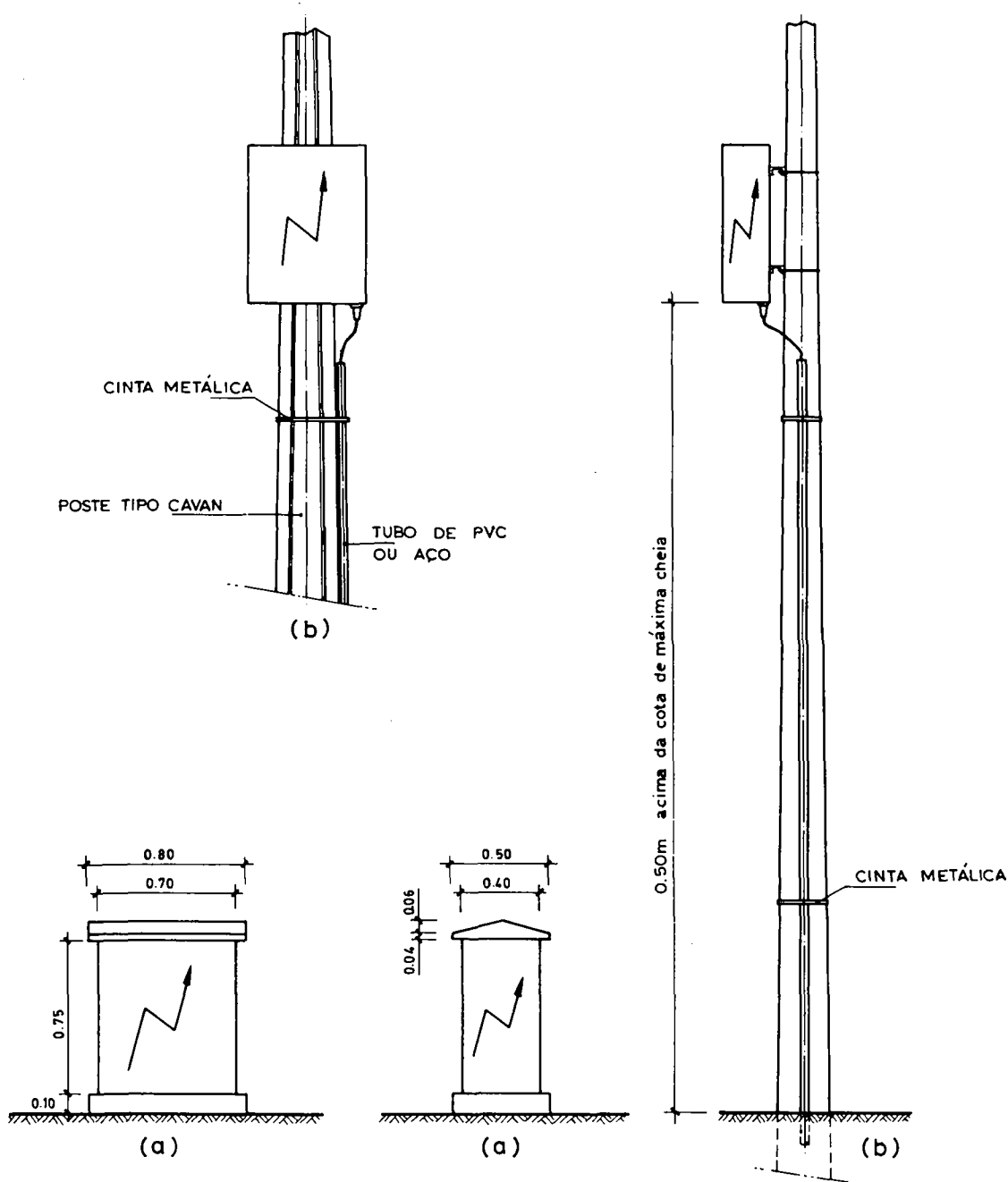
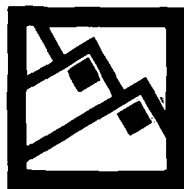


FIGURA D.14.2 - Caixa do quadro eléctrico - (a) apoiada e (b) elevada



ARMAZENAMENTO

DESCRIÇÃO

O **armazenamento** tem as seguintes finalidades:

- a) compensar as flutuações de consumo, regularizando a adução;
- b) assegurar a existência de uma reserva no caso de avaria na adução e para combate a incêndios;
- c) regularizar as pressões na rede de distribuição;
- d) permitir adequado tempo de contacto do cloro com a água.

O **armazenamento** processa-se em **reservatórios**, geralmente em betão armado e de planta circular ou quadrada.

Quanto à sua implantação no terreno, os reservatórios podem ser enterrados, semi-enterrados ou elevados, consoante as condições topográficas do local e a pressão a garantir na rede, entre outros condicionalismos. Os reservatórios mais convenientes, do ponto de vista do seu custo, são os semi-enterrados, que se adoptarão sempre que possível. Pelo contrário, os reservatórios elevados apenas são de utilizar em última instância.

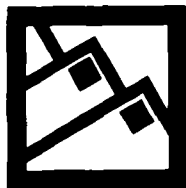
Anexo ao reservatório existe uma **câmara de manobras** onde se encontram instaladas as válvulas que comandam o seu funcionamento.

LOCALIZAÇÃO

A localização do reservatório é geralmente entre a adução e a distribuição, e deve ter em conta os seguintes aspectos:

- a) garantir as pressões adequadas na rede de distribuição;
- b) ser alimentado de preferência por gravidade;
- c) situar-se o mais próximo possível do aglomerado.

A existência de zonas topograficamente elevadas próximas do aglomerado a abastecer deverá, sempre que possível, ser aproveitada para a implantação do reservatório.



DIMENSIONAMENTO

O reservatório de armazenamento de aglomerados rurais é dimensionado para o dia de maior consumo [81].

A capacidade do reservatório, consoante o escalão populacional e considerando uma capitação de 100 l/hab./d, é a indicada no Quadro D.15.1:

QUADRO D.15.1 - Capacidade do reservatório para 3 escalões populacionais

POPULAÇÃO (hab.)	< 150	150-300	300-500
VOLUME (m ³)	23	45	75

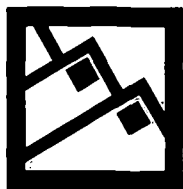
Na Fig. D.15.1 apresentam-se as principais características do reservatório cujas dimensões, em função da população servida, são as assinaladas no quadro respectivo.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

Tendo em vista a necessidade de protecção da qualidade da água, os reservatórios são construídos com materiais duradouros e estanques, normalmente o betão armado, devem ser convenientemente ventilados e, para evitar a proliferação de algas, deve-se impedir a entrada da luz solar com uma conveniente cobertura. As paredes exteriores do reservatório são rebocadas com argamassa de 500 kg de cimento por m² numa espessura de 2 cm.

Se a adução e a distribuição se fazem através de condutas independentes, conforme planta e corte da Fig. D.15.1 (a), elas devem estar ligadas com uma válvula para permitir colocar o reservatório fora de serviço. Se, pelo contrário, a adução e a distribuição se fazem por conduta única, a disposição é a assinalada no esquema da Fig. D.15.1 (b), conforme a Norma Portuguesa NP-839.

Na câmara de manobras estão instaladas as válvulas de seccionamento das condutas de adução e distribuição, bem como as descargas de fundo e de



superfície. Estas últimas drenam para uma caixa, da qual sai um colector que conduz a água a uma ribeira, vala ou colector existentes nas proximidades.

A válvula que regula a chegada da água da conduta de adução em função do nível no reservatório deve ser do tipo flutuador e servir de protecção contra o golpe de ariete, devendo para isso adoptar-se uma lei de fecho gradual.

Na adução por conduta elevatória, a válvula atrás referida pode ser dispensada, sendo os grupos electrobomba comandados por sonda de nível instalada no reservatório.

A entrada de água no reservatório faz-se a cota acima do nível máximo e a saída a uma distância mínima de 0,20 m acima da descarga de fundo.

O reservatório, quer se encontre no recinto da estação de tratamento ou isolado, deve dispor de vedação cujas características são as indicadas na Fig. D.1.3.

EXPLORAÇÃO

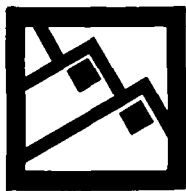
O programa de operação e manutenção do reservatório envolve fundamentalmente a manobra das válvulas de comando manual da adução e distribuição, quando necessário, e a verificação do estado de funcionamento da válvula automática que regula a entrada de água no reservatório.

Semanalmente, um residente na área servida deve realizar as seguintes tarefas:

- a) verificar o funcionamento da válvula automática e do restante equipamento;
- b) efectuar pequenas limpezas na câmara de manobras e a limpeza da vegetação no interior do recinto;
- c) detectar qualquer anomalia, que deve ser imediatamente transmitida à entidade responsável.

Mensalmente, um mecânico da entidade responsável deve realizar, entre outras, as seguintes tarefas:

- a) verificar o estado de funcionamento dos equipamentos;



- b) efectuar as necessárias lubrificações dos equipamentos;
- c) limpar todos os equipamentos.

Anualmente, um mecânico da entidade responsável deve realizar, entre outras, as seguintes tarefas:

- a) desmontar e verificar todos os equipamentos, conforme recomendação do fabricante;
- b) substituir todas as peças que atingiram o termo da sua vida útil, conforme prescrição do fabricante.

Após a conclusão da obra e antes da sua entrada em serviço, depois de qualquer reparação no reservatório ou sempre que se suspeite de contaminação, deve-se proceder à sua desinfecção seguindo a metodologia descrita na Ficha D.1.

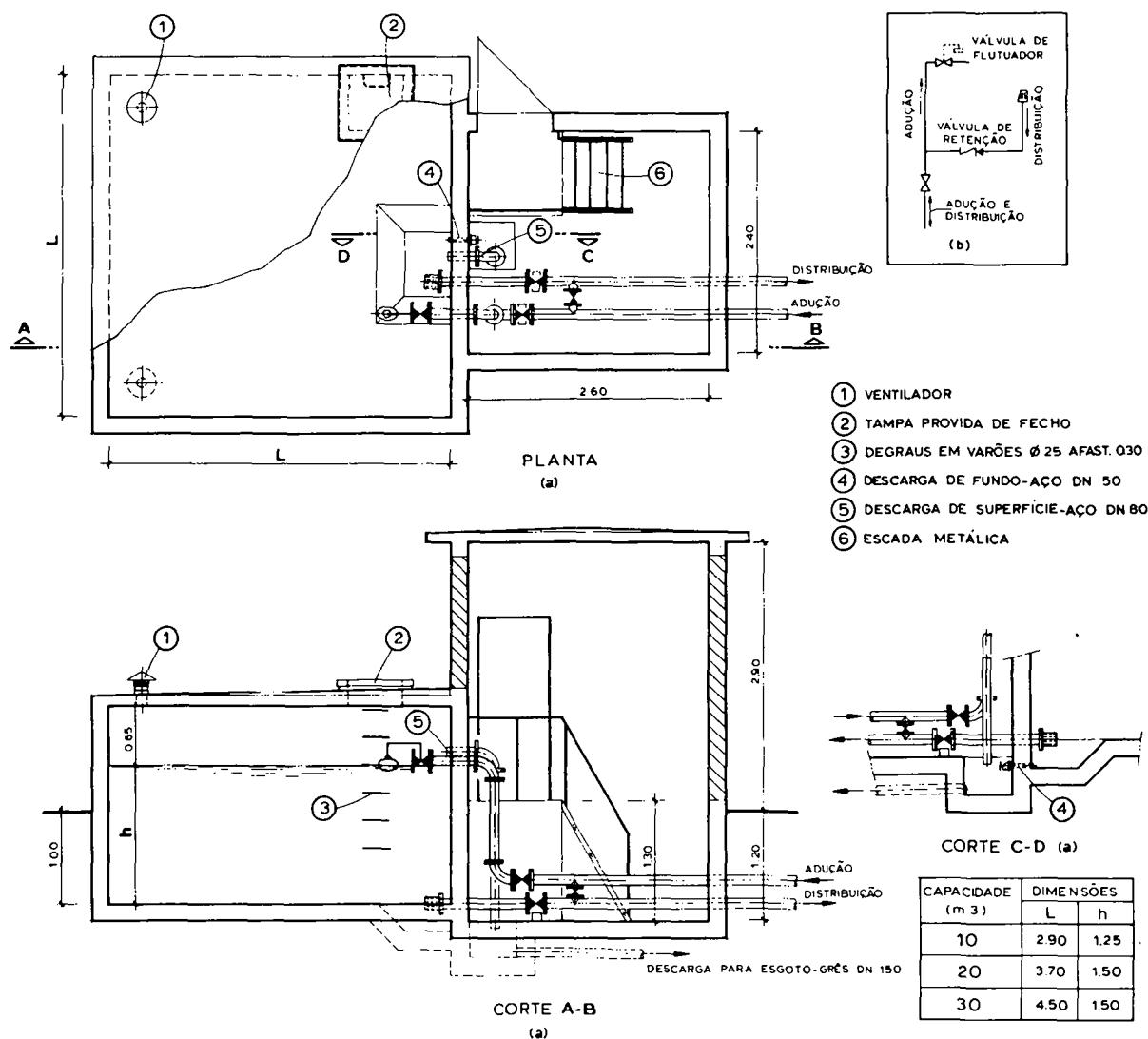
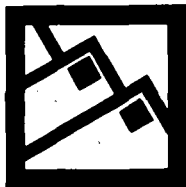


FIGURA D. 15.1 - Reservatório de armazenamento convencional (a); esquema de circuitos de reservatório de extremidade com adução e distribuição em conduta única (b)



DISTRIBUIÇÃO PÚBLICA

DESCRIÇÃO

A distribuição pública de água consiste no seu fornecimento em quantidade suficiente e qualidade aceitável à população a servir.

A distribuição pública é assegurada por uma **rede de condutas** (gravíticas, elevatórias ou mistas) e respectivos acessórios, que compreendem os seguintes:

- a) válvulas de seccionamento;
- b) válvulas de retenção;
- c) ventosas;
- d) válvulas redutoras de pressão ou câmaras de perda de carga;
- e) descargas de fundo;
- f) bocas de incêndio;
- g) bocas de rega.

As redes de distribuição classificam-se em três categorias - **ramificadas**, **malhadas** e **mistas**. Nas primeiras, o escoamento em cada troço processa-se exclusivamente numa direcção, enquanto nas segundas, o escoamento se pode dar em qualquer das direcções. As redes malhadas apresentam a vantagem de proporcionar percursos alternativos em situações de avaria localizada e maior flexibilidade no fornecimento de caudais de ponta localizados, sem provocar desequilíbrios na distribuição das pressões ao longo da rede.

Considerando os níveis de serviço referidos no Capítulo C, verifica-se que para o nível II a rede é ramificada de um modo geral; as redes do nível de serviço III são geralmente do tipo misto, com tendência para as redes malhadas; no nível de serviço IV as redes são predominantemente malhadas.

LOCALIZAÇÃO

Para os níveis de serviço II e III, em que uma parte da população é servida por fontanários, estes devem estar localizados de modo a não obrigarem os utentes a deslocarem-se mais de 200 m a 500 m, conforme se trate de zona acidentada ou plana.



A localização dos acessórios da rede de distribuição deve observar o disposto no Regulamento Geral de Canalizações de Água [77].

DIMENSIONAMENTO

Conforme o referido na Ficha D.13, a tubagem para o abastecimento de habitações isoladas terá o diâmetro mínimo de 30 mm. Para o abastecimento dos aglomerados os diâmetros mínimos das tubagens serão 50 mm.

De acordo com a Norma Portuguesa NP - 836 [83], a pressão máxima admissível em qualquer ponto da rede é de 60 m c.a. e a pressão mínima é determinada pela expressão D.16.1, em que n é o número de pisos acima do solo.

$$P_{min} = 10 + 4 n \quad (D.16.1)$$

Apresenta-se na Fig. D.16.1 os esquemas tipo de redes de distribuição, ramificada (a) e malhada (b), e os perfis transversais tipo da vala para implantação da conduta de água (c) e de conduta de água e colector de águas residuais (d).

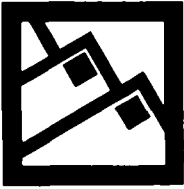
Na Fig. D.16.2 apresenta-se um fontanário público utilizado para os níveis de serviço II ou III.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

As condutas de distribuição, gravíticas, elevatórias ou mistas, são aplicáveis na generalidade as disposições referidas na Ficha D.13 para as condutas adutoras, nomeadamente no que se refere às inclinações mínimas a observar, ao seu modo de assentamento e amarração, aos ensaios a efectuar e às profundidades de implantação das condutas.

Se as condutas são implantadas sob os passeios, a sua profundidade será de 0,70 m ou ainda inferior em locais não sujeitos a qualquer tráfego.

Em situações de construção simultânea das redes de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais, é geralmente aconselhável implantar as condutas e os colectores na mesma vala, desde que a conduta de água fique sempre acima do colector de águas residuais e a uma distância mínima de 1 m, conforme Fig. D.16.1 (d).

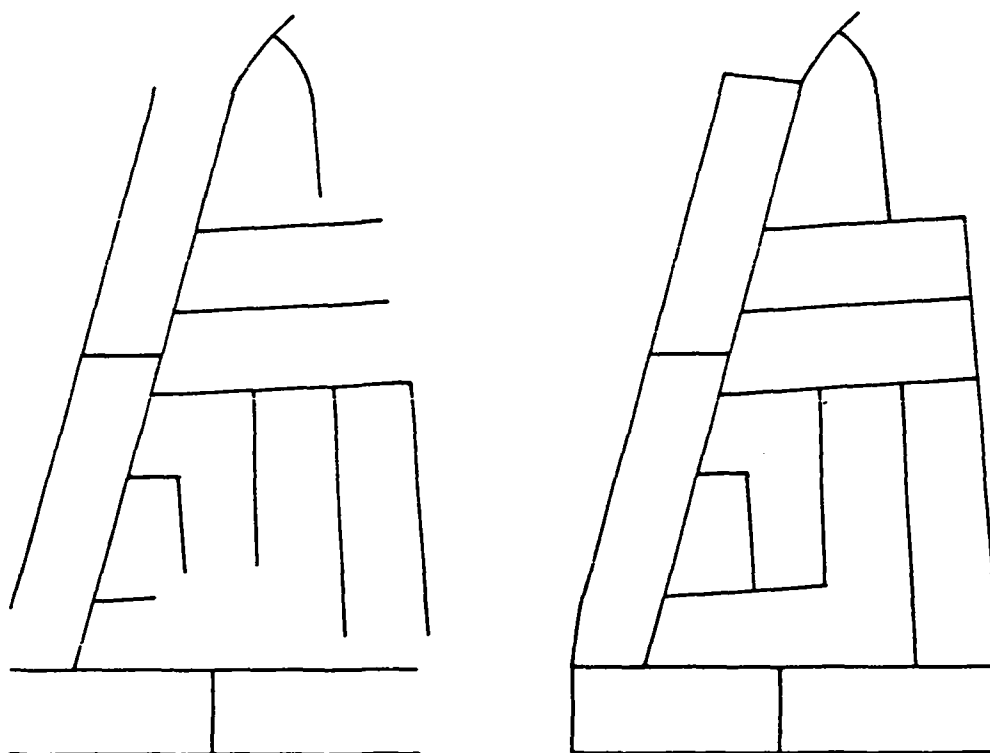


EXPLORAÇÃO

Os programas de operação e manutenção recomendados são os indicados na Ficha D.13.

A verificação do funcionamento dos acessórios da rede deve ser feita mensalmente, por um mecânico da entidade gestora.

Anualmente, aqueles equipamentos devem ser desmontados e verificados, substituindo-se todas as peças que atingiram o termo da sua vida útil.



(a)

(b)

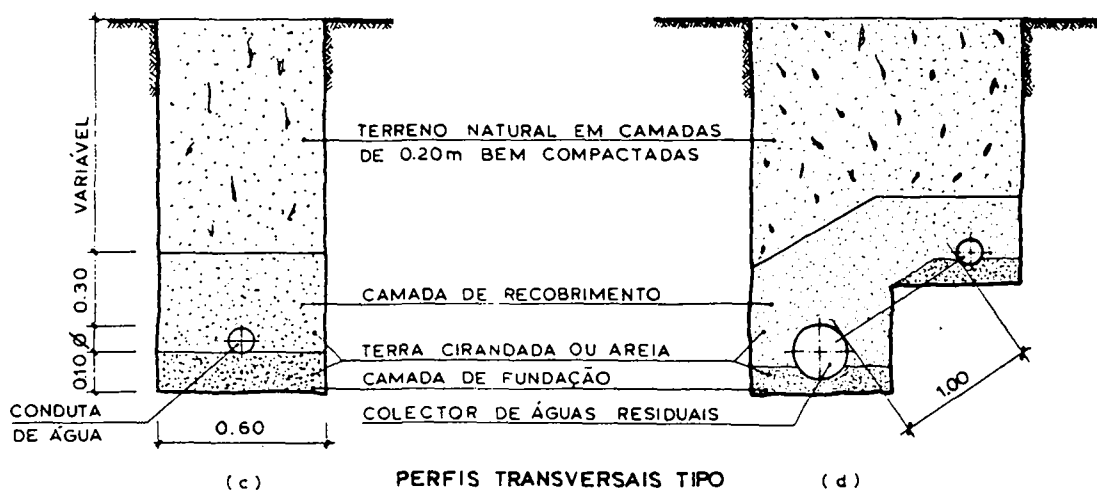


FIGURA D.16.1 - Tipologia das redes e vala-tipo

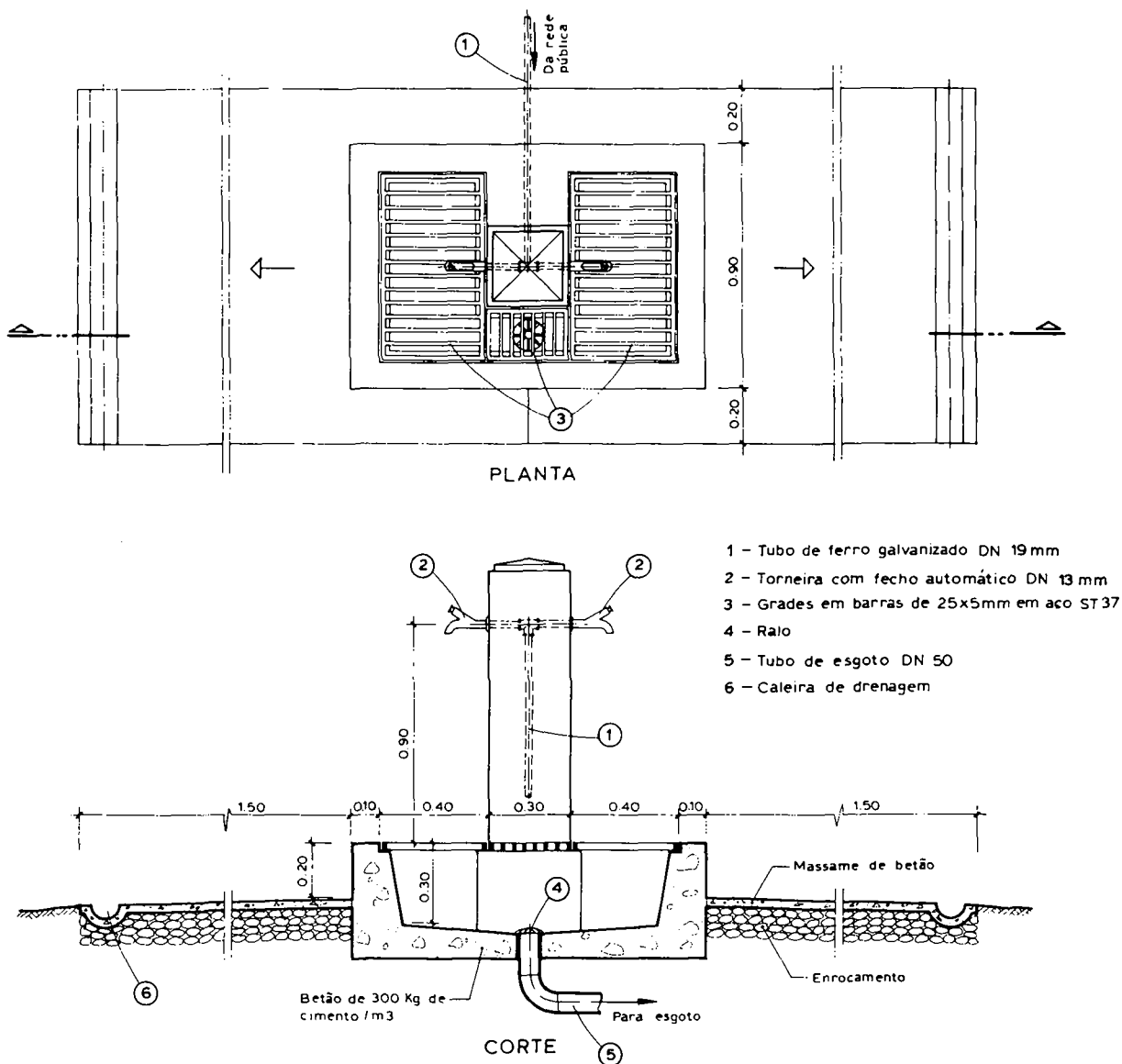
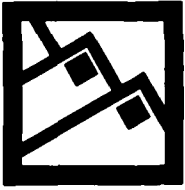


FIGURA D.16.2 - Fontanário público



DISTRIBUIÇÃO PREDIAL

DESCRIÇÃO

O sistema de **distribuição predial** de água é um conjunto de canalizações e respectivos acessórios e equipamentos destinados a fornecer água em quantidade suficiente e qualidade aceitável nas torneiras de utilização.

As canalizações poderão ser de ferro galvanizado ou de PVC. Entre os acessórios apontam-se as válvulas que poderão ser metálicas ou de plástico. Constituem o equipamento as torneiras de utilização (metálicas ou de plástico), fluxómetros, autoclismos e grupos elevatórios.

O sistema de distribuição predial deverá ter um traçado tão simples quanto possível, apresentar um seccionamento conveniente de compartimentações sanitárias e possibilitar uma longevidade compatível com a edificação onde se instalam.

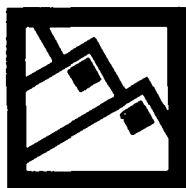
A Fig. D.17.1 esquematiza sistemas prediais-tipo de distribuição de água e identifica a terminologia regulamentar [57].

DIMENSIONAMENTO

Estabelecidos os traçados, determinam-se os caudais de alimentação e os correspondentes diâmetros das canalizações.

Os caudais obtêm-se pelo somatório dos que correspondem aos seguintes três grupos de aparelhos:

- a) de utilização não simultânea (com exclusão de fluxómetros);
- b) de utilização simultânea (por exemplo, uma bateria de chuveiros em instalações desportivas);
- c) fluxómetros para bacias de retrete.



INTRODUÇÃO TIPO

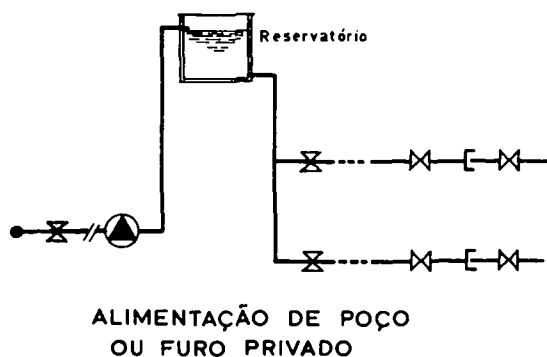
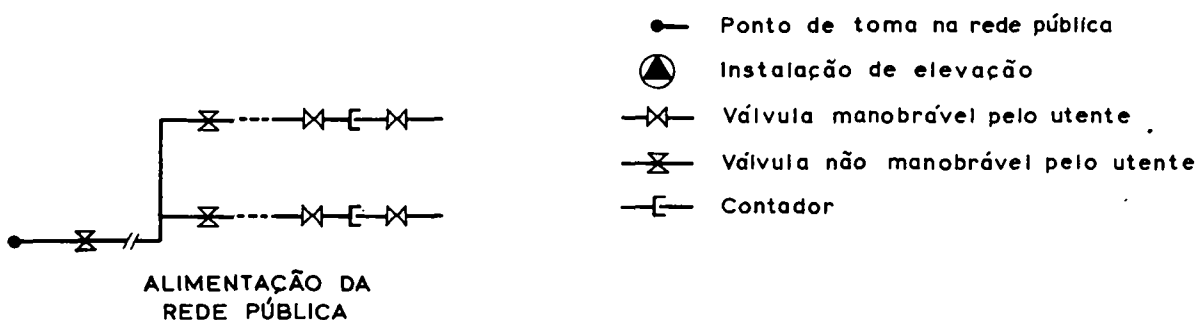
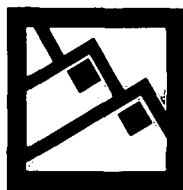


FIGURA D.17.1 - Sistemas prediais-tipo de distribuição de água



O caudal do primeiro grupo obtém-se somando os caudais unitários constantes do Quadro D.17.1 (caudal acumulado) [57] e determinando o caudal provável dado pela curva da Fig. D.17.2 [65].

QUADRO D.17.1 - Caudais de utilização de aparelhos sanitários

APARELHO	CAUDAL DE UTILIZAÇÃO (l/s) (*)
Lavatório	0,10
Bidé	0,10
Banheira	0,20
Autoclismo	0,10
Fluxómetro	1,50
Pia lava-loiça	0,15
Máquina ou tanque	0,20

(*) Água fria ou quente

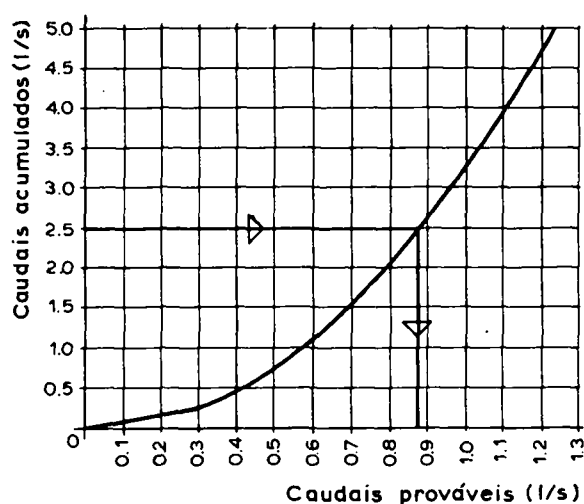
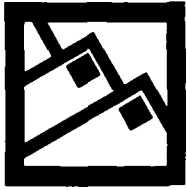


FIGURA D.17.2 - Caudal provável



O caudal do segundo grupo resulta da soma dos caudais unitários (Quadro D.17.1) dos aparelhos de eventual funcionamento simultâneo.

Para a determinação do caudal do terceiro grupo basta multiplicar o caudal unitário do fluxómetro por 1 ou 2, havendo respectivamente 1 ou mais fluxómetros na habitação.

Os diâmetros calcular-se-ão usando o abaco da Fig. D.17.3 e fixando as velocidades de escoamento em valores próximos de 1 m/s.

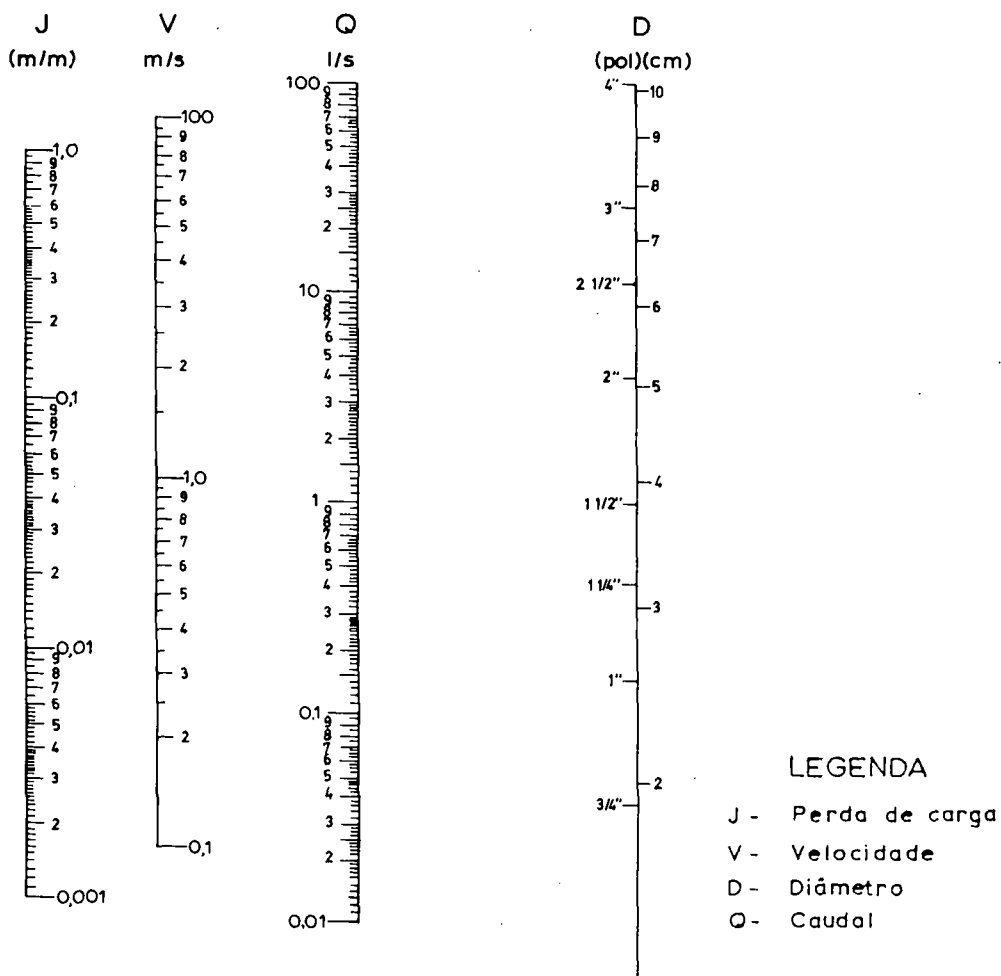
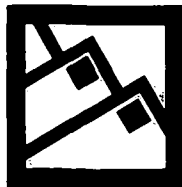


FIGURA D.17.3 - Abaco para dimensionamento das canalizações



As perdas de carga podem ser estimadas afectando a extensão total da conduta pelo coeficiente 1,2 [65] e desprezando os acidentes do percurso (curvas, tês, etc.). O cálculo das canalizações deve ser conduzido iterativamente de forma a garantir uma carga mínima de 5 m c.a. no aparelho situado mais desfavoravelmente. Para o contador admite-se uma perda de carga de 5 m c.a. [68].

A carga disponível à entrada de cada fogo deverá estar compreendida entre 15 e 30 m c.a. [67].

Os passos referidos são válidos para redes de água fria ou quente.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

O sistema de distribuição predial respeitará a regulamentação, normas e recomendações pertinentes [57, 77].

As canalizações devem ser montadas rectilínea e vertical ou quase horizontalmente, evitando percursos sinuosos.

As canalizações de água quente deverão localizar-se acima das de água fria.

As canalizações localizam-se embutidas em paredes ou em dutos .

A Fig. D.17.4 indica a distância mínima a respeitar entre o "trop-plein" das louças sanitárias e o equipamento de alimentação de água [66].

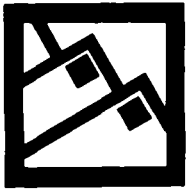
No decorrer dos trabalhos evitar-se-á o contacto das canalizações com o ferro de construção e o contacto directo de canalizações ou acessórios de metais de nobreza diferente, por razões de corrosão.

As braçadeiras de ancoragem, quando necessárias, serão de metal idêntico ao das canalizações.

As canalizações serão submetidas aos ensaios regulamentares [57].

A instalação de equipamentos produtores de água quente, utilizando combustíveis gasosos ou electricidade, devem obedecer às normas de segurança e legislação correspondentes [57, 77].

A Fig. D.17.5 tipifica um sistema de água quente e fria de uma habitação.



EXPLORAÇÃO

A exploração das redes prediais não exige cuidados especiais.

Semestralmente deve ser verificada a operacionalidade das válvulas, nomeadamente as de segurança que equipam os termoacumuladores.

Antes da utilização de água quente é conveniente deixar correr a água durante alguns minutos a temperatura superior a 55°C, a fim de eliminar o risco de inalação de aerossóis, que poderão eventualmente conter germes de *Legionella pneumophila*, agente causador de pneumonia.

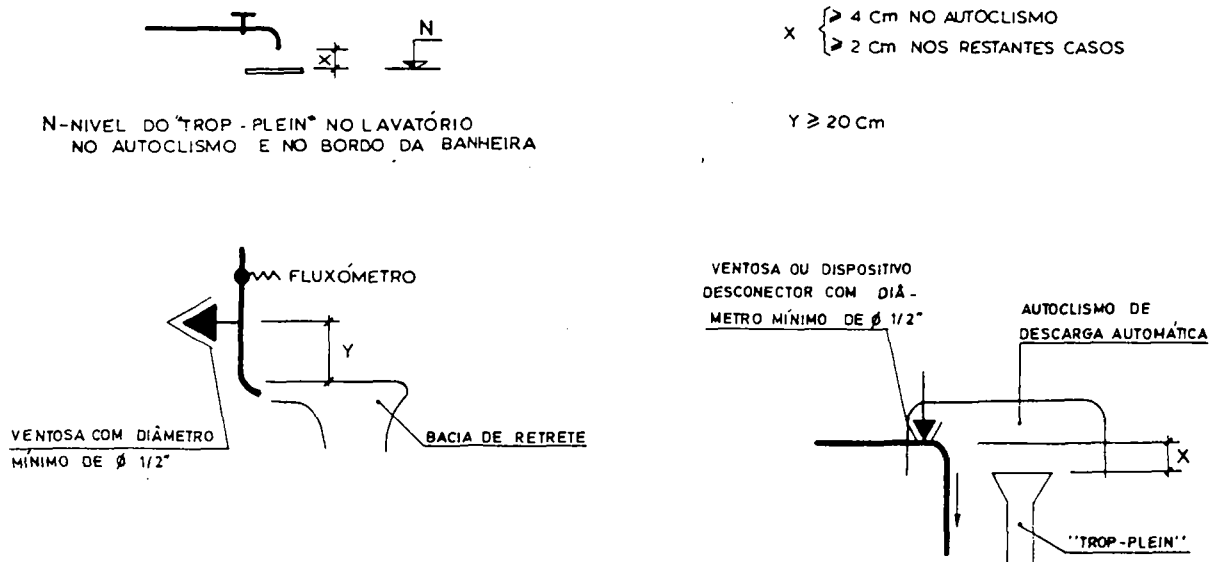


FIGURA D.17.4 - Disposições para evitar a contaminação da água

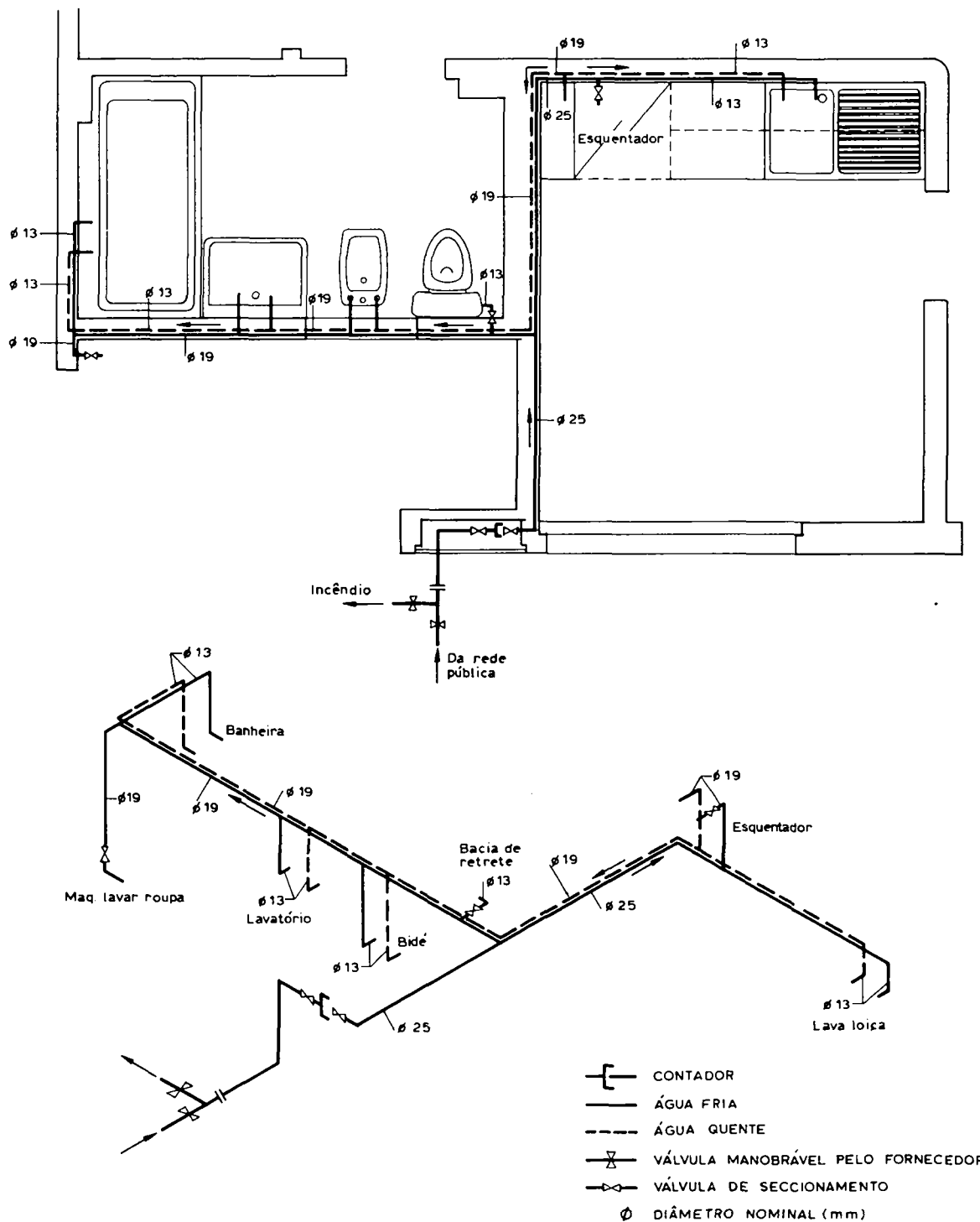
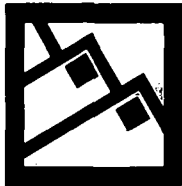
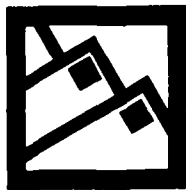


FIGURA D.17.5 - Sistema predial de água quente e fria



DISTRIBUIÇÃO POR CISTERNA MÓVEL

DESCRIÇÃO

A distribuição por cisterna móvel é uma solução de recurso, apenas adoptada quando não existe sistema de distribuição pública ou, existindo este, tenha havido absoluta necessidade de o pôr fora de serviço.

Como solução de recurso que é, a distribuição por cisterna móvel deve ser da responsabilidade da entidade gestora, para reduzir os riscos do fornecimento de água de qualidade inadequada.

As cisternas são em geral de secção transversal aproximadamente elíptica e com o comprimento igual ao da caixa de carga dos camiões ou dos reboques dos tractores. O enchimento da cisterna é feito através de uma abertura na parte superior e o esvaziamento através de torneiras situadas numa das extremidades inferiores.

Quando se prever a necessidade do recurso a esta solução por um longo período, a entidade gestora deverá dispor de, pelo menos, uma cisterna fixa instalada no aglomerado em local central e acessível e de outra móvel, instalada em camião ou reboque de tractor, para assegurar o enchimento da primeira, ficando disponível no tempo restante para outras funções.

LOCALIZAÇÃO

A cisterna deve ser estacionada de preferência em local que não obrigue os utentes a deslocarem-se mais de 200 m a 500 m, conforme se trate de zona acidentada ou plana, respectivamente.

DIMENSIONAMENTO

O volume da cisterna depende fundamentalmente das características do camião ou do reboque do tractor, tanto mais que o abastecimento de água através de cisterna é sempre uma solução provisória, cuja duração deve ser a mais reduzida possível.

Apresenta-se na Fig. D.18.1 uma cisterna instalada numa viatura, a partir da qual se faz a distribuição pelos utentes.



DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

As cisternas podem ser construídas em aço ou em políester reforçado a fibra de vidro.

As cisternas de aço devem ter a superfície interna devidamente tratada contra a corrosão por produtos isentos de fenóis ou outras substâncias que possam de algum modo conferir à água toxicidade ou qualquer sabor desagradável.

No caso da existência de cisterna fixa, a estrutura de apoio deve assegurar o seu perfeito nivelamento e ter uma altura tal que as torneiras distem do solo cerca de 80 cm. Sob as torneiras deverá existir uma plataforma, para apoio das vasilhas dos utentes, e um sistema simples de drenagem, que permita a fácil evacuação das escorrências para local apropriado (vala ou colector existente), evitando o alagamento do terreno.

EXPLORAÇÃO

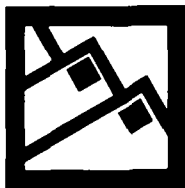
A água a utilizar nas cisternas deve ser sempre proveniente de uma rede pública cujo controlo seja devidamente assegurado pela entidade gestora.

Atendendo aos elevados riscos de contaminação no enchimento da cisterna, esta operação deve ser executada de tal modo que não haja qualquer contacto da água com o pessoal incumbido dessa tarefa, devendo a mangueira ser roscada na boca de incêndio ou de rega da rede pública e na abertura existente na parte superior da cisterna.

As cisternas, antes de serem utilizadas, têm de ser desinfectadas conforme o prescrito na Ficha D.1.

A mangueira deve ser desinfectada com uma solução de hipoclorito de sódio a 10%, isto é, sem qualquer diluição da solução comercializada pelo fabricante, e um tempo de contacto de cerca de 30 minutos, ao fim do qual se procede ao seu despejo, sendo posteriormente lavada com água da rede pública e iniciada a operação de enchimento da cisterna móvel.

A manipulação da mangueira deve ser o mais higiénica possível, evitando-se o contacto directo com o solo ou quaisquer superfícies sujas e/ou contaminadas, principalmente nas extremidades de enroscamento.



A transfega da água da cisterna instalada num veículo para outra cisterna fixa tem de ser feita com as precauções atrás referidas, não se admitindo qualquer contacto com os operadores.

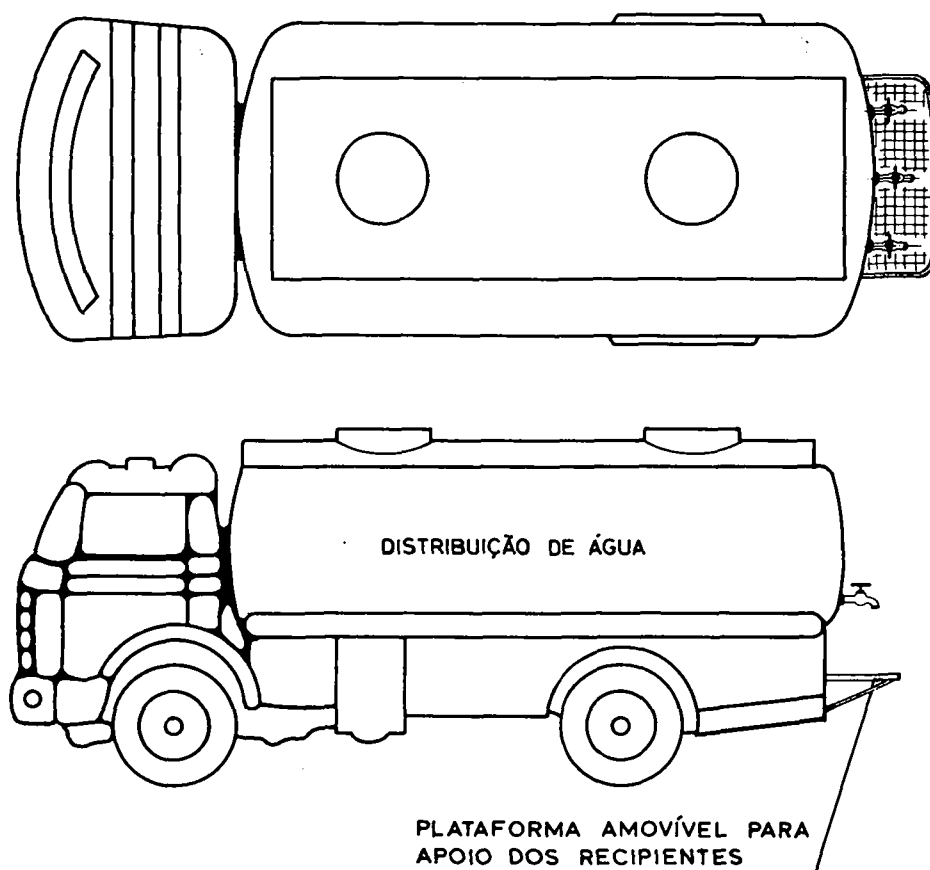
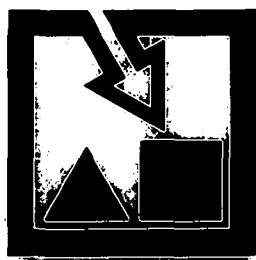


FIGURA D. 18.1 - Viatura com cisterna

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS



SELECÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

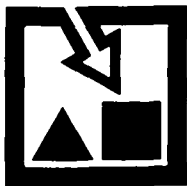


DIAGRAMA DE DECISÃO

Apresenta-se neste capítulo, o diagrama de decisão que permite seleccionar a tecnologia de águas residuais mais adequada ao caso em estudo, partindo da informação de base recolhida através da metodologia descrita no Capítulo B.

Tal diagrama, de fácil utilização, baseia-se numa série de questões com resposta do tipo sim/não, que vão sendo sucessivamente colocadas ao utilizador, e para as quais é da maior relevância a informação de base anteriormente recolhida.

Em termos de estruturação geral, o diagrama compõe-se de quatro blocos principais, tendentes à definição dos seguintes aspectos:

- BLOCO 1 - nível de serviço;
- BLOCO 2 - recolha;
- BLOCO 3 - drenagem e elevação;
- BLOCO 4 - tratamento.

O utilizador é levado a percorrer sucessivamente cada um deles, podendo considerar terminado o processo apenas quando atingir a indicação FIM.

No bloco 1, relativo ao nível de serviço, o utilizador irá seleccionar o mais adequado ao caso em estudo, se o mesmo não tiver sido previamente estabelecido:

- nível de serviço I - deposição a seco com tratamento e destino final no local de deposição dos excreta;
- nível de serviço III - deposição a água com tratamento e destino final no local de deposição dos excreta;
- nível de serviço IV - deposição a água com tratamento e destino final fora do local de deposição dos excreta.

Não se considera dever existir o nível II, correspondente à deposição a seco com tratamento e destino final fora do local de deposição dos excreta, por não se adequar às condições sócio-económicas portuguesas. O nível de serviço I, utilizável em habitações isoladas sem abastecimento de água potável, também já é muito pouco frequente em Portugal, tendo-se decidido mantê-lo, por ser naturalmente preferível a situações sanitariamente inaceitáveis que, por vezes, ainda se verificam.

SELECÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha E. 1 / 2



A decisão sobre o nível de serviço a adoptar para as águas residuais está dependente, entre outros aspectos, do nível de serviço existente ou a prever para as águas de abastecimento, sintetizando-se no quadro seguinte as compatibilidades existentes:

QUADRO E.1 -- Compatibilidade de níveis de serviço de águas de abastecimento e águas residuais

A = incompatível B = geralmente compatível C = compatível	NÍVEL DE SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA *						
	I	II	III			IV	
			Predominância de fontanários ligações domiciliárias				
NÍVEL DE SERVIÇO	I	C	C	B	A	A	
DE	III	A	B	B	C	C	
ÁGUAS RESIDUAIS *	IV	A	A	B	C	C	

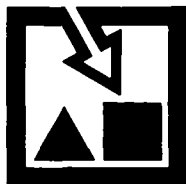
* ver Ficha C

No bloco 2, relativo à **recolha**, caso não exista em condições adequadas, o utilizador irá seleccionar uma das seguintes tecnologias:

- a) rede de esgotos predial;
- b) latrina com fossa absorvente;
- c) latrina com fossa de compostagem;
- d) latrina com fossa seca ventilada.

No bloco 3, relativo à **drenagem e elevação**, caso ela seja necessária e não exista em condições adequadas, o utilizador irá seleccionar uma das seguintes tecnologias:

- a) rede de esgotos decantados;
- b) rede de esgotos convencional;
- c) estação elevatória.



No bloco 4, relativo ao tratamento, caso ele seja necessário e não exista em condições adequadas, o utilizador irá seleccionar uma ou mais de entre as seguintes tecnologias:

- a) fossa séptica;
- b) tratamento preliminar;
- c) tanque Imhoff e leitos de secagem;
- d) lagoa de estabilização;
- e) infiltração rápida;
- f) percolador de baixa carga.

No caso da fossa séptica, o utilizador terá que seleccionar complementarmente uma das seguintes tecnologias:

- a) trincheira de infiltração;
- b) poço de infiltração;
- c) leito de infiltração;
- d) trincheira filtrante;
- e) filtro de areia enterrado;
- f) aterro filtrante;
- g) plataforma de evapotranspiração.

Nas soluções que implicam o lançamento do efluente no meio hídrico, deverá ainda prever-se uma obra de protecção à descarga.

Considera-se que a utilização do presente diagrama de decisão permitirá, na grande maioria dos casos, seleccionar as mais apropriadas tecnologias de águas residuais. Aconselha-se porém o utilizador, após essa selecção, a uma análise crítica da solução encontrada e, em caso de dúvida, a repetir ponderadamente o processo.

SELECÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha E. 1 / 4

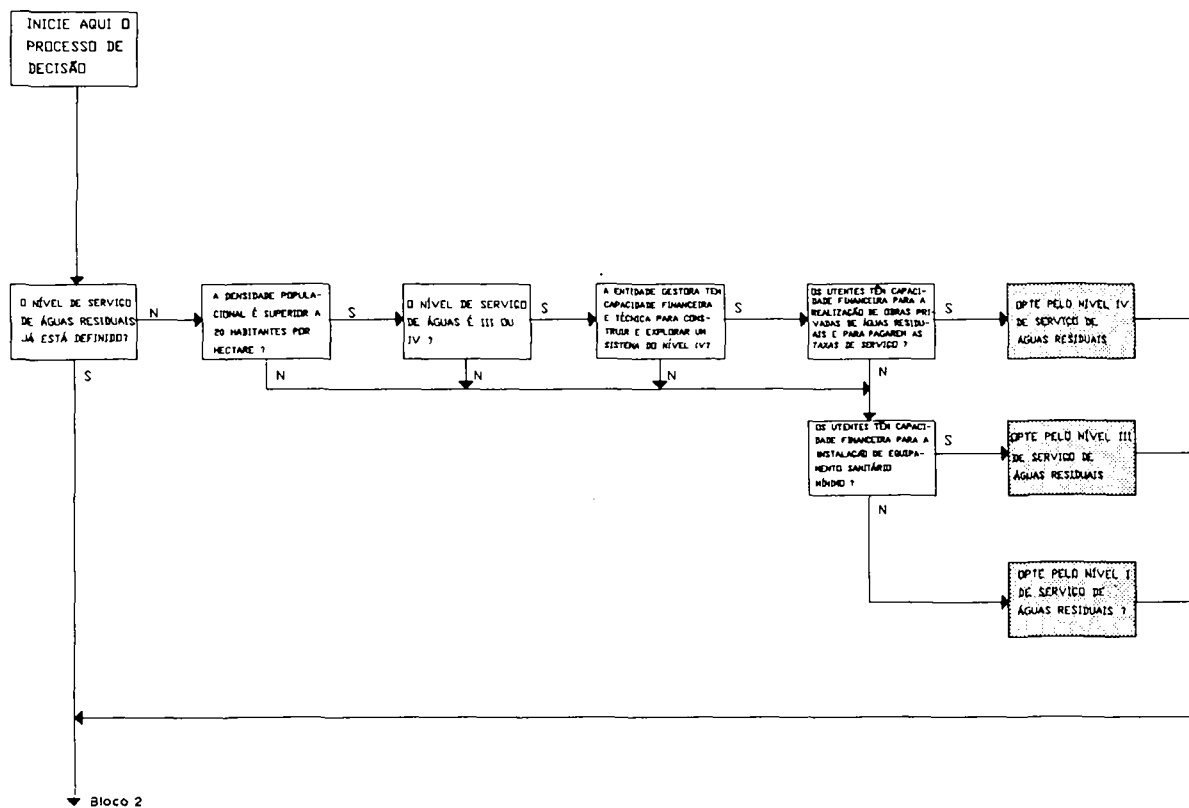
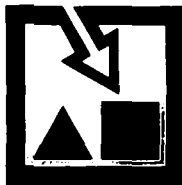


Diagrama de decisão - BLOCO 1

SELECÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha E. 1 / 5

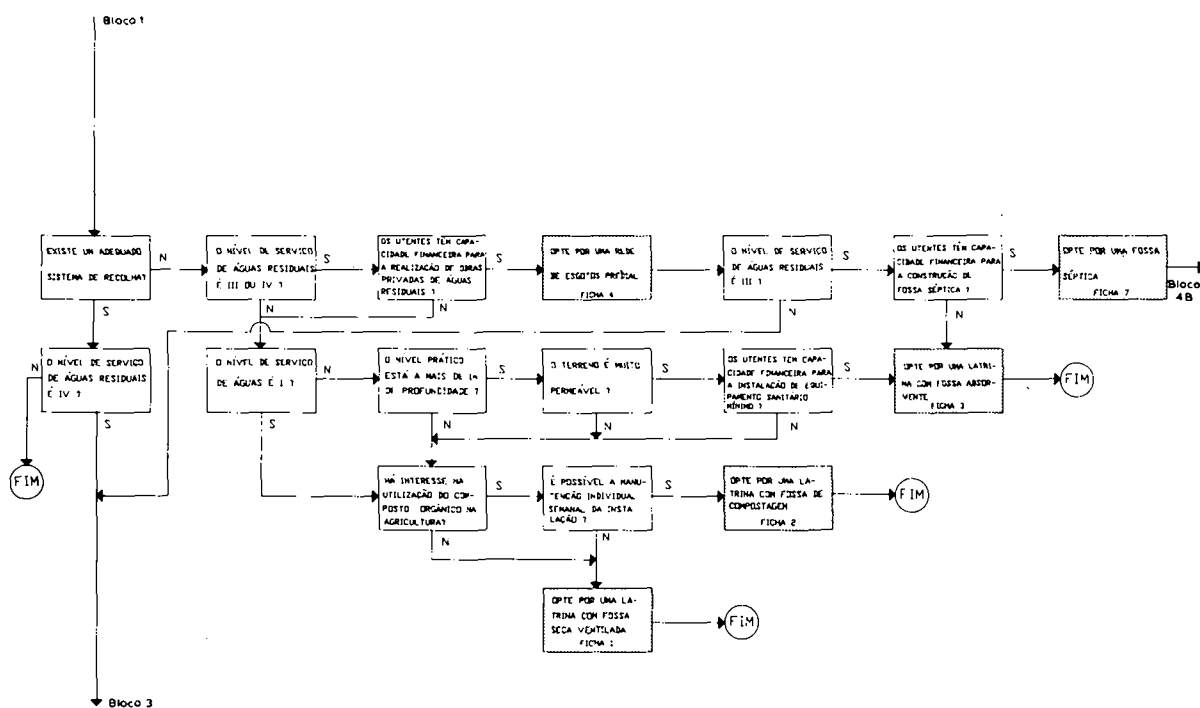
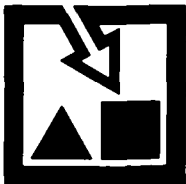


Diagrama de decisão - BLOCO 2

SELECÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha E. 1 / 6

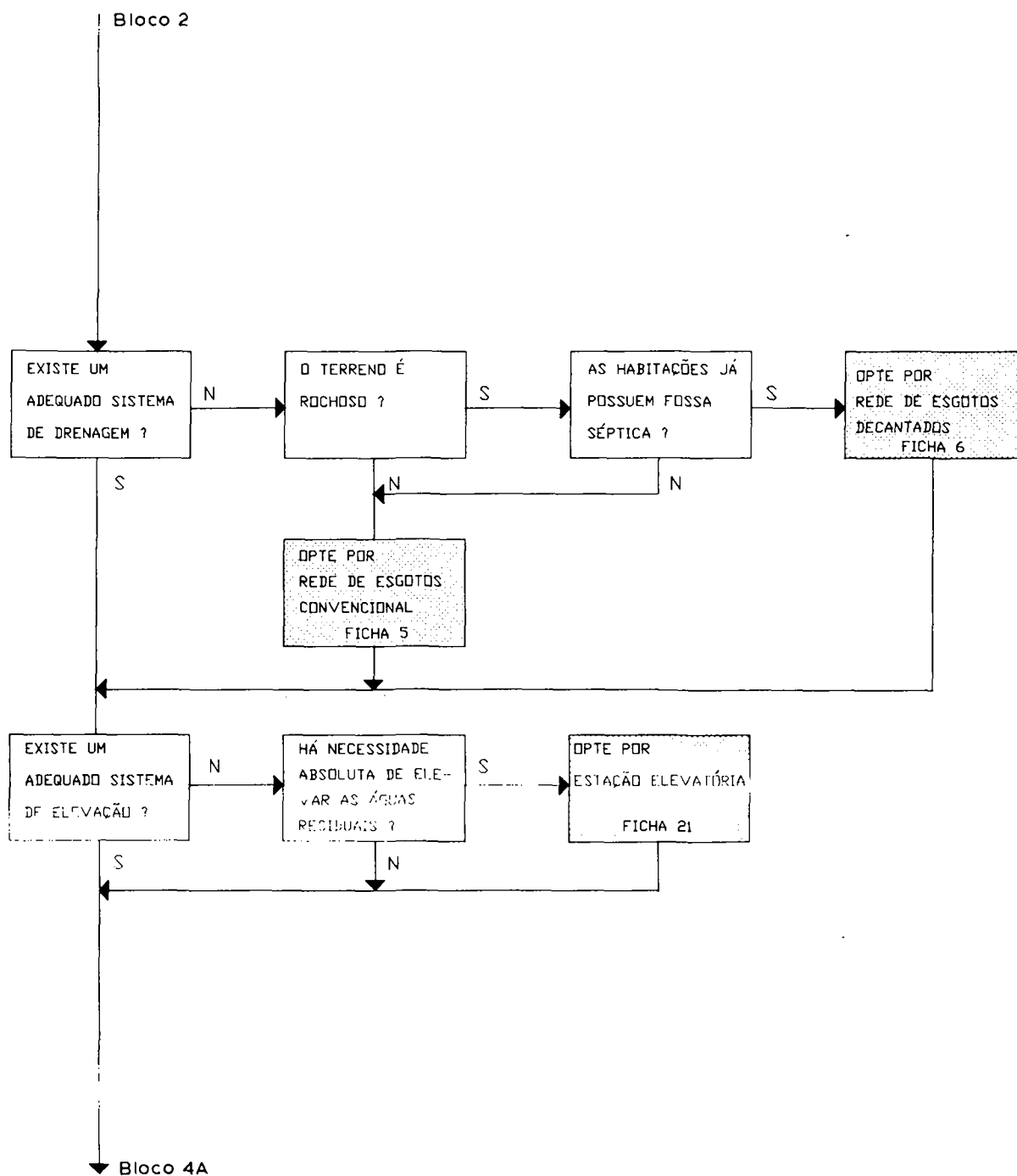


Diagrama de decisão - BLOCO 3

SELECÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha E. 1 / 7

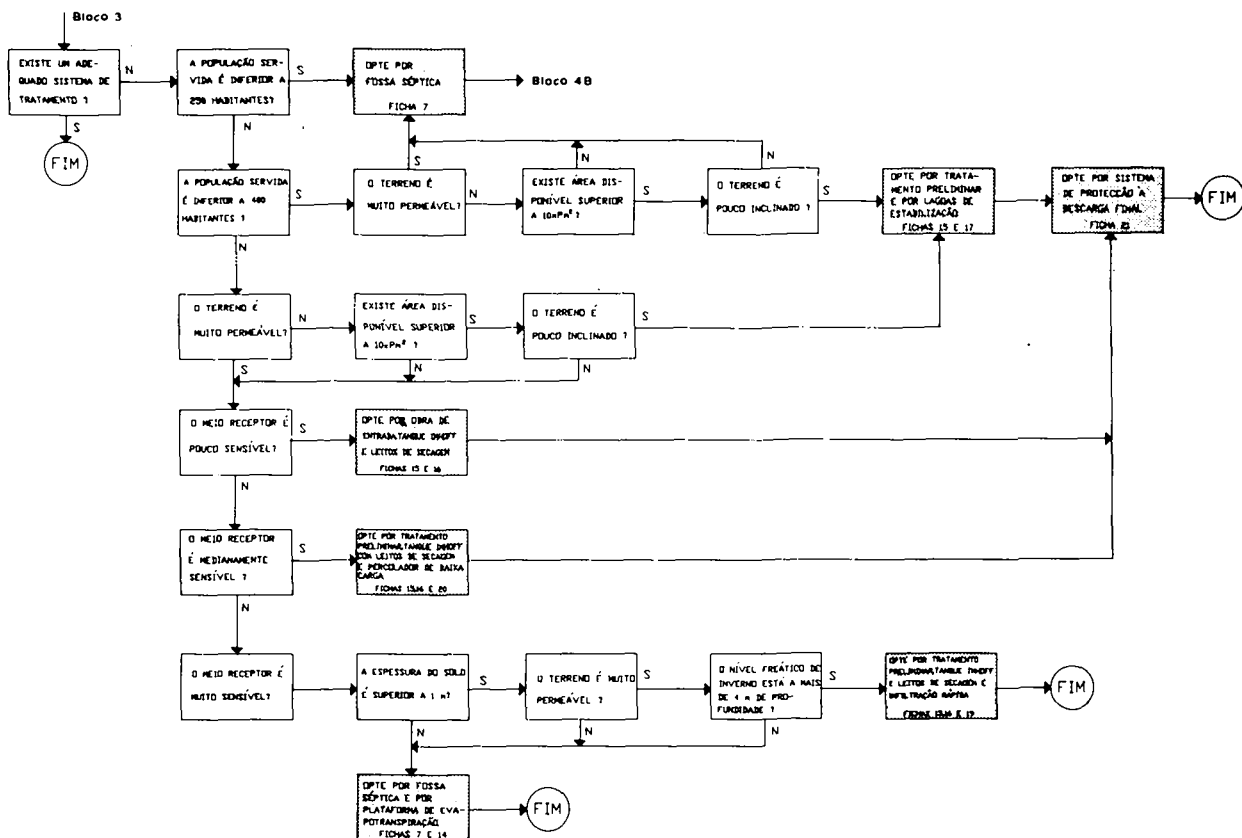
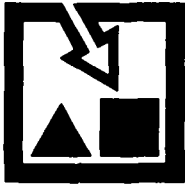


Diagrama de decisão - BLOCO 4A

SELECÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha E. 1 / 8

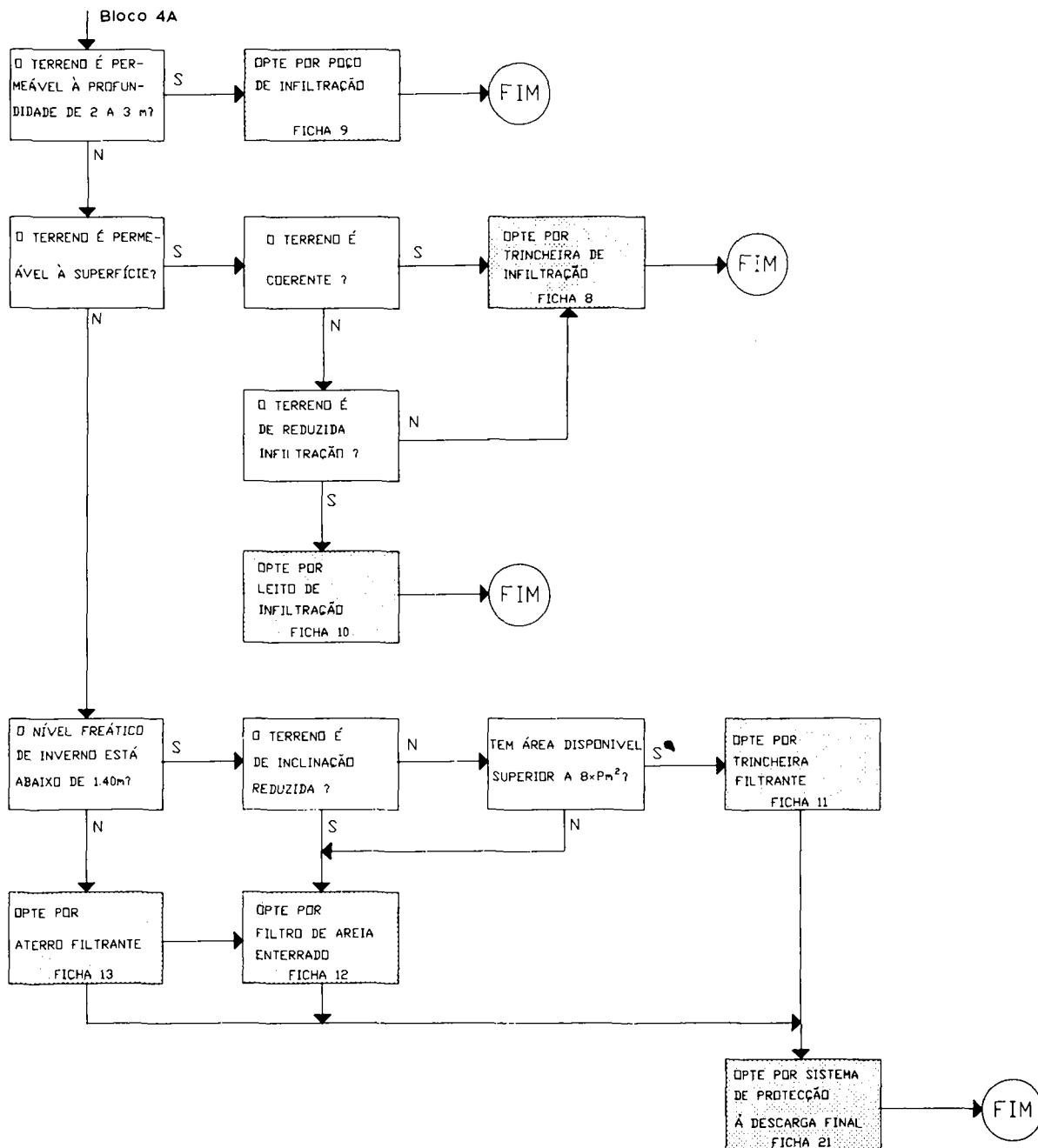
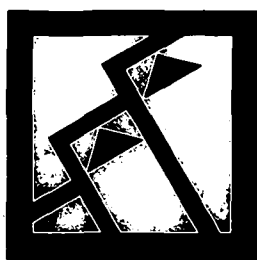


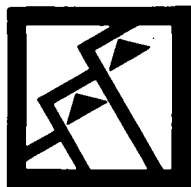
Diagrama de decisão - BLOCO 4B

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS



DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE



LATRINA COM FOSSA SECA VENTILADA

DESCRIÇÃO

A latrina com fossa seca ventilada (LFSV), tipo VIP na literatura anglo-saxónica, consiste essencialmente numa fossa aberta no terreno, dotada de uma chaminé de ventilação, que permite o controlo de cheiros e de moscas, encimada por uma bacia de retrete ou, mais simplesmente, uma bacia turca, sendo o conjunto abrigado num pequeno compartimento, dotado de porta, geralmente designado por **superestrutura**.

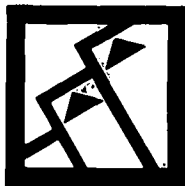
As LFSV são instalações individuais em que, de um modo geral, cada latrina está associada a uma só fossa seca, embora seja possível implantar latrinas de fossa dupla (Fig. F.1.2) em instituições comunitárias, como escolas ou cafés.

Os tradicionais inconvenientes de moscas e maus cheiros associados a latrinas de fossa seca não ventilada são bastante reduzidos na moderna versão desta tecnologia, mediante a instalação de uma **chaminé de ventilação**. Esta chaminé consiste num tubo de 100 a 160 mm de diâmetro, de preferência de cor negra (geralmente tubo em PVC rígido), montado no lado de maior exposição ao sol, de modo a proporcionar maior aquecimento do ar contido no seu interior. Provoca-se assim uma corrente de sucção do ar da fossa para a atmosfera, que impede que o cheiro invada o compartimento. Simultaneamente, dá-se a entrada do ar fresco no compartimento, principalmente se a porta (janelas) estiver posicionada na direcção do vento dominante.

O tubo de ventilação deve ultrapassar o telhado do compartimento em pelo menos 0,5 m, de modo a facilitar a dispersão dos cheiros na atmosfera por acção do vento.

A chaminé é ainda o agente do controlo de moscas, para o que a sua extremidade superior deve estar coberta com uma rede de 1,2 mm x 1,5 mm, de malha. As moscas que pretendam entrar na chaminé de ventilação, atraídas pelo cheiro da matéria fecal, serão impedidas pela rede colocada no topo. Algumas moscas conseguirão entrar na fossa, onde depositarão os seus ovos, dando origem a novas moscas. O facto de estes insectos serem fototrópicos leva-os a dirigirem-se para a saída do tubo de ventilação, sendo aprisionados pela rede colocada no topo do mesmo.

A eficiência deste sistema de controlo de moscas é ilustrado por um estudo [56] em que, ao longo de 78 dias, foram capturadas 13953 moscas numa latrina de fossa seca tradicional e apenas 146 moscas numa latrina com chaminé de ventilação.



É importante impedir a entrada da luz solar na superestrutura da latrina, a fim de não atrair as moscas, embora se deva proporcionar iluminação natural, através de aberturas previstas para ventilação.

LOCALIZAÇÃO

As LFSV constituem uma tecnologia apropriada para zonas de reduzida densidade populacional e onde a obtenção de água seja difícil.

A fim de evitar a contaminação da água, as latrinas deverão ser construídas a uma distância de qualquer origem de água para abastecimento público tal que seja respeitada a norma NP - 836 (Quadro D.1.1). O fundo da LFSV deve situar-se pelo menos 1,5 m acima do nível freático.

De um modo geral, as latrinas são colocadas no exterior da habitação, podendo, no entanto, localizar-se também no seu interior, graças ao controlo dos cheiros e moscas introduzido pelos aperfeiçoamentos atrás referidos.

DIMENSIONAMENTO

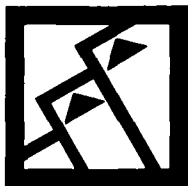
O dimensionamento de LFSV consiste essencialmente no cálculo do volume da fossa.

O volume útil desta resulta do produto de três factores: número de utentes (N), taxa de acumulação da fracção sólida dos excreta (S) e da vida útil da instalação (T).

A taxa de acumulação de sólidos em fossas secas é da ordem de 0,06 m³/hab./ano. O período de vida útil deste tipo de instalações ronda os 10 anos.

O tubo de ventilação deve assegurar uma taxa de ventilação de 20 m³/h, o que depende da rugosidade e do diâmetro do tubo. Para tubos em PVC utilizam-se diâmetros de 160 mm.

Na Fig. F.1.1 apresenta-se o esquema típico de LFSV, indicando-se as dimensões para aglomerados familiares de 5 indivíduos no Quadro F.1.1.



Agglomerados familiares de maiores dimensões deverão construir latrinas de fossa dupla (Fig. F.1.2), com a capacidade individual indicada no Quadro F.1.1, iniciando-se a utilização da segunda fossa quando a primeira estiver quase cheia.

Em situações de terreno rochoso ou de nível freático elevado torna-se necessário reduzir a escavação, para o que basta erguer uma sobrelevação em aterro no terreno, que permita que uma parte do volume da fossa fique acima do nível do solo (Fig. F.1.2).

QUADRO F.1.1 - Dimensões da fossa seca ventilada

Habitantes	Volume útil (m ³)	Área em planta (m ²)	Altura (m)	Diâmetro (m)
5	2,5	1,2	1,9	1,25

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

A construção de LFSV é simples, constando basicamente da construção dos componentes esquematizados na Fig. F.1.3: fossa (de formato circular, quadrado ou rectangular), fundação, aterro circundante da fundação, piso e superestrutura.

No entanto, deve ser prestada atenção aos seguintes aspectos:

- características litológicas do solo que podem determinar a necessidade de revestir as paredes laterais da fossa com materiais correntes na região, seja a alvenaria de pedra ou de tijolo, rebocada ou não, madeira ou outros;
- a altura da fossa correspondente ao volume útil deve ser acrescida de pelo menos 0,5 m;
- a superestrutura da latrina apoia-se sobre uma fundação protegida das águas da chuva por um aterro bem compactado;

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 1 / 4



- d) a abertura da fossa poderá ser encimada por uma bacia de retrete cilíndrica, de formato oval em planta e eixo menor inferior a 25 cm para permitir que o utilizador se sente, embora para latrinas de fossa seca seja mais higiénico uma bacia turca. A abertura deve ser suficientemente grande para impedir que se suje o piso (comprimento efectivo de, pelo menos, 40 cm), mas suficientemente pequena para impedir a queda de uma criança (largura efectiva não superior a 18 cm);
- e) a bacia de retrete não deve dispor de tampa, a fim de permitir a fácil circulação do ar da fossa para a chaminé de ventilação;
- f) a chaminé de ventilação é indispensável para LFSV instaladas dentro da habitação, caso em que é aconselhável que o seu diâmetro seja de 160 mm. Este valor pode ser reduzido para 100 mm no caso de instalação da LFSV no exterior. O tubo de ventilação deverá ter a extremidade coberta com uma rede cuja abertura da malha seja de 1,2 mm x 1,5 mm (Fig. F.1.3).

EXPLORAÇÃO

Os cuidados da operação de LFSV são extremamente reduzidos. Limitam-se a uma limpeza ocasional, com água geralmente transportada em balde.

É importante manter o interior da latrina em adequado nível de asseio, bem como manter a porta fechada, de modo a impedir a entrada de luz.

O período de utilização de uma LFSV deve terminar quando os excreta atingirem o nível de 0,50 m abaixo do pavimento. Nessa eventualidade, a solução consiste em completar o enchimento da fossa com terra e abrir nova fossa.

Um procedimento alternativo, que permite a reutilização da mesma latrina, consiste em esvaziar a fossa, manual ou mecanicamente. Este último método pode ser viável em áreas urbanas (bairros de lata, por exemplo).

O esvaziamento manual da fossa implica, obviamente, alguns riscos de contaminação, tanto do pessoal como do solo.

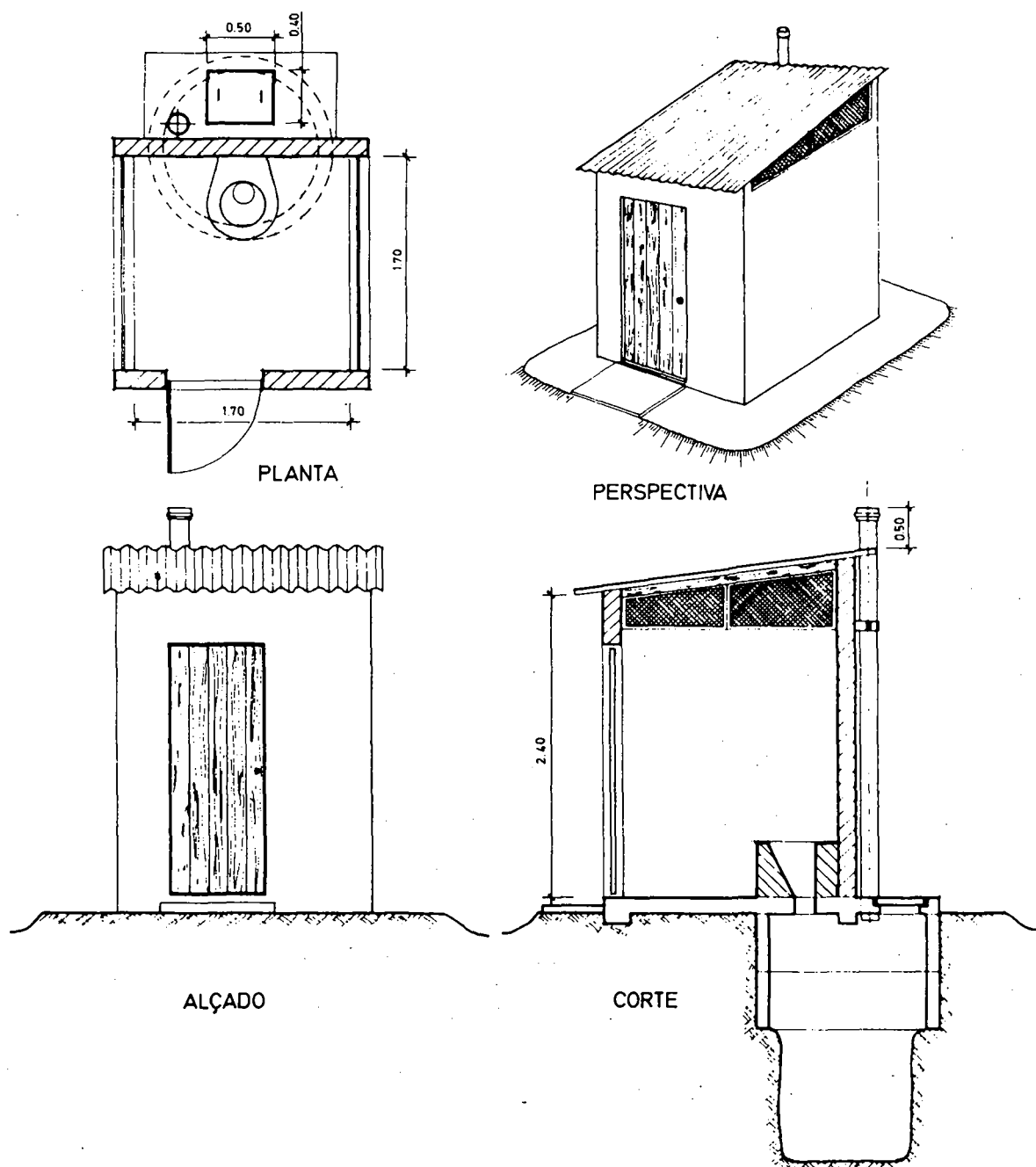


FIGURA F.1.1 - Latrina de fossa seca ventilada com bacia de retrete

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 1 / 6

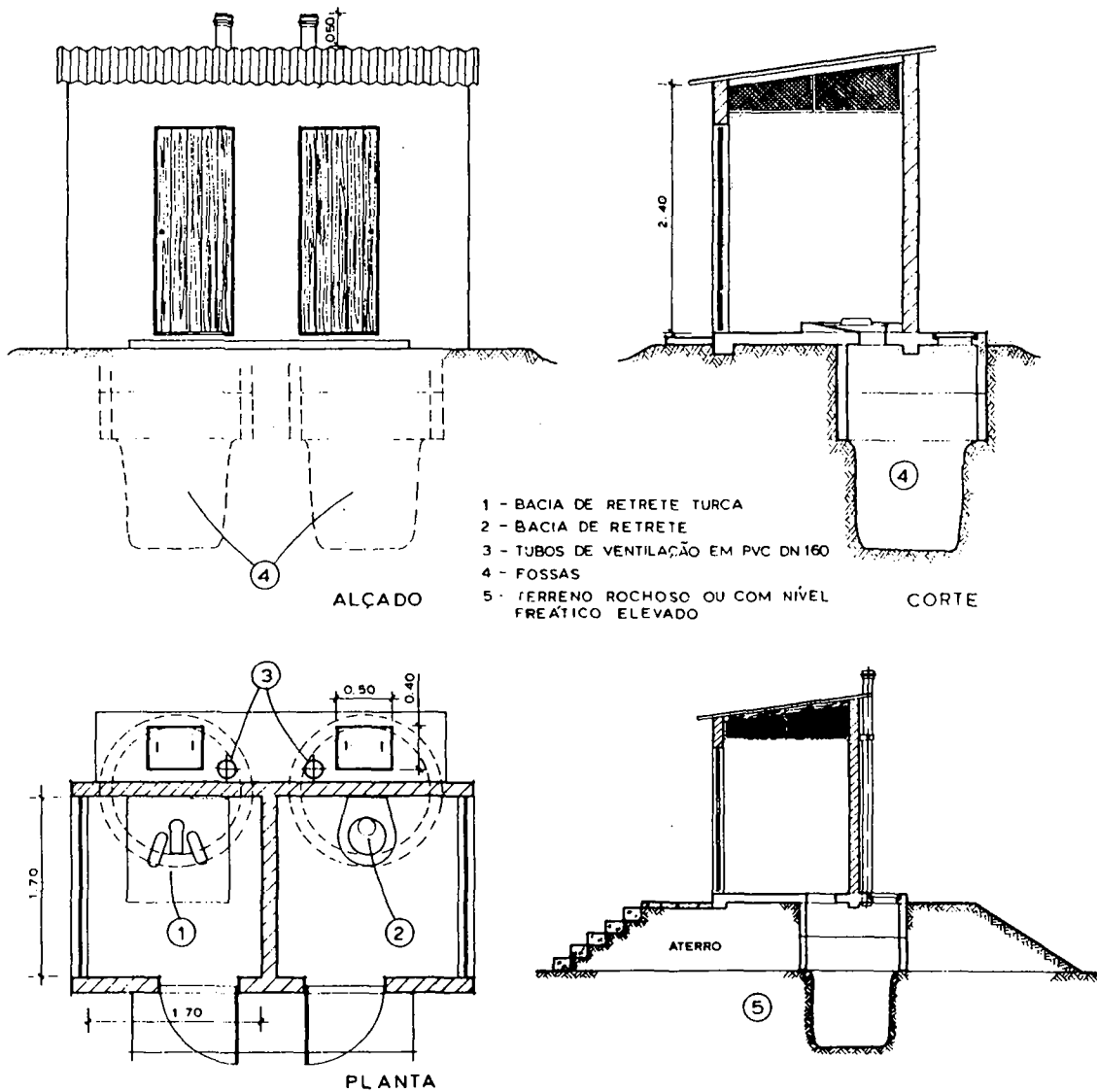
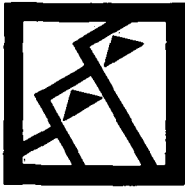


FIGURA F.1.2 - Latrina de fossa seca ventilada com fossa dupla e sobrelevada

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 1 / 7

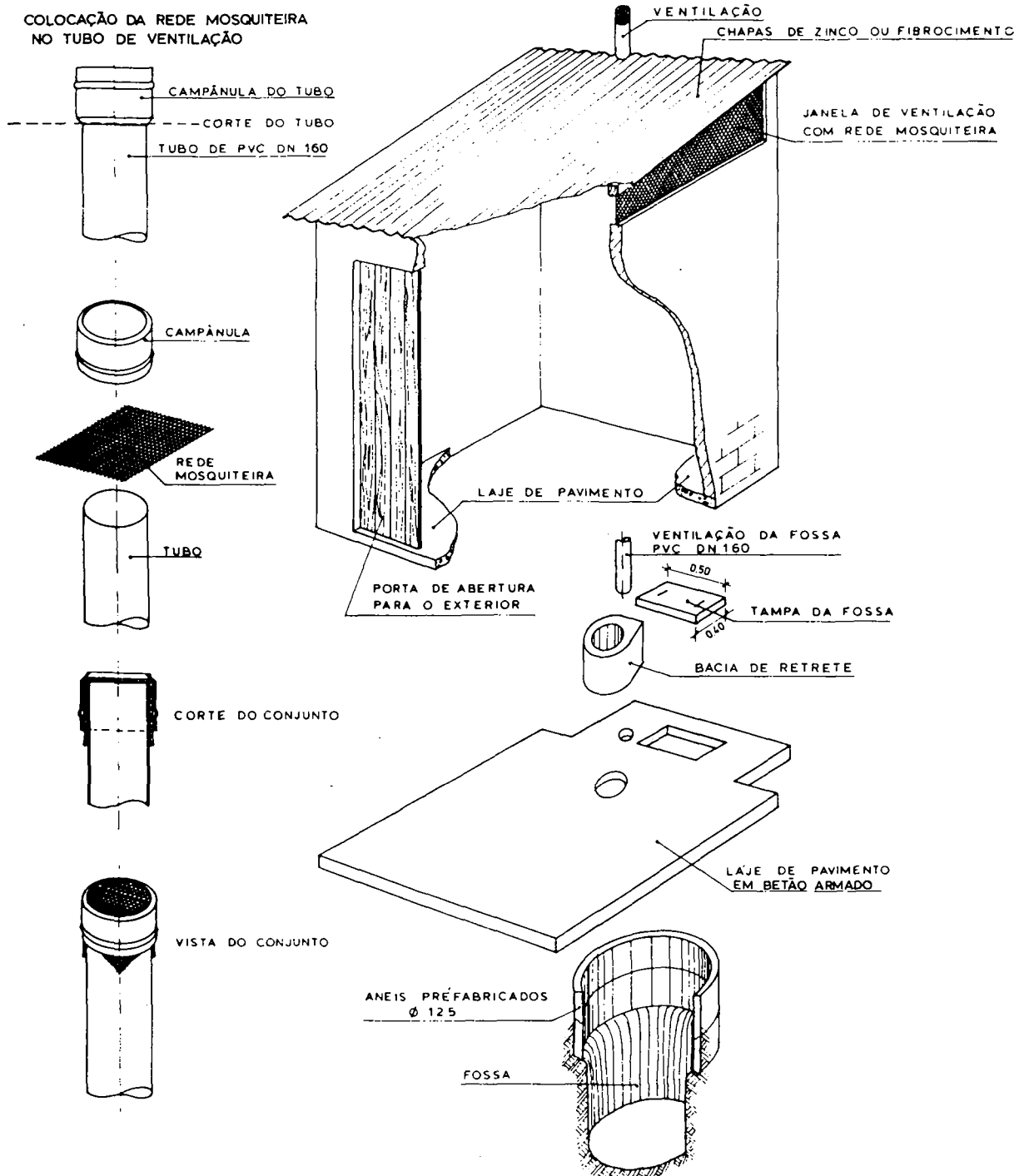
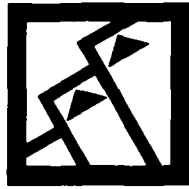
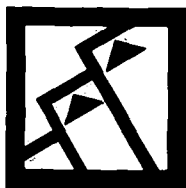


FIGURA F.1.3 - Componentes de uma latrina com fossa seca ventilada



LATRINA COM FOSSA DE COMPOSTAGEM

DESCRIÇÃO

A latrina com fossa de compostagem (LFC) apresenta características muito semelhantes às da LFSV, diferindo sobretudo pela maior capacidade da fossa, com o objectivo de evitar o seu rápido enchimento, pois que esta se destina à produção de material fertilizante, mediante a compostagem da mistura dos excreta com outros resíduos orgânicos, como a palha, folhas, ervas, etc..

Este tipo de latrina é bastante útil no meio rural, principalmente em situações de carência de água. O composto assim produzido é praticamente inofensivo do ponto de vista de saúde pública, devido ao extenso tempo de compostagem e principalmente à elevada temperatura que se atinge durante o processo (50 a 60°C) [75], factores que permitem a destruição da maioria dos microrganismos patogénicos.

Este processo de tratamento e destino final dos excreta é, nitidamente, um processo individual.

LOCALIZAÇÃO

A LFC localiza-se no exterior da habitação.

O fundo da LFC deve situar-se pelo menos 1,5 m acima do nível freático e a uma distância de qualquer origem de água para abastecimento tal que seja respeitada a norma NP - 836 (Quadro D.1.1).

Este tipo de latrina é indicado para zonas de baixa densidade habitacional e de características francamente rurais, em que a utilização do composto produzido tenha interesse económico.

DIMENSIONAMENTO

O critério de dimensionamento das LFC é bastante variável, já que a taxa de acumulação de sólidos depende muito da quantidade de resíduos sólidos orgânicos adicionada diariamente.

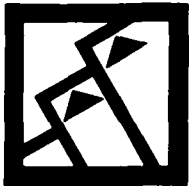
A Fig. F.2.1 apresenta o esquema de uma latrina com duas fossas de compostagem cujas dimensões cobrem as necessidades de residências com população até 10 habitantes. O facto de a taxa de acumulação de excreta não constituir factor limitante do período de utilização da fossa, face à taxa

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 2 / 2



de acumulação de outros resíduos orgânicos, leva a que a capacidade de uma LFC para 4 habitantes seja bastante próxima da capacidade necessária para 10 pessoas.

Embora o tempo de compostagem seja inferior a doze meses, considera-se que o intervalo entre descargas do composto será de um ano, o que parece ser um valor prático que vai de encontro às necessidades dos agricultores em materiais fertilizantes. Estima-se que a taxa de acumulação de sólidos (excreta e detritos orgânicos, incluindo a adição semanal de ervas e folhas) será da ordem dos $0,2 \text{ m}^3/\text{hab./ano}$.

QUADRO F.2.1 - Dimensões de cada fossa de compostagem

Habitantes	Volume útil (m^3)	Área em planta (m^2)	Altura (m)
até 10	3	1,8	2

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

é conveniente construir duas unidades, cada uma com uma superestrutura própria, que serão utilizadas alternadamente.

A fossa deve ser dotada de abertura para o exterior da superestrutura, através da qual se processará o lançamento de resíduos sólidos orgânicos para compostagem e a remoção do composto.

A fossa é encimada por um piso com uma abertura para instalação de uma laje turca ou uma bacia de retrete.

Na construção da LFC devem ser observadas as disposições indicadas para as LFSV (Ficha F.1).

**EXPLORAÇÃO**

A utilização alternada de duas fossas processa-se de forma a que, quando uma delas fica cheia, se possa utilizar a outra, ficando a primeira em processo de compostagem durante o período de enchimento da segunda. Quando esta última ficar cheia, pode proceder-se ao esvaziamento do composto da primeira. No entanto, se for conveniente, pode esvaziar-se o composto antes do enchimento da segunda fossa, desde que tenha decorrido o tempo suficiente para a compostagem. Este pode variar de 1 a 6 meses, considerando-se que, em climas temperados como o português, são suficientes 3 meses no Verão e 5 no Inverno [75].

Após a escavação das fossas, o fundo deve ser coberto com erva, folhas, lixo doméstico, papel, etc., mas nunca com materiais cortantes, como vidro e peças metálicas.

Diariamente deve lançar-se na fossa, além dos excreta, os resíduos sólidos (lixos) produzidos pelo aglomerado.

Semanalmente deve lançar-se na fossa cerca de 10 quilogramas de erva e folhas.

A utilização da fossa da latrina de compostagem deve terminar quando o nível do conteúdo da fossa atingir 0,50 m abaixo da superfície. Nesse ponto, acrescenta-se uma camada de erva de 15 cm e os restantes 35 cm completam-se com terra bem compactada.

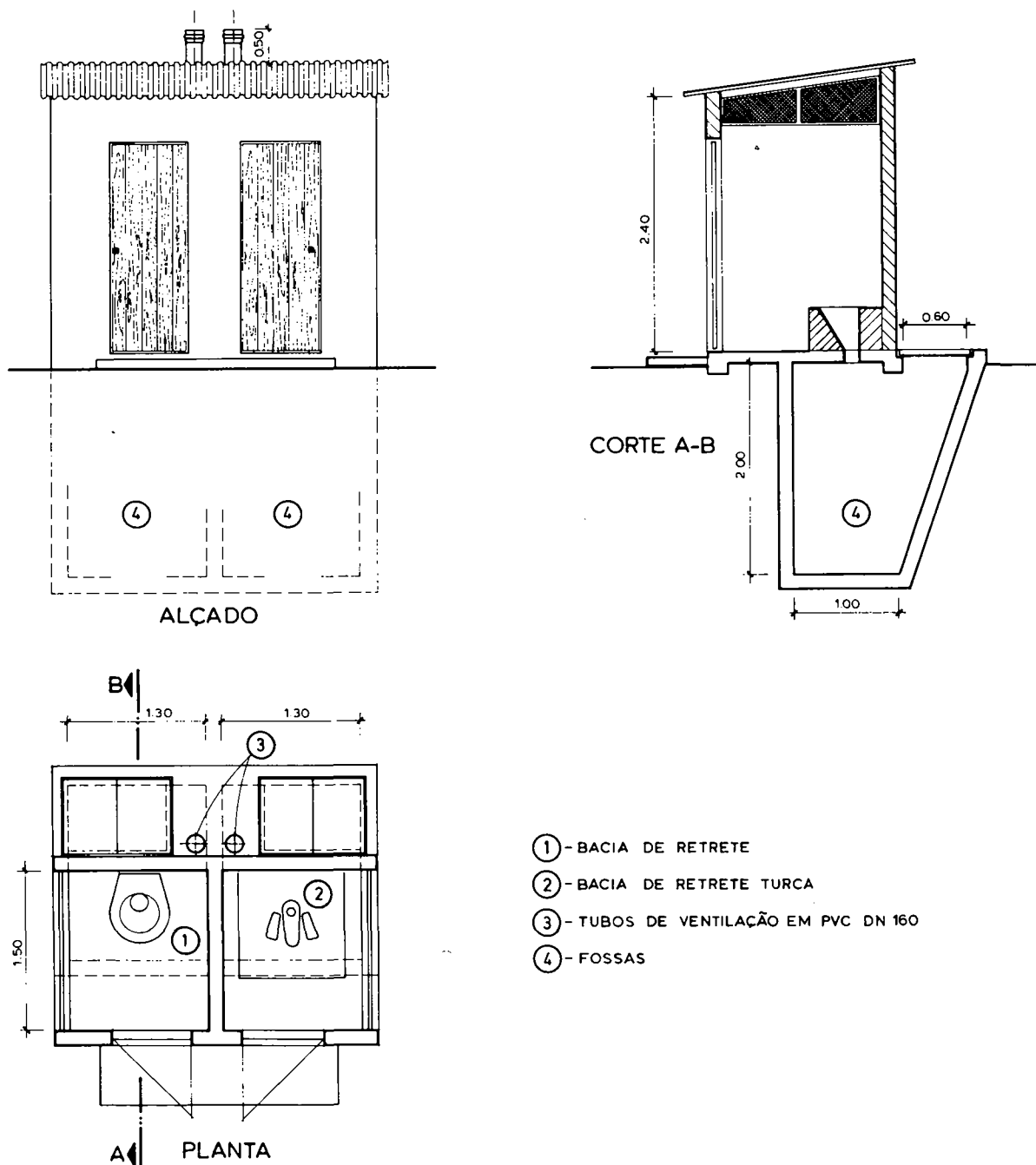
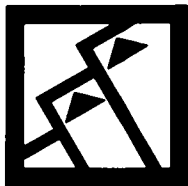
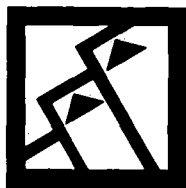


FIGURA F.2.1 - Latrina com fossa de compostagem



LATRINA COM FOSSA ABSORVENTE

DESCRIÇÃO

A latrina com fossa absorvente (LFA), também designada fossa de infiltração, (Fig. F.3.1) compõe-se de:

- a) uma fossa de forma geralmente circular, à qual aflui um colector proveniente da bacia de retrete, de paredes totalmente revestidas, a fim de evitar a erosão provocada pela descarga das águas e a danificação das paredes durante as operações de limpeza. O fundo deve ser roto, se não houver risco de contaminação do aquífero, ou impermeabilizado no caso contrário;
- b) um piso que suporta uma bacia de retrete que pode ter um sifão hidráulico, o qual constitui um selo hídrico (Fig. F.3.1) que impede a dispersão de odores desagradáveis provenientes da fossa;
- c) superestrutura ou abrigo.

Os excreta são veiculados com água, quer por meio de descarga manual, quer através de um autoclismo, de preferência de descarga reduzida, solução que oferece a vantagem de maior aceitação social, dada a sua semelhança com uma instalação sanitária convencional [22].

Torna-se necessário dispor de pelo menos 1 litro de água por cada utilização, no caso da descarga manual, de 3 litros no caso de autoclismo de descarga reduzida ou de 4 a 15 litros para autoclismos convencionais.

Os excreta arrastados para a fossa são biodegradados em condições aeróbias ou anaeróbias. A água e os produtos solúveis da biodegradação infiltram-se através das porosidades das paredes, enquanto o solo conservar a sua capacidade de infiltração, o que ocorrerá durante um período tanto mais longo quanto mais permeável for.

Os produtos sólidos vão-se acumulando na fossa, a qual deve ser esvaziada quando tiverem atingido o nível de 0,50 m abaixo da descarga do colector.

A LFA, se for correctamente construída e explorada, constitui um sistema económico e eficiente de evacuação dos excreta.



LOCALIZAÇÃO

A latrina com fossa absorvente pode localizar-se no exterior ou no interior da residência, nas proximidades de uma torneira ou outro ponto de água, de forma a possibilitar a utilização desta em quantidade adequada.

Em zonas urbanas a LFA pode ter uma só fossa, dada a facilidade do esvaziamento mecânico. Pelo contrário, em zonas rurais pode ser mais vantajoso dispor de duas fossas de uso alternativo, para evitar riscos de saúde durante a limpeza manual.

DIMENSIONAMENTO

O cálculo do volume útil deve considerar duas parcelas: uma correspondente ao armazenamento de sólidos fecais e outra para a infiltração da fracção líquida [71].

O volume requerido para o armazenamento de sólidos é calculado de forma análoga ao dimensionamento das fossas de LFSV descrito em F.1.

O volume para infiltração será o correspondente à área lateral da parede da fossa necessária para infiltrar as águas fecais. Esta área A_1 (m^2) é dada por:

$$A_1 = Q/i = \pi D h \quad (F.3.1)$$

em que: Q - caudal de águas fecais (l/d)
i - taxa de infiltração do terreno ($l/m^2/d$)
D - diâmetro externo (incluindo a espessura do revestimento) (m)
h - altura útil (m)

A taxa de infiltração depende da natureza do terreno e do tipo de efluente a infiltrar. O Quadro F.3.1 apresenta valores [71] de taxas de infiltração de águas fecais em função da natureza do terreno.

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 3 / 3



QUADRO F.3.1 - Taxas de infiltração para LFA em função do tipo de solo [71]

TIPO DE SOLO	TAXA DE INFILTRAÇÃO (l/m ² /d)
Areia média e grossa	50
Areia fina ou margosa	30
Marga arenosa, marga e marga silto - - porosa	20
Marga argilosa ou argilo-siltosa	10

A capitação de águas fecais pode ir de 4 a 10 l/hab./d, consoante as disponibilidades em água. Considerou-se o valor mais elevado, de modo a ter um dimensionamento o mais conservativo possível.

O volume da fossa necessário à infiltração, V_i (m³), é dado pela expressão F.3.2 (considerando que a fossa tem a forma cilíndrica):

$$V_i = A_i D / 4 \quad (F.3.2)$$

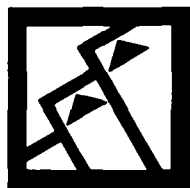
Apresentam-se no Quadro F.3.2 as dimensões de uma LFA para servir 4 e 10 pessoas, em terreno permeável (arenoso) ou pouco permeável (argilo-siltoso), por um período de cerca de 10 anos.

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 3 / 4



QUADRO F.3.2 - Dimensões da latrina de fossa absorvente

	Volume (m ³)		Área em planta (m ²)		Diâmetro externo (m)		Altura total (m)		
	4hab.	10hab.	4hab.	10hab.	4hab.	10hab.	4hab.	10hab.	
TERRENO	Permeável	3	7,25	1,2	2,5	1,5	2,0	3	3
	Pouco Permeável	4	10	2,5	6,5	2	3	1,5	1,5

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

A distância entre a latrina e a fossa absorvente deve ser tão curta quanto o permitido pelos alicerces da caseta, a fim de minimizar os riscos de entupimento do tubo.

Este tubo, geralmente de grés cerâmico ou PVC, deverá ser instalado com um declive mínimo de 5%.

A fossa absorvente será provida de cobertura e as suas paredes laterais serão revestidas na totalidade. Este revestimento pode ser em pedra, tijolo ou manilhas de betão perfurado, sendo importante deixar as juntas abertas, a fim de facilitar a infiltração das águas fecais.

Quando for necessário evitar a contaminação do aquífero, deve prever-se uma manga de areia com cerca de 30 cm de largura, que revestirá a parede exterior da fossa, permitindo a filtração do efluente antes da sua infiltração no solo. O diâmetro efectivo da areia não deve exceder 1 mm.

É importante prever um tubo de ventilação da fossa, de 2,5 cm de diâmetro, que parte do tubo de ligação da latrina à fossa e pode ser suportado pela superestrutura.

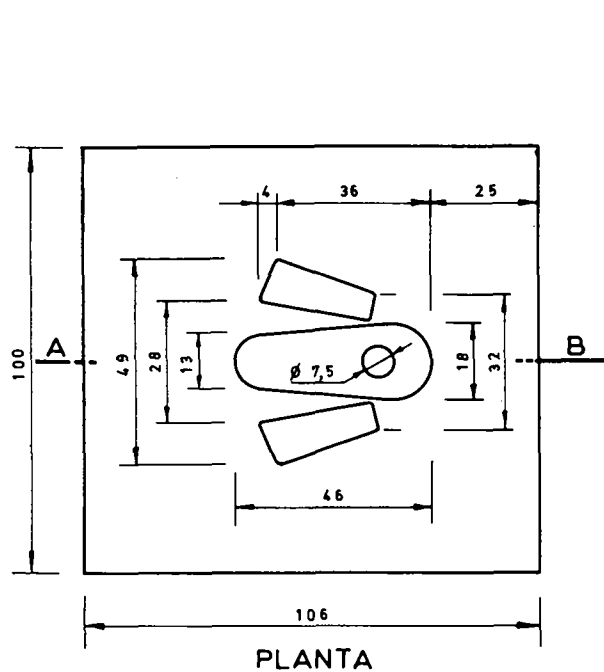
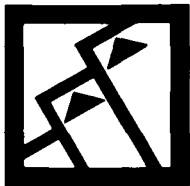


Nos casos em que a instalação do tubo de ligação é difícil, pode colocar-se a latrina directamente sobre a fossa absorvente (Fig. F.3.3).

Se se optar pela construção de duas fossas de uso alternativo, estas devem ser localizadas simetricamente em relação à superestrutura, a uma distância entre si em planta de 3 a 10 m, consoante a natureza do solo.

EXPLORAÇÃO

A exploração de LFA é extremamente simples, limitando-se à remoção do seu conteúdo quando este ultrapassa 0,50 m abaixo da descarga do colector. Esta remoção deve fazer-se mecanicamente com um limpa-fossas, nas zonas urbanas. Nos meios rurais, pode não ser viável assegurar o contributo do limpa-fossas, sendo então recomendável a existência de duas fossas: quando a primeira ficar cheia, entra em repouso, sendo utilizada a segunda. No período de um ano [75], a maioria dos microrganismos patogénicos serão inactivados, por acção da exposição prolongada a condições adversas (fora do habitat natural, que é o tracto intestinal, e temperatura), o que reduz muito o risco de contaminação na descarga manual da fossa e não levanta problemas quanto ao destino final do material.



DIMENSÕES EM CENTÍMETROS

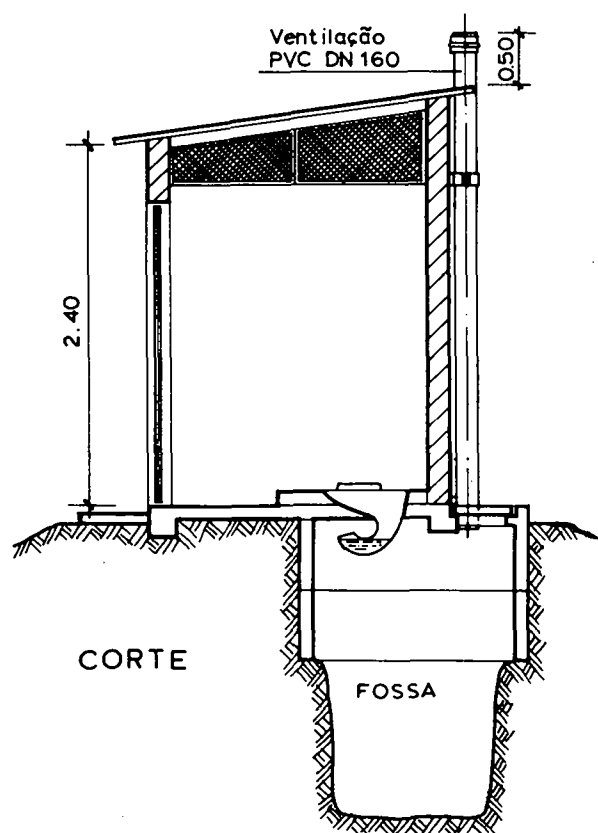
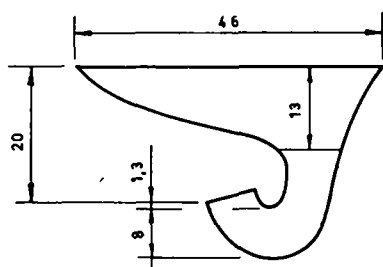


FIGURA F.3.1 - Bacia de retrete turca com sifão hidráulico

FIGURA F.3.2 - Bacia de retrete instalada directamente sobre a fossa

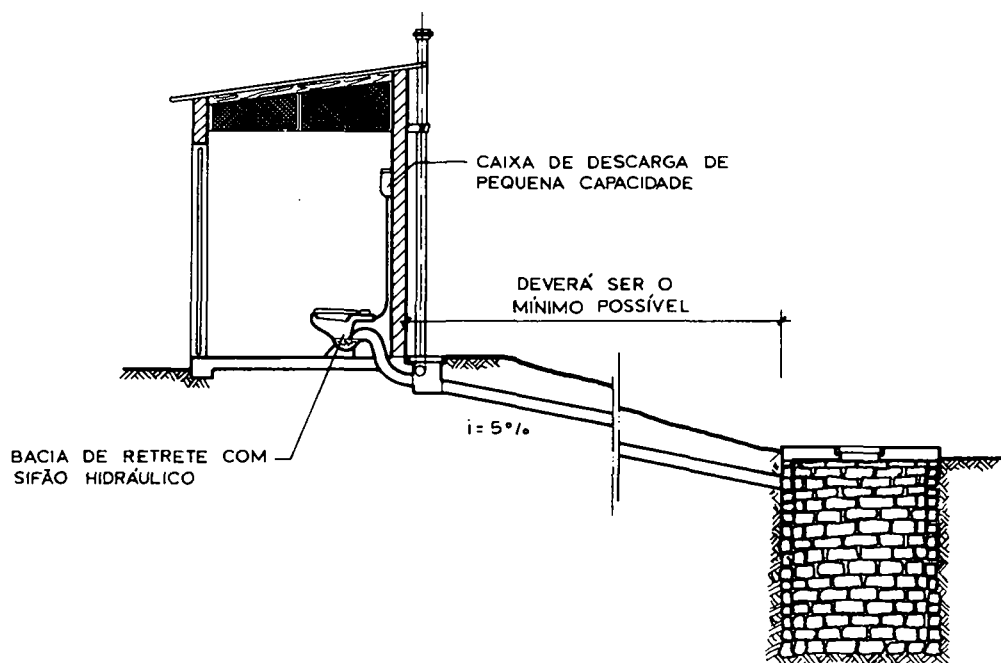
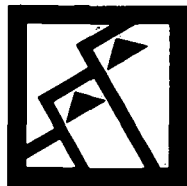
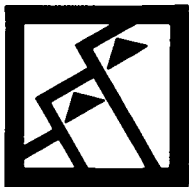


FIGURA F.3.3 - Latrina de fossa absorvente com bacia de retrete com sifão hidráulico



REDE DE ESGOTOS PREDIAL

DESCRIÇÃO

Um sistema predial de águas residuais domésticas deve assegurar uma rápida evacuação, estar convenientemente ventilado e garantir, pelo seu traçado e demais características, fáceis operações de limpeza.

Todos os componentes do sistema deverão satisfazer as especificações pertinentes [57, 77].

Compõem um sistema predial de águas residuais domésticas as canalizações com os respectivos acessórios e equipamento.

Os materiais mais frequentemente utilizados nas canalizações são o plástico e o grés.

A Fig. F.4.1 esquematiza um sistema predial de águas residuais domésticas e identifica a terminologia regulamentar [57].

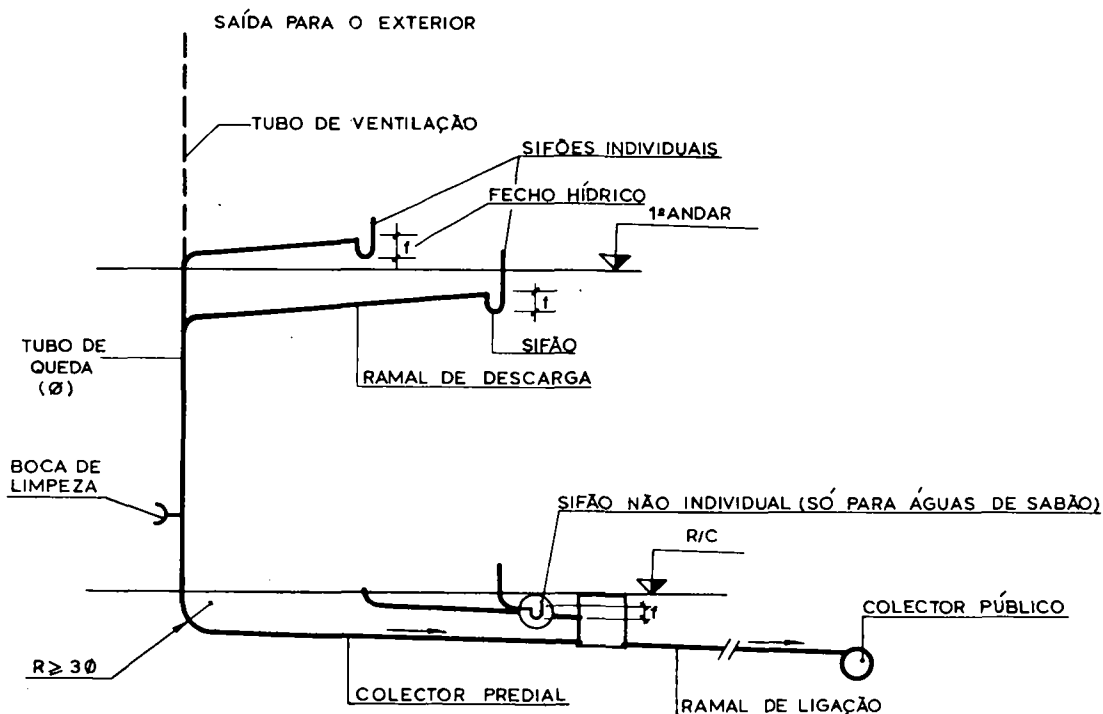


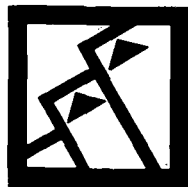
FIGURA F.4.1 - Sistema predial de águas residuais domésticas

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 4 / 2



DIMENSIONAMENTO

Estabelecidos os traçados, determinam-se os caudais de evacuação e os correspondentes diâmetros e inclinações das canalizações.

Os caudais determinam-se pelo somatório dos que correspondem aos seguintes dois grupos de aparelhos:

- a) de utilização não simultânea;
- b) de utilização simultânea (por exemplo, uma bateria de lavatórios em instalações desportivas).

O caudal do primeiro grupo obtém-se somando os caudais unitários indicativos no Quadro F.4.1 (caudal acumulado) [57], e determinando o caudal provável dado pela curva da Fig. F.4.2 [65].

QUADRO F.4.1 - Caudais de descarga de aparelhos sanitários

APARELHO	CAUDAL DE DESCARGA (l/min)
Bacia de retrete	90
Banheira ou chuveiro	60
Bidé	30
Lavatório	30
Máquina ou tanque	60
Pia lava-louça	30

O caudal do segundo grupo resulta da soma dos caudais unitários (Quadro F.4.1) dos aparelhos de eventual utilização simultânea. Os diâmetros das canalizações de fraca pendente (ramais e colectores) determinam-se recorrendo ao ábaco da Fig. F.4.3 [66,67] (escoamento a meia secção), devendo fixar-se as inclinações entre 1% e 4% e os diâmetros acima de 7,5 cm quando as canalizações transportem águas fecais.

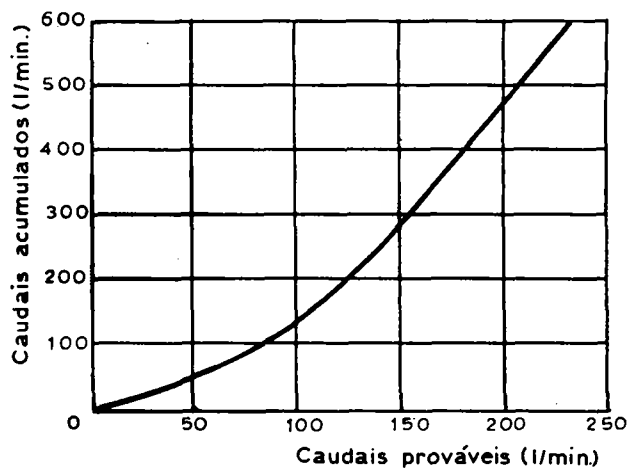
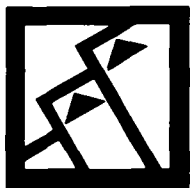


FIGURA F.4.2 - Caudal provável

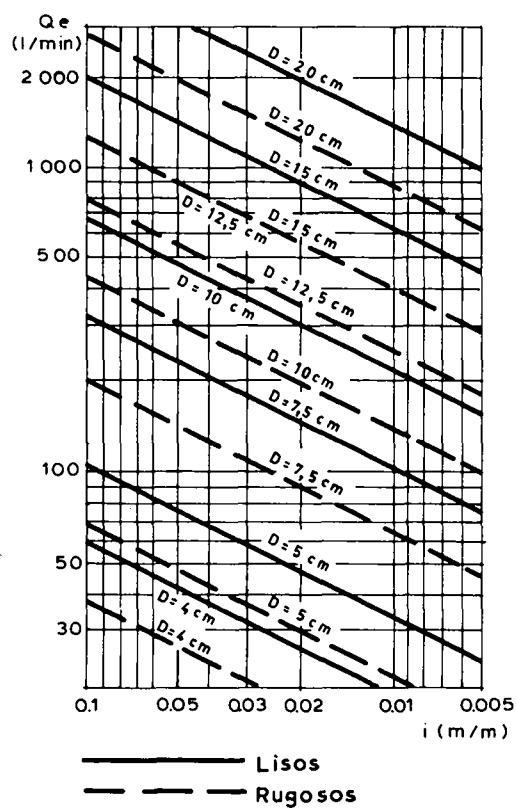


FIGURA F.4.3 - Determinação dos diâmetros de canalização de fraca pendente; escoamento a meia secção

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 4 / 4



Definido o diâmetro e a inclinação deverá ser verificado se as condições de autolimpeza são satisfeitas (Quadro F.4.2)

QUADRO F.4.2 Inclinação mínima de autolimpeza

DIÂMETROS DAS CANALIZAÇÕES DE FRACA PENDENTE (mm)	INCLINAÇÃO MÍNIMA (%)
50	2,5
63	2,0
75	1,5
100	1,5
120	1,0

A determinação dos diâmetros dos tubos de queda far-se-á entrando com o caudal no ábaco da Fig. F.4.4 [66, 67].

Definido o diâmetro, deverá ser verificado se a relação entre a secção de escoamento e a do tubo de queda (taxa de ocupação) não é superior aos valores indicados no Quadro F.4.3 [57]; tratando-se de águas fecais, o diâmetro mínimo será de 90 mm.

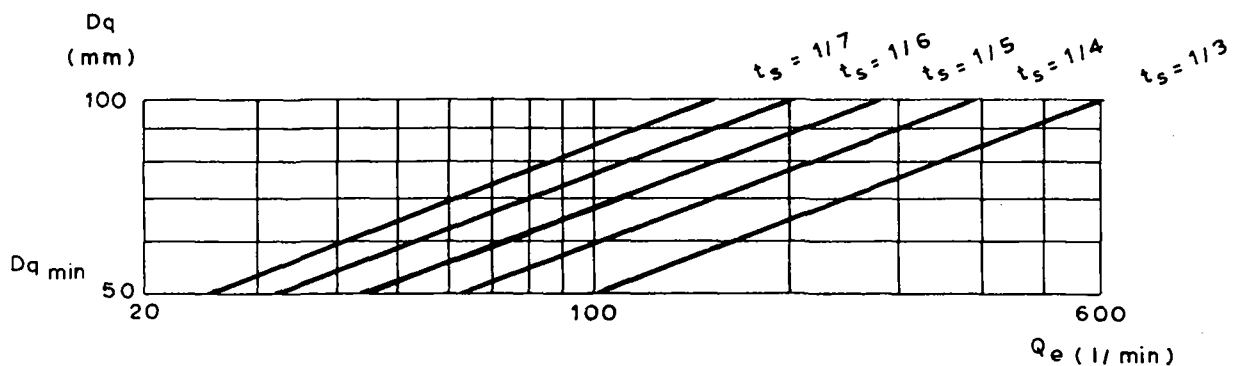
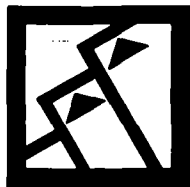


FIGURA F.4.4 -- Determinação dos diâmetros de tubos de queda para diferentes taxas de ocupação



QUADRO F.4.3 - Taxas de ocupação em função dos diâmetros do tubo de queda

DIÂMETRO DO TUBO QUEDA (mm)	TAXA DE OCUPAÇÃO t_m
D = 50	1/3
50 < D ≤ 75	1/4
75 < D ≤ 100	1/5
100 < D ≤ 125	1/6

Uma coluna de ventilação, quando necessária, terá um diâmetro mínimo igual a 2/3 do colector predial.

A Fig. F.4.5 tipifica um sistema de esgoto doméstico de uma moradia unifamiliar.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

A execução do sistema respeitará a regulamentação, normas e recomendações pertinentes.

As disposições construtivas de maior relevância são geralmente as seguintes:

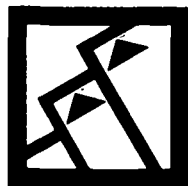
- a) as canalizações devem instalar-se de forma a garantir trechos rectos entre as mudanças de direcção, de diâmetro ou de inclinação;
- b) nas mudanças de diâmetro, em câmara de visita, o extradorso da canalização de jusante deve estar a cota igual ou inferior às dos extradorsos das canalizações de montante;
- c) as canalizações devem localizar-se embutidas em elementos não estruturais, à vista sob os pavimentos ou em dutos verticais;

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

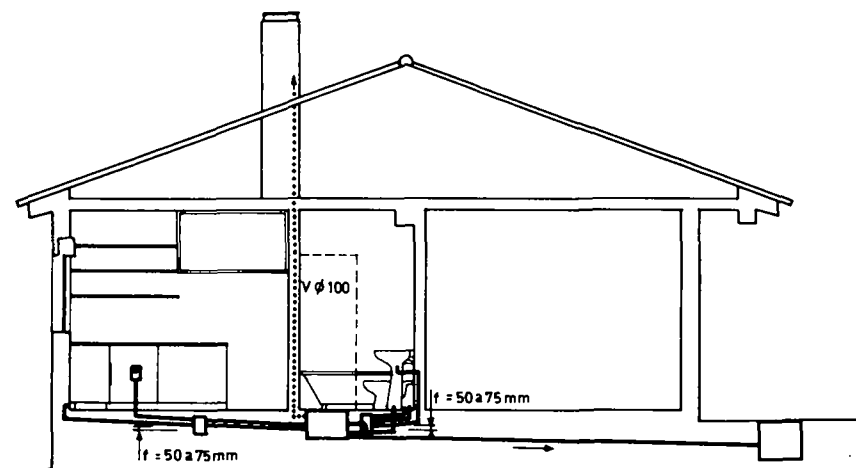
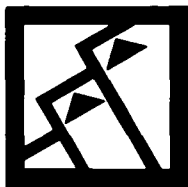
Ficha F. 4 / 6



- d) os ramais de descarga de águas fecais e de sabão devem ser independentes;
- e) não devem ser usados tês mas sim forquilhas de superfícies interiores adoçadas;
- f) não são recomendáveis mudanças de direcção intermédias de tubos de queda com translações superiores ao equivalente a 10 diâmetros dos mesmos;
- g) as mudanças de direcção intermédias e nas bases dos tubos de queda fazem-se com curvas de concordância de raio mínimo igual ao triplo do diâmetro do tubo;
- h) deve assegurar-se sempre a ventilação das redes térreas através de colunas com origem na parte superior de câmaras ou canalizações, no caso de não haver instalações superiores que permitam a ventilação através de tubos de queda;
- i) as câmaras devem respeitar as características geométricas tipificadas na Fig. F.4.5;
- j) para evitar situações de refluxo, com alagamento de caves, devem observar-se as prescrições regulamentares;
- k) após instalação, as canalizações devem ser submetidas aos ensaios regulamentares;
- l) os sifões de diâmetro igual ou inferior aos dos respectivos ramais devem ter fecho hídrico igual a 5 cm e poderão, tratando-se de água de sabão, ser individuais ou respeitar a mais de um aparelho.

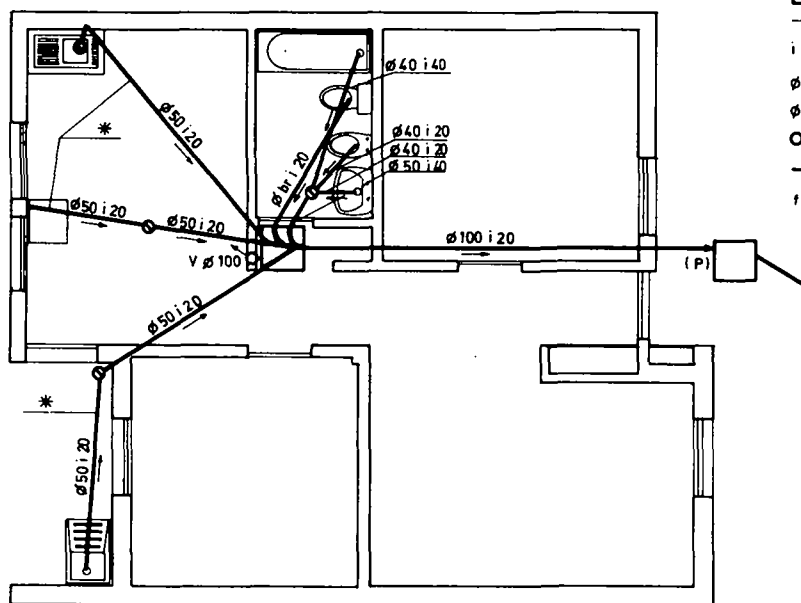
EXPLORAÇÃO

Os sistemas prediais de águas residuais domésticas exigem apenas, limpeza dos sifões com periodicidade semestral.



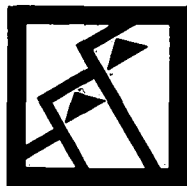
LEGENDA

- canalizações de esgoto
- canalizações de ventilação
- OV coluna de ventilação
- ⊙ sifão
- câmara
- sentido da pendente
- i declividade (mm/m)
- φ diâmetro da canalização (mm)
- φ_{br} diâmetro de ramal de bacia de retrete
- ⊙→ prumada que sobe
- queda no ponto (P)
- f fecho hídrico



* - Se forem de plástico as canalizações destes ramos terão características adequadas para o transporte de esgoto não frio.

FIGURA F.4.5 - Sistema predial de esgoto doméstico



REDE DE ESGOTOS CONVENCIONAL

DESCRIÇÃO

A rede de esgotos convencional (REC) é um sistema de colectores que drenam as águas residuais domésticas mas não incluem as águas residuais pluviais, constituindo os chamados sistemas separativos.

Os sistemas unitários que drenam na mesma tubagem as águas residuais domésticas e pluviais, muito utilizados até à década de 60, não são em geral recomendados para servir aglomerados de reduzida dimensão, não só pela complexidade do seu dimensionamento cuja análise não caberia neste Manual, como também pelas dificuldades que trariam à selecção e dimensionamento dos dispositivos de tratamento.

Assim, uma REC utilizará sempre colectores com o diâmetro de 200 mm, o mínimo admissível conforme o artigo 20º do Regulamento Geral das Canalizações de Esgoto (RGCE) [77].

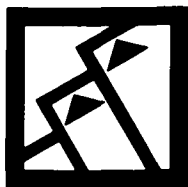
Os órgãos acessórios mais comuns são as câmaras de visita que permitem o acesso aos colectores para limpeza e inspecção. Estes órgãos são obrigatoriamente implantados nos seguintes casos [77]:

- a) nos cruzamentos e inserção de colectores;
- b) nos locais de mudança de direcção, de declive e de diâmetros dos colectores;
- c) nos alinhamentos rectos, de modo a que o afastamento máximo entre câmaras de visita consecutivas nunca seja superior a 60 metros.

As câmaras de visita instaladas na extremidade de montante dos colectores devem permitir a limpeza dos colectores, para o que são munidas de uma adufa ou comporta, deslocável ao longo de guias fixas à parede junto da tubagem de saída, recebendo então o nome de câmaras de corrente de varrer.

Estas câmaras, quando existirem e por razões de ordem sanitária, não devem possuir qualquer ligação directa com a rede de distribuição de água potável.

Se o colector for muito extenso deverão ser instaladas câmaras de corrente de varrer ao longo do seu percurso (com espaçamentos de 300 m), devendo estas câmaras ser munidas de adufas na entrada e na saída.



LOCALIZAÇÃO

A REC deve ser implantada em todos os arruamentos do aglomerado onde existam habitações a servir.

DIMENSIONAMENTO

Conforme o referido anteriormente, o diâmetro dos colectores é de 200 mm, o qual é suficiente para servir qualquer aglomerado de reduzida dimensão, desde que a sua inclinação não seja inferior a 0,5%.

Na Fig. F.5.1 apresenta-se um esquema exemplificativo de uma REC, de uma câmara de visita e do perfil transversal tipo da vala de implantação do colector.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

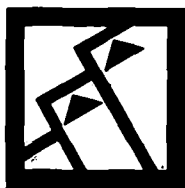
A implantação dos colectores deve ser feita tal que o seu extradorso se situe à profundidade mínima de 1 m [57]. Este valor deverá ser aumentado sempre que as solicitações devidas ao tráfego o recomendem.

O assentamento dos colectores nas valas deve ser feito sobre uma almofada de areia ou terra cirandada devidamente compactada que deve envolver completamente o colector, sendo as camadas superiores depositadas sucessivamente, sem que nenhuma delas exceda 0,20 m de espessura depois de compactada a maço ou vibrador mecânico.

Os materiais mais utilizados nas tubagens são o PVC rígido e o grés cerâmico vidrado. Em situação de recurso pode-se empregar também o fibrocimento, desde que interiormente disponha de protecção adequada realizada pelos próprios fabricantes.

O colector de águas residuais deve estar sempre implantado a um nível inferior ao da conduta de água e distanciada desta pelo menos 1 m.

Se, por qualquer motivo, não for possível respeitar o condicionamento anterior, terão de ser tomadas as medidas necessárias para evitar o risco de contaminação da água pelas águas residuais, quer protegendo estas últimas dentro de uma caixa de betão na zona de cruzamento das duas tubagens, quer separando-as através duma laje de betão.



EXPLORAÇÃO

As REC devem ser inspeccionadas periodicamente por pessoal da entidade gestora do saneamento básico, para verificação das suas condições de funcionamento, em especial as hidráulicas.

Com efeito, o problema mais frequente nas REC dos aglomerados de reduzida dimensão são as deposições da matéria orgânica por insuficiente capacidade de transporte, devido não só aos reduzidos caudais em jogo, como também às inclinações dos colectores por vezes insuficientes.

Para proceder à limpeza dos colectores, deve primeiramente ser vedada a saída das câmaras de corrente de varrer (e também a entrada se se tratar de câmaras intermédias), através do fecho da adufa nela existente. As câmaras são cheias de água, utilizando uma mangueira, levantando-se em seguida a adufa (do lado de jusante se se tratar de uma câmara intermédia). Este modo de actuação constitui o processo mais simples de manter a REC em adequado funcionamento.

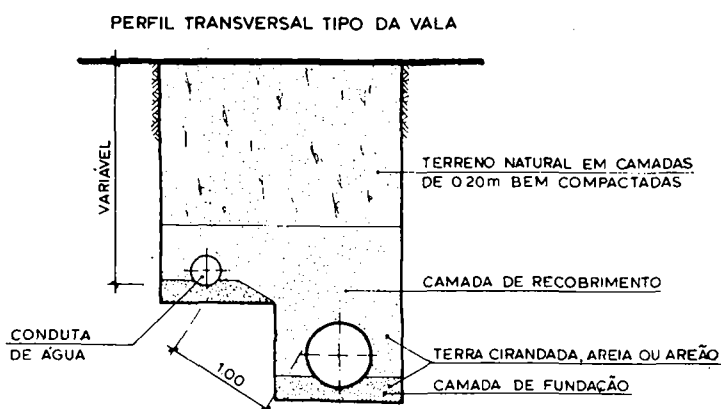
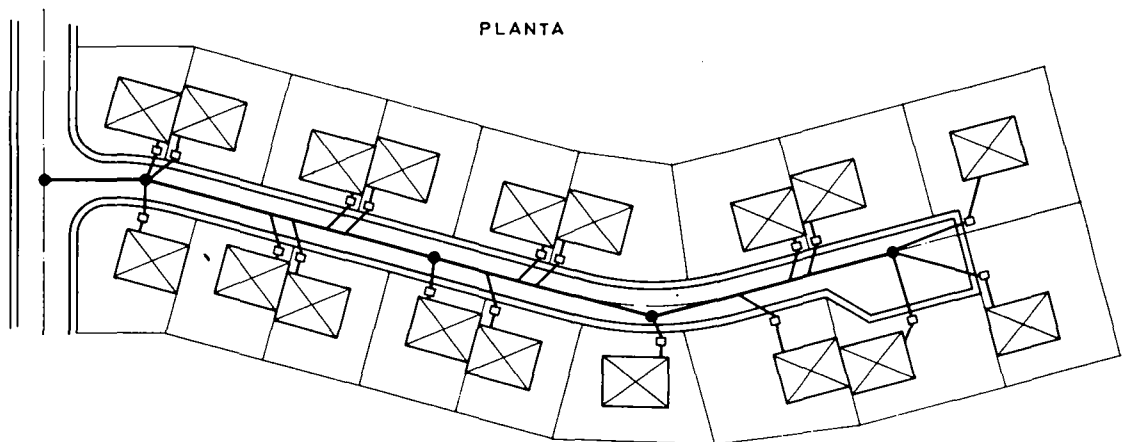
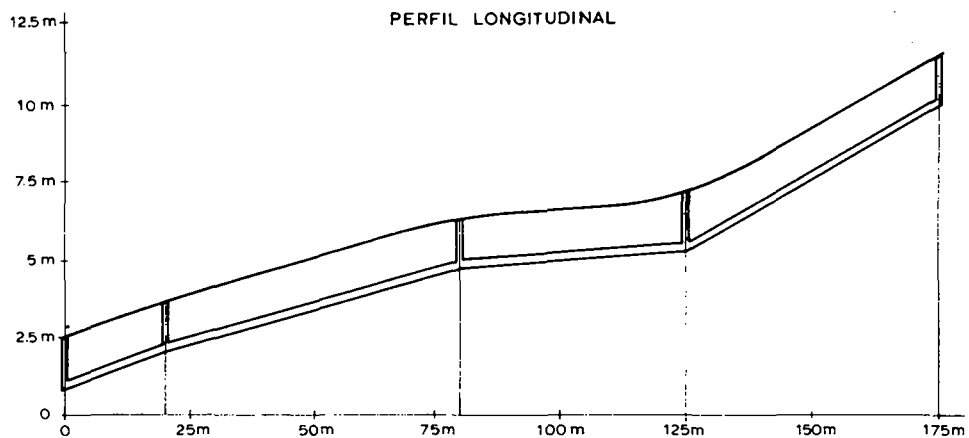
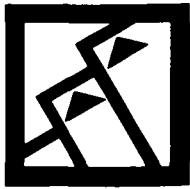
A inspecção dos colectores é feita através das câmaras de visita, mas só os operadores da Câmara Municipal, devidamente equipados com botas de borracha, luvas, máscaras, etc., o deverão fazer, depois de tomadas as necessárias precauções nomeadamente a de destapar as câmaras de visita pelo menos 30 minutos antes de nelas entrar, e de haver pelo menos dois operadores, um que procede à inspecção e o outro que fica à superfície para prestar ao primeiro a assistência que for necessária.

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F.5 / 4



CÂMARA DE VISITA (NP 881 E NP 882)
DEGRAUS (NP 883)

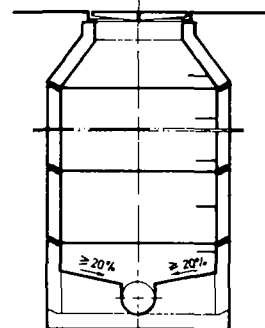


FIGURA F.5.1 - Esquema de rede de esgotos convencional (planta e perfis longitudinal e transversal)



REDE DE ESGOTOS DECANTADOS

DESCRIÇÃO

Uma rede de esgotos decantados (RED) é um sistema de colectores que drenam águas residuais previamente submetidas a uma operação de decantação. Deste modo, a RED apenas recebe a fase líquida, o que diminui significativamente os riscos de entupimento, permitindo a utilização de colectores de diâmetro de valor inferior ao mínimo regulamentar. Daí o facto de na literatura inglesa a designação equivalente a RED ser "Small bore sewer".

Para a retenção da fase sólida emprega-se normalmente um tanque interceptor de sólidos, o qual fica, conseqüentemente, localizado a montante da ligação da residência ou grupo de residências à rede.

As fossas sépticas, servindo sistemas individuais de saneamento, podem ser aproveitadas como tanques interceptores de sólidos, quando se verificar a evolução do sistema de saneamento individual para o colectivo.

Um sistema de RED (Fig. F.6.1) é composto por:

- a) ligações residência - tanque interceptor de sólidos (TIS);
- b) tanque interceptor de sólidos (fossa séptica);
- c) colectores de esgotos decantados;
- d) acessórios.

Algumas destas componentes podem apresentar certas diferenças em relação às das redes de esgotos convencionais (REC), devido ao facto de se destinarem a drenar águas residuais isentas de sólidos flutuantes e em suspensão. A principal diferença reside nos colectores, que são constituídos por tubos de plástico rígido cujo diâmetro pode variar de 50 a 100 mm, embora o primeiro destes diâmetros seja praticado apenas nos EUA.

Tanto o traçado em planta como em perfil dos colectores da RED pode diferir significativamente das regras seguidas nas redes convencionais: nas RED são permitidas mudanças de direcção por meio de curvas; no traçado em perfil admitem-se troços de colectores que funcionem em pressão e com declives contrários ao sentido do escoamento (desde que tais condições de escoamento não provoquem o refluxo das águas residuais para os tanques interceptores ligados a esses troços).



As águas residuais transportadas por redes de pequeno diâmetro sofreram já um tratamento primário. Não obstante, na maioria dos casos, haverá necessidade de complementar o tratamento das águas residuais com um tratamento secundário. A lagunagem, aplicando o sistema do tipo A (Ficha F.17), e os tratamentos no terreno (infiltração ou filtração) serão, em princípio, as soluções mais adequadas.

As RED proporcionam uma redução nos custos de escavação, de construção, de materiais, de bombagem e tratamento das águas residuais, além de possibilitarem menores consumos de água para o transporte dos sólidos na rede, permitindo a utilização de autoclismos de descarga reduzida.

Apesar destas significativas vantagens, a opção por um sistema de RED deve ser cuidadosamente ponderada. Efectivamente, se for necessário implantar todos (ou quase todos) os tanques interceptores de sólidos, os custos de construção destes tanques e da implementação de um serviço regular de limpeza dos mesmos podem não ser compensados pelas economias proporcionadas por esta tecnologia.

LOCALIZAÇÃO

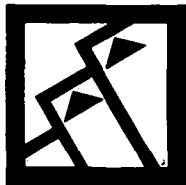
As RED são particularmente vantajosas para povoações em que já existem muitas residências com fossa séptica e em que o crescimento do aglomerado aponta para a substituição das soluções individuais por uma solução colectiva. As RED são ainda a tecnologia indicada para a drenagem de águas residuais em zonas de risco de contaminação das águas subterrâneas [38] pela infiltração dos efluentes das fossas.

DIMENSIONAMENTO

1 - Rede de colectores de pequeno diâmetro

O dimensionamento da RED difere do dimensionamento da REC em dois aspectos:

- a) no caso da RED, o tanque interceptor de sólidos introduz um amortecimento dos picos de afluência;
- b) alguns troços da rede permitem o escoamento em carga, desde que satisfeita a condição de, para o caudal de ponta, a linha piezométrica ser inferior ao nível de saída dos TIS, a fim de evitar o retorno das águas residuais para o seu interior; tais



troços poderão assim funcionar em regime livre ou forçado, consoante o caudal afluente.

O caudal de ponta calcula-se segundo a expressão:

$$Q_p = P \times C \times f_p / 86400 \quad (\text{F.6.1})$$

em que: Q_p - caudal de ponta (l/s)
 P - população (hab.)
 C - capitação de águas residuais (80 l/hab./d)
 f_p - factor de ponta, geralmente igual a 1,2 embora possa, em alguns casos, atingir o valor 2 [70].

No caso de um número muito baixo de residências ligadas a um troço da rede, o caudal de ponta pode calcular-se considerando uma contribuição de 0,025 l/s por residência [70].

Após a definição do caudal de projecto, os cálculos hidráulicos consistem na verificação, para um dado valor do diâmetro, se o escoamento se processa em regime livre ou forçado; esta verificação deve ser efectuada para cada troço, definido por inclinação ou caudal aproximadamente constantes.

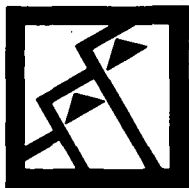
Esta análise pode realizar-se com base na equação de Manning:

$$v = (1/n) R^{2/3} i^{1/2} \quad (\text{F.6.2})$$

em que: v - velocidade de escoamento (m/s)
 n - coeficiente de rugosidade do colector
 R - raio hidráulico (m)
 i - inclinação (m/m)

Aconselha-se a que o diâmetro mínimo a considerar nesta análise seja de 100 mm e que a velocidade mínima, para o caudal de ponta, seja de 0,3 m/s.

Caso se verifique que em determinado troço da rede o escoamento se faria em pressão e simultaneamente que ocorreria o transbordo de águas residuais da rede para os TIS, deve considerar-se o diâmetro imediatamente superior.



O Quadro F.6.1 apresenta valores do diâmetro e da inclinação de tubos de PVC cujo coeficiente de rugosidade é 0,011, em escoamento a secção cheia.

QUADRO F.6.1 - Inclinações e caudais em tubos circulares de PVC em secção cheia [10]

	DIAMETRO (mm)					
	50	100	150	200	250	300
Velocidade V = 0,3 m/s						
Inclinação i (%)	0,373	0,148	0,086	0,059	0,044	0,034
Caudal Q (l/s)	0,589	2,356	5,301	9,424	14,726	21,205
Velocidade V = 0,6 m/s						
Inclinação i (%)	1,493	0,592	0,345	0,235	0,174	0,136
Caudal Q (l/s)	1,178	4,72	10,602	18,849	29,452	42,411
Velocidade V = 1 m/s						
Inclinação i (%)	4,148	1,646	0,958	0,653	0,485	0,380
Caudal Q (l/s)	1,963	7,854	17,67	31,41	49,08	70,68
Velocidade V = 1,5 m/s						
Inclinação i (%)	9,333	3,703	2,157	1,470	1,092	0,856
Caudal Q (l/s)	2,945	11,78	26,50	47,12	73,63	106,03

2 - Tanque interceptor de sólidos (TIS)

O caso mais corrente consiste em passar de uma situação de saneamento individual, em que a maioria das habitações dispõe da sua fossa séptica, para uma situação de solução colectiva. O dimensionamento do tanque interceptor de sólidos torna-se desnecessário neste caso, visto que a fossa séptica existente pode ser aproveitada para esse fim.



Na situação, menos corrente, de haver que proceder à construção do TIS, este deve ser concebido de modo a dispor de capacidade suficiente para satisfazer as quatro finalidades seguintes:

- a) retenção de sólidos;
- b) digestão dos sólidos sedimentados;
- c) armazenamento dos sólidos digeridos;
- d) armazenamento das escumas.

O volume total é determinado pela soma dos valores calculados a partir da expressão seguinte [70]:

$$V = P \times (C \times t_r + 70 \times N) \times 10^{-3} + 0,7 \quad (\text{F.6.3})$$

em que: V - volume útil (m³)
 C - capitação de águas residuais (l/hab./d)
 P - população servida pelo tanque (hab.)
 t_r - tempo de retenção hidráulica (d)
 N - intervalo entre limpezas do tanque (ano)

A Fig. F.6.3 indica as dimensões de tanques interceptores de sólidos para 5, 10 e 15 utentes, dado que pode ser viável ligar 2 ou mais residências ao mesmo tanque interceptor. O dimensionamento apresentado baseia-se num intervalo entre limpezas da ordem de 3 anos, um tempo de retenção hidráulico de 24 h e numa capitação de 80 l/hab./d de águas residuais.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

Apontam-se os aspectos construtivos de maior relevância nas diversas componentes das RED.

Em primeiro lugar, as ligações da residência ou grupo de residências ao tanque interceptor podem ser implantadas a profundidade reduzida e não devem receber águas pluviais.

Os tanques interceptores de sólidos são meras fossas sépticas monocompartmentadas e de comprovada estanqueidade.



Os colectores de pequeno diâmetro são tubos de plástico rígido, geralmente PVC, embora também se possa utilizar polietileno de baixa densidade.

Nos locais em que ocorra tráfego de veículos sobre o colector, este deve ser implantado a pelo menos 1 m de profundidade sobre o extradorso do tubo. Nos casos em que é possível assegurar o não acesso de camiões recomenda-se uma profundidade mínima de 0,5 m.

Os órgãos acessórios de uma RED incluem as **estações elevatórias (EE)**, **dispositivos de limpeza** e **caixas de passagem**. Estas últimas devem ser previstas nos principais nós das redes e nas mudanças bruscas de direcção. Os dispositivos de limpeza (onde, com uma mangueira, se provoca uma corrente de varrer), devem ser colocados nas cabeceiras, nos troços curvos e em cada 200 m de troço rectilíneo. As EE devem ser evitadas o mais possível, dado as suas exigências de manutenção (Ficha F.21).

Os dispositivos de limpeza e caixas de passagem podem ser construídos de uma forma simples, com base em tubos e acessórios de PVC no primeiro caso e betão ou alvenaria de tijolo no segundo (Fig.F.6.2).

EXPLORAÇÃO

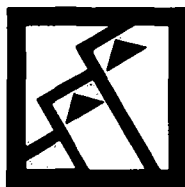
As redes de esgotos decantados requerem uma manutenção muito reduzida, limitada principalmente à limpeza periódica do TIS, recomendando-se ainda o varrimento da rede com água, a fim de evitar entupimentos (embora não haja notícia reportada na literatura de, na prática, se ter verificado esta necessidade).

1 - Rede de colectores

A limpeza dos colectores processa-se de uma forma análoga à das redes convencionais, descrita na Ficha F.5.

A corrente de varrer não deve provocar uma carga hidráulica excessiva que acarrete refluxos nas ligações domiciliárias.

Se se verificar obstrução do colector em qualquer ponto da RED, deve localizar-se o tanque interceptor de sólidos situado a montante e aí estacionar um limpa-fossas que aspirará todo o caudal de águas residuais afluentes, permitindo a desobstrução do colector com os



instrumentos introduzidos a partir desse ponto. Pode verificar-se a necessidade de partir o colector no ponto de obstrução. Nessa eventualidade, será conveniente instalar um dispositivo de limpeza (Fig. F.6.2) nesse ponto, para futuras emergências.

2 - Tanque interceptor de sólidos

O tanque interceptor de sólidos deve ser cheio de água antes da entrada em funcionamento.

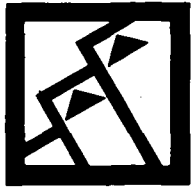
A limpeza do tanque interceptor é determinada pela altura das lammas acumuladas no fundo e/ou pela distância entre o plano inferior da camada de escumas e a entrada do dispositivo de saída do efluente:

- a) as lammas acumuladas não devem distar menos de 30 cm da entrada do referido dispositivo de saída;
- b) o plano inferior da camada de escumas deve ficar pelo menos 7,5 cm acima da entrada do efluente no dispositivo de saída.

A inspecção do tanque é feita através da abertura existente na laje de cobertura, devendo ser cumpridas as recomendações referidas na Ficha F.5, nomeadamente no que se refere ao equipamento de protecção dos operadores, bem como à necessidade de remover a tampa dessa abertura pelo menos 30 minutos antes de iniciar qualquer tarefa, para permitir o escape dos gases tóxicos (metano, anidrido carbónico e gás sulfídrico) produzidos pela digestão anaeróbia dos sólidos retidos.

O processo prático de verificar as distâncias referidas em a) e b) consiste em fazer uma inspecção anual, a cargo da entidade gestora do saneamento básico da área, mergulhando no tanque interceptor uma espécie de zaragatoa, constituída por uma vara de comprimento superior à altura do tanque, à qual se enrolou previamente um tecido absorvente branco (Fig. F.6.3) numa altura superior à do líquido na fossa. Este instrumento é mergulhado verticalmente no tanque até ao fundo, imprimindo-se ao cabo um movimento de rotação com as mãos e mantendo-o mergulhado durante 1 minuto.

Ao retirar a vara, a altura da camada de lammas é medida através da distinta marca escura observada no tecido branco.



A altura da camada de escumas é avaliada introduzindo o dispositivo indicado na Fig. F.6.3 que consiste numa vara marcada com uma escala, à qual se pregou uma tábua de madeira com 8 cm de lado. O plano inferior da camada de escumas é indicado pela diminuição da resistência ao mergulho.

A localização do ponto de descarga do dispositivo de saída do efluente pode ser avaliada com o mesmo instrumento. A distância entre as duas marcas indica a distância do plano inferior da camada de escumas ao ponto da descarga do efluente.

Se a inspecção anualmente realizada determinar a necessidade de limpeza do tanque, esta operação será executada com o auxílio de um camião limpa-fossas, o qual aspirará a matéria sólida, com excepção de uma pequena quantidade, que servirá de inóculo para a digestão das novas lamas.

O destino final dos sólidos removidos poderá ser uma ETAR próxima ou a deposição no terreno.

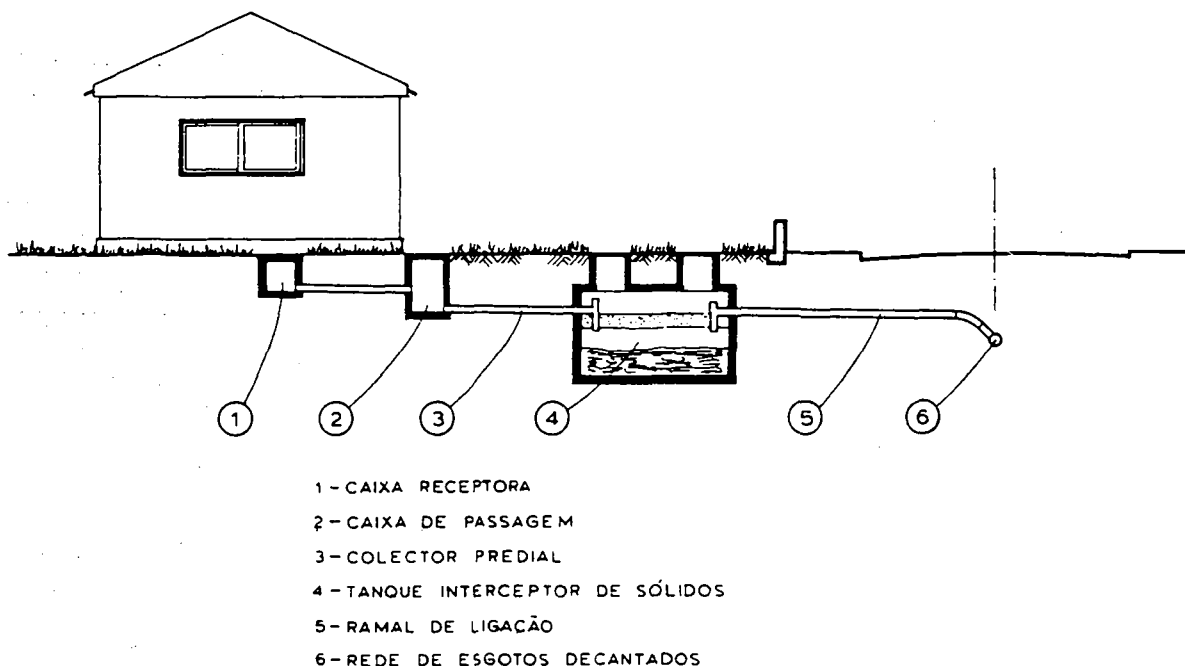


FIGURA F.6.1 - Ligação do sistema predial à rede de esgotos decantados

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 6 / 9

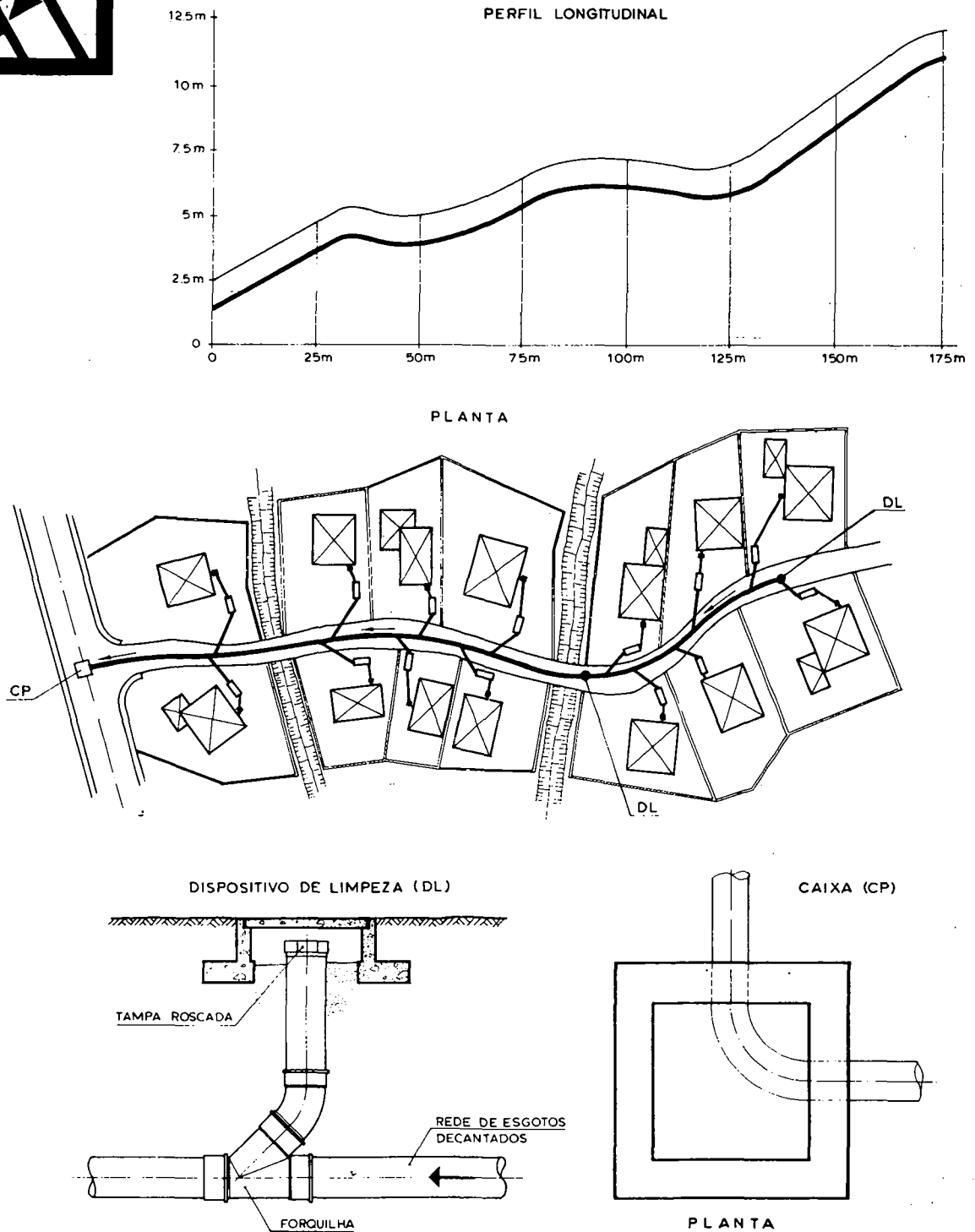
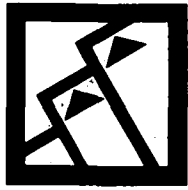


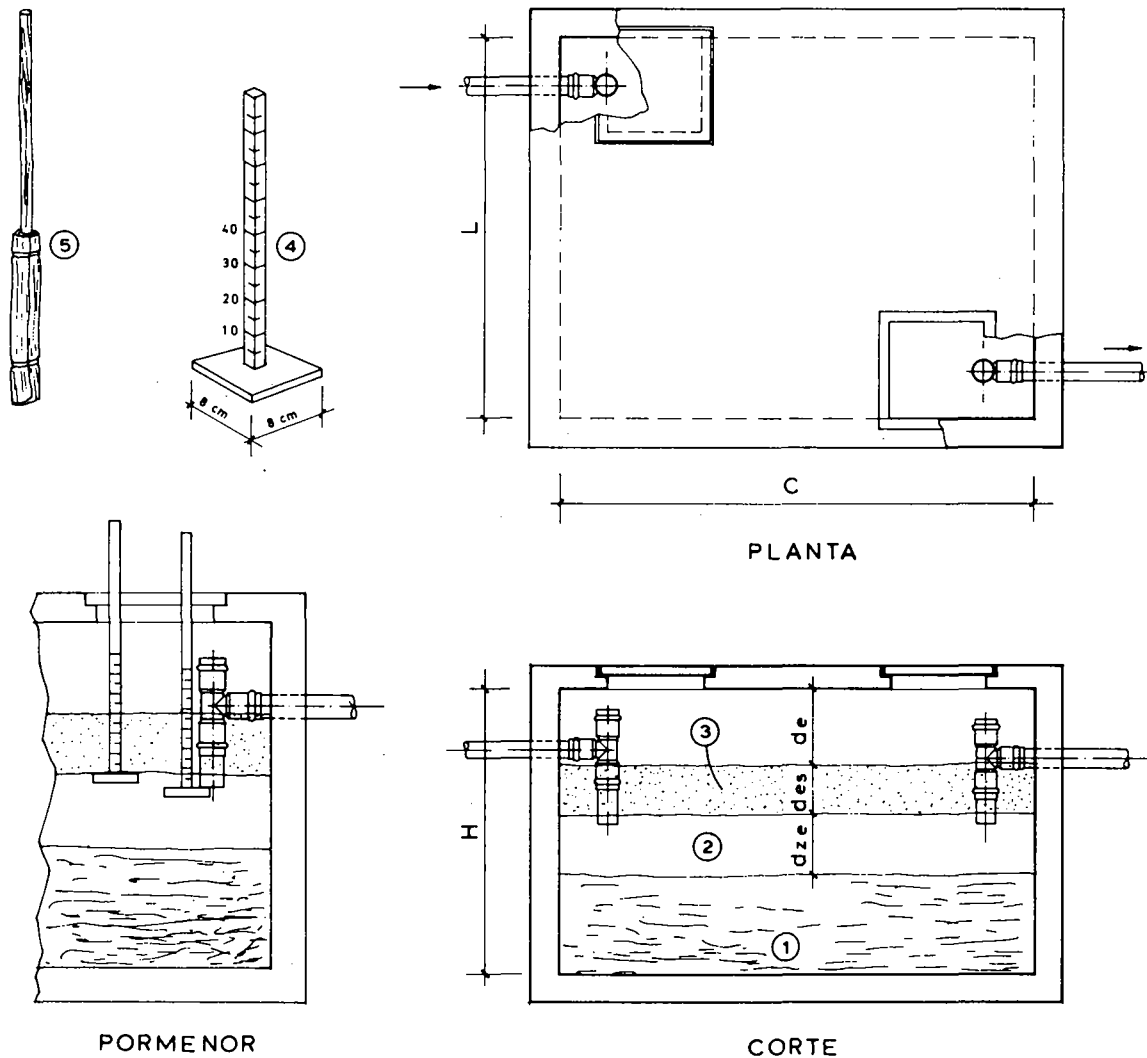
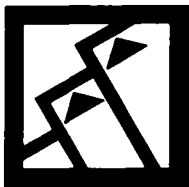
FIGURA F.6.2 - Esquema de rede de esgotos decantados (perfil, planta e dispositivo de limpeza)

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 6 / 10



- 1 LAMAS
- 2 ZONA LIVRE
- 3 ESCUMAS
- 4 DISPOSITIVO DE MEDIDA DA ALTURA DAS ESCUMAS
- 5 DISPOSITIVO DE MEDIDA DA ALTURA DE LAMAS

POPULAÇÃO SERVIDA (hab.)	C (m)	L (m)	H (m)	des (m)	dze (m)	de (m)
5	2.00	1.25	1.30	0.25	0.30	0.40
10	2.50	1.60	1.40	0.25	0.30	0.40
15	2.50	2.00	1.50	0.25	0.30	0.40

Fig. F.6.3 - Tanque interceptor de sólidos



FOSSA SÉPTICA

DESCRIÇÃO

A fossa séptica é um reservatório estanque onde as águas residuais se mantêm durante um certo período, suficiente para sofrerem um tratamento físico e biológico anaeróbio.

As águas residuais afluentes a este órgão ficam no seu interior sujeitas a:

- a) acção física (sedimentação e flotação);
- b) acção biológica (digestão anaeróbia ou fermentação séptica).

A acção física devida à redução de velocidade das águas residuais no interior do órgão permite a sedimentação das matérias sólidas de maior densidade para o fundo, formando lamas, e a flotação das matérias de menor densidade para a superfície, formando escumas.

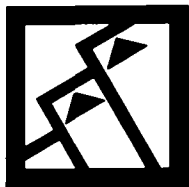
A acção biológica, que se verifica tanto nas lamas do fundo como nas escumas superficiais, consiste na transformação da matéria orgânica em matéria mineral acompanhada de libertação de gases e redução apreciável (cerca de 75%) do volume de lamas.

Apesar dos resultados obtidos, em termos de qualidade do efluente à saída deste órgão de decantação e digestão conjuntas, verifica-se que o líquido apresenta um aspecto e odor desagradáveis, elevado teor de matéria orgânica (CBO) e grande número de germes patogénicos. Por este motivo, nunca se pode considerar que a fossa séptica constitui, só por si, um tratamento completo, tendo obrigatoriamente a jusante um órgão de tratamento complementar, cujas características e selecção serão alvo das fichas seguintes.

LOCALIZAÇÃO

As fossas sépticas podem estar localizadas junto de habitações isoladas, grupos de habitações ou aglomerados de reduzida dimensão, em local onde exista o espaço necessário para implantação dos órgãos de tratamento complementar.

A localização da fossa séptica deve ser escolhida de modo a facilitar não só o escoamento gravítico das águas residuais provenientes das habitações, mas também da fossa para os órgãos de tratamento complementar e de descarga no meio ambiente, não devendo ficar excessivamente perto de



edifícios, limites de propriedades, origens de água ou árvores cujas raízes as podem danificar.

Assim recomendam-se afastamentos de 1,50 m dos edifícios e dos limites das propriedades, e de 3,00 m, quer de árvores de grande porte, quer de tubos de água.

Para prevenir os riscos de contaminação de origens de água, a fossa séptica e órgãos complementares devem estar localizados a jusante daquelas, a pelo menos 15 m de distância, podendo ir até 30 m no caso de areias e seixos e a maiores distâncias ainda no caso de rochas fracturadas [58].

Devido à necessidade de inspeccionar e limpar frequentemente as fossas, é desejável que estas não estejam enterradas a profundidades superiores a 0,50 m.

DIMENSIONAMENTO

O volume útil de uma fossa séptica é determinado pela soma das seguintes parcelas:

- a) volume ocupado pelas águas residuais - $P \times C \times t_r$
- b) volume ocupado pelas lamas digeridas - $P \times C_{1d} \times (t_1 - t_d)$
- c) volume ocupado pelas lamas em digestão - $P \times \frac{C_{1r} + C_{1d}}{2} \times t_d$

ou seja:

$$V = P (C \times t_r + C_{1d} \times (t_1 - t_d) + \frac{C_{1r} + C_{1d}}{2} \times t_d) \quad (\text{F.7.1})$$

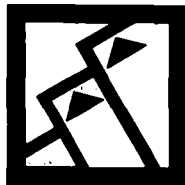
em que: V - volume útil (m³)
 P - população (hab.)
 C - capitação de águas residuais (80 l/hab./d)
 C_{1r} - capitação de lamas frescas (0,45 l/hab./d)
 C_{1d} - capitação de lamas digeridas (0,11 l/hab./d)
 t_r - tempo de retenção (1 a 3 d)
 t₁ - tempo entre limpezas (720 d)
 t_d - tempo de digestão de lamas (60 d)

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 7 / 3



No dimensionamento da fossa séptica admite-se que o tempo de retenção das águas residuais diminua à medida que aumenta a população servida, de acordo com o seguinte critério:

- a) até 60 habitantes $t_r = 3$ d
- b) até 500 habitantes $t_r = 2$ d

Nas Figs. F.7.1 e F.7.2 apresentam-se as principais características das fossas cujas dimensões, em função da população servida, são as assinaladas nos quadros respectivos.

Tendo em conta os quadros destas figuras e o critério de redução do tempo de retenção com o aumento de população servida, recomenda-se a utilização da fossa prevista para 100 habitantes para servir uma população entre 60 e 100 habitantes.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

As fossas sépticas, construídas em betão armado, têm as características assinaladas nas Figs. F.7.1 e F.7.2.

As fossas terão no mínimo dois compartimentos, para aumentar a eficiência do tratamento, devendo ter três para capacidades iguais ou superiores a 20 m³.

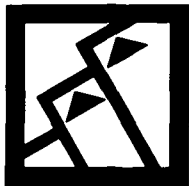
As fossas de dois compartimentos terão duas aberturas, uma sobre a entrada e a outra sobre a saída.

As fossas de três compartimentos terão quatro aberturas, sobre as entradas e saídas.

Os fundos de cada compartimento serão inclinados em direcção às zonas sob as aberturas, para facilitar as operações de remoção de lamas.

Para impedir a saída de corpos flutuantes e de escumas, prevêem-se sempre septos à entrada e saída dos tanques cujas profundidades relativamente à superfície livre do líquido são as assinaladas nas respectivas figuras. Acima da superfície livre, os septos terão sempre 0,25 m.

As paredes interiores entre compartimentos não atingem nunca a laje de cobertura, conforme se assinala nos desenhos.



A vedação, se necessária, poderá ser constituída por prumos de madeira e seis fiadas de arame, como se indica na Fig. D.1.3.

EXPLORAÇÃO

As fossas sépticas antes de entrarem em funcionamento têm de ser cheias de água, sendo desejável inocular-lhes uma certa quantidade de lama digerida de outra fossa, ou mesmo estrume.

Durante o seu normal funcionamento, as fossas devem ser inspeccionadas com uma periodicidade máxima de 1 ano e a descarga de lamas efectuada pelo menos de 2 em 2 anos.

A inspecção periódica tem por principal objectivo verificar o espessamento atingido pelas escumas superficiais e lamas de fundo, as quais não devem exceder os valores seguintes:

- a) as lamas acumuladas não devem distar menos de 30 cm da parte inferior do septo, junto da saída da fossa;
- b) a parte inferior da camada de escumas deve ficar pelo menos 7,5 cm acima da parte inferior do septo.

A inspecção das fossas é feita através das respectivas aberturas existentes na laje de cobertura, devendo ser cumpridas as recomendações referidas na Ficha F.5, nomeadamente no que se refere ao equipamento de protecção dos operadores, bem como à necessidade de retirar todas as tampas pelo menos 30 minutos antes de iniciar qualquer tarefa, para permitir o escape dos gases tóxicos.

O processo prático de verificar as distâncias referidas em a) e b) é feito conforme o referido na Ficha F.6, havendo necessidade de dispor de vara e tecido branco absorvente de maiores dimensões em especial para as maiores fossas tricompartimentadas.

Quando se verificar a necessidade de limpeza com um camião limpa-fossas, será deixada uma pequena quantidade de lamas, com uma altura entre 5 e 10 cm, que servirá de inóculo para a digestão das novas lamas.

Se as lamas se encontrarem bem digeridas, o que pode verificar-se pelo seu cheiro semelhante a alcatrão, podem ser secas ao ar livre em pequenas

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 7 / 5



valas; se forem uma mistura de lamas digeridas, parcialmente digeridas e de lamas frescas, situação que quase sempre se verifica, devem então ser enterradas em valas com profundidades da ordem de 60 cm, que serão recobertas com uma camada de terra de 20 cm a 30 cm [59].

O local de secagem das lamas deve ser escolhido de modo a não constituir risco de contaminação de qualquer origem de água.

As lamas digeridas secas podem ser utilizadas como adubo; pelo contrário, as lamas frescas ou não digeridas nunca devem ser utilizadas como adubo, devido aos graves riscos sanitários que envolvem.

Quanto às escumas, quando elas apresentam grande consistência têm de ser fragmentadas com jacto de água ou com uma vara, o que provoca a sua sedimentação, permitindo ao mesmo tempo a libertação dos gases retidos.

Para a realização de qualquer reparação das paredes, ou dos dispositivos de entrada e saída de esgoto, a fossa tem de ser esvaziada e posteriormente cheia de água para expulsar os gases nela existentes, mantendo todas as aberturas destapadas.

Durante a operação de retirada de lamas, o pessoal não deve ser autorizado a fumar, devido ao risco de explosão. As tarefas a executar contarão sempre com um mínimo de dois operários, um dos quais estará no exterior a observar o desenrolar dos trabalhos, estando sempre pronto a prestar socorro em qualquer emergência.

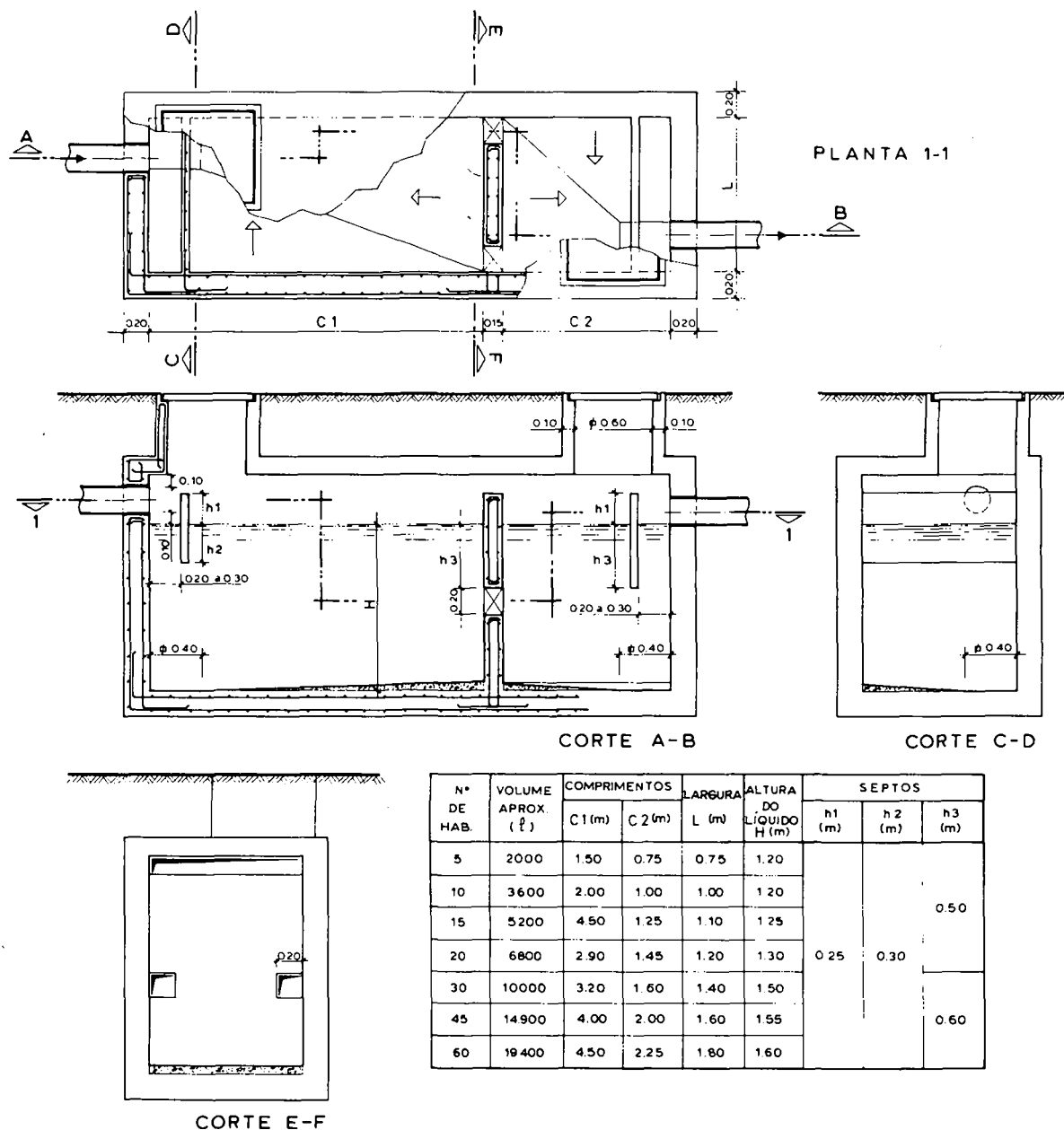
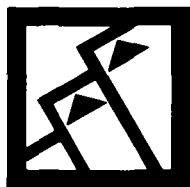


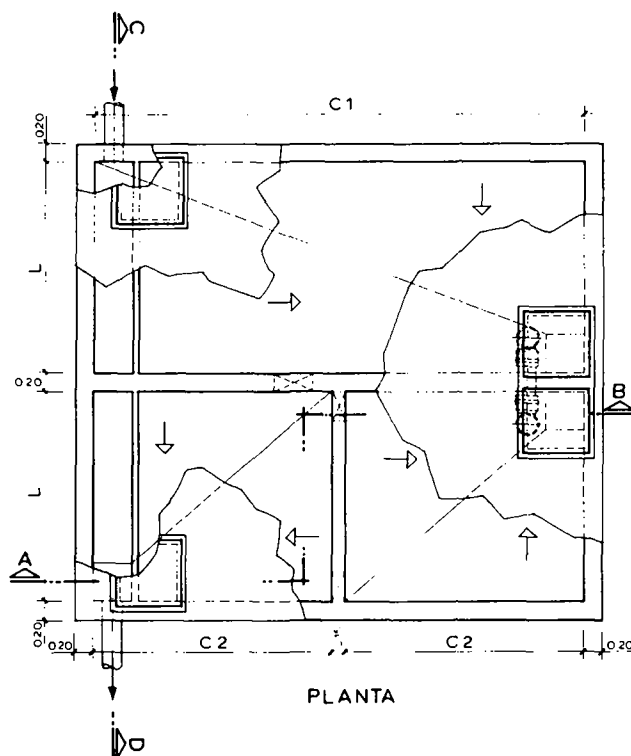
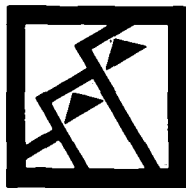
FIGURA F.7.1 - Fossa séptica até 60 hab.

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

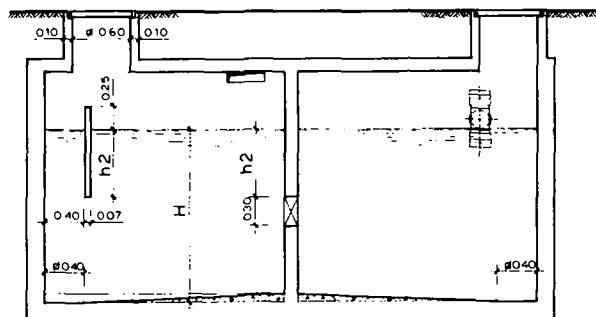
MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

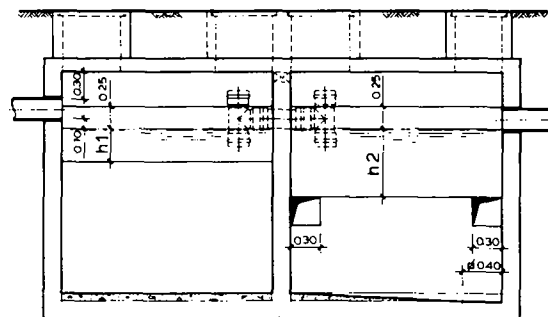
Ficha F. 7 / 7



Nº DE HAB.	VOLUME APROX. (l)	COMPRIMENTOS		LARGURA L (m)	ALTURA DO LIQUÍDO H (m)	SEPTOS	
		C1 (m)	C2 (m)			h1 (m)	h2 (m)
100	25000	3.95	1.90	1.90	1.70	0.35	0.70
200	49900	5.55	2.70	2.40	1.90		0.70
300	73400	6.55	3.20	2.70	2.10		0.80
400	98700	7.55	3.70	3.00	2.20		0.90
500	122600	8.15	4.00	3.30	2.30		0.90

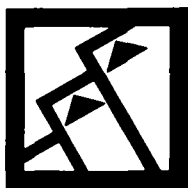


CORTE A-B



CORTE C-D

FIGURA F.7.2 - Fossa séptica até 500 hab.



TRINCHEIRA DE INFILTRAÇÃO

DESCRIÇÃO

A trincheira de infiltração é um órgão de tratamento complementar à fossa séptica, em que o destino final das águas residuais é o solo, jamais se admitindo a sua utilização para evacuação de águas residuais brutas, isto é, sem qualquer tratamento prévio.

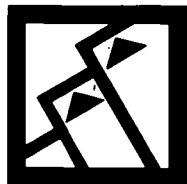
A trincheira de infiltração consiste numa vala que se abre no terreno a profundidade compreendida entre 0,50 m e 1,00 m, na qual se instala a tubagem de distribuição do efluente, envolta em material drenante.

A aptidão de um solo para a infiltração no terreno depende da existência de formações permeáveis à superfície e das características topográficas, geológicas e hidrogeológicas locais. No Quadro F.8.1 apresentam-se ordens de grandeza de características do local que devem ser consideradas para efeito da implantação dos órgãos de tratamento complementar [64].

QUADRO F.8.1 - Aptidão do solo à infiltração do efluente de fossas sépticas

CARACTERÍSTICAS	MUITO	FAVORAVEL	POUCO	DESAVOR.
	FAVORAVEL		FAVORAVEL	
Inclinação do terreno (%)	< 2	2 a 8	8 a 15	> 15
Profundidade de uma formação rochosa fissurada ou cascalhenta (*) (m)	> 2	1,5 a 2	1 a 1,5	< 1
Profundidade de uma formação impermeável (*) (m)	> 2,5	1,5 a 2,5	1 a 1,5	< 1
Nível freático normal de Inverno (*) (m)	> 3	3 a 1	1 a 0,5	< 0,5

(*) - profundidades medidas desde o fundo dos órgãos de infiltração

**LOCALIZAÇÃO**

As trincheiras de infiltração situam-se a jusante da fossa séptica em local onde se constatou previamente, através da realização do ensaio da taxa de infiltração do solo descrito no Anexo 1 do capítulo B, a existência de formações permeáveis a profundidades não excedendo em geral 1 m, devendo, sempre que possível, ser respeitados os valores considerados favoráveis em termos de aptidão do solo para este efeito (Quadro F.8.1).

DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento das trincheiras de infiltração é função dos resultados do ensaio da taxa de infiltração do solo efectuado no local de implantação pretendido [61,62].

No quadro seguinte indicam-se as taxas de infiltração de águas residuais, bem como os comprimentos das trincheiras para diferentes larguras de fundo, determinados através da expressão F.8.1 [63]:

$$Q_u \times a \times l \geq P \times C \quad (F.8.1)$$

em que: P - população (hab.)

C - capitação de águas residuais (80 l/hab./d)

Q_u - taxa de infiltração de água residual (l/m²/d)

a - largura do fundo das trincheiras (m)

l - comprimento total das trincheiras (m)



QUADRO F.8.2 - Dimensionamento de trincheiras de infiltração

TEMPO DE INFILTRAÇÃO PARA UM ABAIXAMENTO DE 2,5 cm (min)	TAXA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS * (l/m ² /d)	COMPRIMENTO DA TRINCHEIRA DE INFILTRAÇÃO EM METROS POR HABITANTE (OU HABITANTE EQUIVALENTE) SERVIDO (m)		
		LARGURA DA TRINCHEIRA NO FUNDO		
		0,40	0,60	0,90
< 2	130	1,5	1,0	0,7
3	105	1,9	1,3	0,9
4	90	2,2	1,5	1,0
5	85	2,4	1,6	1,1
10	60	3,3	2,2	1,5
15	45	4,4	3,0	2,0
30	35	5,7	3,8	2,5
60	25	8,0	5,3	3,6
> 60		Não aplicável		

* Valores adaptados de [81]

Nas Figs. F.8.1 e F.8.2 apresentam-se a implantação de trincheiras, em paralelo e em série, e as suas principais características construtivas.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

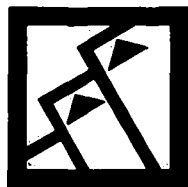
A abertura das trincheiras pode ser efectuada manual ou mecanicamente, não excedendo em regra 1,0 m de profundidade conforme o já referido. Sempre que possível, deve-se utilizar uma retroescavadora para as instalações que

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 8 / 4



servem diversas habitações, devido à facilidade e rapidez de execução da obra e conseqüente redução de custos.

O enchimento da trincheira é feito por camadas bem compactadas de espessura não superior a 0,15 m, de acordo com o perfil transversal indicado na Fig. F.8.1.

A tubagem tem de ficar devidamente apoiada no material drenante em toda a sua extensão para evitar o seu posterior assentamento, com o conseqüente mau funcionamento e eventual rotura devido às cargas superficiais.

A tubagem, de câmpanula ou de topos rectos, deve ter inclinação entre 0,2% e 0,5% e estar correctamente alinhada. Os tubos de câmpanula mais correntes são de grês cerâmico, betão e fibrocimento, enquanto que para os tubos de topos rectos se dispõe ainda dos de PVC. Qualquer que seja o material, as juntas nunca são vedadas, devendo as câmpanulas dos tubos estarem sempre para jusante e os tubos de topos rectos serem apoiados em caleiras e protegidos superiormente por meia cana de material idêntico ao dos tubos.

Os tubos e acessórios de fibrocimento e de betão são reforçados com induto betuminoso de revestimento interior.

Os diâmetros interiores nunca são inferiores a 8 cm. Quando a população servida é superior a 250 habitantes o diâmetro interior é de 10 cm, se a trincheira de infiltração for em série, podendo reduzir para diâmetro mínimo se a distribuição for em paralelo.

Sobre o material drenante devidamente compactado é colocada uma camada de palha, feno ou agulhas de pinheiro para evitar a sua colmatação pela terra que enche a parte superior da vala.

O aterro acima dos drenos é constituído por material da própria vala, o qual deve subir 10 a 15 cm acima do nível do terreno, para evitar assentamentos e a conseqüente formação de poças que contribuam para a precoce saturação da vala. Este material não deve ser impermeável para não prejudicar o processo de evapotranspiração, que contribui para evitar a saturação do solo.

Tal como se assinala nas Figs. F.8.1 e F.8.2, as trincheiras não devem ter comprimentos superiores a 30 m, sendo o espaçamento mínimo entre eixos de 1,80 m, 2,00 m ou 2,30 m, consoante as larguras das valas sejam de 0,40 m, 0,60 m ou 0,90 m, respectivamente.



O efluente da fossa séptica deve ser conduzido de preferência directamente às trincheiras através de uma distribuição em série, especialmente quando os terrenos são de elevado declive. Quando esta última condição não se verifica pode-se utilizar câmara repartidora que conduz à distribuição em paralelo. A distribuição em paralelo é recomendável quando as características do terreno aconselhem a rotação do funcionamento das trincheiras, situação que é tanto mais provável quanto menos permeável for o terreno. Neste caso, a implantação das trincheiras deve ser de tal modo que, na hipótese de saturação de uma delas, o efluente retroceda para as outras sem provocar o alagamento da superfície do terreno [59].

A câmara repartidora é uma caixa, normalmente construída em betão, que dispõe de uma entrada de líquido a nível superior e de duas ou mais saídas ao mesmo nível inferior. Frente à tubagem de admissão existe um deflector para reduzir a turbulência do líquido afluente e facilitar a sua distribuição equitativa pelas tubagens de saída. Na Fig. F.8.3 apresentam-se os pormenores construtivos deste órgão acessório da instalação de tratamento.

A vedação, se necessária, poderá ser constituída por prumos de madeira e seis fiadas de arame, como se indica na Fig. D.1.3.

EXPLORAÇÃO

As trincheiras devem ser inspeccionadas pelo menos semestralmente, observando-se a eventual colmatação dos terrenos, especialmente na extremidade de jusante. A subida de nível do líquido nas trincheiras pode, em alguns casos, atingir mesmo a superfície do terreno provocando o seu alagamento.

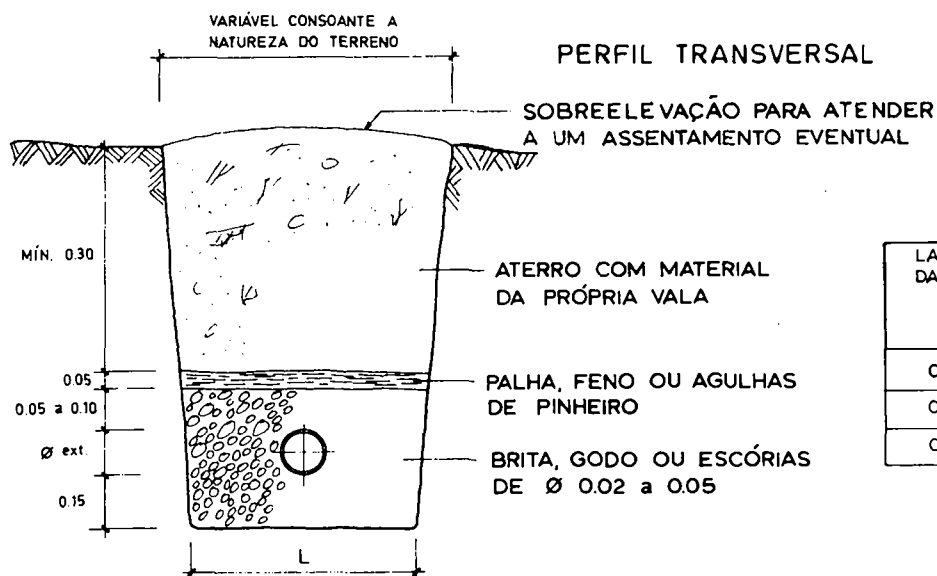
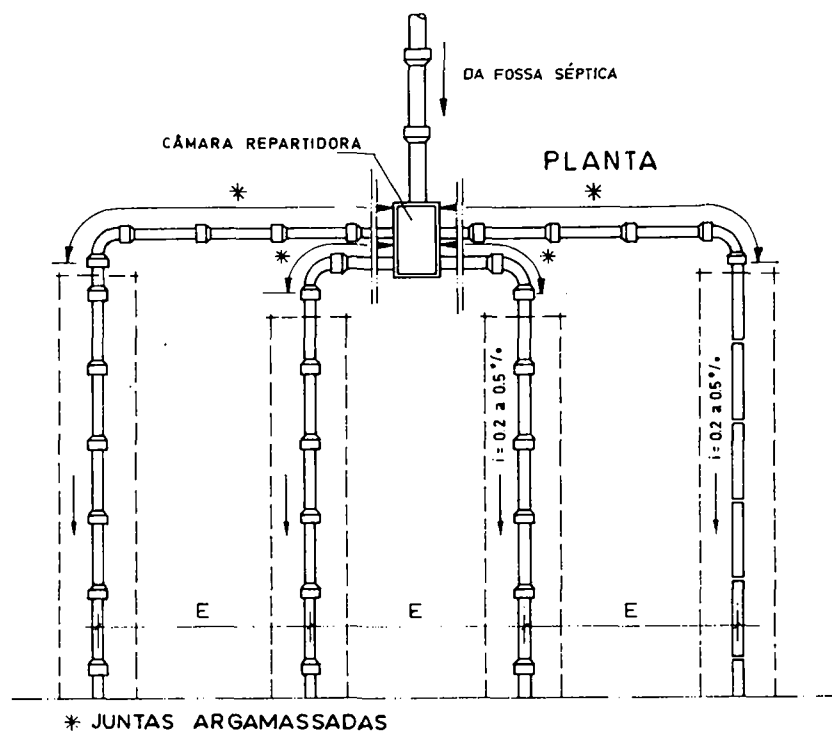
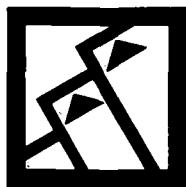
No caso da existência de câmara repartidora recomenda-se no mínimo, uma visita mensal à instalação, para verificar o seu funcionamento e proceder à rotação no uso das trincheiras ou ao levantamento do material colmatado e sua substituição, se necessário.

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 8 / 6



LARGURA DA VALA L (m)	ESPAÇAMENTO ENTRE TUBOS E (m)
0.40	1.80
0.60	2.00
0.90	2.30

FIGURA F.8.1 - Trincheiras de infiltração em paralelo

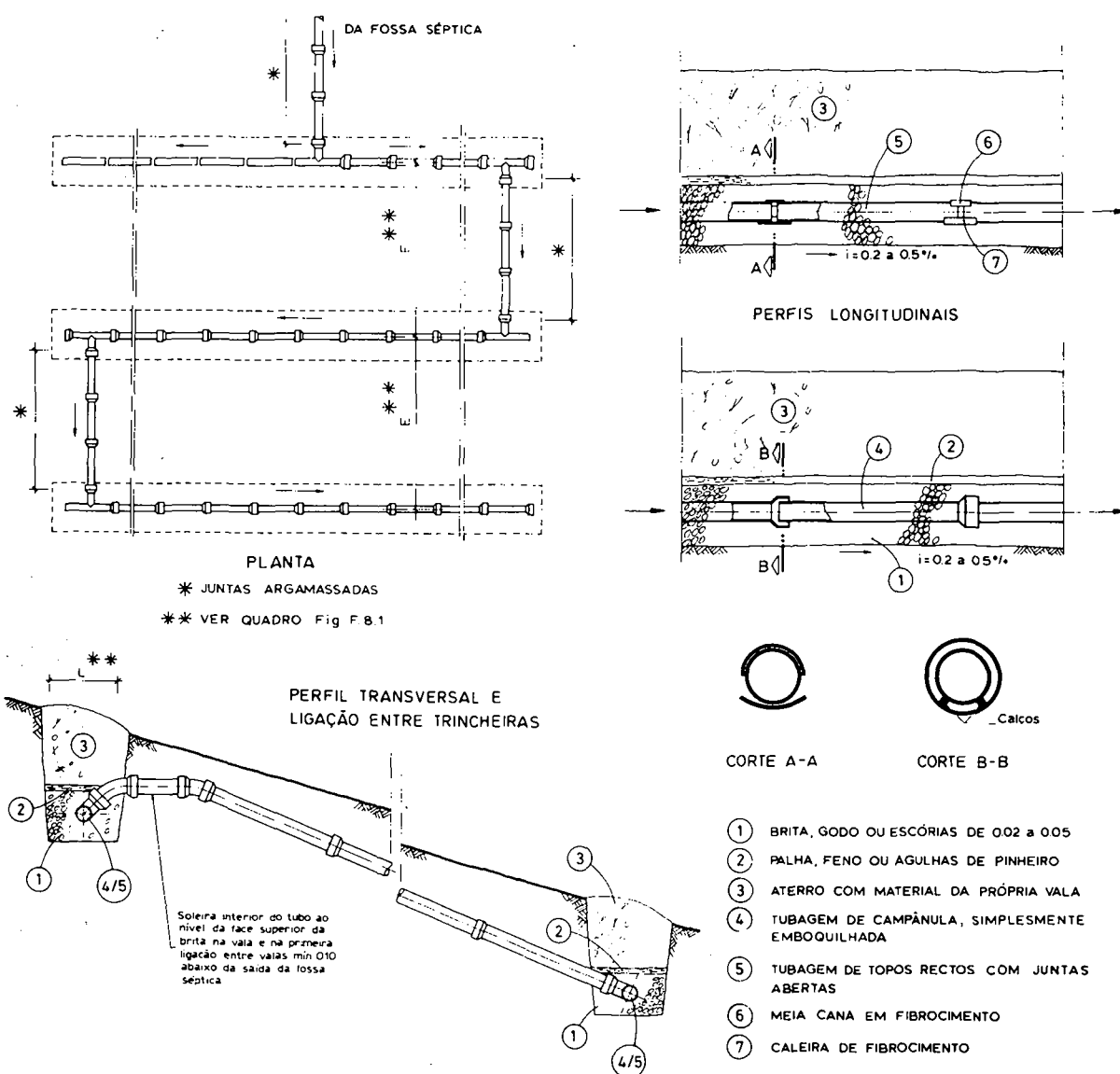
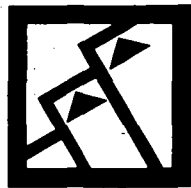


FIGURA F.8.2 - Trincheira de infiltração em série

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 8 / 8

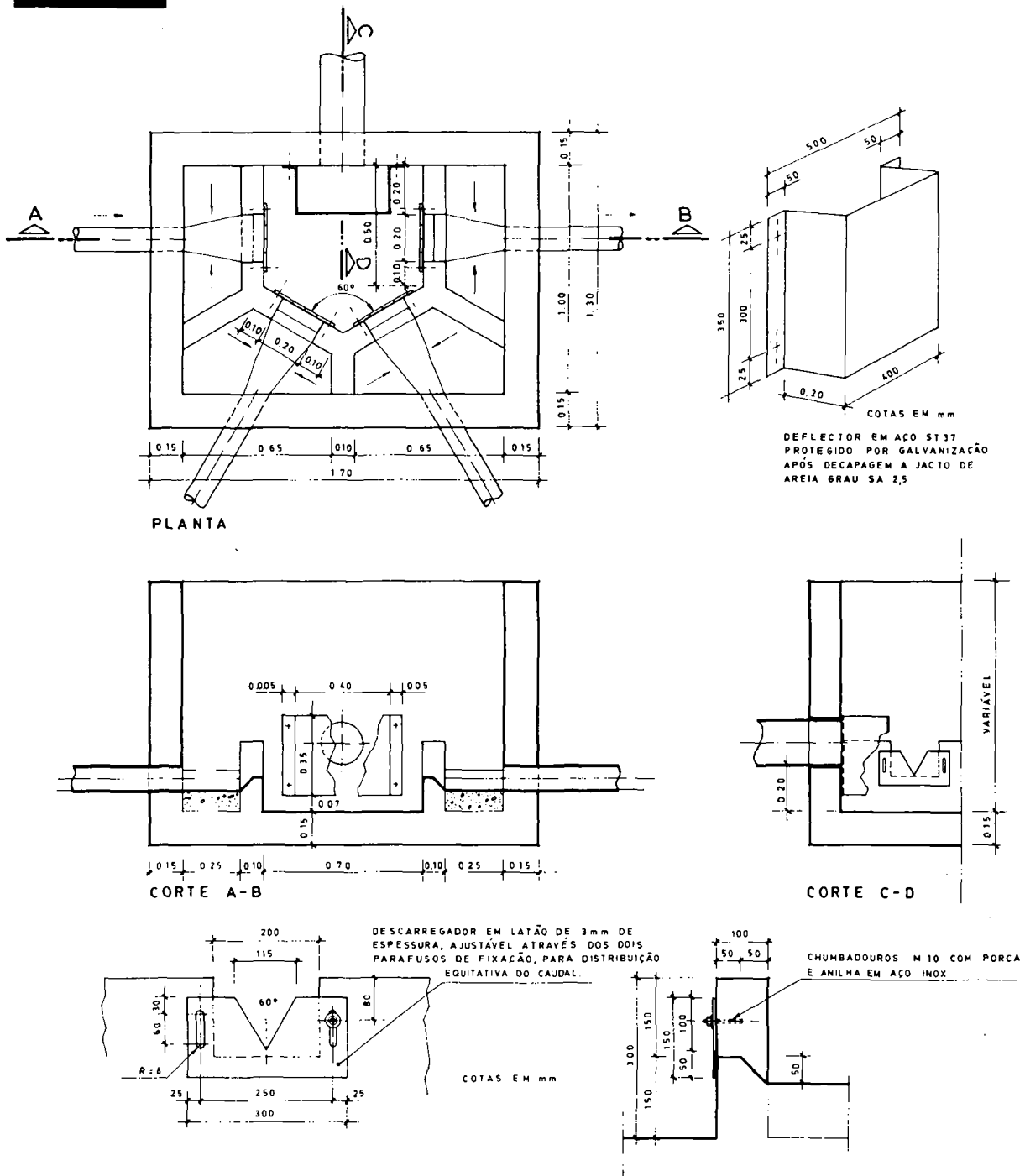
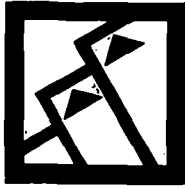
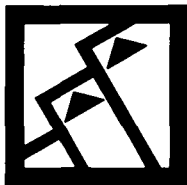


FIGURA F.8.3 - Câmara repartidora - pormenores construtivos



POÇO DE INFILTRAÇÃO

DESCRIÇÃO

O poço de infiltração é um órgão de tratamento complementar à fossa séptica, em que o destino final das águas residuais é o solo, jamais se admitindo a sua utilização para evacuação de águas residuais brutas, isto é, sem qualquer tratamento prévio.

O poço de infiltração é especialmente aconselhado quando o terreno disponível para a implantação dos órgãos complementares à fossa séptica é constituído por camadas impermeáveis assentes sobre formações permeáveis existentes a reduzida profundidade.

Quando os solos são permeáveis à superfície, devem ser preferidas as trincheiras de infiltração (Ficha F.8), que têm uma construção menos onerosa e oferecem menos riscos de contaminação do lençol freático. O Quadro F.8.1 referente à aptidão do solo à infiltração do efluente de fossas sépticas também é aplicável a estes órgãos de tratamento complementar.

O poço de infiltração consiste numa escavação cilíndrica feita no terreno, com profundidade suficiente para penetrar nas camadas permeáveis do solo, tendo as paredes laterais em alvenaria com juntas abertas ou em manilhas de betão perfuradas na zona adjacente a essas camadas permeáveis.

LOCALIZAÇÃO

Os poços de infiltração situam-se a jusante da fossa séptica, em local onde se constatou previamente, através da realização dos ensaios da taxa de infiltração do solo descritos no Anexo 1 do capítulo B, a existência de formações permeáveis a profundidades da ordem de 2 a 3 m.

Conforme o indicado no Quadro F.8.1, a implantação dos poços de infiltração depende das características topográficas, geológicas e hidrogeológicas locais, devendo-se verificar o cumprimento dos valores indicados como favoráveis.

DIMENSIONAMENTO

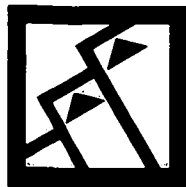
O dimensionamento dos poços de infiltração é função dos resultados do ensaio da taxa de infiltração do solo, efectuado no local de implantação pretendido [61,62].

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 9 / 2



No quadro seguinte indicam-se as taxas de infiltração de águas residuais, bem como a altura útil dos poços para diferentes diâmetros calculados através da seguinte expressão [63]:

$$Q_u \times \pi \times D \times h_p \geq P \times C \quad (\text{F.9.1})$$

em que: P - população (hab.)
 C - capitação de águas residuais (80 l/hab./d)
 Q_u - taxa de infiltração das águas residuais (l/m²/d)
 D - diâmetro do poço (m)
 h_p - altura das camadas permeáveis (m)

QUADRO F.9.1 - Dimensionamento de poços de infiltração

TEMPO DE INFILTRAÇÃO PARA UM ABAIXAMENTO DE 2,5 cm (min)	TAXA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS * (l/m ² /d)	ALTURA ÚTIL DO POÇO DE INFILTRAÇÃO EM METROS POR HABITANTE SERVIDO							
		DIÂMETRO DO POÇO (m)							
		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	
< 2	130	0,19	0,16	0,13	0,11	0,10	0,08	0,07	
3	105	0,24	0,19	0,16	0,14	0,12	0,10	0,08	
4	90	0,28	0,23	0,19	0,16	0,14	0,11	0,09	
5	85	0,30	0,24	0,20	0,17	0,15	0,12	0,10	
10	60	0,43	0,34	0,28	0,24	0,21	0,17	0,14	
15	45	0,57	0,45	0,38	0,32	0,28	0,23	0,19	
30	35	0,73	0,58	0,49	0,42	0,36	0,29	0,24	
> 30	-	Não aplicável							

* Valores adaptados de [81].



Na Fig. F.9.1 apresenta-se a implantação relativa de diversos poços de infiltração e suas principais características construtivas.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

A abertura dos poços pode ser manual, especialmente se as formações permeáveis se encontrarem a reduzida profundidade, ou mecânica, através do recurso a retroescavadora.

Na construção das paredes tem de ser prestada a maior atenção relativamente à eventual necessidade da sua entivação, a qual depende das profundidades atingidas e da natureza, coerente ou incoerente, do solo.

As paredes podem ser construídas com anéis pré-fabricados de betão, vulgarmente utilizados nas câmaras de visita, especialmente na parte que se encontra acima da entrada do efluente da fossa séptica onde se pretende assegurar a sua estanqueidade, pelo que nesta zona as manilhas não são perfuradas.

Na zona de infiltração pode ser utilizada alvenaria de pedra ou tijolo maciço com juntas não argamassadas, ou manilhas de betão perfuradas.

Os poços têm de dispor de cobertura que pode ser uma tampa de betão ou de ferro fundido, como nas câmaras de visita das redes de esgoto. As tampas de betão são mais aconselháveis porque devido ao seu peso elevado não são facilmente removíveis pelas crianças.

Conforme se assinala no desenho, os poços absorventes devem ter um afastamento mínimo entre si igual a 3 vezes os seus diâmetros, sendo de 6 m o afastamento mínimo para poços de profundidade superior a 6 m.

A não ser no caso das pequenas instalações, em que se prevê apenas uma linha de poços de infiltração, na generalidade existirão 2 a 3 linhas em paralelo, que receberão os caudais equitativamente distribuídos por uma câmara repartidora, cujas características são indicadas na Fig. F.8.3.

A vedação, se necessária, poderá ser constituída por prumos de madeira e seis fiadas de arame, como se indica na Fig. D.1.3.



EXPLORAÇÃO

Os poços de infiltração devem ser inspeccionados, no mínimo, semestralmente, para se verificar se a infiltração decorre em normalidade ou se, pelo contrário, se detectam indícios de colmatação.

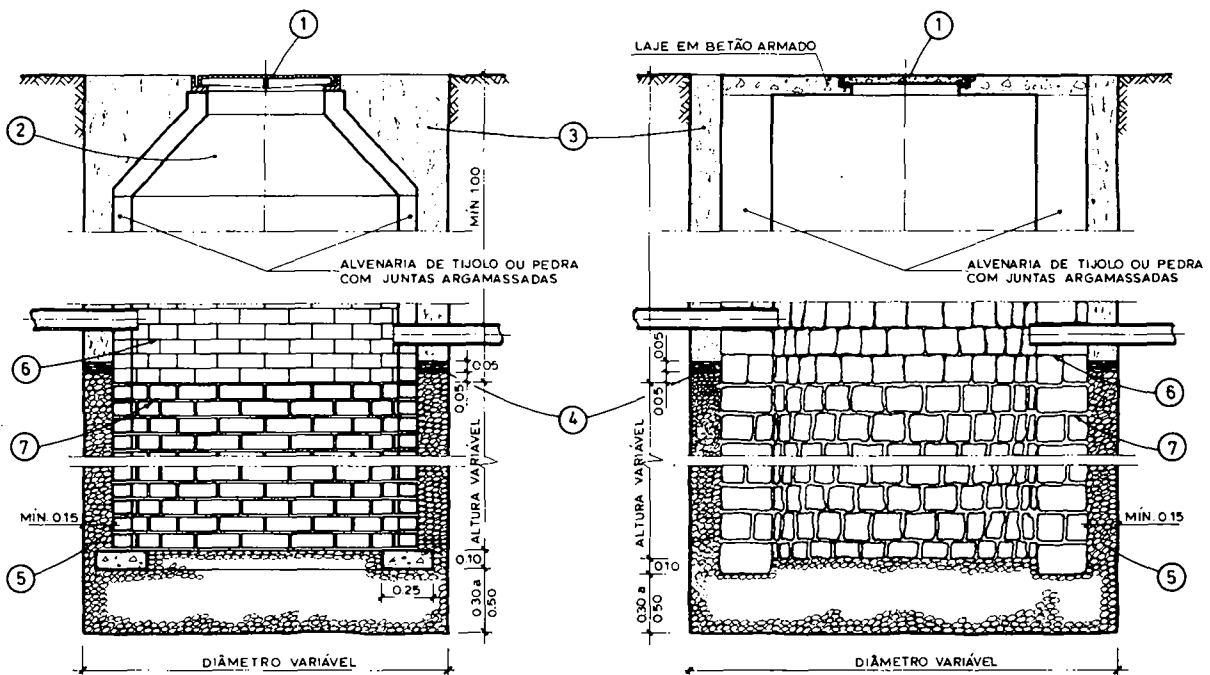
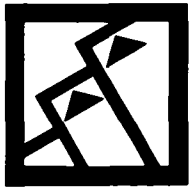
Logo que se detectem indícios de colmatação, deve-se proceder de imediato à abertura de novos poços, segundo as recomendações já apresentadas, nomeadamente no que se refere às profundidades a atingir, bem como ao seu modo de execução.

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

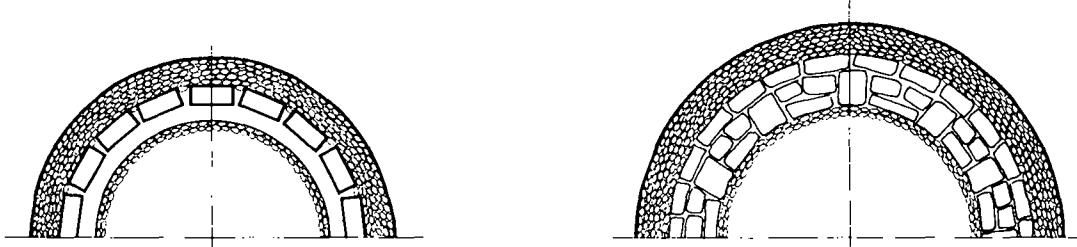
MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 9 / 5

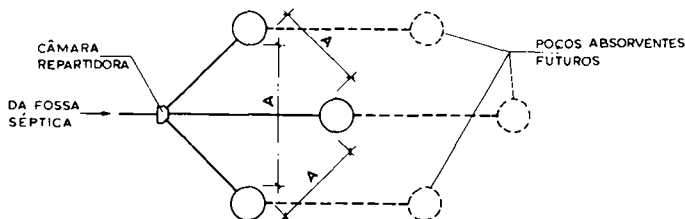


CORTES



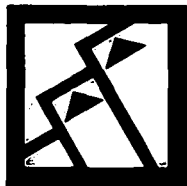
PLANTAS

A - AFASTAMENTO MÍNIMO IGUAL A 3 VEZES O DIÂMETRO DO POÇO ABSORVENTE PARA POÇOS DE PROFUNDIDADE SUPERIOR A 600m AFASTAMENTO MÍNIMO 600m



- ① - TAMPA DE FERRO FUNDIDO OU DE BETÃO ARMADO
- ② - COBERTURA TRONCO-CÓNICA PARA DIÂMETROS DE 1.00 OU DE 1.25m
- ③ - MATERIAL DA PRÓPRIA ESCAVAÇÃO
- ④ - PALHA, FENO OU AGULHAS DE PINHEIRO
- ⑤ - BRITA, GODO OU ESCÓRIAS DE 0.02 a 0.05m
- ⑥ - JUNTAS ARGAMASSADAS
- ⑦ - JUNTAS ABERTAS

FIGURA F.9.1 - Poço de infiltração



LEITO DE INFILTRAÇÃO

DESCRIÇÃO

O leito de infiltração ou plataforma de infiltração é um órgão de tratamento complementar à fossa séptica, em que o destino final das águas residuais é o solo, nunca se admitindo a sua utilização para evacuação de águas residuais brutas, isto é, sem qualquer tratamento prévio.

O leito de infiltração é um órgão constituído pela junção, lado a lado, de várias trincheiras de infiltração mantendo as mesmas características gerais já descritas na Ficha F.8. Para a sua construção, é aberta uma plataforma no terreno à mesma profundidade que a adoptada para estas últimas (0,5 m a 1,0 m), na qual se instala a tubagem de distribuição do efluente envolta em material drenante.

A aplicação dos leitos de infiltração resume-se aos terrenos arenosos, onde a abertura das trincheiras se revela de difícil execução, devido à necessidade de entivação.

A aptidão do solo à infiltração do efluente de fossas sépticas pode ser avaliada através do Quadro F.8.1, que também é aplicável aos leitos de infiltração.

LOCALIZAÇÃO

O leito de infiltração situa-se a jusante da fossa séptica, em local onde se constatou previamente, através da realização do ensaio da taxa de infiltração do solo descrito no Anexo 1 do capítulo B, a existência de formações permeáveis a profundidades não excedendo em geral 1 m.

De acordo com o Quadro F.8.1, a implantação do leito de infiltração depende das características topográficas, geológicas e hidrológicas locais, devendo-se respeitar os valores aí indicados como favoráveis.

DIMENSIONAMENTO

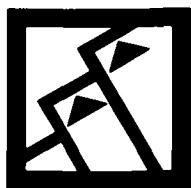
O dimensionamento do leito de infiltração baseia-se nos resultados do ensaio da taxa de infiltração do solo efectuado no local de implantação pretendido [61,62].

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 10 / 2



No quadro seguinte indicam-se as taxas de infiltração de águas residuais, bem como os comprimentos dos tubos drenantes, em metros por habitante servido, determinados através da expressão F.8.1 e considerando $a = 0,60$ m:

QUADRO F.10.1 - Dimensionamento do leito de infiltração

TEMPO DE INFILTRAÇÃO PARA UM ABAIXAMENTO DE 2,5 cm (min)	TAXA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS ($l/m^2/d$)	COMPRIMENTO DA TUBAGEM DE DISTRIBUIÇÃO (m/hab.)
<2	115	1,0
3	94	1,3
4	82	1,5
5	73	1,6
10	52	2,2
15	42	3,0
30	30	3,8
60	20	5,3
>60	Não aplicável	

Na Fig. F.10.1 apresenta-se a implantação de um leito de infiltração e suas características construtivas.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

A abertura do leito de infiltração é feita, em regra, por meios mecânicos, atendendo aos elevados volumes de terra a remover.

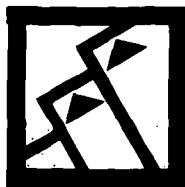
Na escolha, colocação e espaçamento da tubagem e enchimento do leito por camadas são inteiramente aplicáveis as considerações referentes às trincheiras de infiltração descritas na Ficha F.8.

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 10 / 3



Neste caso, o efluente da fossa séptica é sempre conduzido a uma câmara repartidora que assegura a distribuição em paralelo do efluente pelo leito de infiltração. As características construtivas da câmara repartidora são as indicadas na Fig. F.8.3.

A vedação, se necessária, poderá ser constituída por prumos de madeira e seis fiadas de arame, como se indica na Fig. D.1.3.

EXPLORAÇÃO

Os leitos de infiltração devem ser inspeccionados no mínimo semestralmente, verificando-se em primeiro lugar o funcionamento da câmara repartidora.

A simples observação da câmara repartidora pode permitir tirar conclusões relativamente à distribuição do efluente por todas as linhas de infiltração e até quanto ao eventual estado de colmatação de algumas delas. Nesta última situação, pode-se proceder à rotação das linhas ou ao levantamento do material colmatado e sua substituição.

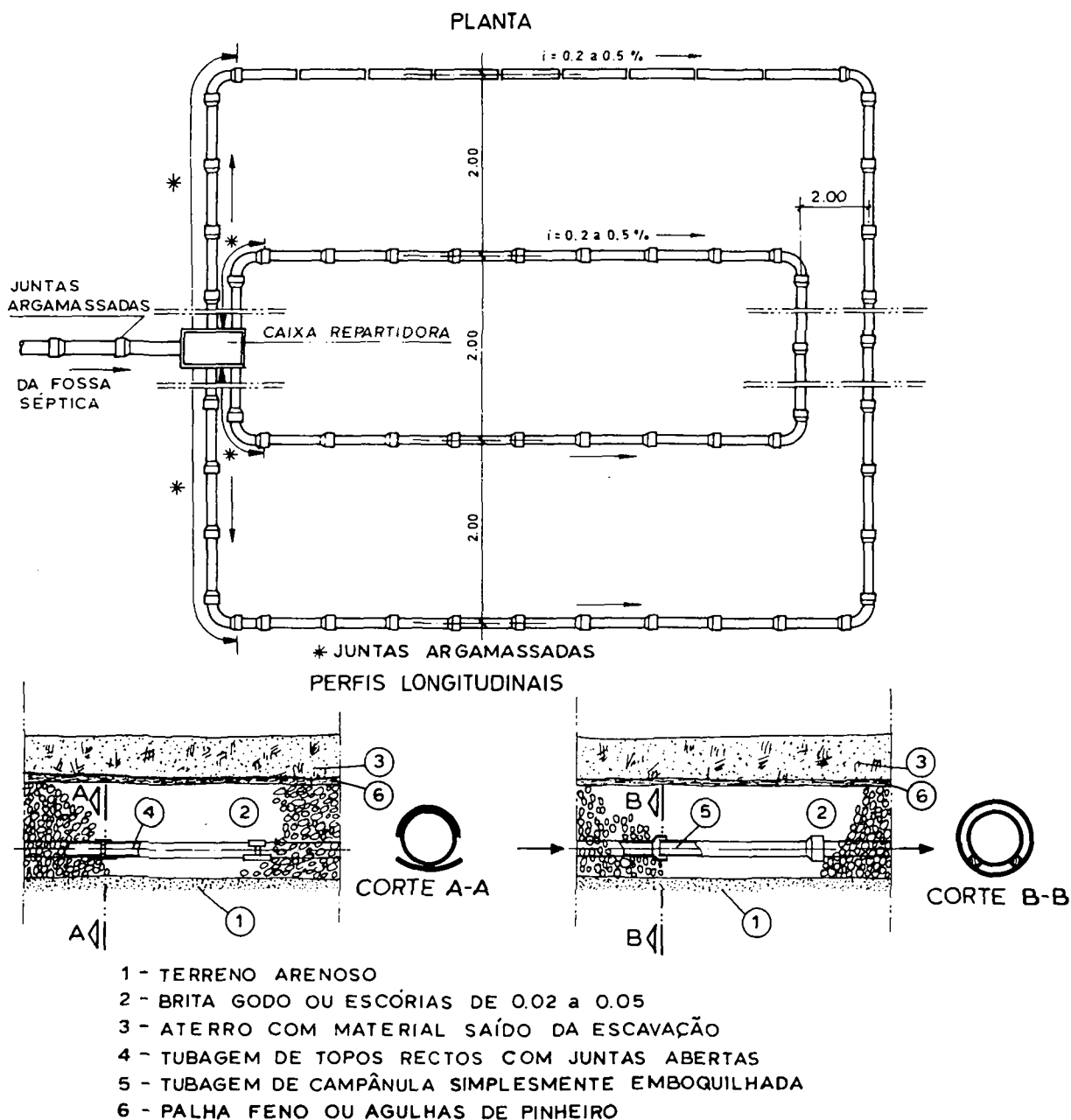
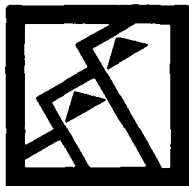


FIGURA F.10.1 - Leito de infiltração



TRINCHEIRA FILTRANTE

DESCRIÇÃO

A trincheira filtrante é um órgão de tratamento complementar à fossa séptica cujo efluente sofre aí uma filtração, sendo depois recolhido e lançado em destino final adequado. Nunca se admite a utilização da trincheira filtrante para evacuação de águas residuais brutas, isto é, sem qualquer tratamento prévio.

A trincheira filtrante consiste numa vala aberta no terreno, na qual o efluente da fossa séptica é distribuído pela parte superior, atravessa a camada filtrante constituída por areia de granulometria adequada e é recolhido por um dreno colocado no fundo da vala.

A afinação da qualidade do efluente da fossa séptica na trincheira filtrante deve-se à remoção mecânica (filtração) das partículas que ainda subsistem no efluente, embora também ocorram fenómenos biológicos de menor importância que contribuem para a melhoria da sua qualidade.

LOCALIZAÇÃO

As trincheiras filtrantes situam-se a jusante da fossa séptica, em local favorável do ponto de vista topográfico, geológico e hidrogeológico. Com efeito, na sua implantação devem ser evitadas inclinações elevadas (>15%), a necessidade de desmonte de rocha e a existência do nível freático normal de Inverno próximo do fundo da vala.

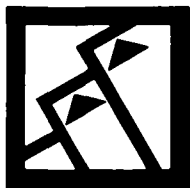
DIMENSIONAMENTO

As trincheiras filtrantes são dimensionadas para uma área de fundo da vala de 2,5 m² por habitante [59].

Na Fig. F.11.1 apresenta-se a implantação de uma trincheira filtrante e suas características construtivas.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

A abertura das trincheiras filtrantes pode ser efectuada manual ou mecanicamente, atingindo em geral profundidades compreendidas entre 1,40 e 1,75 m. Quando se pretende servir diversas habitações, recorre-se normalmente a uma retroescavadora, devido à facilidade e rapidez de execução.



Na escolha, colocação e espaçamento da tubagem são aplicáveis as considerações referentes às trincheiras de infiltração descritas na Ficha F.8.

As trincheiras não devem ter comprimentos superiores a 30 m, ter espaçamento entre eixos de 2,00 m e ter larguras compreendidas entre 0,75 m e 1,50 m. A inclinação das tubagens não deve ser inferior a 0,5%.

O efluente proveniente da fossa séptica é conduzido a uma câmara repartidora que assegura a sua distribuição em paralelo pelas trincheiras filtrantes. As características construtivas deste órgão acessório da instalação de tratamento são as indicadas na Fig. F.8.3.

A vedação, se necessária, poderá ser constituída por prumos de madeira e seis fiadas de arame, como se indica na Fig. D.1.3.

EXPLORAÇÃO

As trincheiras filtrantes devem ser inspeccionadas no mínimo semestralmente, verificando-se em primeiro lugar o funcionamento da câmara repartidora.

A simples observação da câmara repartidora pode permitir tirar conclusões relativamente à distribuição do efluente por todas as linhas de filtração e até quanto ao eventual estado de colmatção de algumas delas. Nesta última situação, pode-se proceder à rotação das linhas ou ao levantamento do material colmatado e sua substituição.

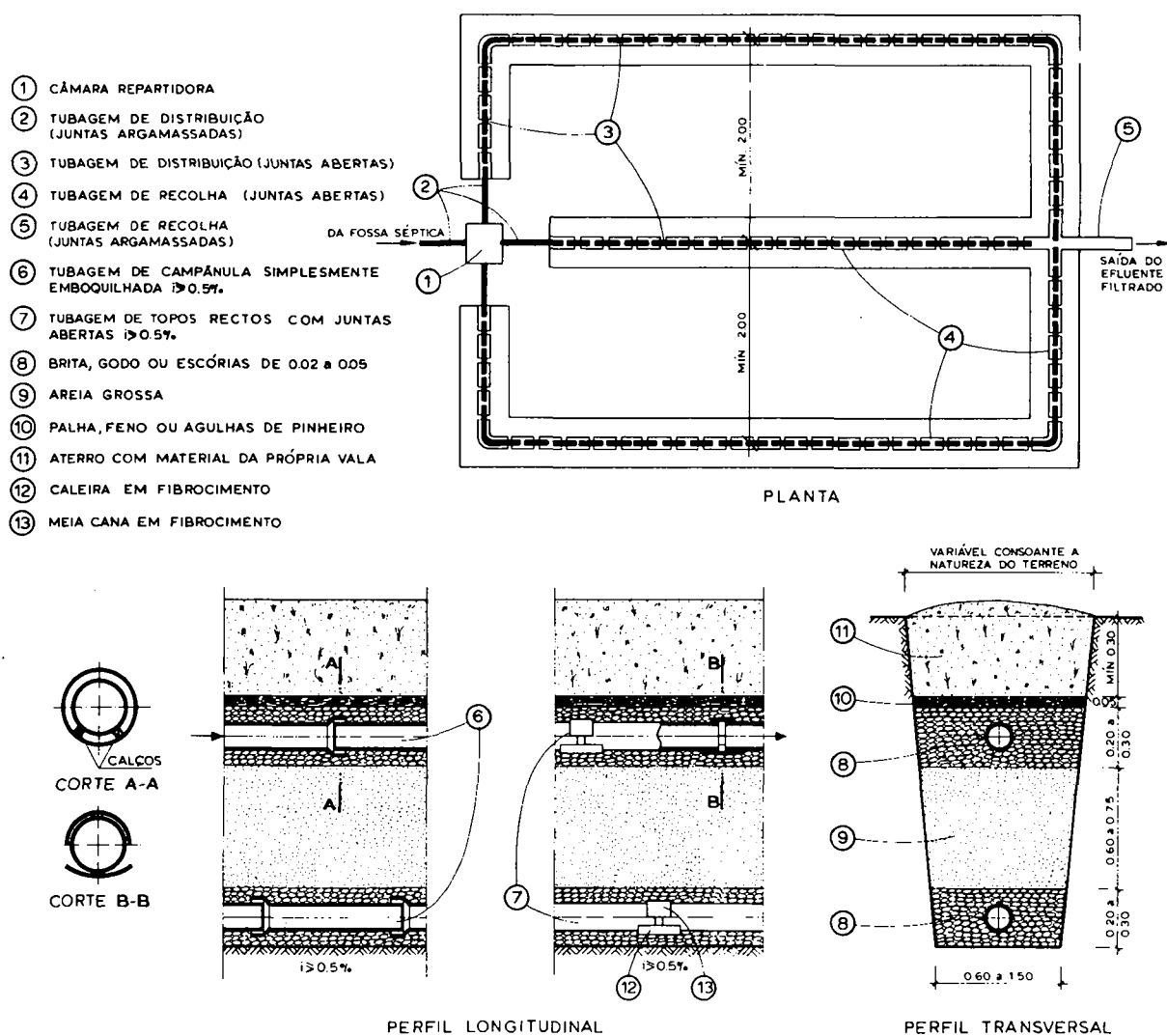


FIGURA F.11.1 - Trincheira filtrante



FILTRO DE AREIA ENTERRADO

DESCRIÇÃO

O filtro de areia enterrado é um órgão de tratamento complementar à fossa séptica cujo efluente sofre aí uma filtração, sendo depois recolhido e lançado em destino final adequado. Nunca se admite a utilização do filtro de areia enterrado para evacuação de águas residuais brutas, isto é, sem qualquer tratamento prévio.

O filtro de areia enterrado é um órgão constituído pela junção, lado a lado, de várias trincheiras filtrantes, mantendo as mesmas características já descritas na Ficha F.11. Assim, é aberta uma plataforma no terreno à mesma profundidade que a adoptada para estas últimas, na qual se instalam as tubagens de distribuição e a camada filtrante, que assegura a depuração entre ambas.

A afinação da qualidade do efluente da fossa séptica pelo filtro de areia enterrado deve-se à remoção mecânica (filtração) das partículas que ainda subsistem no efluente, embora também ocorram fenómenos biológicos de menor importância que contribuem para a melhoria da sua qualidade.

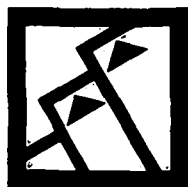
LOCALIZAÇÃO

O filtro de areia enterrado situa-se a jusante da fossa séptica, em local favorável do ponto de vista topográfico, geológico e hidrogeológico. Devido à necessidade de dispor de uma plataforma de fundo praticamente horizontal com uma área por vezes elevada, a inclinação do terreno deve ser a menor possível (< 8%), não ter rocha para desmonte pelo menos até ao nível do fundo do filtro, nem nível freático normal de Inverno próximo do fundo da vala.

DIMENSIONAMENTO

O critério de dimensionamento do filtro de areia enterrado é, evidentemente, o mesmo da trincheira filtrante, ou seja, 2,5 m² de fundo por habitante [59].

Na Fig. F.12.1 apresenta-se a implantação de um filtro de areia enterrado e suas características construtivas.



DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

A abertura do filtro de areia enterrado é feita, em regra, por meios mecânicos, atendendo aos elevados volumes de terra a remover, atingindo em geral profundidades compreendidas entre 1,40 m e 1,75 m.

Na escolha e colocação da tubagem de distribuição do efluente da fossa séptica são aplicáveis as considerações referentes às trincheiras de infiltração descritas na Ficha F.8. A tubagem de recolha do efluente filtrado segue indicações análogas, ressalvando-se o facto de ser implantada não na prumada dos tubos de distribuição, mas a meia distância, em planta, do intervalo entre eles.

Tal como se encontra referido na Ficha F.11, o filtro não deve ter comprimento superior a 30 m, nem o espaçamento entre tubagens de entrada ou de saída deve exceder os 2,00 m. A inclinação das tubagens não deve ser inferior a 0,5%.

A distribuição equitativa do efluente da fossa séptica pelas diversas linhas deste órgão é feita a partir de uma câmara repartidora cujas características construtivas são as indicadas na Fig. F.8.3.

A vedação, se necessária, poderá ser constituída por prumos de madeira e seis fiadas de arame, como se indica na Fig. D.1.3.

EXPLORAÇÃO

O filtro de areia enterrado deve ser inspeccionado no mínimo semestralmente, verificando-se em primeiro lugar o funcionamento da câmara repartidora.

A simples observação da câmara repartidora pode permitir tirar conclusões relativamente à distribuição do efluente por todas as linhas de filtração e até quanto ao eventual estado de colmatção de algumas delas. Nesta última situação, pode-se proceder à rotação das linhas ou ao levantamento do material colmatado e sua substituição.

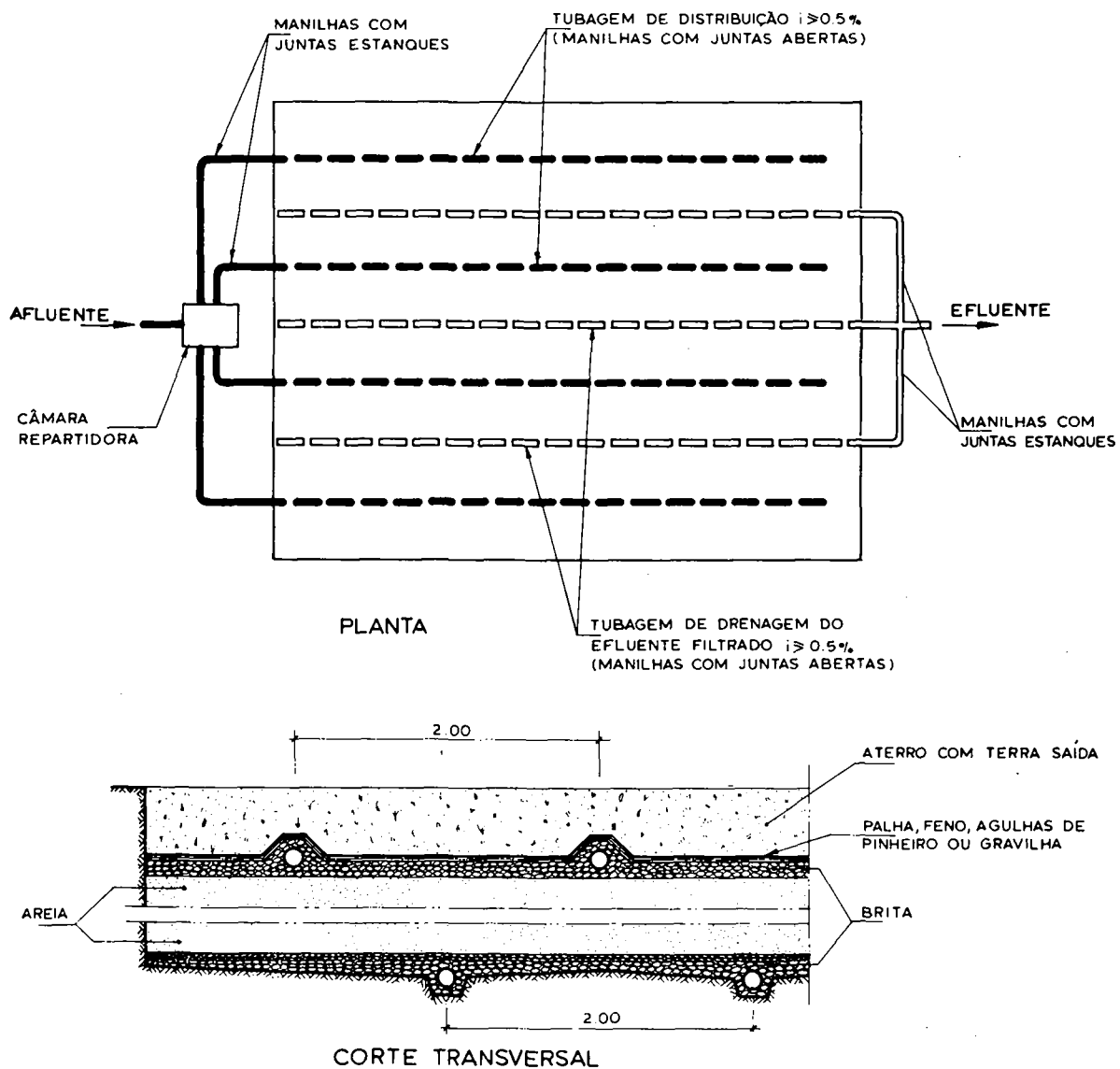
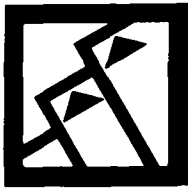
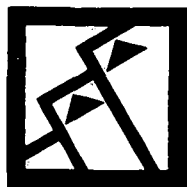


FIGURA F.12.1 - Filtro de areia enterrado



ATERRO FILTRANTE

DESCRIÇÃO

O aterro filtrante é um órgão de tratamento complementar à fossa séptica cujo efluente sofre aí uma filtração, sendo depois recolhido e lançado em destino final adequado. Nunca se admite a utilização do aterro filtrante para evacuação de águas residuais brutas, isto é, sem qualquer tratamento prévio.

O aterro filtrante é um órgão constituído por um aterro de areia com cerca de 1 m de altura, construído sobre o terreno natural anteriormente limpo da vegetação existente [63,64].

O aterro filtrante é geralmente alimentado por uma estação elevatória, descrita na Ficha F.21, que recolhe o efluente da fossa séptica e o eleva para este órgão.

O principal objectivo destes órgãos é a remoção mecânica (filtração) das partículas ainda presentes no efluente da fossa séptica, conforme o referido na Ficha F.11.

LOCALIZAÇÃO

O aterro filtrante situa-se a jusante da fossa séptica e da estação elevatória, quando esta existe, em local constituído por solos de reduzida permeabilidade, rochosos ou de nível freático normal de Inverno a menos 0,5 m da superfície.

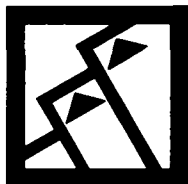
DIMENSIONAMENTO

O critério de dimensionamento do aterro filtrante é, também, o mesmo da trincheira filtrante, ou seja, 2,5 m² por habitante, relativamente ao plano do dispositivo de distribuição.

Na Fig. F.13.1 apresenta-se a implantação de um aterro filtrante e suas características construtivas.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

O aterro filtrante é executado por meios mecânicos, devendo o transporte ser assegurado de preferência por viatura basculante, para reduzir os custos.



Antes da execução do aterro devem ser instaladas as tubagens de elevação do efluente da fossa séptica e de recolha do efluente filtrado.

A tubagem de elevação do efluente para o aterro filtrante é de PVC ou fibrocimento protegido interiormente, com juntas estanques, tendo sempre uma inclinação mínima ascendente de 0,3%.

Na escolha e colocação da tubagem de distribuição do efluente e de recolha no fundo do aterro filtrante são aplicáveis as considerações referentes às trincheiras de infiltração descritas na Ficha F.8.

A tubagem de distribuição é instalada numa trincheira cheia com brita, godo ou escória, que a envolve completamente numa altura de cerca de 0,30 m. A construção destas trincheiras na parte superior do orgão é feita por camadas de 0,15 m de espessura em simultâneo com o aterro de areia, de acordo com o perfil indicado na Fig. F.13.1.

Após a conclusão do aterro de areia, este terá um recobrimento de cerca de 0,20 m de terra vegetal para assegurar a sua consolidação.

A vedação, se necessária, poderá ser constituída por prumos de madeira e seis fiadas de arame, como se indica na Fig. D.1.3.

EXPLORAÇÃO

O aterro filtrante deve ser inspeccionado, no mínimo, semestralmente.

O programa de operação e manutenção da estação elevatória é o indicado na Ficha D.17.

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIREÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 13 / 3

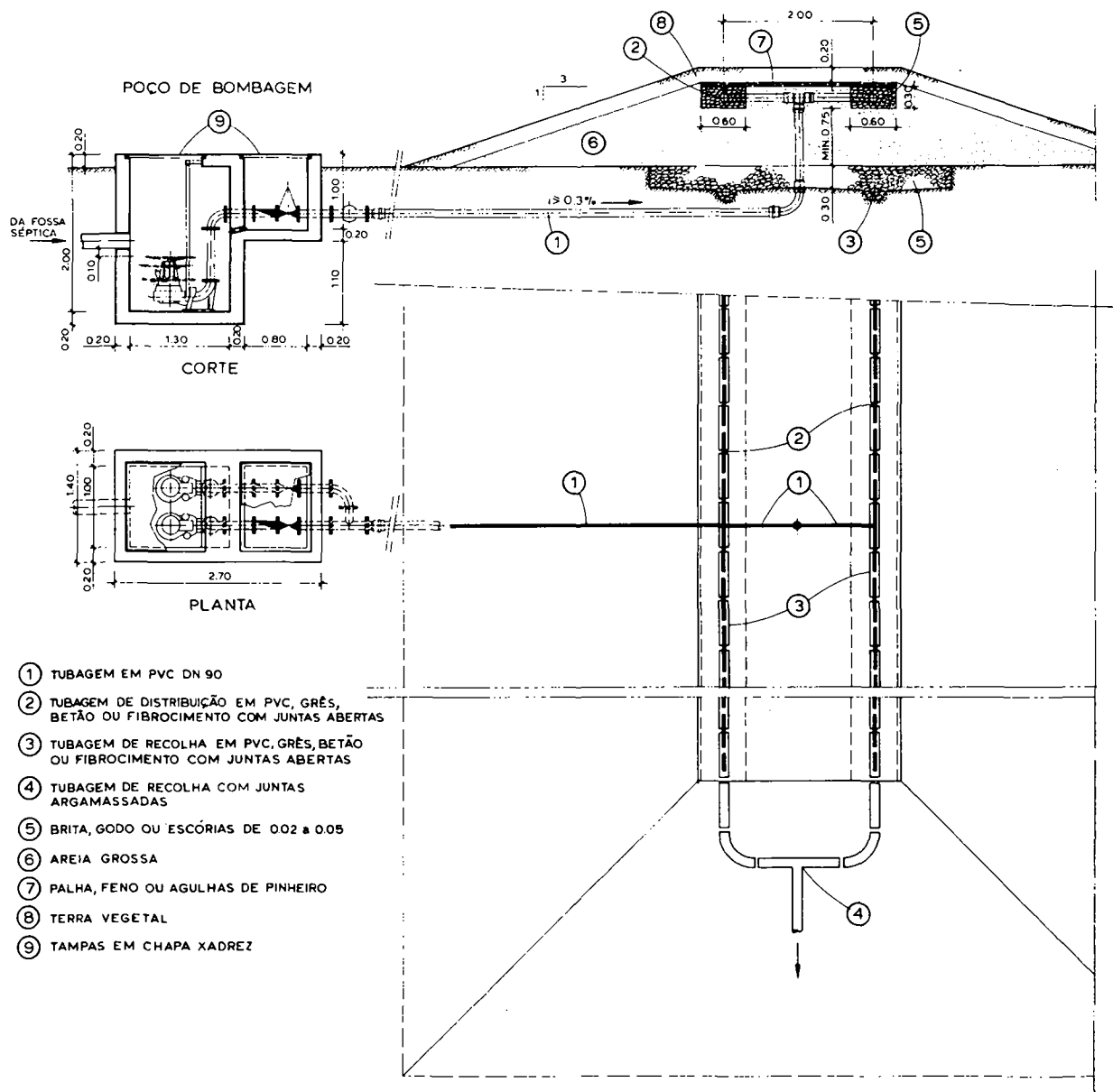
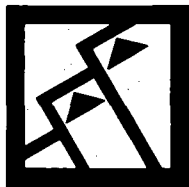


FIGURA F.13.1 - Aterro filtrante



PLATAFORMA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO

DESCRIÇÃO

Uma plataforma de evapotranspiração é um tanque estanque com fundo horizontal e 0,70 m de profundidade, que complementa o tratamento das águas residuais em fossa séptica. O enchimento da plataforma é composto por uma camada de gravilha de 5 cm de altura que suporta uma camada de areia grossa e terra vegetal, na qual se plantam espécies vegetais arbustivas ou herbáceas. Estas espécies deverão ser de elevada evapotranspiração, de boa tolerância a águas de salinidade média e elevado teor em azoto, que são características dos efluentes de fossas sépticas, e adaptadas a solos de pequena espessura.

O efluente da fossa séptica é admitido num dos topos da plataforma, através de um dispositivo que permite a sua distribuição regular pela plataforma, sendo parcialmente transferido para a atmosfera que constitui pois, um dos seus destinos finais.

A plataforma de evapotranspiração deve ter um dispositivo de descarga de recurso que permita conduzir o eventual excesso de efluente não evapotranspirado para uma linha de água próxima ou, alternativamente, permitindo o seu escoamento superficial no terreno.

LOCALIZAÇÃO

As plataformas de evapotranspiração localizam-se a jusante de uma fossa séptica, em terrenos de nível freático elevado, não adequados à construção de órgãos de infiltração ou de filtração e/ou em locais cujos meios hídricos se caracterizem por uma elevada vulnerabilidade à poluição.

DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento baseia-se na consideração de 1,0 m² de plataforma de evapotranspiração por habitante [81].

A Fig. F.14.1 apresenta a implantação de uma plataforma de evapotranspiração e suas características construtivas.

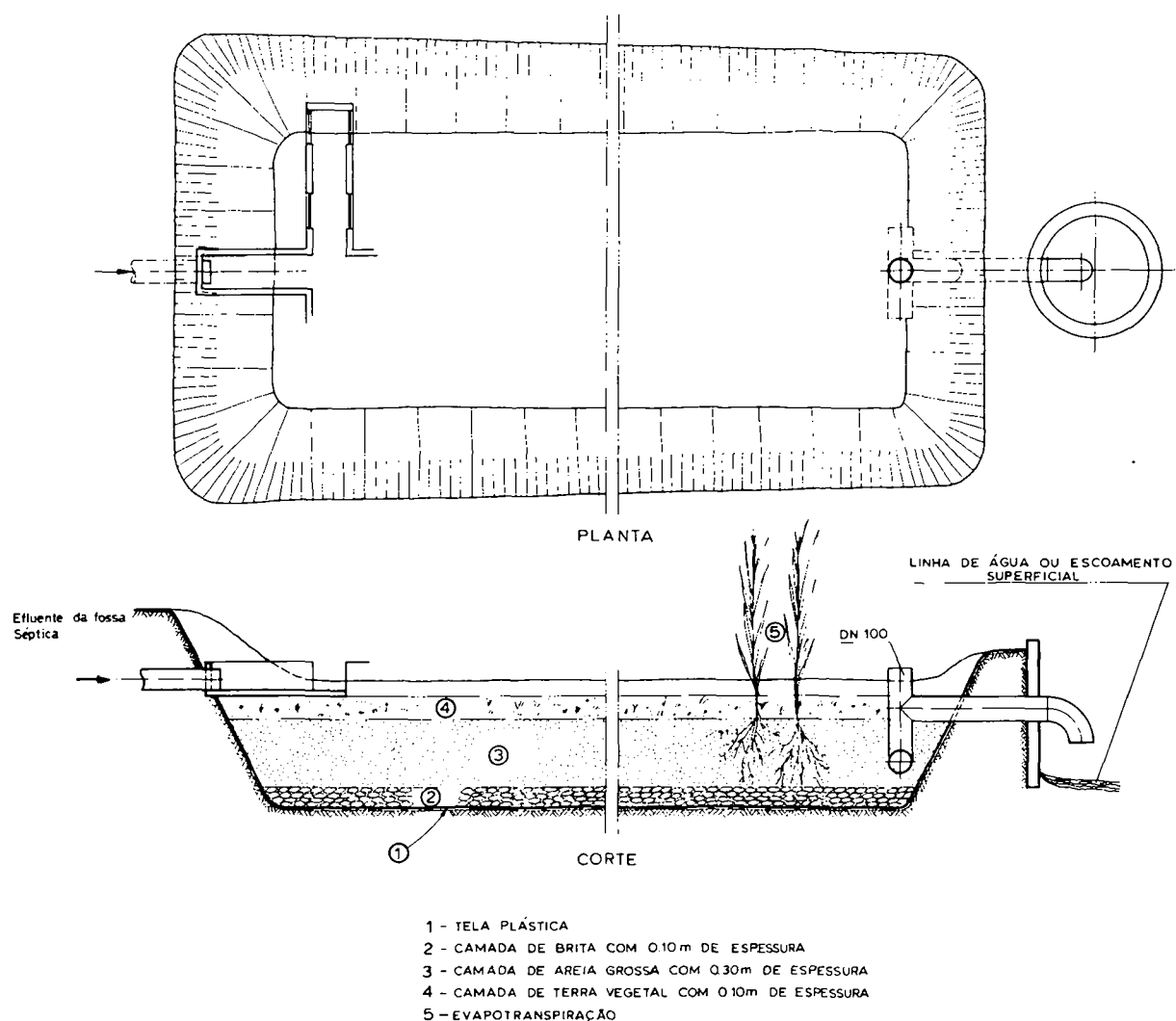
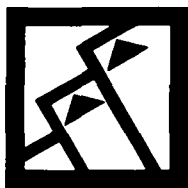


FIGURA F. 14.1 - Plataforma de evapotranspiração



DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

A plataforma de evapotranspiração é escavada directamente no terreno. A sua impermeabilização pode fazer-se com argila ou tela plástica. A altura útil deve ser de 0,50 m, distribuída do seguinte modo pelas camadas constituintes:

- a) terra vegetal 0,10 m
- b) areia grossa 0,30 m
- c) gravilha 0,10 m

Entre as espécies vegetais adequadas citam-se as seguintes:

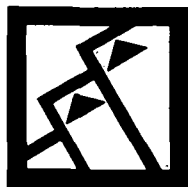
- **Espécies arbustivas:** Aucuba, Bambus, Calycantus floridus, Cornus alba, Cornus florida, Cornus stolonifera, Phragmites communis, Scirpus lacustris, Rhamus frangola, Juncus inflexus, Juncus effusus, etc..
- **Espécies herbáceas:** Iris pseudocorus, IrisKaempferi, Lythum officinalis, Petasites officinales, Auruncus sylvester.

A vedação a prever poderá ser constituída por prumos de madeira e seis fiadas de arame, como se indica na Fig. D.1.3.

EXPLORAÇÃO

A exploração de uma plataforma de evapotranspiração é simples, reduzindo-se, praticamente, à remoção de plantas velhas.

Os dispositivos de entrada e saída do líquido devem ser inspeccionados e escovilhados uma vez por semestre.



TRATAMENTO PRELIMINAR

Obra de entrada com desarenador

DESCRIÇÃO

As operações e processos de tratamento unitários que integram uma estação de tratamento de águas residuais (ETAR) podem agrupar-se em quatro grandes categorias:

- a) tratamento preliminar;
- b) tratamento primário;
- c) tratamento secundário;
- d) tratamento terciário ou de afinação.

O **tratamento preliminar** tem por objectivo a remoção de sólidos grosseiros flutuantes e em suspensão. Em ETAR's de reduzida dimensão, o tratamento preliminar consiste numa **obra de entrada**, eventualmente seguida de um **desarenador**, destinado à remoção de areias.

A inclusão de um desarenador não é indispensável, embora seja aconselhável nas localidades à beira-mar onde as águas residuais transportam maior quantidade de areia.

A obra de entrada compõe-se de:

- a) grades de retenção de detritos;
- b) ligação ao colector de recurso;
- c) descarregador de tempestade.

A grade compõe-se de um conjunto de barras ou varões em aço, colocados longitudinalmente em relação ao fluxo de águas residuais e inclinadas a 40° em relação ao fundo da caleira. Em estações de reduzida dimensão, as grades são de limpeza manual e os sólidos, removidos com o auxílio de um ancinho, são colocados sobre um tabuleiro de fundo perfurado, instalado transversalmente, de modo a permitir que as escorrências drenem para a caleira. Os sólidos escorridos são retirados para um contentor de lixo e enviados para a estação de tratamento de lixos ou, em alternativa, serão enterrados numa vala aberta no recinto.

Por razões de facilidade de exploração, a grade deve ser amovível, pelo que é inserida na caleira através de guias de perfil em U.

é conveniente prever uma caleira de "by-pass" cuja soleira é elevada de 10 cm em relação à da caleira principal, sendo equipada com uma grade destinada a entrar em funcionamento quando o nível do líquido a montante da



grade da caleira principal sobe, em consequência da perda de carga introduzida pelos sólidos retidos.

O espaçamento entre barras é o factor que mais condiciona o desempenho da operação de gradagem. Considera-se que as grades da linha principal e do "by-pass" devem ter um espaçamento entre barras de 3 a 4 cm, idêntico para ambas as grades.

A ligação ao colector de recurso deve situar-se depois das grades e destina-se a evitar que as águas residuais passem pela ETAR quando esta se encontra fora de serviço, para reparações.

A montante da obra de entrada é conveniente instalar um descarregador de tempestade, destinado a evitar a inundação da ETAR quando o caudal afluente aumenta bruscamente em ocasiões de elevada precipitação. O excesso de caudal descarregado será conduzido ao colector de recurso (Fig. F.15.1).

A desarenação, nas pequenas ETAR's, processa-se em caixas com fundo de formato tronco-piramidal destinado a reter as partículas granulares durante a sua passagem nesta caixa. Deve prever-se a existência de dois desarenadores em paralelo, que funcionam em dias alternados, sendo as areias igualmente removidas em dias alternados.

LOCALIZAÇÃO

A obra de entrada, como o próprio nome indica, situa-se a montante de todas as operações e processos de tratamento da ETAR.

O desarenador segue-se à obra de entrada.

DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento da câmara de grades consiste na definição de:

- a) dimensão das barras;
- b) espaçamento entre elas;
- c) largura da grade;
- d) altura do degrau de rebaixamento do fundo da caleira imediatamente a jusante da grade.

As grades podem ser constituídas por barras de aço de 24 mm x 5 mm de secção, espaçadas de 30 mm entre si.



Em aglomerados de reduzida dimensão, a largura da grade coincide com a da caleira que é de 0,20 m, sendo a altura do degrau a jusante da grade de 0,05 m.

O dimensionamento do desarenador deverá ser constituído por canais ou tanques apropriados em que se reduz a velocidade de escoamento das águas a valores que permitam a deposição das partículas, que é função da sua velocidade de sedimentação.

Devem-se retirar partículas com granulometrias superiores a 0,2 mm, o que corresponde na prática nos desarenadores a uma velocidade de escoamento da ordem dos 0,30 m/s.

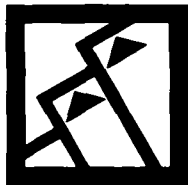
Na Fig. F.15.1 apresenta-se uma obra de entrada com desarenador e suas características construtivas.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

A concepção de uma grade de limpeza manual, embora simples, deve ser cuidada, tendo em atenção principalmente proporcionar uma fácil exploração. Neste sentido, deve evitar-se a ancoragem das barras a placas ou varões transversais que dificultem o percurso do ancinho de limpeza. A referida inserção da grade num perfil em U incrustado nas paredes e fundo da caleira permite a fácil remoção da grade para efeitos de pintura. A grade deve ser protegida contra a corrosão, conforme indicado na Fig. F.15.1.

O tabuleiro de fundo perfurado destinado à recepção e escoamento dos detritos removidos da grade deve facilitar a transferência desses sólidos para o seu destino final de uma forma fácil e higiénica. Com esse objectivo, o tabuleiro deverá ser aberto (desprovido de parede) para o lado exterior da caleira, por onde os sólidos escorridos serão arrastados para o carro de mão (ou dispositivo equivalente), que os transporta ao seu destino final (vala de aterro ou contentor de lixo).

A vedação, se necessária, poderá ser constituída por prumos de madeira e seis fiadas de arame, como se indica na Fig. D.1.3.



EXPLORAÇÃO

A operação da obra de entrada é simples, devendo, no entanto, ser diligentemente executada. Os cuidados de operação consistem em remover os sólidos retidos e enterrá-los posteriormente ou depositá-los no contentor de lixo. Neste último caso, há que assegurar a passagem do camião de recolha de lixo pela ETAR. Se a opção for o enterro dos detritos, deve abrir-se uma vala para o efeito, próximo da obra de entrada, onde são depositados, sendo imediatamente cobertos com uma camada de terra escavada, a fim de evitar a proliferação de moscas, além do aspecto inestético.

A remoção dos sólidos da grade obriga à deslocação diária de um operador ao local.

Os cuidados de manutenção consistem em proteger as grades contra a corrosão, mediante tratamentos periódicos. Além disso, é aconselhável caiar as paredes exteriores da caleira de vez em quando.

A operação do desarenador consiste na extracção diária das areias, com uma pá. A execução desta operação obriga a desviar o escoamento das águas residuais para o desarenador paralelo. Deste modo, cada desarenador funciona em dias alternados.

A manutenção limita-se à caiação das paredes.

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 15 / 5

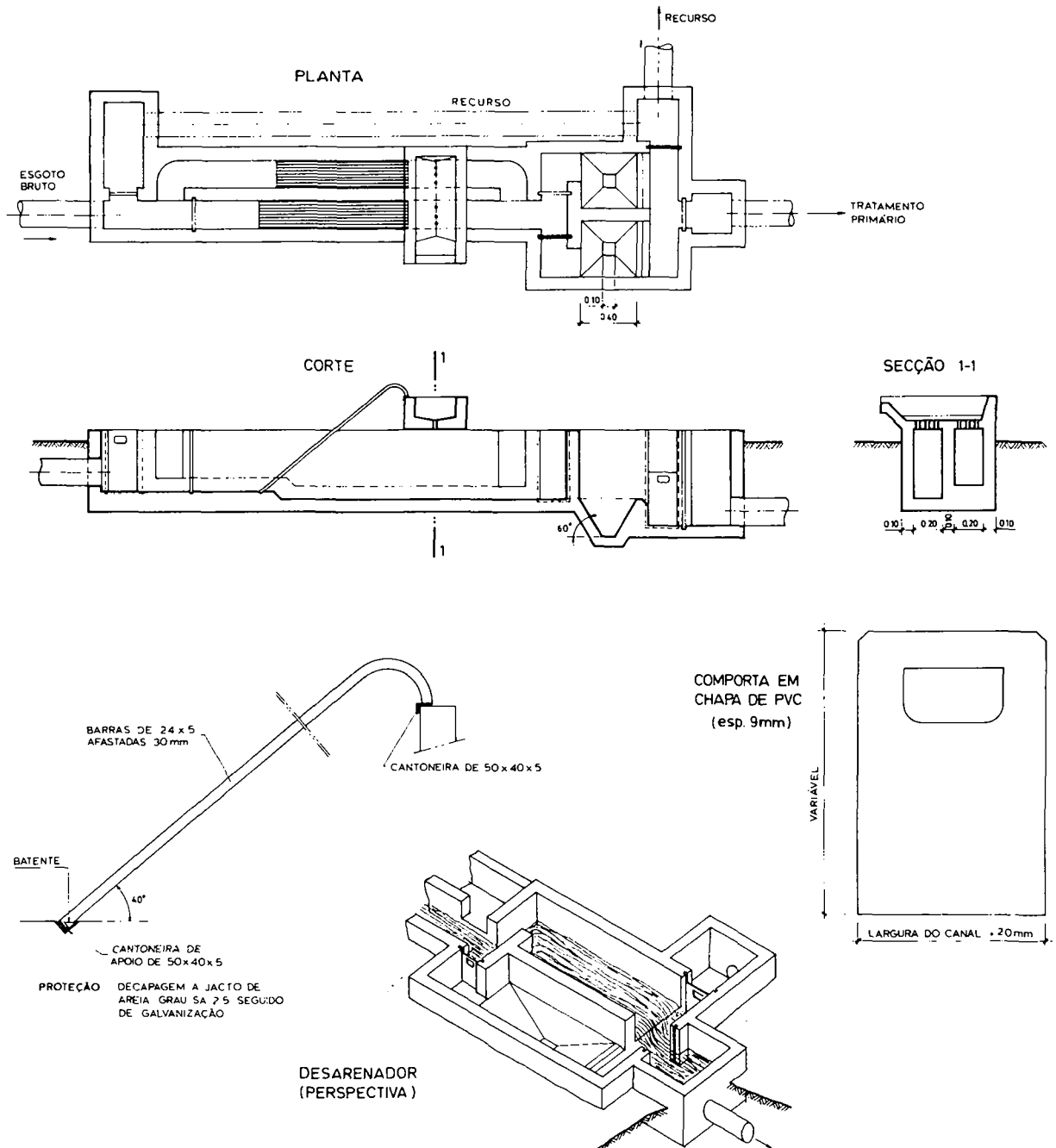


FIGURA F. 15.1 - Obra de entrada com desarenador



TANQUE IMHOFF E LEITOS DE SECAGEM

DESCRIÇÃO

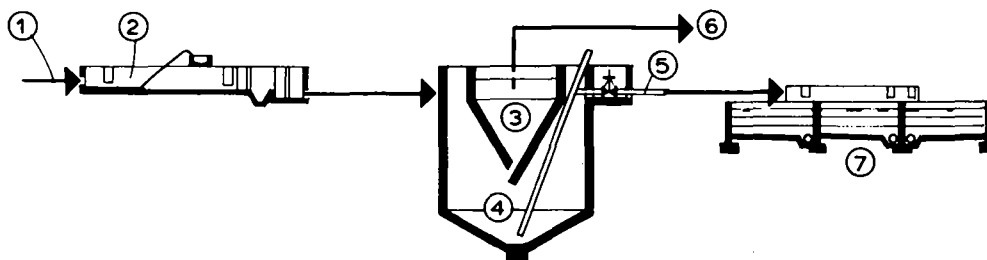
O tanque Imhoff (TI) é uma unidade de tratamento em betão armado, de planta circular ou rectangular, com duas câmaras sobrepostas, a de decantação na parte superior e a de digestão na inferior.

As águas residuais submetidas a tratamento preliminar (Ficha F.15) entram na câmara de decantação que é um órgão de tratamento primário, já que se destina à remoção de partículas sedimentáveis (sólidos em suspensão susceptíveis de sedimentar num tempo relativamente curto, da ordem de 2 a 3 horas).

Na câmara de digestão processa-se o tratamento biológico dos sólidos sedimentados que aí sofrem uma digestão anaeróbia.

O efluente decantado pode ainda ser submetido a operações e processos de tratamento complementares (tratamento biológico, pelos processos de leito percolador e de lamas activadas; infiltração rápida) ou ser descarregado no meio receptor.

A eficiência da câmara de decantação descrita, em percentagem de remoção de matéria orgânica (CBO₅), é da ordem de 35%; consequentemente, a descarga do efluente sem tratamento adicional, deve ser ponderada em função da vulnerabilidade do meio receptor.



- 1 águas residuais afluentes
- 2 obra de entrada
- 3 câmara de decantação
- 4 câmara de digestão
- 5 tubo de descarga de lamas
- 6 efluente decantado
- 7 leitos de secagem

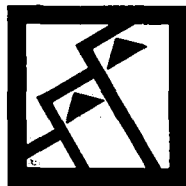
Fig. F.16.1 - Esquema de tanque Imhoff e leitos de secagem de lamas

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 16 / 2



Os sólidos digeridos, correntemente designados por *lamas*, são extraídos através de uma tubagem por acção da pressão hidrostática. As *lamas* são desidratadas em *leitos de secagem*, que são tanques rectangulares em planta, com paredes de alvenaria de tijolo ou de betão, que contêm um leito drenante de areia, sobre o qual são descarregadas as *lamas* molhadas e onde permanecem durante o tempo necessário para secarem.

Por mais pequena que seja a ETAR deve dispor de, pelo menos, dois leitos de secagem.

As *lamas* digeridas molhadas consistem num líquido negro, com um elevado teor de água, da ordem dos 87% a 90% [69], sendo os restantes 10% a 13% constituídos por sólidos em suspensão, com elevado teor de matéria orgânica (60% a 70%) [38]. O seu conteúdo em água é removido por duas vias: evaporação para a atmosfera e percolação através do leito drenante de areia, em cujo fundo existe um colector de recolha dessas escorrências, composto por manilhas simplesmente emboquilhadas.

As *lamas* secas são removidas manualmente e acumuladas para posterior utilização na agricultura.

LOCALIZAÇÃO

O tanque Imhoff situa-se na ETAR, a jusante do tratamento preliminar e a montante do tratamento secundário ou biológico.

A bateria de leitos de secagem localiza-se num ponto em que possa receber por gravidade as *lamas* digeridas molhadas.

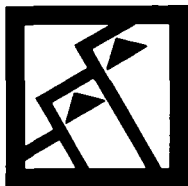
DIMENSIONAMENTO

Tanque Imhoff

O dimensionamento de um tanque Imhoff deve respeitar os seguintes critérios:

a) Câmara de decantação

- 1) o tempo de retenção hidráulico para o caudal de ponta horário não deve ser inferior a 1,5 h;



ii) a carga hidráulica, que determina a área em planta, deve estar compreendida no intervalo 1,2 a 1,9 $m^3/m^2/h$;

iii) a inclinação das paredes desta câmara deve ser bastante acentuada, da ordem dos 55° a 60°.

b) Câmara de digestão

i) o tempo de retenção desta câmara deve ser suficiente para a digestão anaeróbia das lamas, para as condições mais desfavoráveis, ou seja, para a temperatura média do ar no mês mais frio;

ii) a área de ventilação - área da superfície livre do tanque Imhoff, que não está contida na câmara de decantação - cuja função consiste em permitir o escape para a atmosfera dos gases libertados no processo da digestão anaeróbia, deve constituir 15 a 25% da área total do tanque;

iii) a inclinação das paredes do fundo da câmara da digestão não deve ser inferior a 30°.

A Fig. F.16.2 apresenta um tanque Imhoff com capacidade para servir um aglomerado de 400 a 500 habitantes.

Leitos de secagem

O dimensionamento de leitos de secagem depende dos seguintes factores:

i) produção anual de lamas digeridas molhadas (0,26 l/hab./d) [69];

ii) tempo de secagem das lamas, que depende das condições climáticas locais (temperatura do ar e precipitação) e que determina o número de descargas de lamas molhadas por ano e nos leitos de secagem.

A Figura F.16.3 apresenta as dimensões dos leitos de secagem aplicáveis a aglomerados com 400 a 500 habitantes. Dadas as diferenças climáticas a Norte e a Sul do país, na metade Sul é possível utilizar cada leito de secagem com maior frequência, dada a maior rapidez do processo de secagem, o que permite construir menos um leito de secagem que na zona a Norte do



Tejo (exceptuam-se pequenas zonas de menor precipitação, como o litoral da Estremadura). Assim, a Sul do Tejo bastam dois leitos de secagem, enquanto a Norte se devem prever três destas unidades.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

Tanque Imhoff

Na construção de um tanque Imhoff há que minimizar a subida de flocos de lamas da câmara de digestão para a de decantação, de modo a não diminuir a qualidade do efluente decantado. Com esse objectivo, as paredes da câmara de decantação devem ser lisas, para evitar a adesão de lamas, separadas por uma estreita fenda de passagem para a câmara de digestão, prolongando-se uma das paredes 20 cm em relação à outra (Fig. F.16.1).

A câmara de decantação deve manter um regime de escoamento lento, pelo que a turbulência no ponto de admissão das águas residuais deve ser atenuada através de um deflector colocado transversalmente ao tubo de chegada.

A saída do efluente decantado faz-se através de um descarregador rectangular de lâmina fina, em chapa de PVC de 10 mm de espessura, perfeitamente nivelado.

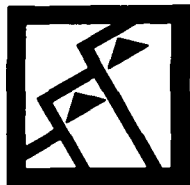
O tubo de descarga das lamas da câmara de digestão será de aço, de 150 mm de diâmetro e devidamente protegido da corrosão. O tubo é ancorado no fundo e no topo, sendo constituído por um único troço rectilíneo, evitando curvas, que dificultariam eventuais acções de desentupimento.

A válvula de descarga das lamas (válvula de cunha) deve ficar alojada numa caixa de fácil acesso.

Leitos de secagem

Os leitos de secagem têm formato rectangular em planta, e são normalmente construídos em alvenaria ou betão com um leito filtrante composto por duas camadas de areia sobre uma camada suporte de brita.

A granulometria destas camadas é determinante para garantir a capacidade drenante do leito. Assim, recomenda-se que o material de enchimento de um leito de secagem tenha a constituição indicada no Quadro F.16.1.



QUADRO F.16.1 - Características do material de enchimento dos leitos de secagem

CANADAS	Diâmetro efectivo (mm)	Coefficiente de uniformidade	Altura (cm)
Areia fina	0,3 - 1,0	≤ 4	10
Areia grossa	1,0 - 1,5	≤ 4	15
Brita	1,5 - 0,5	≤ 4	15

No fundo de cada leito existe um sistema de drenagem das escorrências das lamas húmidas, normalmente constituído por um colector de manilhas de grés de \varnothing 100 mm, simplesmente emboquilhadas. Este colector deve ter uma inclinação de 1%, assim como a laje de fundo.

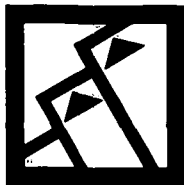
As escorrências de cada leito são recolhidas numa pequena caixa no exterior do mesmo e transportadas por um colector de manilhas simplesmente emboquilhadas que as infiltra no terreno.

As lamas são transportadas do tanque Imhoff para os leitos de secagem, através de tubo de \varnothing 100 mm, em PVC (se o tubo vier enterrado), fibrocimento ou aço, o qual entra na caleira de distribuição apoiada na própria parede dos leitos de secagem. A descarga nos leitos de secagem efectua-se pela remoção de uma comporta de chapa de PVC.

O leito de areia deve ser protegido no ponto de impacto da descarga das lamas, por meio de uma placa de 0,60 m x 0,60 m, em betão.

Cada leito deve dispor de uma abertura, obturada com uma comporta de madeira, através da qual se processa a retirada das lamas secas.

A vedação, se necessária, poderá ser constituída por prumos de madeira e seis fiadas de arame, como se indica na Fig. D.1.3.



EXPLORAÇÃO

Tanque Imhoff

O eficiente funcionamento de um tanque Imhoff exige uma operação regular, embora simples. O principal objectivo da operação consiste em garantir uma adequada eficiência na remoção dos sólidos em suspensão na câmara de decantação. Para tal, é importante efectuar a limpeza com jacto de mangueira do descarregador do efluente decantado, com a frequência aconselhada pela observação da instalação ou, pelo menos, uma vez por semana.

Se os intervalos entre descargas das lamas da câmara de digestão forem excessivamente prolongados, dá-se o arrastamento de flocos de lamas para a superfície da câmara de decantação, por acção dos gases libertados no processo de digestão anaeróbia.

Deste modo, é indispensável descarregar periodicamente as lamas da câmara de digestão do TI para os leitos de secagem. O reconhecimento de que as lamas estão convenientemente digeridas efectua-se através da cor que apresentam e do cheiro que exalam: as lamas digeridas em TI são um líquido de cor negra, com cerca de 90% de água, na qual os sólidos em suspensão são de textura granular grosseira e homogénea; o cheiro das lamas digeridas não é desagradável, assemelhando-se ao do alcatrão.

É importante não remover completamente as lamas do TI, de modo a permanecer uma quantidade residual que sirva de inóculo à continuação do processo de digestão anaeróbia.

Como regra prática, aconselha-se efectuar uma descarga de lamas, sempre que haja um ou mais leitos de secagem disponíveis.

Deve salientar-se que, no início do funcionamento de um TI, não há produção de lamas digeridas durante os três primeiros meses. Se se observar produção de lamas digeridas com cheiro ofensivo e cor cinzenta, posteriormente à fase de arranque do TI, será sintoma de que a digestão anaeróbia se processa de forma anómala. Se se colher uma amostra de lamas (cerca de 1 litro) e avaliar o seu pH através de uma fita de papel de tornesol, e se verificar que este é ácido, deve descarregar-se na zona de arejamento do TI alguns baldes de cal viva ou de leite de cal, a fim de elevar o pH para o valor normal da fase alcalina da digestão anaeróbia (pH = 7,4).

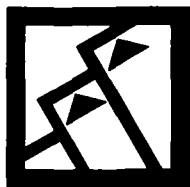
A zona de arejamento (zona da superfície exterior à câmara de decantação) é destinada ao escape dos gases produzidos na câmara de digestão. Com o

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 16 / 7



decorrer do tempo, esta zona acaba por ficar coberta com uma camada de escumas constituída pelos flocos de lamas arrastadas com os gases.

Um dos cuidados de operação consiste em despedaçar esse capacete com jacto de mangueira ou com um ancinho.

Quando se verificar o excessivo espessamento das lamas na câmara de digestão e no próprio tubo de descarga das mesmas, que impeça, por obstrução, a sua saída, deve proceder-se à fluidização das lamas por meio do lançamento de água no tubo de descarga, através do seu ramo emerso. O topo deste ramo deve permanecer coberto com uma rede, que é removida em ocasiões como esta, a fim de evitar o entupimento do tubo de descarga de lamas por acções de vandalismo.

Os cuidados de manutenção de um tanque Imhoff são reduzidos e simples. Consistem essencialmente, na lubrificação da válvula de descarga das lamas e na protecção do tubo de descarga contra a corrosão (Fig. F.16.2).

Leitos de secagem

A operação dos leitos de secagem consiste em alimentá-los com as lamas molhadas e retirar as lamas secas.

Jamais se deve descarregar lamas molhadas sem a remoção prévia das lamas secas. Reconhece-se que as lamas estão secas e prontas para remoção quando o seu teor de humidade inicial é reduzido em 60% a 70%, o que se verifica visualmente pela cor cinzenta e fissuração da superfície.

A manutenção dos leitos de secagem resume-se a uma reposição bienal do leito, a fim de compensar a camada de areia que é arrastada com as lamas. Essa reposição será apenas de alguns centímetros de altura, devendo porém ser efectuada com areia siliciosa lavada e de dimensões adequadas (Quadro F.16.1).

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIREÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 16 / 8

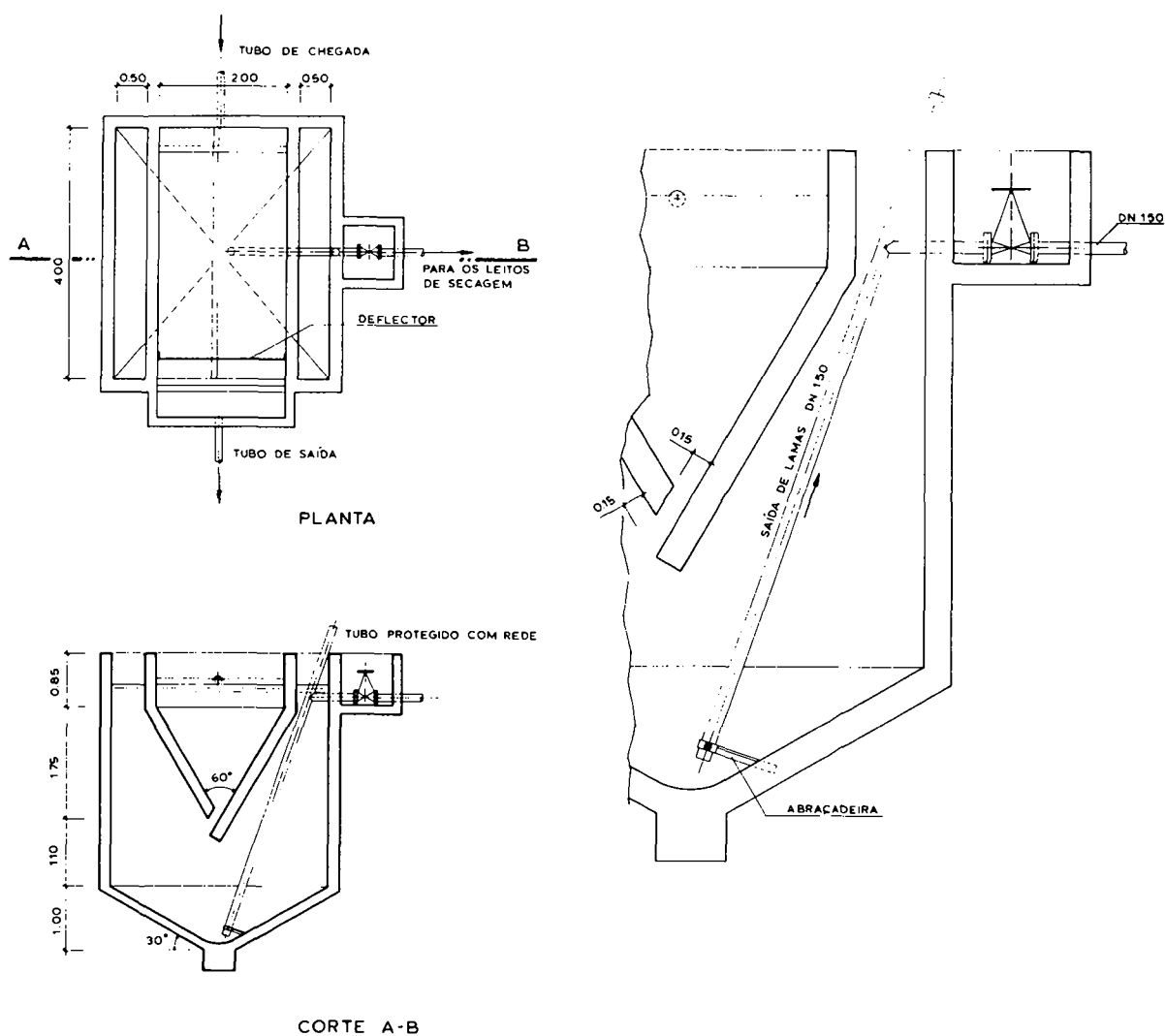
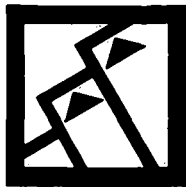


FIGURA F.16.2 - Tanque Imhoff

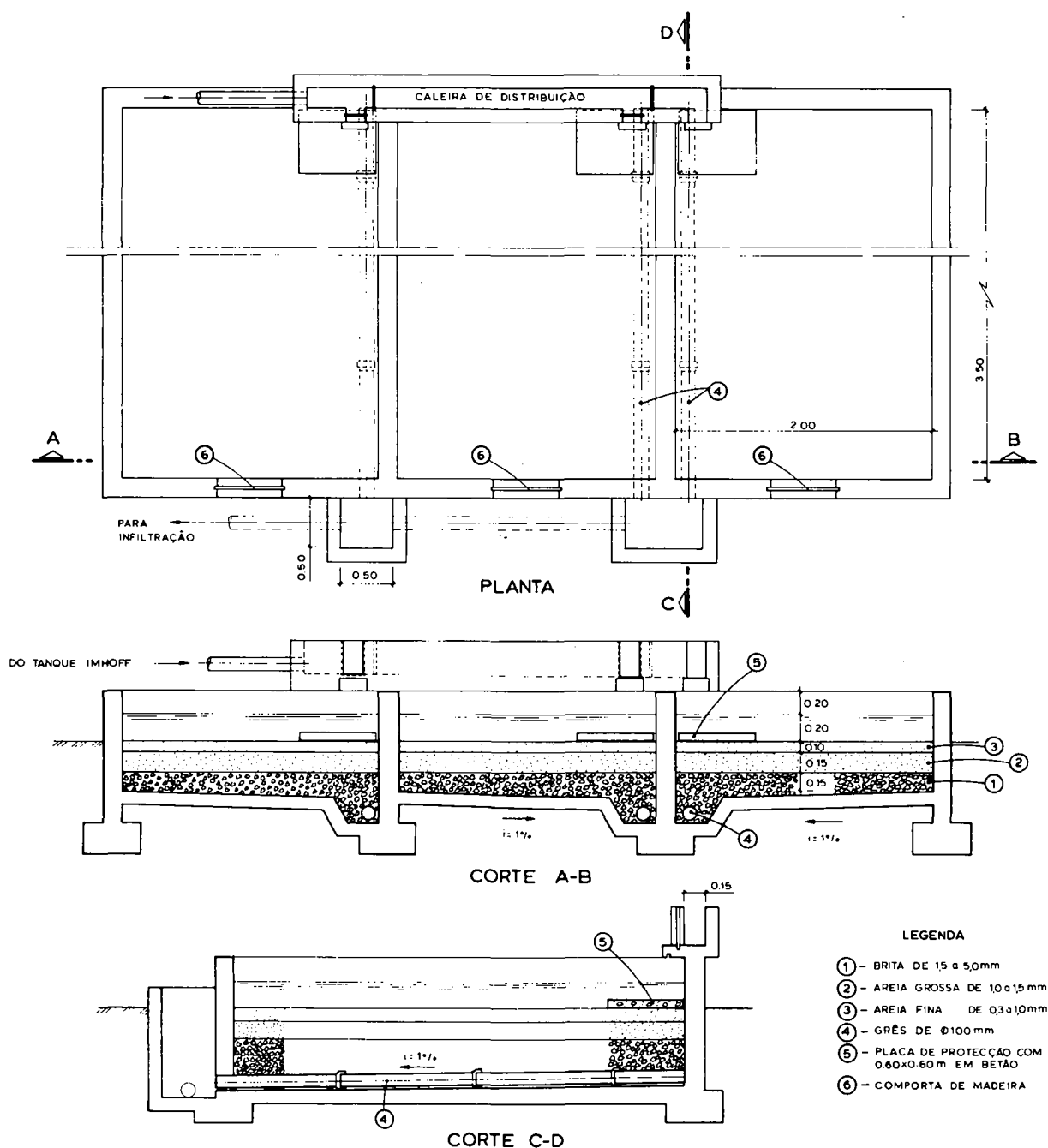
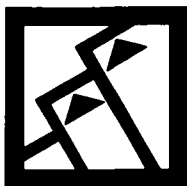
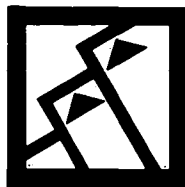


FIGURA F.16.3 - Leitos de secagem



LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

DESCRIÇÃO

Uma lagoa de estabilização consiste num reservatório limitado geralmente por diques de terra compactada, onde as águas residuais permanecem por um período de tempo suficiente para que a sua depuração atinja o nível desejado, através de processos bioquímicos inteiramente naturais.

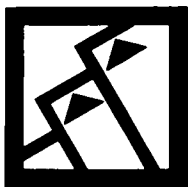
Normalmente, associa-se mais do que uma lagoa em série, dado o aumento de eficiência que, por esse meio, se obtém. Uma associação de duas ou mais lagoas em série e/ou em paralelo designa-se por sistema de lagunagem.

Existem diferentes tipos de lagoas de estabilização, sendo mais correntes as seguintes:

- a) lagoas anaeróbias - lagoas profundas (profundidade não inferior a 3m), nas quais não existe oxigénio dissolvido e em que a decomposição da matéria orgânica poluente se processa inteiramente por processos anaeróbios. Geralmente recebem águas residuais que sofreram apenas tratamento preliminar;
- b) lagoas facultativas - lagoas de profundidade compreendida entre 1 m e 2 m, em cujas camadas superiores a degradação da matéria orgânica se processa aerobiamente, à custa do oxigénio dissolvido produzido pela acção fotossintética de microalgas que se desenvolvem espontaneamente no líquido e em cujas camadas inferiores ocorre uma degradação anaeróbia;
- c) lagoas de maturação - lagoas de profundidade compreendida entre 1 m e 2 m, cuja zona aeróbia se estende praticamente ao longo de toda a profundidade e que se destinam à afinação do efluente previamente depurado em lagoa(s) facultativa(s) precedente(s), principalmente através da remoção de microrganismos patogénicos.

É possível combinar lagoas de diferentes tipos numa associação em série, de modo a conseguir o tratamento mais adequado à qualidade pretendida, em função das potencialidades de cada tipo de lagoa e do conhecimento de que a eficiência do tratamento aumenta com o número de lagoas associadas em série.

A associação constituída por uma lagoa anaeróbia, seguida de uma lagoa facultativa e esta por uma lagoa de maturação é muito comum e adequada para a maioria das povoações de pequena dimensão.



No caso de aglomerados de reduzida dimensão, a associação de duas lagoas em série - facultativa e maturação - considera-se satisfatória. Porém, em situações de elevada vulnerabilidade do meio receptor, recomenda-se uma associação de 3 lagoas - uma facultativa e duas de maturação.

Uma associação de lagoas de estabilização deve ser precedida por um tratamento preliminar constituído por uma câmara de grades (o desarenador é dispensável, neste caso), exceptuando o caso em que a rede de drenagem é de esgotos decantados (Ficha F.6).

LOCALIZAÇÃO

Um sistema de lagunagem, como qualquer outra estação de tratamento de águas residuais, deve localizar-se de tal modo que os ventos dominantes não soprem da estação para o povoado.

Os terrenos de natureza mais consentânea com a instalação de lagoas de estabilização são os terrenos coerentes, de fácil escavabilidade. Terrenos rochosos implicam elevados custos de construção, enquanto os terrenos desagregados e permeáveis podem originar riscos de contaminação de águas subterrâneas.

Do ponto de vista orográfico, a implantação de lagoas de estabilização é mais favorável em locais de reduzida inclinação (até 5%), devendo sempre procurar-se a compensação dos volumes escavados e aterrados.

DIMENSIONAMENTO

Um sistema de lagunagem pode não constituir uma tecnologia apropriada para populações inferiores a 250 habitantes, situação em que o sistema de fossa séptica é geralmente mais vantajoso.

No Quadro F.17.1 indicam-se os valores calculados para a área da superfície a meia altura do líquido e para o volume útil (com uma altura de líquido de 1,5 m) das lagoas componentes dos sistemas de lagunagem A (facultativa e maturação) e B (facultativa e duas de maturação), para os escalões populacionais considerados.

A forma geométrica das lagoas é condicionada pela morfologia do terreno, pelo que não se indicam valores para as dimensões a adoptar. Aconselha-se, porém, que sejam atendidas as disposições construtivas recomendadas na secção seguinte.

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 17 / 3



QUADRO F.17.1 - Dimensões dos sistemas de lagunagem

SISTEMA DE LAGUNAGEM	LAGOA	200-350 hab.		350-500 hab.	
		AREA A MEIA ALTURA (m ²)	VOLUME ÚTIL (m ³)	AREA A MEIA ALTURA (m ²)	VOLUME ÚTIL (m ³)
A	Facultativa primária	1 345	2 018	1 923	2 885
	Maturação	1 345	2 018	1 923	2 885
B	Facultativa primária	1 345	2 018	1 923	2 885
	Maturação	672	1 008	962	1 443
	Maturação	672	1 008	962	1 443

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

Na concepção de lagoas de estabilização deve ser dada especial atenção às dimensões em planta, bem como ao posicionamento dos dispositivos de admissão do afluente e de descarga do efluente, de modo a minimizar os curto-circuitos hidráulicos (ocorrência de zonas estagnadas em contraposição a zonas de escoamento demasiado rápido e tempo de retenção inferior ao desejável).

Sempre que possível, uma lagoa facultativa deve ter planta sensivelmente rectangular com uma relação C/L (comprimento/largura) superior a 2, no mínimo, devendo esta relação ser superior a 3, no caso de lagoas de maturação.

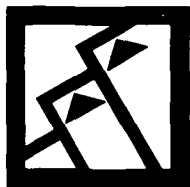
A admissão do afluente e a descarga do efluente devem situar-se em pontos tão afastados quanto o permitir a forma geométrica da lagoa (diagonalmente opostos no caso de lagoas rectangulares). Existe uma certa diversidade de modelos destes dispositivos. Na Fig. 17.1 indicam-se modelos de admissão e descarga que satisfazem as condições que seguidamente se expõem, além da condição geral da simplicidade de concepção e baixo custo de construção.

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ficha F. 17 / 4



Os dispositivos de admissão de afluente nas lagoas devem descarregar abaixo da superfície livre do líquido, a fim de reduzir a quantidade de escumas e para evitar curto-circuitos superficiais quando ocorre estratificação térmica. Na primeira lagoa da série deve existir um deflector que impede os sólidos flutuantes de serem arrastados para o seu interior, concentrando-os num ponto de onde podem ser facilmente removidos.

Os dispositivos de saída do efluente devem dispor de um deflector destinado a impedir o arrastamento de escumas.

Este deflector deve ter uma altura tal que a sua extremidade inferior fique a cerca de 0,60 m abaixo da superfície livre do líquido, de modo a descarregar um efluente com menor concentração de algas [72].

O bordo livre dos diques deve ser tal que o seu coroamento se situe 0,5 m acima da superfície livre do líquido.

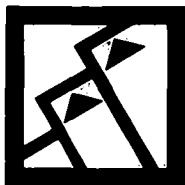
A estabilidade dos diques é um ponto suficientemente importante no projecto e construção de um sistema de lagunagem para justificar a consulta de um técnico competente no domínio da geotecnia (engenheiro civil ou geólogo). Como elementos de base para o estudo de geotecnia devem ser colhidas amostras de solo, seguindo escrupulosamente a metodologia por eles indicada, para determinação das seguintes características:

- a) análise granulométrica;
- b) ensaio Proctor;
- c) limites de Atterberg;
- d) teor de matéria orgânica;
- e) coeficiente de permeabilidade.

De um modo geral, os solos ricos em matéria orgânica, os solos plásticos ou os solos arenosos de estrutura granular (desagregada) não são apropriados à implantação de lagoas, visto requererem terras de empréstimo ou a impermeabilização dos diques com tela plástica, soluções onerosas que podem tornar esta tecnologia inapropriada.

O estudo geotécnico determinará não só a inclinação dos taludes interno e externo dos diques, como a compactação a assegurar durante o processo de construção.

A vedação, se necessária, poderá ser constituída por prumos de madeira tratada e seis fiadas de arame, como se indica na Fig. D.1.3.



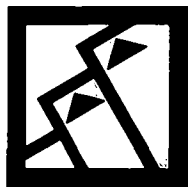
EXPLORAÇÃO

Em termos de manutenção, há conveniência em evitar o desenvolvimento de vegetação nos diques, em virtude das suas sementes constituírem um atractivo para os roedores.

Por outro lado, o seu desenvolvimento no talude interno, em especial nas zonas sombrias e de amortecimento do movimento do líquido, favorece também a proliferação dos mosquitos.

Uma forma de promover a desinfestação dos roedores nas lagoas consiste em provocar a inundação das cavernas por eles escavadas, fazendo subir o nível do líquido na lagoa entre 15 a 20 cm através da elevação da soleira do dispositivo de saída do efluente (se tal for possível). Este procedimento deve ser repetido em dias alternados, durante cerca de um mês, até conseguir expulsar definitivamente os roedores.

A Primavera e o Verão são a época do ano mais favorável para a entrada em serviço das lagoas de estabilização, sendo desejável a existência de uma altura de água de pelo menos 0,20 m, antes do lançamento das águas residuais, para facilitar a proliferação de algas e bactérias aeróbias. Se o arranque das lagoas for no Inverno, a altura de água, antes do lançamento das águas residuais, deverá ser de 0,50 m a 0,70 m. No entanto, se não houver disponibilidade de água, pode-se proceder de igual modo ao arranque da ETAR.



INFILTRAÇÃO RÁPIDA

DESCRIÇÃO

A **infiltração rápida** é um dos processos de utilização do solo na depuração de águas residuais. Trata-se de um processo só aplicável em solos muito permeáveis (areias), nos quais se constroem bacias de infiltração que são inundadas periodicamente com as águas residuais previamente submetidas a tratamento preliminar e primário.

Do ponto de vista construtivo, uma bacia de infiltração assemelha-se bastante a uma lagoa de estabilização. A principal diferença física reside na abertura, em forma de rampa, praticada num dos diques laterais, e que se destina ao acesso de um dumper ou outro veículo, para remoção das lamas secas que constituem o resíduo deixado pelas águas residuais após a sua infiltração.

A eficiência de remoção de poluentes é bastante elevada pelo processo de infiltração rápida, o que permite a recuperação do efluente após a sua passagem pelo solo, por meio de drenos. Para reduzidos caudais, como na situação presente, esta recuperação não apresenta vantagens e o efluente irá contribuir para recarregar o aquífero.

A disponibilidade de mais do que uma bacia de infiltração é necessária, mesmo no caso de aglomerados de reduzida dimensão, para permitir a sua utilização alternada: enquanto as águas residuais se infiltram numa bacia, a segunda está operacional recebendo as águas residuais entretanto produzidas.

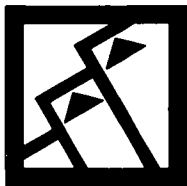
A eliminação de riscos de saúde pública é assegurada pela distância mínima de 3 m entre o fundo da bacia de infiltração e o nível freático.

De um modo geral, a infiltração rápida é uma tecnologia apropriada para povoações costeiras implantadas em terrenos arenosos, situação em que as águas residuais infiltradas podem contribuir para evitar a intrusão salina.

LOCALIZAÇÃO

A implantação de um sistema de infiltração rápida exige um local com os seguintes requisitos:

- a) solo muito permeável e com uma profundidade mínima de 1 a 1,5 m;
- b) nível freático de inverno, pelo menos 3 m abaixo do fundo das bacias de infiltração;



- c) terreno de reduzida inclinação, de modo a evitar inconvenientes de 2 tipos: grandes movimentos de terra na implantação das bacias e a redução da estabilidade dos diques provocada pela percolação da água que pode arrastar os materiais finos.

DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento de bacias de infiltração rápida deve basear-se na taxa de infiltração do solo, a qual deve ser determinada por ensaio "in situ" (Anexo B.1). A carga hidráulica a considerar deve ser da ordem de 5 a 25% da taxa de infiltração observada. De um modo geral, a carga hidráulica a aplicar varia de 10 a 300 cm/semana [80].

A área de cada bacia de infiltração é determinada através da expressão seguinte:

$$A = \frac{700 Q}{C_n} \quad (F. 18.1)$$

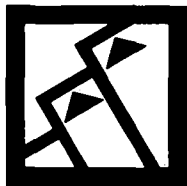
em que: A - área da bacia (m²)
Q - caudal (m³/d)
C_n - carga hidráulica (cm/semana)

Não sendo possível apresentar dimensões padronizadas para as bacias de infiltração, dada a sua dependência do valor real da permeabilidade do terreno, adianta-se porém que, para os terrenos arenosos de menor permeabilidade e considerando uma população de 500 habitantes, cada bacia deveria dispor de uma área da ordem de 1600 m². Em terrenos de permeabilidade muito elevada, as bacias de infiltração poderão reduzir-se até 10% deste valor.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

As bacias de infiltração rápida são de construção simples. Haverá que prestar atenção ao facto de o terreno ser incoerente, o que levará a adoptar inclinações suaves para os taludes inferiores a 1:3 (vertical/horizontal).

Os taludes interiores poderão ser protegidos contra a erosão com tela geotêxtil ou material similar.



No ponto de admissão das águas residuais deve prever-se uma placa de betão, para evitar a erosão provocada pela descarga do líquido.

Este órgão de tratamento, tal como todos os outros, deve estar implantado em recinto vedado (Fig. D.1.3).

EXPLORAÇÃO

A operação de um sistema de infiltração rápida resume-se a duas actividades:

- a) abrir alternadamente a admissão a cada uma das lagoas, através de uma manobra de comportas na caixa de distribuição a montante;
- b) remover a camada de lamas secas, que constitui o resíduo da infiltração das águas residuais, com o auxílio de um rodo ou outra ferramenta adequada.

Os ciclos de repouso estão considerados no valor da carga hidráulica. Aconselham-se ciclos de 1 a 2 semanas por bacia de infiltração.

Há ainda que efectuar a operação dos órgãos de tratamento preliminar (Ficha F.15) e primário (Ficha F.16).

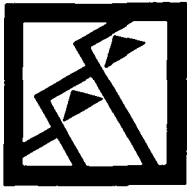
A manutenção de bacias de infiltração resume-se à remoção de ervas infestantes e à reparação dos danos provocados nos taludes pela erosão.

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS EM ÁGUAS RESIDUAIS

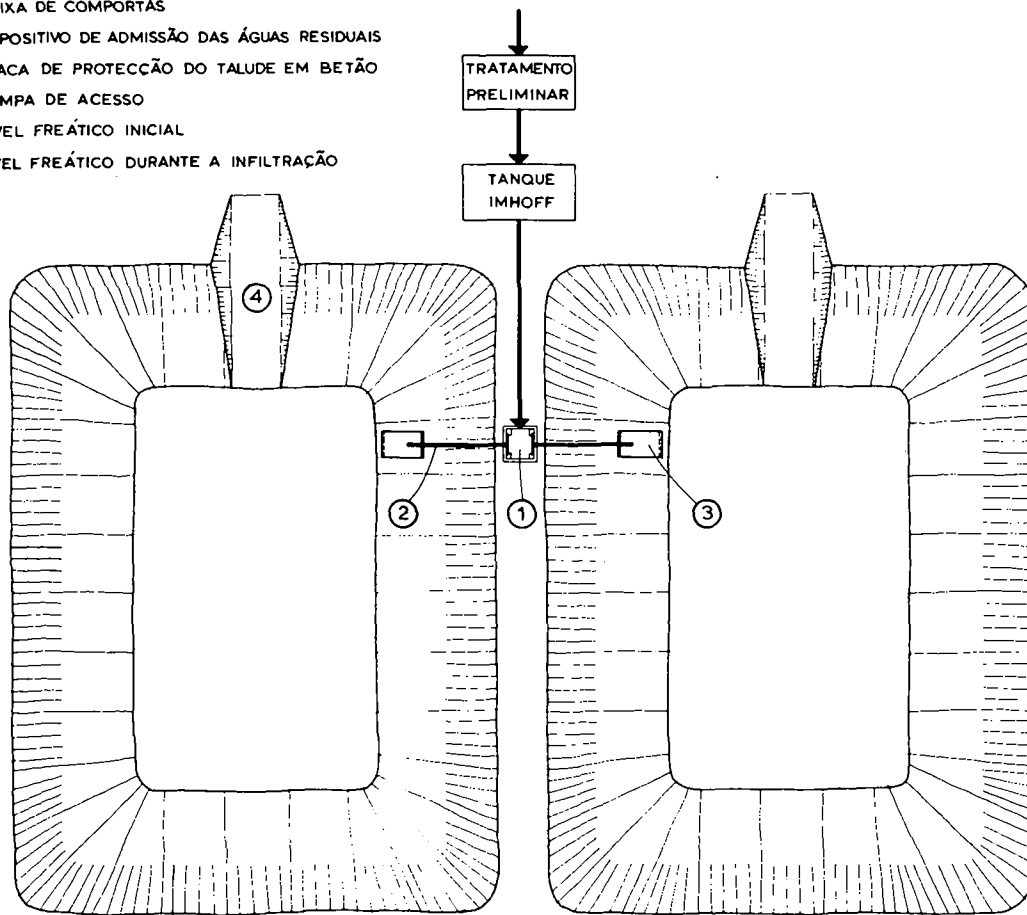
MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

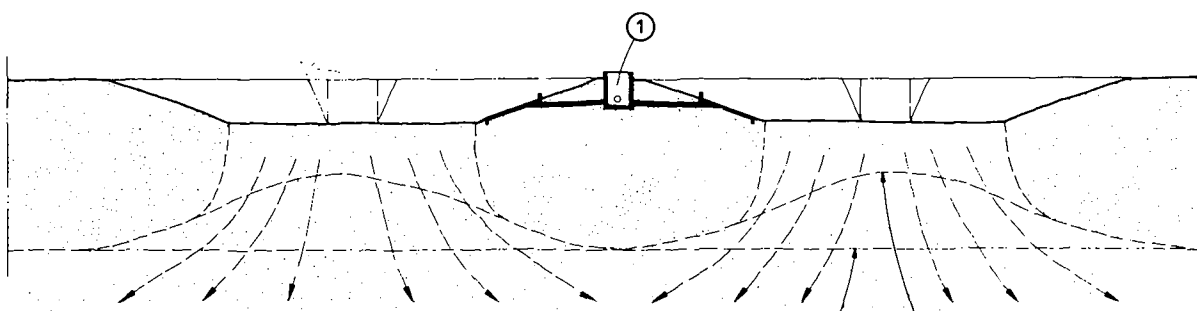
Ficha F. 18 / 4



- ① CAIXA DE COMPORTAS
- ② DISPOSITIVO DE ADMISSÃO DAS ÁGUAS RESIDUAIS
- ③ PLACA DE PROTECÇÃO DO TALUDE EM BETÃO
- ④ RAMPA DE ACESSO
- ⑤ NÍVEL FREÁTICO INICIAL
- ⑥ NÍVEL FREÁTICO DURANTE A INFILTRAÇÃO

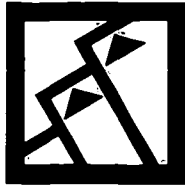


PLANTA



CORTE

FIGURA F.18.1 - Sistema de infiltração rápida



LEITO PERCOLADOR

DESCRIÇÃO

Um leito percolador é um órgão de tratamento biológico de águas residuais previamente submetidas a tratamento preliminar e primário (em tanque Imhoff), constituído por um tanque, geralmente de planta circular, cheio com um leito de pedra, sobre o qual percolam as águas residuais descarregadas na superfície do leito por um distribuidor rotativo e recolhidas no fundo do percolador por um sistema de drenagem adequado.

Sobre a superfície da pedra constituinte do meio filtrante forma-se uma película biológica que serve de suporte aos microrganismos que se encarregam de remover a matéria orgânica dissolvida nas águas residuais. Esses microrganismos são predominantemente bactérias aeróbias, pelo que é necessário prever adequada ventilação do meio de enchimento. Este objectivo consegue-se facilmente através de aberturas no fundo da parede exterior, desde que o leito percolador não esteja enterrado.

A distribuição das águas residuais, previamente decantadas, afluentes ao leito percolador, tem que ser intermitente, dado que o caudal produzido em aglomerados de reduzida dimensão não é suficiente para assegurar um momento de rotação contínuo do distribuidor (também frequentemente designado por "sprinkler") que não é mais do que um torniquete hidráulico.

Deste modo, o efluente do tanque Imhoff passa numa câmara sifónica, a qual descarrega para o distribuidor rotativo, quando o nível do líquido na câmara é suficiente para ferrar o sifão.

Para a dimensão dos aglomerados abrangidos no âmbito deste Manual, considera-se desnecessário efectuar recirculação do efluente do percolador para montante desta unidade ou do tanque Imhoff. Nestas condições, a carga hidráulica (caudal por unidade de superfície) aplicada sobre este órgão é baixa, pelo que se designa correntemente por leito percolador de baixa carga. Igualmente, se considera desnecessário prever um decantador secundário, isto é, destinado a receber o efluente do leito percolador, embora este decantador possa ser construído posteriormente, se se verificar a necessidade de melhorar a eficiência de depuração do processo.

LOCALIZAÇÃO

Um leito percolador é uma unidade de tratamento biológico integrante de uma ETAR, localizando-se a jusante dos órgãos de tratamento preliminar e primário.



O terreno ideal para implantação de uma ETAR que inclua um leito percolador não enterrado, em que se garanta um escoamento gravítico ao longo da linha de tratamento, é o que apresenta um desnível topográfico não inferior a 4 m. Caso contrário, serão necessários movimentos de terra dispendiosos ou elevação das águas residuais, o que é sempre inconveniente pela aturada exploração que requer.

Na Figura F.19.1 apresentam-se as principais características construtivas e as dimensões de um leito percolador de baixa carga, com capacidade para tratar as águas residuais de aglomerados de 200 a 500 habitantes.

DIMENSIONAMENTO

Um leito percolador de baixa carga deve receber cargas hidráulicas não superiores a $4 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ e não requer recirculação de efluente para montante.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

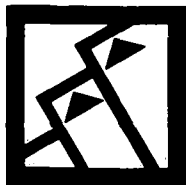
Na construção de um leito percolador é importante focar a atenção sobre os seguintes aspectos:

- a) material de enchimento;
- b) drenagem do fundo;
- c) ventilação.

O material de enchimento deve ser constituído por fragmentos de rocha quimicamente inerte (o calcário não é aconselhável), de elevada resistência à abrasão (o xisto deve ser excluído), suficientemente rugoso para facilitar a aderência do filme biológico, de granulometria uniforme e elevada porosidade para permitir a passagem do ar.

A granulometria da camada inferior do enchimento deve corresponder a um diâmetro efectivo de 10 a 15 cm, numa altura de 25 cm, enquanto a camada superior deve apresentar uma granulometria de 8 a 10 cm, numa altura de 25 cm, sendo a camada intermédia constituída por pedra de 5 a 6 cm de diâmetro efectivo.

O material da camada inferior do enchimento do leito assenta sobre um fundo com aberturas de dimensão inferior ao diâmetro efectivo, as quais se destinam a permitir a passagem de água residual percolada para um sistema de caleiras secundárias que alimentam uma caleira de recolha central.



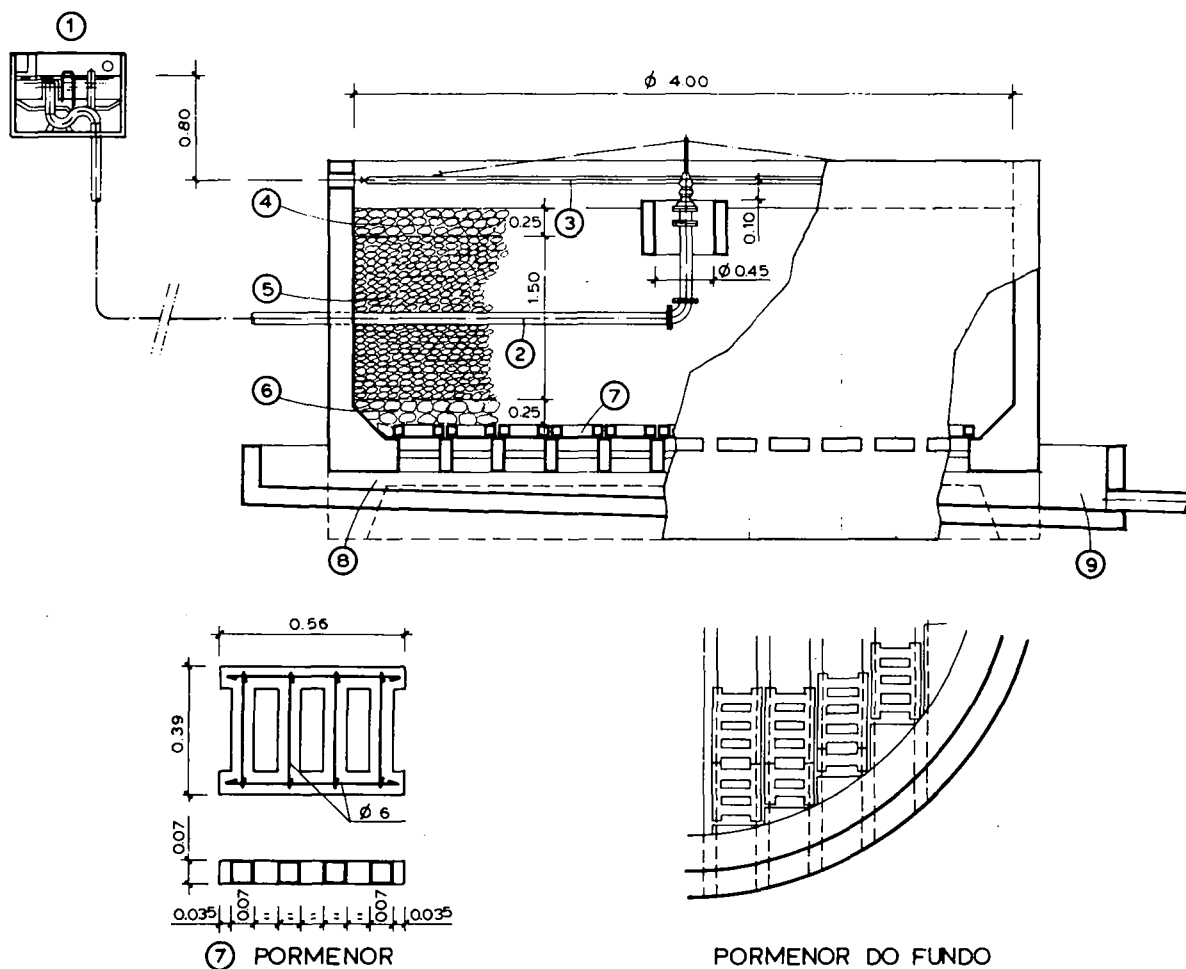
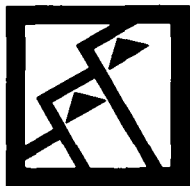
A ventilação é assegurada através de aberturas praticadas nos locais de intersecção das caleiras com a parede exterior do percolador.

EXPLORAÇÃO

A operação de um leito percolador em si mesma é bastante diminuta, reduzindo-se à limpeza periódica dos orifícios do distribuidor rotativo, a fim de os manter desentupidos. Deve salientar-se, porém, que o bom funcionamento de um leito percolador é fortemente condicionado pelo funcionamento dos órgãos que se situam a montante, designadamente a obra de entrada, o tanque Imhoff e, principalmente, a câmara sifónica.

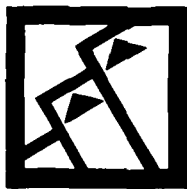
Com efeito, se o desempenho destes órgãos não for eficiente, o risco de colmatação dos espaços vazios do enchimento do leito percolador aumenta, podendo atingir-se situações de "ponding", ou seja, ocorrência de charcos, mais ou menos extensos, à superfície do percolador. Tal situação deve ser evitada a todo o custo, pois significa a anulação da capacidade de depuração aeróbia desta unidade de tratamento cuja recuperação só será possível através da retirada de todo o material de enchimento, sua lavagem e reposição em camadas calibradas.

A manutenção de um leito percolador consiste na lubrificação do distribuidor rotativo, de acordo com as instruções do fabricante, e na sua protecção contra a corrosão, através de pintura.



- 1- Câmara sifónica
- 2- Tubagem de alimentação
- 3- Distribuidor rotativo
- 4- Camada de brita de 0.08 a 0.10m
- 5- Camada de brita de 0.05 a 0.06m
- 6- Camada de brita de 0.10 a 0.15m
- 7- Lajetas de fundo
- 8- Caleira de recolha
- 9- Caixa de recolha

FIGURA F.19.1 - Leito percolador de baixa carga



ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

DESCRIÇÃO

A estação elevatória é um órgão geralmente constituído por um poço de bombagem, onde se instalam os grupos elevatórios, e que se destina a elevar as águas residuais para um local de cota piezométrica mais elevada. Anexa ao poço de bombagem existe uma caixa onde são instaladas as válvulas que permitem alternar a utilização dos grupos elevatórios.

Os grupos a instalar devem ser apropriados para elevar águas residuais (líquidos com elevado teor de sólidos em suspensão), sendo em regra imersos e accionados por motores eléctricos, designando-se vulgarmente por **grupos electrobomba submersíveis**. No caso de elevação de águas residuais decantadas (Ficha F.6), isentas de fibras longas ou matérias susceptíveis de formar tranças, cujos sólidos tenham diâmetros inferiores a 10 ou 15 mm, é possível utilizar grupos submersíveis de reduzido diâmetro (40 - 50 mm).

Os principais equipamentos electromecânicos a instalar, além dos grupos elevatórios, são:

- a) tubagens de compressão e válvulas de seccionamento e retenção;
- b) aparelhagem de medida da altura de compressão;
- c) sinalizadores de nível;
- d) quadro eléctrico, com os circuitos de potência, de comando e sinalização e aparelhos de protecção.

Apesar dos reduzidos caudais a elevar, devem ser sempre instalados dois grupos elevatórios iguais, sendo um reserva mecânica do outro e funcionando alternadamente para reduzir o número de arranques.

LOCALIZAÇÃO

As estações elevatórias podem ser implantadas na rede predial para ligação à rede pública, na rede pública ou, ainda, no interior da própria ETAR (Fig. F.20.1).

DIMENSIONAMENTO

O volume do poço de bombagem entre os níveis máximo e mínimo de funcionamento das electrobombas deve ser tal que o seu número de arranques por hora não seja superior a 10. Esse valor pode ser quantificado através da seguinte expressão:



$$V = \frac{Q}{4 \times Z} \quad (F.20.1)$$

em que: V - volume útil do poço (m³)
 Q - caudal de uma bomba (m³/h)
 Z - número de arranques por hora

As dimensões do poço de bombagem apresentado na Fig. F.20.1 foram estabelecidas considerando que o caudal de elevação nunca deve ser inferior a 18 m³/h, o que corresponde a um diâmetro mínimo da conduta elevatória de 100 mm e uma velocidade de escoamento de 0,80 m/s e admitindo sete arranques horários de cada electrobomba.

A potência do motor do grupo elevatório é calculada utilizando a seguinte expressão:

$$P = 0,41 Q (H + J) \quad (F.20.2)$$

em que: P - potência (W)
 Q - caudal a elevar (l/min)
 H - desnível topográfico (m)
 J - perda de carga (m)

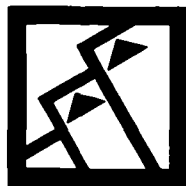
No cálculo da perda de carga J podem ser desprezados os acidentes de percurso (curvas, tês, válvulas, etc.), desde que se multiplique a extensão total da conduta elevatória pelo coeficiente 1,2; ao valor obtido deve adicionar-se ± 15% para imprevistos.

O projecto e instalação do equipamento electromecânico, incluindo o quadro eléctrico, deve ser da responsabilidade de técnicos especialistas.

Na Fig. F.20.1 apresenta-se uma estação elevatória de águas residuais com grupos electrobomba submersíveis.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

A disposição relativa dos diversos equipamentos electromecânicos na estação elevatória é a apresentada na Fig. F.20.1, recomendando-se o seu cumprimento, salvo em situações devidamente justificadas.



Os grupos electrobomba instalados terão de ser sempre próprios para águas residuais.

As válvulas de seccionamento e de retenção são instaladas em caixa anexa ao poço de bombagem, que será de tampa estanque nas zonas inundáveis.

O quadro eléctrico e respectiva aparelhagem de comando e protecção são instalados em caixa metálica apoiada no solo; em zonas sujeitas a risco de inundação, estes equipamentos podem ser instalados num poste-tipo de iluminação, a cota superior à de máxima cheia, conforme Fig. F.20.2.

A vedação, se necessária, poderá ser constituída por prumos de madeira e seis fiadas de arame, como se indica na Fig. D.1.3.

As paredes interiores do poço de bombagem e da caixa de válvulas serão rebocadas com argamassa de 500 kg de cimento por m³, tendo uma espessura de 2 cm. As paredes exteriores serão rebocadas com argamassa de 300 kg de cimento por m³, com 1 cm de espessura.

EXPLORAÇÃO

Os grupos electrobomba a instalar deverão ser de comando automático, sendo-lhes aplicável na generalidade, o programa de operação e manutenção especificado na Ficha D.17 para os sistemas de elevação de água.

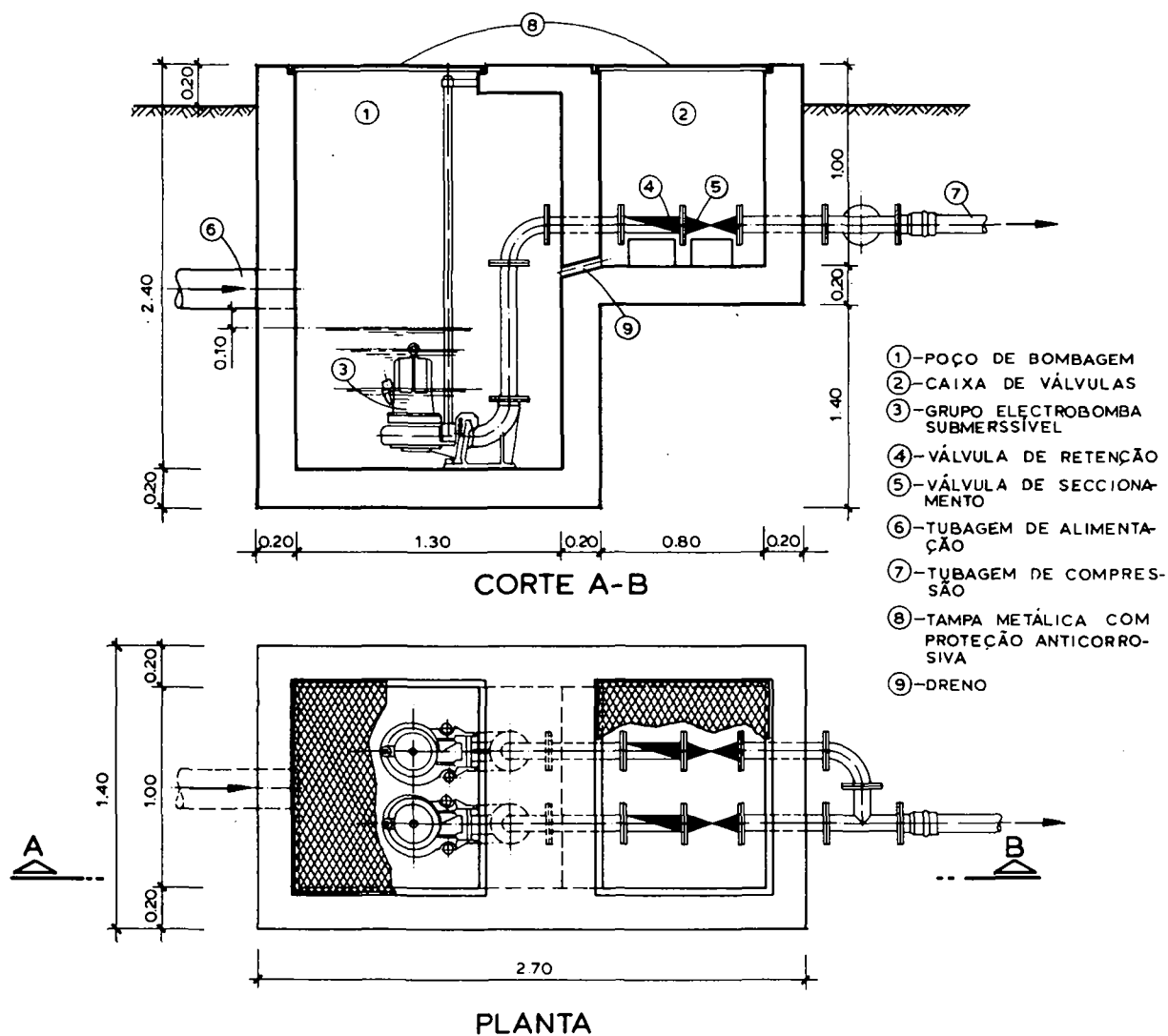
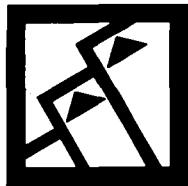


FIGURA F.20.1 - Estação elevatória com grupos electrobomba submersíveis

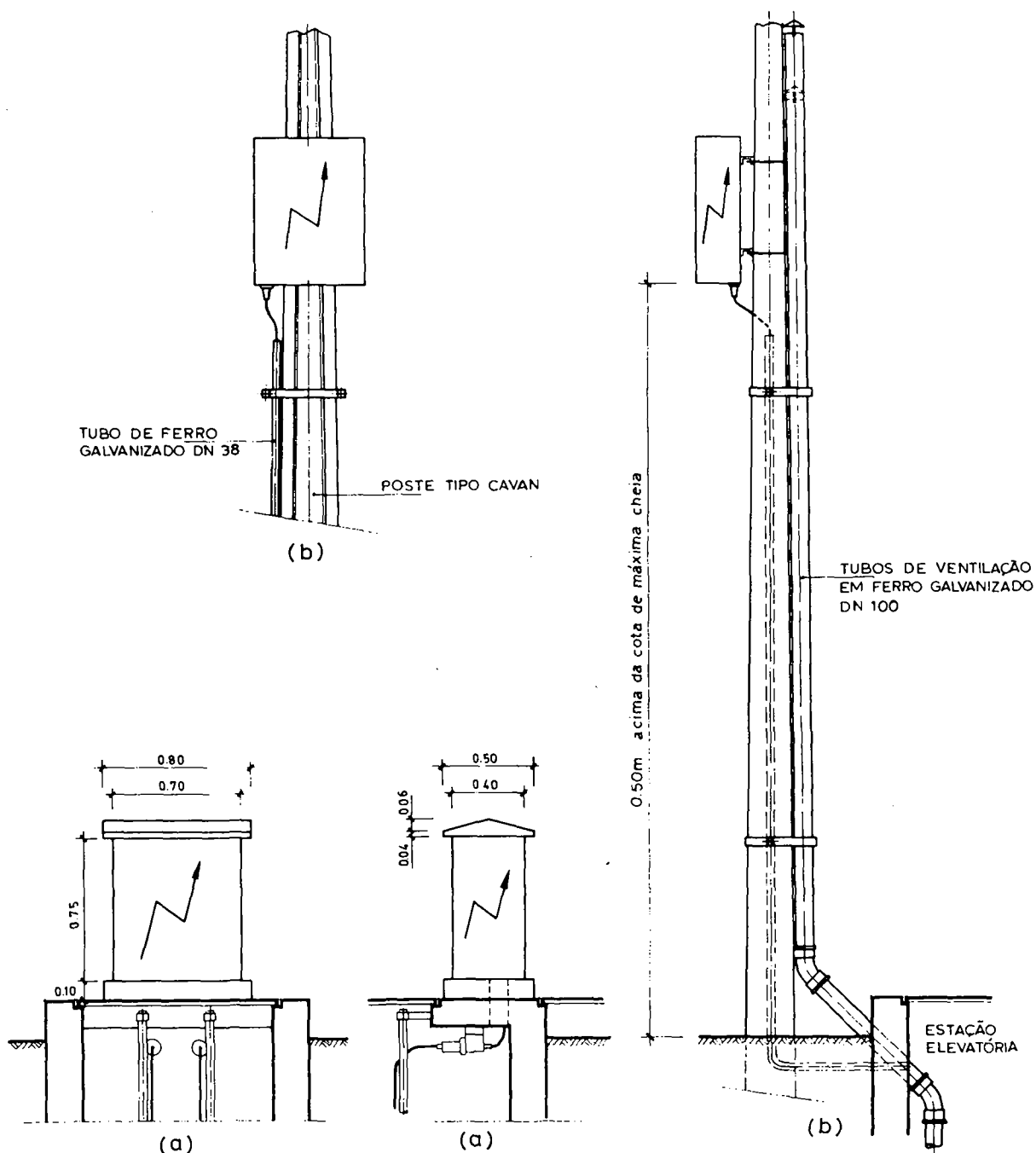
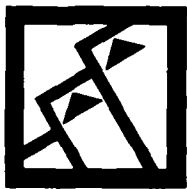


FIGURA F.20.2 - Caixa do quadro eléctrico - (a) apoiada e (b) elevada



OBRA DE PROTECÇÃO A DESCARGA

DESCRIÇÃO

A obra de protecção à descarga do efluente duma ETAR num meio hídrico visa não só a defesa contra a erosão das suas margens como também evitar a deterioração da própria tubagem.

Este órgão consta fundamentalmente de uma pequena lajeta de betão que se prolonga por uma superfície de pedra arrumada à mão para evitar a destruição da fundação através da remoção das partículas. A tubagem é maciçada a uma parede vertical de betão que é perpendicular e apoia naquela lajeta, terminando um pouco acima do nível do terreno para evitar o escorregamento de terras e de pedras. Para proteger a descarga, existem duas paredes laterais cujo nível superior está acima do terreno e acompanha sensivelmente a sua inclinação natural.

LOCALIZAÇÃO

Esta obra localiza-se a jusante dos órgãos de tratamento, no ponto de descarga final dos respectivos efluentes.

DIMENSIONAMENTO

As dimensões da obra de protecção à descarga são as assinaladas na Fig. F.21.1, independentemente do valor da população servida, embora a altura das paredes seja variável, em função da profundidade a que o colector de descarga se encontra relativamente à superfície do terreno.

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

A laje e as paredes laterais são construídas em betão simples e rebocadas com argamassa de 500 kg de cimento por m².

EXPLORAÇÃO

Esta obra não necessita de especiais cuidados de operação e manutenção, recomendando-se uma visita mensal para verificar a existência de quaisquer objectos que obstruam a livre descarga do efluente.

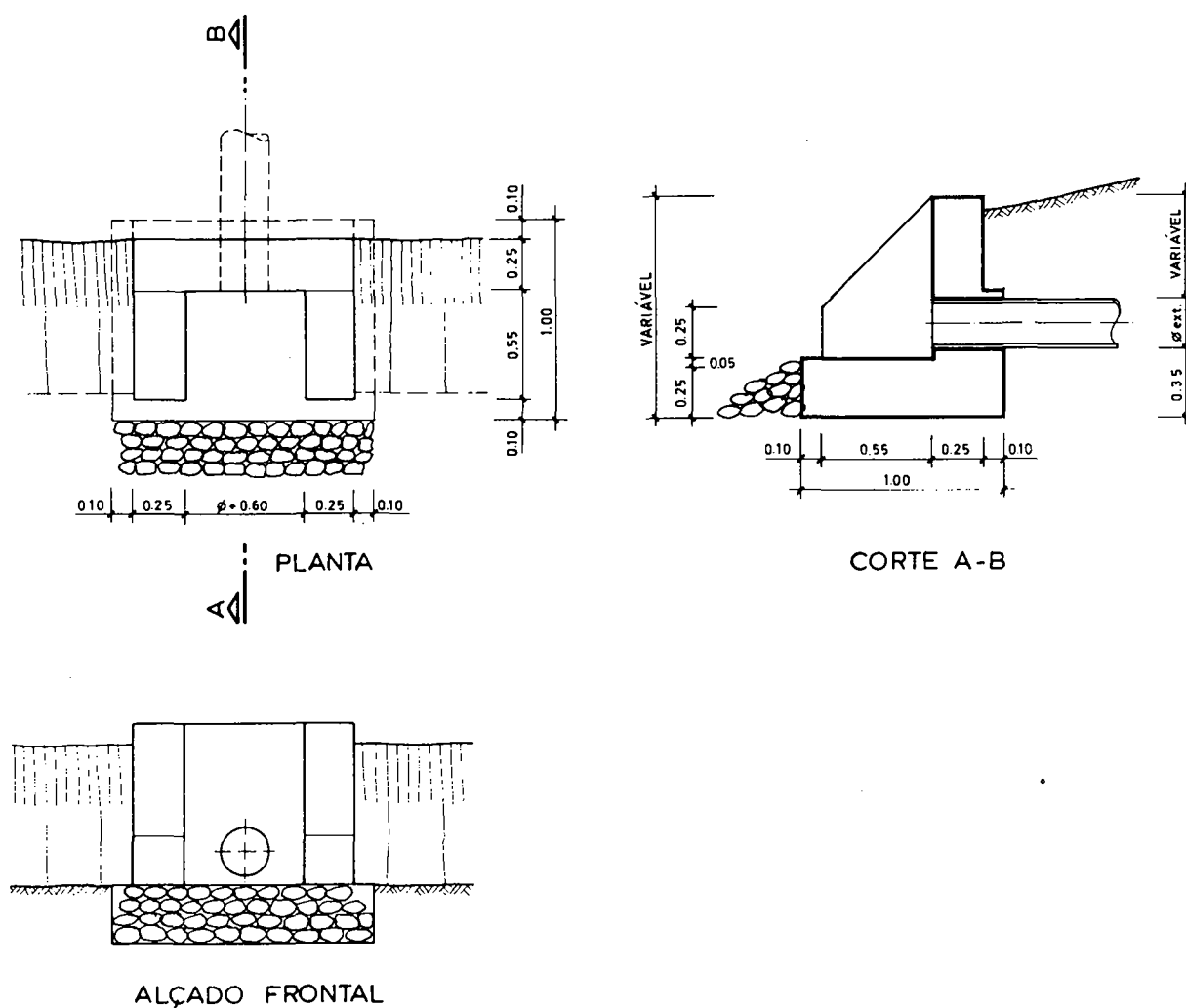
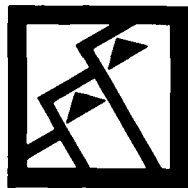


FIGURA F.21.1 - Obra de protecção à descarga

MANUAL DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO BÁSICO APROPRIADAS A PEQUENOS AGLOMERADOS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DIRECÇÃO GERAL DA QUALIDADE DO AMBIENTE

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] - CARRILHO, M.J. - *Perspectivas de evolução da população residente nos pequenos aglomerados populacionais*, in "I Encontro Nacional de Saneamento Básico", Lisboa, Associação Portuguesa para Estudos de Saneamento Básico, 1986.
- [2] - DIRECÇÃO GERAL DO SANEAMENTO BÁSICO - *Plano Director de Saneamento Básico para o Decénio de 1981 - 90*, Lisboa, Direcção Geral do Saneamento Básico, 1981.
- [3] - DIRECÇÃO GERAL DO SANEAMENTO BÁSICO - *Avaliação Global da Situação de Saneamento Básico*, 2ª ed., Lisboa, Direcção Geral do Saneamento Básico, 1984.
- [4] - MARCELINO, J.F. - *Aspectos gerais do saneamento básico de pequenos aglomerados*, in "Encontro Nacional de Saneamento Básico", Lisboa, Associação Portuguesa para Estudos de Saneamento Básico, 1986.
- [5] - LOBATO DE FARIA, A.S. - *Problemática dos sistemas de abastecimento de água e de evacuação dos excreta em pequenas comunidades e em zonas rurais*, in "I Sistemas de Abastecimento de Água e Evacuação dos Excreta em Zonas Rurais e Pequenas Comunidades", Seminário 300, Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1983.
- [6] - CORREIA, M.J.D.M. - *Aspectos económicos do saneamento básico de pequenos aglomerados*, in "I Encontro Nacional de Saneamento Básico", Lisboa, Associação Portuguesa para Estudos de Saneamento Básico, 1986.
- [7] - DIRECÇÃO GERAL DE SAÚDE - *Manual de Higiene Individual e Colectiva*, Lisboa, Direcção Geral de Saúde, 1975.
- [8] - DIRECÇÃO GERAL DOS CUIDADOS DE SAÚDE PRIMÁRIOS - *Doenças de notificação obrigatória de 1981 a 1986*, Serviços de Informação de Saúde, Lisboa, Direcção Geral dos Cuidados Primários de Saúde, 1987.
- [9] - KALBERMATTEN, J.M.; JULIUS, D.S.; GUNNERSON, C.G. - *Appropriate Sanitation Alternatives - A Technical and Economic Appraisal*, World Bank Studies in Water Supply and Sanitation, Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1982.
- [10] - INSTITUTO GEOGRÁFICO E CADASTRAL, *Catálogo de Cartas*. Lisboa, s.d.

- [11] - MINISTÈRE DE L'INTERIEUR ET DE LA DECENTRALISATION - *Assainissement en milieu rural*. "Démocratie Locale", Supplément au N° 22, Paris, Service Information des Maires, 1982.
- [12] - SERVIÇO METEOROLÓGICO NACIONAL - *O Clima de Portugal - Normas Climatológicas do Continente, Açores e Madeira Correspondentes a 1931 - 1960*, Fascículo XIII, Lisboa, 1970.
- [13] - GOUVEIA, M.L.A. - *Qualidade da água de abastecimento*, in "Sistemas de Abastecimento de Água e Evacuação dos Excreta em Zonas Rurais e Pequenas Comunidades", Seminário 300, Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1983.
- [14] - ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE - *Normes Européennes Applicables à l'Eau de Boisson*, 2ème ed., Genève, O.M.S., 1971.
- [15] - ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE - *Normes Internationales pour l'Eau de Boisson*, 3ème ed., Genève, O.M.S., 1972.
- [16] - WORLD HEALTH ORGANIZATION - *Guidelines For Drinking-Water Quality*, Vol. 1, Recommendations, Geneva, WHO, 1984.
- [17] - DIRECTIVA DO CONSELHO DA COMUNIDADE ECONÓMICA EUROPEIA (80/778/CEE) - *Qualidade da água destinada ao consumo humano*, 1980.
- [18] - DIRECTIVA DO CONSELHO DA COMUNIDADE ECONÓMICA EUROPEIA (75/440/CEE) - *Qualidade das águas superficiais destinadas à produção de águas para fins alimentares*, 1975.
- [19] - DIRECTIVA DO CONSELHO DA COMUNIDADE ECONÓMICA EUROPEIA (79/869/CEE) - *Métodos de medida e frequência de amostragem e de análise de águas superficiais destinadas à produção de água para fins alimentares*, 1979.
- [20] - MUNICÍPIO DE ALMADA - *Regulamento Municipal de Águas Residuais*. Almada, C.M.A., 1984.
- [21] - PERRETT, Heli - *Análise de Viabilidade Social em Projectos de Saneamento de Baixo Custo*, Nota Técnica TAG N° 5, Washington, D.C., BIRD/Banco Mundial, 1983.
- [22] - MARA, Duncan - *Sanitation Alternatives for Low-income Communities, Brief Introduction*, Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation, Volume 1b, Washington D.C., The World Bank, 1982.

- [23] - INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA - *X Recenseamento Geral da População*, Lisboa, INE, 1960.
- [24] - INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA - *XI Recenseamento Geral da População*, Lisboa, INE, 1970.
- [25] - INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA - *XII Recenseamento Geral da População*, Lisboa, INE, 1981.
- [26] - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E GEOFÍSICA - *O Clima de Portugal - Beira*, Fascículo IV, Lisboa, INMG, 1970.
- [27] - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E GEOFÍSICA - *O Clima de Portugal - Estremadura, Ribatejo e Alto Alentejo*, Fascículo VI, Lisboa, INMG, 1960.
- [28] - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E GEOFÍSICA - *O Clima de Portugal - Região Demarcada do Douro*, Fascículo XV, Lisboa, INMG, 1960.
- [29] - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E GEOFÍSICA - *O Clima de Portugal - Região Lisboa - Santarém*, Fascículo XVI, Lisboa, INMG, 1965.
- [30] - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E GEOFÍSICA - *O Clima de Portugal - Região Vale do Sado*, Fascículo XVII, Lisboa, INMG, 1965.
- [31] - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E GEOFÍSICA - *Balanço Hídrico e Clima da Ilha da Madeira*. Lisboa, INMG, 1970.
- [32] - DEGREMONT - *Némento Technique de L'Eau*, 8ème ed., Paris 75008, Technique & Documentation, 1978.
- [33] - DIRECÇÃO GERAL DOS RECURSOS E APROVEITAMENTOS HIDRAULICOS - *Classificação dos Cursos de Água Portugueses*. Lisboa, DGRAH, 1980.
- [34] - DIRECÇÃO GERAL DOS RECURSOS E APROVEITAMENTOS HIDRAULICOS - *Índice Hidrográfico e Classificação Decimal dos Cursos da Água de Portugal*. Lisboa, DGRAH, 1981.
- [35] - DIRECÇÃO GERAL DOS RECURSOS E APROVEITAMENTOS HIDRAULICOS - *Anuário dos Serviços Hidráulicos - Udometeorologia*. Lisboa, DGRAH, s. d.

- [36] - Norma Portuguesa NP-836 (1971), Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1971.
- [37] - PORTUGAL - Decreto-Lei 560/71, Lisboa, Diário do Governo, 1971.
- [38] - MARECOS DO MONTE, M.H.F. - *Recuperação dos Produtos Finais do Tratamento de Águas Residuais para a Agricultura*, "Boletim Mensal de Informação" nº 362, Lisboa, LNEC, 1984.
- [39] - FERREIRA, O.P.C.L. - *Introdução à contaminação de águas subterrâneas*, in "Sistemas de Abastecimento de Água e Evacuação de Excreta em Zonas Rurais e Pequenas Comunidades", Seminário 300, Coimbra, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1983.
- [40] - LEGRAND, M.E. - *System for evaluation of contaminant potential of some waste disposal sites*. "Journal of the American Water Association", Vol. 56, 1969.
- [41] - PARADELA, P.L. - *Pesquisas e Captações de Águas Subterrâneas*. M.O.P, Direcção Geral dos Serviços de Urbanização, Lisboa, 1960.
- [42] - PARADELA, P.L. - *Hidrogeologia Geral do Centro e Sul de Portugal*, in "I Congresso Hisp. Luso - Americano, Geologia Económica", Madrid - Lisboa, 1971.
- [43] - TEIXEIRA, C. - *Geologia de Portugal*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1981.
- [44] - COX, Charles R. - *Operation and Control of Water Treatment Processes*. Geneva, World Health Organization, 1964.
- [45] - *British Standard Code of Practice, Site Investigation*, London, British Standards Institution.
- [46] - U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR - *Earth Manual*, 1st Ed., Denver, Bureau of Reclamation, 1973.
- [47] - CATERPILLAR INC. - *Caterpillar Performance Handbook*, Peoria IL, 1987.
- [48] - APHA, AWWA E WPCF - *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 16th edition, Washington D.C. 2005, 1985.

- [49] - VAZ, M.C. Ábreu - *Química Aplicada à Engenharia Sanitária*. Lisboa, UNL, 1976.
- [50] - COMPANHIA ESTADUAL DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO BÁSICO E DE CONTROLE DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS - *Operação e Manutenção de E.T.A.*. São Paulo, Secretaria dos Serviços e Obras Públicas, 1973.
- [51] - AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - *Design and Construction of Small Water Systems, A Guide for Managers*. Denver, CO, AWWA, 1984.
- [52] - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - *Rain and Stormwater Harvesting in Rural Areas*, Dublin, Tycooly International Publishing Limited, 1983.
- [53] - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E GEOFÍSICA - *O Clima de Portugal - Normais Climatológicas do Continente, Açores e Madeira, Correspondentes a 1931 - 1960*, Fascículo XIII, Lisboa, 1970.
- [54] - AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - *Água - Tratamento e Qualidade*. Rio de Janeiro, Livro Técnico, 1964.
- [55] - DIRECÇÃO GERAL DE SAÚDE - *Desinfecção da Água de Abastecimento em Pequenas Comunidades pelo Sistema do Duplo Pote*, in "Congresso da Ordem dos Engenheiros", Porto, 1978.
- [56] - MARA, D. Duncan - *Diseño de Letrinas Mejoradas de Fozo Ventilado (VIP)*, Nota Técnica Número 13, TAG, Projecto de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Washington D.C., Banco Mundial, 1984.
- [57] - CONSELHO SUPERIOR DE OBRAS PÚBLICAS E TRANSPORTES - *Projecto de Regulamento Geral de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais - Parte IV - Drenagem Predial de Águas Residuais - Disposições Técnicas*, Lisboa, CSOPT, 1987.
- [58] - WAGNER; LANOIX - *Excreta Disposal for Rural Areas and Small Communities*. Genève, WHO, 1958.
- [59] - MORAIS, A. Queiroz - *Depuração dos Esgotos Domésticos dos Pequenos Aglomerados Populacionais e Habitações Isoladas*. Lisboa, Ministério das Obras Públicas, 1962.
- [60] - KALBERMATTEN, J.M.; JULIUS, D.S.; GUNNERSON, C.G. - *Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - A Sanitation Field Manual*, Washington D.C., World Bank, or, 1980.

- [61] - SINNATAMBY, Gehnan S. - *Low Cost Sanitation Systems for Urban Peripheral Areas in Northeast Brazil*, Ph.D. Thesis, University of Leeds, England, 1983.
- [62] - CANTER, LARRYV, KNOX, ROBERT C. - *Septic Tank System Effects on Ground Water Quality*, Michigan USA, Lewis Publishers, Inc., 1985.
- [63] - LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL - *Sistemas de Abastecimento de Água e Evacuação de Excreta em Zonas Rurais e Pequenas Comunidades*, Seminário 300, Lisboa, LNEC, 1983.
- [64] - AGENCE DE BASSIN LOIRE - BRETAGNE - *L'Assainissement Individuel - Principes e Techniques Actuelles*. Orléans, 1980.
- [65] - DELEBECQUE, R.; ROUX, C. - *Le formulaire des installations sanitaires*, Tome 1, Eau Froide, Paris, Delagrave, 1976; Tome 2, Eau chaude, Paris, Delagrave, 1977; Tome 3, Evacuations, fluides divers, Paris, Delagrave, 1977.
- [66] - CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION - *Règlement Sanitaire Relatif à la Protection de l'Eau Potable et à l'Evacuation des Eaux des Bâtiments*, Note d'Information Technique 114, Bruxelles, 1977.
- [67] - LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL - *Instalações de Água e Esgotos em Edifícios*, Curso de Promoção Profissional 508, Vol. I, Lisboa, LNEC, 1977.
- [68] - GALLIZIO, ANGELO - *Impianti Sanitari*, Milano, Editore Ulrico Hoepli, 1964.
- [69] - IMHOFF, Karl - *Manual de Tratamento de Águas Residuárias*, 21^ª (tradução), São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltd., 1965.
- [70] - OTIS, Richard J. e MARA, D. Duncan - *The Design of Small Bore Sewer Systems*, TAG Technical Note Nº 14, Washington, D.C., The World Bank, 1985.
- [71] - MARA, D. Duncan - *Tecnologias sanitárias de baixo custo*, in "I Encontro Nacional de Saneamento Básico", Lisboa, Associação Portuguesa para Estudos de Saneamento Básico, 1986.
- [72] - MARA, D. Duncan; PEARSON, H.W. - *Waste Stabilization Ponds, Design Manual for Mediterranean Europe*, Copenhagen, WHO, 1987.

- [73] - MARECOS DO MONTE, M.H. - *Dimensionamento de sistemas de tratamento de águas residuais no solo - infiltração lenta*, in "Tratamento e Destino Final de Águas Residuais Municipais e Industriais no Solo", Seminário 326, Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1985.
- [74] - QUELHAS DOS SANTOS, D.; PINTO, F. Cardoso. - *O biosistema solo - vegetação, base fundamental da depuração de águas residuais no solo*, in "Tratamento e Destino Final de Águas Residuais Municipais e Industriais no Solo", Seminário 326, Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1985.
- [75] - FARIA, A.S. Lobato; NEVES, M.E. Beja - *Sistemas de evacuação dos excreta, Sistemas de Abastecimento de Água e Evacuação de Excreta em Zonas Rurais e Pequenas Comunidades*, in Seminário 300, Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1985.
- [76] - DIRECÇÃO GERAL DO SANEAMENTO BÁSICO - *Brita calcária a utilizar em estações de tratamento de águas de abastecimento*, "Recomendação nº 4", Lisboa, DGSB, 1979.
- [77] - MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS E COMUNICAÇÕES - *Regulamentos Gerais das Canalizações de Água e de Esgotos*, Lisboa, Imprensa Nacional, 1972.
- [78] - NORMA PORTUGUESA NP-881 (1971), Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1971.
- [79] - NORMA PORTUGUESA NP-883 (1971), Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1971.
- [80] - MATOS, J. M. - *Informação base para o dimensionamento e selecção de soluções*, in "Tratamento e Destino Final de Águas Residuais Municipais e Industriais no Solo", Seminário 326, Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1985.
- [81] - MEGRE, F.M.N. Lacerda - *Sistemas de abastecimento de água e evacuação de excreta em pequenas comunidades e zonas rurais*, in "Sistemas de abastecimento de água e evacuação de excreta em zonas rurais e pequenas comunidades", Seminário 300, Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1983.
- [82] - DESPACHO DO M.O.P - Diário do Governo, II Série, nº 191 de 14/08/62.

- [83] - NORMA PORTUGUESA NP-838 (1971), Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1971.
- [84] - GOMES DE SOUSA, J.M. - *Tratamento de águas de abastecimento*, in "Sistemas de Abastecimento de Água e Evacuação de Excreta em Zonas Rurais e Pequenas Comunidades", Seminário 300, Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1985.
- [85] - DIRECÇÃO GERAL DO SANEAMENTO BASICO - Circular nº 56, Lisboa, D.G.S.B., 1977.
- [86] - LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL - Especificação E212 (1968). *Abastecimento de água de aglomerados populacionais. Consumos*. Lisboa, LNEC.
- [87] - RODRIGUES, J. D. - *Factores geológicos e hidrogeológicos com influência no processo de tratamento no solo*, in "Tratamento e Destino Final de Águas Residuais Municipais e Industriais no Solo", Seminário 326, Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1985.
- [88] - BLUMENTAL, V. J.; STRAUSS, M.; MARA D. D.; CAIRNCROSS, S. - *Generalised model of the effect of different control measures in reducing health risks from waste reuse*. "Water Science and Technology", Vol. 21, pp 567-569, Brighton, AWPRC, 1989.
- [89] - INTERNATIONAL REFERENCE CENTRE FOR WASTE DISPOSAL - *Health aspects of wastewater and excreta use in agriculture and aquaculture: The Engelberg Report*. "IRCWD News", 23, 11-18, Dec, 1985.

FICHA TÉCNICA

A elaboração deste Manual foi promovida pela Secretaria de Estado do Ambiente e dos Recursos Naturais através da Direcção Geral da Qualidade do Ambiente e realizada pela ENGIDRO - Estudos de Engenharia, Lda. e pela ENGIFORM - Engenharia e Formação, Lda., através da seguinte equipa:

AUTORIA:

Fernando Azenha Bartolomeu, engenheiro civil (IST) especializado em engenharia sanitária (UNL)

Jaime Fernando de Melo Baptista, engenheiro civil (UP) especializado em engenharia sanitária (UNL), Especialista pelo LNEC

CONSULTORIA:

David Duncan Mara, BSc, PhD, MICE, MIPHE, MIBiol, Department of Civil Engineering, The University of Leeds

Sandy CairnCross, Senior Lecturer in Tropical Public Health Engineering, London School of Hygiene and Tropical Medicine

REVISÃO:

Francisco Lacerda e Megre, engenheiro civil (IST) especializado em engenharia sanitária (UNL)

João Manuel Teixeira, engenheiro civil (IST)

Alexandre Mendes Borga, engenheiro civil (IST)

DESENHO:

Andrade Carvalho, desenhador-chefe

Constantino Amaral, desenhador

DACTILOGRAFIA E SECRETARIADO:

Felisbela Baltazar, secretária

Agradece-se toda a excelente colaboração, nomeadamente sugestões, comentários e cedência de elementos, por parte da Eng^a Maria Helena Marecos, que muito contribuíram para o bom desenvolvimento do trabalho.

Manifesta-se também o agradecimento aos técnicos da Direcção de Serviços da Qualidade da Água por todos os comentários e críticas recebidas durante a elaboração do trabalho, com especial destaque para o Eng^o João Gomes de Sousa.