

II SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

SALVADOR/BAHIA/BRASIL

26 a 29 de Agosto de 1986

REFORÇO DAS ORIGENS DE ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO  
PÚBLICO NO CONCELHO DE CASCAIS

José Carlos da Costa Miranda  
António Eira Leitão

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: CAPTAÇÃO, ADUÇÃ, TRATAMENTO, DISTRIBUIÇÃO

Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos  
a/c LNEC  
Av. do Brasil, 101  
1799 LISBOA CODEX  
PORTUGAL

## RESUMO

Descreve-se a metodologia utilizada no estudo de um sistema de pequenos aproveitamentos hidráulicos a construir no concelho de Cascais, os quais têm duas finalidades principais: reforço do sistema de abastecimento público de água ao concelho e a laminagem das ondas de cheia, que ocorrem devido a "flash floods" e que provocam actualmente inundações graves na zona baixa da vila.

Em virtude das características balneares de Cascais, zona limítrofe de Lisboa, o consumo cresce assinalavelmente nos meses de Verão, altura em que as captações existentes no interior do concelho apresentam um forte decréscimo de produção. O concelho fica assim dependente, nestes períodos críticos, de água provinda do exterior em cerca de 80 a 85% das suas necessidades.

Por se ter verificado que era economicamente inconveniente sobredimensionar o sistema de adução interconcelhio existente, procurou-se constituir origens e reservas de água facilmente mobilizáveis dentro do concelho.

Verificou-se que a materialização destas novas origens e reservas de água, através da constituição de cinco albufeiras, era tecnicamente viável e rentável.

# 1 - INTRODUÇÃO. SITUAÇÃO ACTUAL

## 1.1 - No domínio do abastecimento público de água

O concelho de Cascais situa-se nas proximidades de Lisboa, na zona balnear de transição do estuário do Tejo para a costa atlântica, e tem actualmente uma população residente de cerca de 150 000 habitantes, a que se soma uma população flutuante estimada em 30 000 habitantes.

O abastecimento de água potável ao concelho é actualmente feito a partir de origens de água situadas no interior do território concelhio, pertença dos Serviços Municipalizados de Água e Saneamento do Concelho de Cascais (SMASCC), e de caudais provenientes de origens exteriores, através do sistema produtor-adutor regional da Empresa Pública das Águas Livres (EPAL).

As águas captadas dentro do concelho provêm essencialmente da barragem do rio da Mula e de várias captações subterrâneas, cuja localização esquemática se encontra representada na Figura 1.

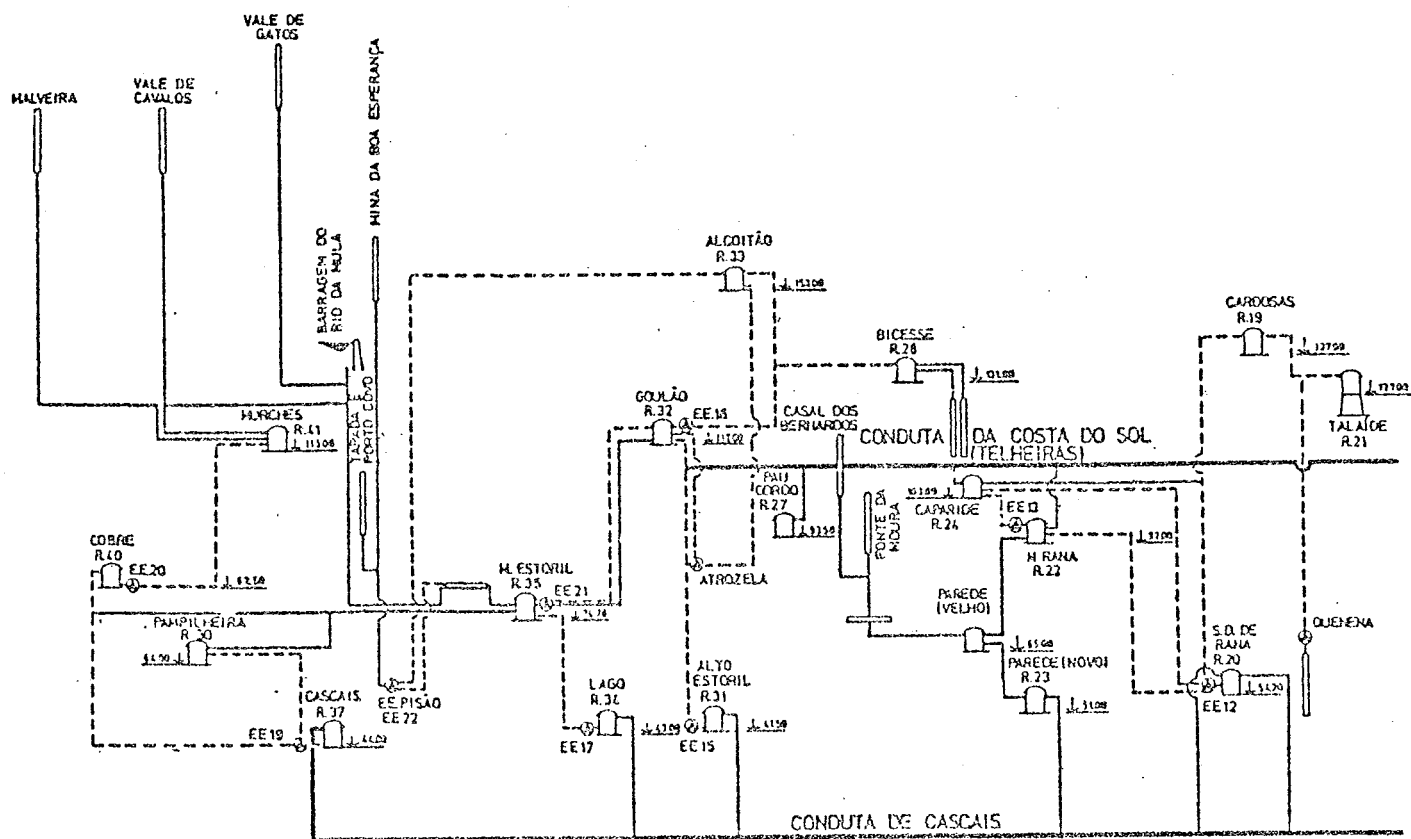


FIGURA 1 - Esquema altimétrico do sistema de distribuição de água ao concelho de Cascais

Os caudais fornecidos pela EPAL são transportados através de dois sistemas de condutas adutoras: o sistema alto, que se baseia numa conduta à cota aproximada de 60 m, e o sistema baixo, constituído por uma conduta que se desenvolve essencialmente ao longo da costa.

Os consumos anuais são actualmente superiores a  $14 \times 10^6 \text{ m}^3$ , com uma distribuição muito irregular, resultante da vocação turística do concelho. Assim, a baixa produtividade das origens próprias obriga a uma "importação" elevada de água proveniente da EPAL, sobretudo no período estival, quando esta atinge cerca de 80 a 85% da água distribuída no concelho.

A quota-parte de água que é fornecida por cada uma das origens é muito diferente, conforme a época do ano e as respectivas características pluviométricas. Em ano médio pode, porém, dizer-se que no Inverno grande parte dos caudais provêm das origens próprias do concelho, modificando-se completamente a situação no Verão, em que a EPAL é a grande e quase única fornecedora de água para abastecimento. Ou seja, no Inverno gastam-se diariamente cerca de  $30\,000 \text{ m}^3$ , dos quais  $20\,000$  a  $24\,000 \text{ m}^3$  são de origem concelhia, e no Verão gastam-se cerca de  $45\,000 \text{ m}^3$  (atingindo mais de  $50\,000 \text{ m}^3$  nos dias de maior consumo, já com limitações de fornecimento), dos quais  $35\,000$  a  $43\,000 \text{ m}^3$  são aduzidos pela EPAL.

Tal situação de acentuada escassez em origens de água próprias, conjugada com as insuficiências de produção e de transporte do sistema EPAL, durante o período estival, e com o subdimensionamento e mau posicionamento da capacidade de armazenamento do sistema concelhio ( $58\,000 \text{ m}^3$  em 26 reservatórios) tem dado origem, com frequência, a situações de rotura na satisfação da procura de água nos meses de Verão.

## 1.2 - No domínio da ocorrência de cheias

O concelho tem uma intensa ocupação urbana, especialmente na faixa litoral, verificando-se que os leitos de cheia dos troços finais da maioria das ribeiras foram ocupados com construções ou infra-estruturas viárias e que as obras de canalização efectuadas não permitem o escoamento dos caudais correspondentes a grandes períodos de retorno.

Assume particular relevância o caso da ribeira das Vinhas, onde se verifica que os caudais que ocorrem no troço final da ribeira, situado sob a zona central da baixa de Cascais, são inoportáveis pela estrutura terminal existente.

Esta ribeira que, até por volta do ano de 1940 corria neste último troço a céu aberto, foi canalizada desde a Praia do Peixe até a montante do Mercado Municipal.

A canalização existente é nitidamente insuficiente para transportar os caudais da ribeira, mesmo quando esta se encontra em cheia de pequena probabilidade de ocorrência ( $Q > 23 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ), facto que se tem comprovado amiudadamente.

A notícia da ocorrência de cheias excepcionais na bacia hidrográfica da ribeira das Vinhas não é um acontecimento recente. Existem referências a que por volta de 1935, houve uma cheia de envergadura, tendo sido necessário salvar várias pessoas de barco.

As cheias de Novembro de 1967 atingiram duramente a zona baixa da ribeira das Vinhas, deixando um grande número de pessoas desalojadas, mas, no entanto, o volume de armazenamento existente na zona anexa ao Mercado foi suficiente para amortecer a cheia verificada. Mais recentemente, em Novembro de 1983, as cheias provocaram a inundação generalizada da zona baixa de Cascais, onde deram origem a estragos e prejuízos avultados.

Estes factos levaram a encarar o amortecimento e controlo de cheias como importante finalidade adicional das novas origens superficiais de água para abastecimento público, a construir no concelho.

## 2 - ABASTECIMENTO DE ÁGUA AO CONCELHO

### 2.1 - Necessidades de água e sua evolução

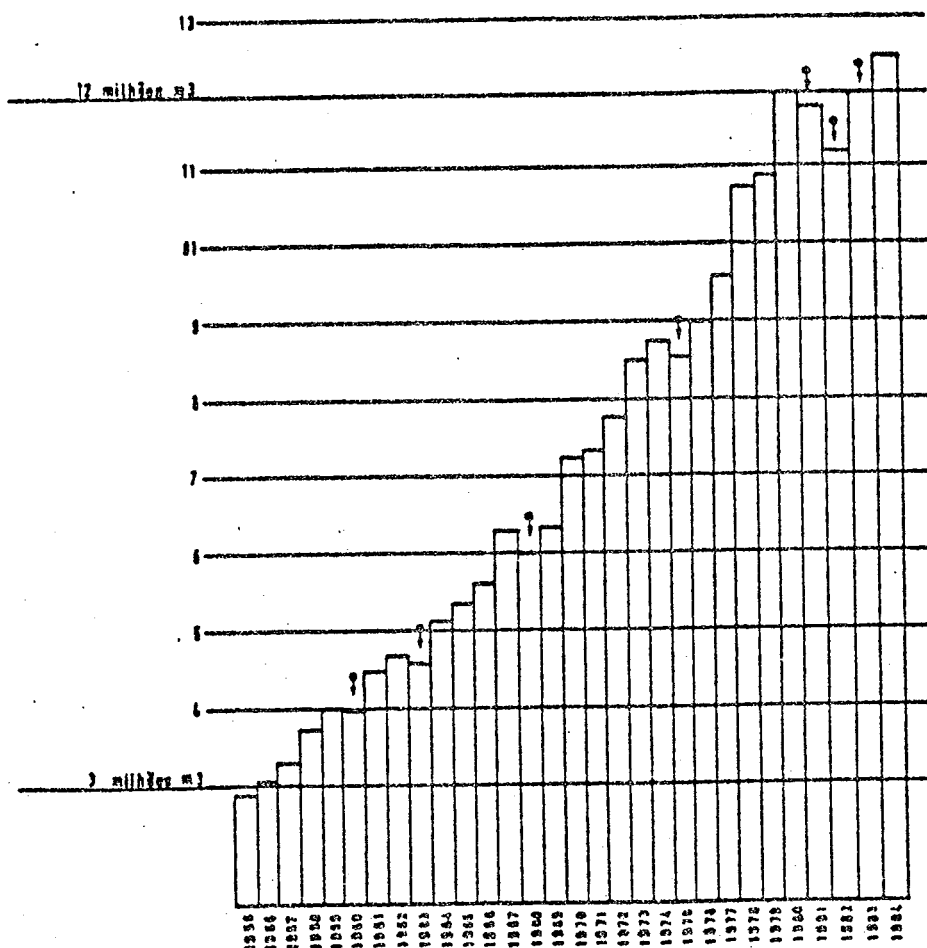
Apesar das dificuldades de abastecimento verificadas, a evolução registada nos consumos anuais de água no concelho de Cascais (Figura 2) tem sido bastante acentuada, fazendo prever que os volumes de água necessários para qualquer horizonte de projecto considerado sejam muito superiores aos consumos actuais.

As perspectivas de expansão dos consumos actuais apontam para o seu rápido crescimento, tal como se pode apreciar no Quadro 1:

QUADRO 1

Estimativa da evolução do consumo anual

Consumo anual ( $10^6 \text{ m}^3$ )	1990	2000	2010
Máximo	16.5	21.5	26.5
Mínimo	16.0	19.5	22.5



! -ANO DE SECA. A QUANTIDADE DE ÁGUA DISPONÍVEL É INFERIOR AS NECESSIDADES DE CONSUMO

FIGURA 2 - Evolução dos consumos anuais

As necessidades de água neste concelho, que são fortemente influenciadas pelas actividades turísticas e balneares existentes, apresentam fortes acréscimos nos meses de Verão e nos períodos de fim-de-semana. Para se ter uma noção mais real da sua progressão previsível, apresentam-se no Quadro 2 as estimativas da evolução do consumo máximo diário para os próximos 25 anos:

QUADRO 2

Estimativa da evolução do consumo máximo diário

Ano	1990	2000	2010
Consumo máximo diário ( $10^3 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ )	80	104	122

Assim, a qualidade de atendimento dos sistemas pode agravar-se, de forma significativa, no caso de se não reforçarem substancialmente as capacidades de produção,

transporte e armazenamento disponíveis.

## 2.2 - Inventário dos recursos hídricos do concelho

Já se acentuou ser grande a dependência do concelho de Cascais em relação aos caudais fornecidos pelo sistema adutor da EPAL, sobretudo em estiagem e em anos secos. Como estudos recentemente efectuados revelaram que, do ponto de vista económico, é inconveniente dimensionar o sistema de adução regional para satisfazer consumos de ponta, sobretudo devido às grandes flutuações estivais de consumo, encararam os Serviços Municipalizados a hipótese de produzir e armazenar localmente volumes importantes de água.

A procura de novas origens próprias de água afigurava-se, à partida, promissora, em face da proximidade da vertente Sul da serra de Sintra e do seu regime pluviométrico. Para facilitar a integração destas origens de água no sistema adutor existente, dever-se-ia procurar situá-las não só no interior do concelho como o mais a Ocidente possível.

Com vista a seleccionar as infra-estruturas a construir, desenvolveu-se um estudo hidrometeorológico e uma análise hidrogeológica, na base dos quais se procedeu à avaliação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos disponíveis na área concelhia.

Os recursos em águas superficiais disponíveis no concelho encontram-se concentrados, na sua quase totalidade, em cinco vales - ribeira da Malveira da Serra, ribeira do Pisão, ribeira da Penha Longa (as duas últimas confluindo na ribeira das Vinhas), ribeira da Caparida e ribeira da Laje.

O aproveitamento desses recursos, através da criação de albufeiras, só é viável na zona Norte do concelho, que é a zona menos densamente ocupada. Isto também porque nas zonas de jusante os cursos de água, por insuficiência de infra-estruturas de saneamento básico, apresentam graus de poluição assinaláveis.

Os estudos hidrológicos efectuados, com vista à caracterização do escoamento superficial, levaram a adoptar os seguintes valores para o respectivo escoamento anual:

250 mm em ano médio

125 mm em ano seco com probabilidade de ocorrência 0.20

25 mm em ano seco com probabilidade de ocorrência 0.05

As condições hidrogeológicas da região não se apresentam favoráveis a um aumento significativo da actual produção de origem subterrânea. De facto, as variações de produção que se têm verificado, muito dependentes do regime de precipitações, e a

rápida reacção das captações subterrâneas, levam a concluir pela falta de capacidade armazenadora das formações geológicas.

Apenas os calcários do jurássico se apresentam potencialmente mais favoráveis, na medida em que as restantes formações se mostram pouco permeáveis ou em condições topográficas desfavoráveis para o armazenamento. Mesmo em relação às formações calcárias, constata-se a sua grande compartimentação por falhas e filões e a presença de carstificação muito generalizada, a qual é confirmada pela ocorrência de sumidouros importantes. Portanto, também as potencialidades hidrogeológicas dos calcários jurássicos foram consideradas como também de pequena monta.

### 2.3 - Selecção de novas origens de água

Face ao anteriormente exposto, concluiu-se pela necessidade de focalizar os estudos conducentes ao aumento das disponibilidades de água no aproveitamento dos escoamentos superficiais gerados no concelho.

Verificou-se que as principais condicionantes à implantação de novos aproveitamentos hidráulicos são as características geológicas dos locais das barragens e das albufeiras. De acordo com o reconhecimento geológico efectuado, as condições mais favoráveis encontram-se nas formações graníticas e basálticas, nos "Xistos do Ramalhão" e, com algumas reservas quanto a permeabilidade das formações, nos margo-calcários do Kimeridgiano-Portlandiano.

Na zona de granitos, que se restringe às faldas da serra de Sintra, não é possível implantar mais nenhum aproveitamento hidráulico com envergadura compatível com as necessidades de abastecimento ao concelho, ao invés do que acontece no afloramento basáltico junto a Manique. Assim, foi sobre a faixa delimitada pelos "Xistos do Ramalhão" e a zona confinante dos margo-calcários que incidiu essencialmente a análise com vista à detecção das possíveis novas origens.

Por outro lado, nos troços em análise, algumas ribeiras transportam águas de tal modo poluídas que se torna de duvidosa viabilidade a sua utilização para fins potáveis. É o caso da ribeira da Laje, cujo aproveitamento não foi considerado, de acordo com as normas de Qualidade das Águas Superficiais destinadas à Produção de Água para Abastecimento Público (Directiva 75/440/CEE).

Todos estes condicionalismos levaram, assim, a que, de catorze hipóteses inicialmente consideradas, se fosse conduzido à selecção de quatro aproveitamentos. Esses quatro aproveitamentos situam-se nas ribeiras da Malveira da Serra (Alcorvim), do Pisão, de Manique e das Vinhas (Marmeleiros). A estes se junta um quinto aproveitamento, inicialmente previsto para fazer parte das obras de "Reforço do Abas-



tecimento de Água à Região de Lisboa", situado na ribeira da Penha Longa (Atroze-la). A localização geral dos referidos aproveitamentos hidráulicos consta do Desenho 1.

No estabelecimento da localização e das características das referidas albufeiras foi também tida em consideração a sua utilização para outros fins, nomeadamente para laminagem das pontas de cheia (aspecto desenvolvido no capítulo seguinte), armazenamento de caudais provenientes de outras origens e recreio e turismo.

O armazenamento nestas albufeiras de caudais oriundos do exterior ao concelho, de signadamente a partir da rede da EPAL, é de encarar em anos secos e quando a capacidade de regularização daquelas seja superior às disponibilidades das bacias próprias. Note-se, contudo, que, em virtude das características e eventual poluição dos caudais próprios armazenados, com a qual aqueles se iriam misturar, tal implica encargos adicionais de tratamento.

A perspectiva recreativa, num concelho de tradições turísticas como o de Cascais, parece óbvia e constituirá uma utilização complementar e não incompatível, quer em relação à finalidade principal dos aproveitamentos, quer às infra-estruturas turísticas existentes na região.

Quanto às captações subterrâneas existentes prevê-se uma série de medidas pontuais para melhoria das condições de captação, as quais, juntamente com a abertura de novas captações, poderão conduzir a um acréscimo máximo de 20% da actual produção média de origem subterrânea.

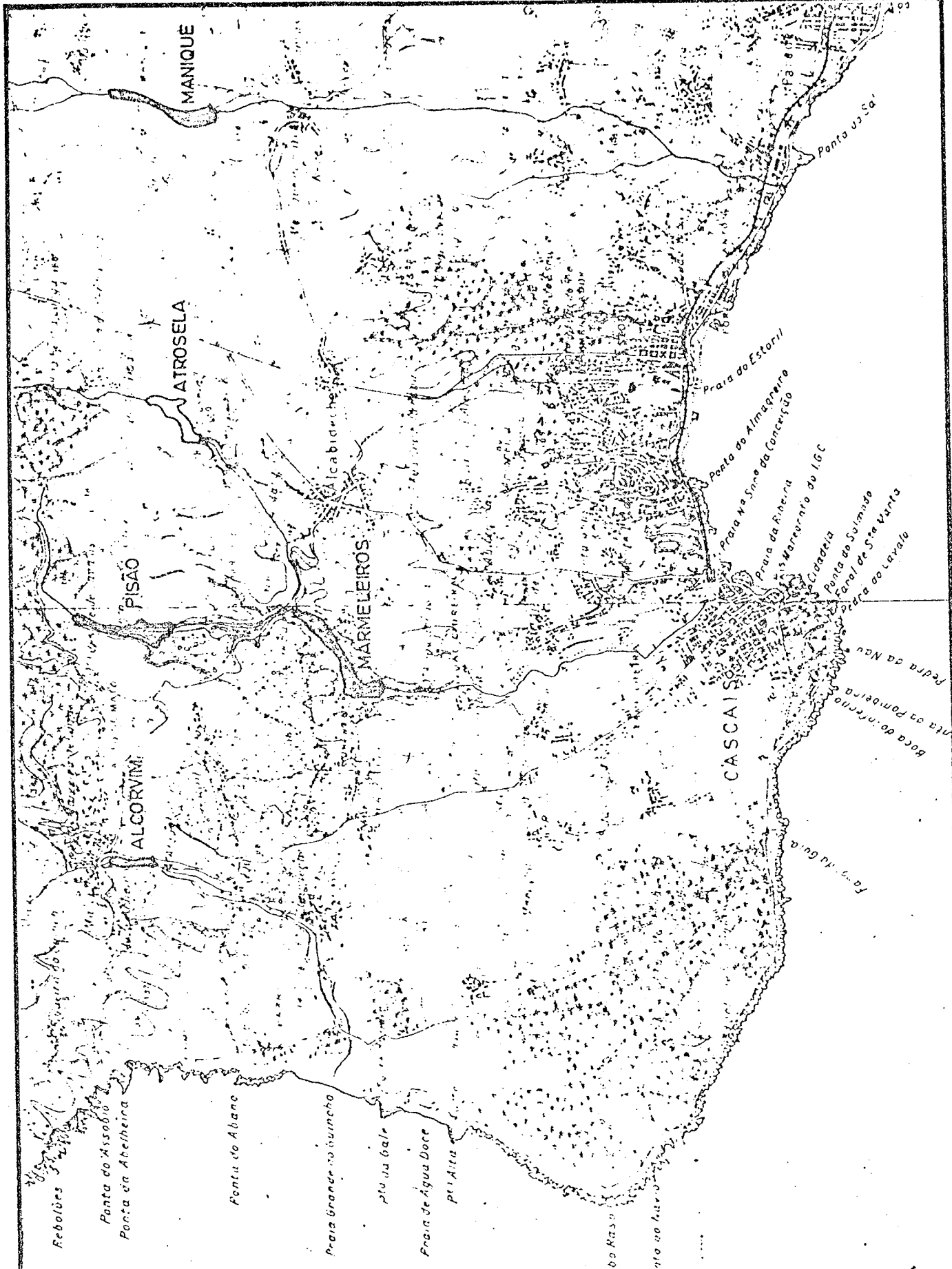
#### 2.4 - Balanço entre disponibilidades e necessidades para abastecimento público

Do estudo efectuado sobre a evolução de consumos para o horizonte de projecto concluiu-se que, em 2010, os consumos anuais de água no concelho deverão orçar, no mínimo, pelos 22,5 milhões de  $m^3$  (Quadro 1).

Atendendo às características hidrogeológicas das formações, julga-se que será pouco prudente admitir um crescimento dos caudais actualmente captados nos aquíferos do concelho (produção média global de aproximadamente  $2.1 \times 10^6 m^3$  anuais) para valores de produção anual superiores a  $2.5 \times 10^6 m^3$ .

Por outro lado, as estimativas feitas para os volumes de água produtíveis pelo conjunto dos cinco aproveitamentos propostos mais o do rio da Mula, em ano médio, atingem cerca de  $5.8 \times 10^6 m^3$ , valor este que em anos secos com períodos de retorno de 5 e 20 anos decresce para valores da ordem dos  $4.1 \times 10^6 m^3$  e  $0.9 \times 10^6 m^3$ .

Comparando tais recursos ( $8.3 \times 10^6 m^3$  no total) com as necessidades futuras estima-



Esca 1:50 000	Projecto	
	Desenho	
	Verificação	

	Data	Des	Proj	Designação	Ref	
	* Alterações *					1 /
<h2>LOCALIZAÇÃO DOS APROVEITAMENTOS</h2>						Subscrição
						Subscrição do

das, verifica-se que a aquisição de água produzida fora do concelho continuará a ser vital, ainda que se desenvolvam a totalidade das infra-estruturas propostas, não existindo qualquer problema de colocação dos volumes de água produzidos.

As águas superficiais, dada a ocupação relativamente intensa das bacias hidrográficas onde são geradas, necessitam ser corrigidas e tratadas. Como as estações de tratamento de pequena dimensão e dispersas dão origem a custos de exploração elevados, previu-se unicamente a construção de duas estações — uma destinada a servir conjuntamente os aproveitamentos de Alcorvim, Pisão, Atrozela e Marmeleiros e a outra ligada apenas ao aproveitamento de Manique.

### 3 - AMORTECIMENTO DE CHEIAS NA RIBEIRA DAS VINHAS

#### 3.1 - Considerações gerais

A bacia hidrográfica total da ribeira das Vinhas tem aproximadamente 27 km<sup>2</sup>. No seu troço superior ela é constituída pelas ribeiras de Atrozela e do Pisão, que confluem nas proximidades da Quinta do Pisão, dando origem à ribeira das Vinhas, cujo trecho final atravessa a zona baixa da vila de Cascais e desagua na Praia do do Peixe.

Perante a necessidade de construir três aproveitamentos hidráulicos nesta bacia — Pisão, Atrozela e Marmeleiros —, perspectivou-se a conveniência de compatibilizar as finalidades inicialmente previstas para aqueles aproveitamentos — produção e armazenamento de água para abastecimento urbano — com a do amortecimento de cheias, através da sobrelevação das respectivas cotas de coroamento e da alteração do seu regime de exploração.

Duas soluções alternativas, simples ou conjugadas, são possíveis para obviar à ocorrência das cheias atrás caracterizadas e que se traduzem em:

- modulação da onda de cheia da ribeira das Vinhas através da construção de barragens de regularização dos caudais de cheia;
- execução de um novo canal ou túnel que permitisse escoar o caudal de cheia correspondente ao período de retorno considerado mais conveniente.

É óbvio que a adopção de uma ou outra solução tem vantagens e inconvenientes, parecendo, no entanto, que a diferença entre os custos associados a cada uma das situações é bastante grande. No entanto, já após as cheias de Novembro de 1967 foram efectuados estudos com vista a solucionar o problema da inundação na parte inferior da ribeira das Vinhas, em que foi demonstrado que a solução técnica e economicamente preferível era constituída pela execução de duas barragens — Alvide e

Atrozela - destinadas à regularização de caudais para diferentes finalidades.

### 3.2 - Dimensionamento conjunto dos aproveitamentos hidráulicos

#### a) Regimes de precipitação considerados

As fortes intensidades de precipitação registadas em fenómenos meteorológicos localizados, que originam escoamentos com características de cheias repentinas ("flash floods") e que têm ocorrido com certa frequência na região de Lisboa, obrigaram a encarar com bastante cuidado os valores de precipitação horária a considerar no dimensionamento das albufeiras da ribeira das Vinhas. Estes cuidados foram acrescidos na medida em que as bacias hidrográficas dominadas por aquelas albufeiras são relativamente pequenas (portanto, com curtos tempos de concentração), os períodos de retorno a considerar são bastante superiores aos períodos para que existem dados e as áreas a jusante estão densamente ocupadas.

Na análise de funcionamento do conjunto de albufeiras previstas e da albufeira do rio da Mula, já existente, foram consideradas três hipóteses de precipitação:

- precipitação máxima provável (PMP);
- precipitação máxima com um período de retorno de 100 anos;
- precipitação máxima com um período de retorno de 50 anos.

Os valores de precipitação considerados foram:

Duração (horas)	1	2	3	6	12
PMP (mm)	106	133	152	264	291
100 anos (mm)	60	76	86	108	121
50 anos (mm)	54	68	77	96	107

Em virtude das barragens se localizarem em cascata e a montante de Cascais, considerou-se prudente que os órgãos de segurança da barragem (descarregadores) e a capacidade das albufeiras fossem dimensionados para a cheia correspondente à PMP para a região.

A utilização deste critério deveu-se a dois factores:

- a análise estatística clássica de uma amostra de dimensão relativamente pequena, quando extrapolada para o período de retorno considerável, conduz a resultados que merecem pouca confiança;
- por outro lado, mesmo que tal não se verificasse, é difícil estabelecer o período de retorno sócio-economicamente aconselhável para o dimensionamento das obras; tanto mais que o modelo probabilístico que se utiliza não está de acordo com o fenómeno físico que se pretende descrever, pois dá origem a valores de precipitação não limitados.

Serviram de base aos cálculos do amortecimento de cheias as precipitações máximas com períodos de retorno de 100 e 50 anos, com durações entre 3 e 12 horas.

b) Critério utilizado para o cálculo de cheias

Não é possível implementar medidas não estruturais que mitiguem de forma relevante os efeitos das cheias na parte baixa da vila de Cascais, sobretudo porque se verifica uma forte implantação urbana na zona de jusante da bacia. Restam pois as alternativas de, através de medidas estruturais, modular ou derivar os caudais de cheia de modo a não provocarem prejuízos significativos à comunidade radicada a jusante.

A derivação dos caudais de cheia, sem modificação do hidrograma natural, conduz a obras excessivamente caras. Portanto, mesmo se, por hipótese, a solução escolhida fosse predominantemente baseada na derivação dos caudais de cheia, estes deveriam ser modulados para valores inferiores aos naturais.

A modulação dos caudais tem de ser efectuada à custa de volumes de amortecimento criados em albufeiras, por forma que o caudal modulado não ultrapasse o valor correspondente à cheia gerada a jusante da última barragem para períodos de retorno com razoável amplitude.

A metodologia utilizada para o cálculo baseou-se na determinação dos hidrogramas de cheia afluentes às albufeiras, provenientes das bacias próprias, da sua propagação em cada albufeira e nos troços intermédios. A análise visou o conhecimento completo do hidrograma de cheia e não apenas do seu valor máximo.

Para o efeito optou-se por uma variante numérica do hidrograma unitário sintético de Clark, com utilização das fórmulas australianas para o cálculo dos parâmetros característicos de cada bacia hidrográfica. Os valores obtidos por aplicação destas fórmulas conduziram a resultados consistentes, que constam do Quadro 3, sendo, face à ocupação da zona a jusante, de 0.85 o coeficiente de escoamento adoptado para transportar a precipitação ocorrida em precipitação útil.

QUADRO 3

Parâmetros característicos das bacias hidrográficas

Bacia hidrográfica	Área km <sup>2</sup>	Comprimento da linha de água principal L (km)	Tempo de concentração T <sub>c</sub> (h)
Barragem do rio da Mula	3.08	2.4	0.72
Barragem do Pisão (bacia própria)	4.37	2.85	0.72
Barragem da Atrozela	8.85	4.1	1.12
Barragem de Marmeleiros (bacia própria)	5.74	3.1	1.13
Canalização da ribeira das Vinhas (bacia própria)	4.60	4.55	1.52

Para se obter a modulação da cheia com o período de retorno de 100 anos para a cheia natural gerada a jusante da última barragem ( $Q = 34 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ), que, após algumas obras de melhoramento, será igual ao caudal escoável pela canalização existente no troço final da ribeira das Vinhas, é necessário que o volume para encaixe da cheia seja relativamente grande.

As características topográficas da bacia hidrográfica da ribeira das Vinhas e a sua taxa de ocupação levam a que não seja possível obter esse volume apenas com uma barragem. A limitada capacidade das albufeiras vai ainda obrigar a manter as albufeiras a cotas relativamente baixas durante os meses húmidos (Outubro a Março), permitindo nos restantes meses que o seu nível de armazenamento suba, de acordo com uma adequada curva-guia.

Tendo em consideração as condições de funcionamento previstas e as características hidráulicas de cada aproveitamento, foram simuladas diferentes hipóteses de localização altimétrica dos descarregadores de cheias e dos NPA nos meses chuvosos.

Na simulação efectuada, a partir do conhecimento dos tempos de concentração, traçaram-se as cartas de isolinhas de tempo de escoamento da bacia, para diferentes hipóteses de construção das barragens, com base nos quais se determinou o hidrograma unitário sintético. A precipitação para diferentes períodos de retorno foi distribuída no tempo com incrementos de 15 minutos.

O cálculo da propagação numa albufeira baseou-se na resolução, por diferentes finitas, da equação da continuidade em formulação diferencial.

### 3.3 - Regularização obtida

Após análise pormenorizada das várias hipóteses possíveis quanto ao número de barragens a construir (um aproveitamento, conjugação de dois ou três aproveitamentos) e das suas características dimensionais, encontrou-se uma configuração que modula a onda de cheia de acordo com as características desejadas, o que só é integralmente conseguido com a construção das três barragens preconizadas para esta bacia hidrográfica.

No dimensionamento efectuado previu-se para cada uma das barragens a máxima capacidade de armazenamento socialmente aceitável, em virtude de os volumes necessários para o amortecimento da cheia condicionarem os volumes disponíveis para armazenamento de água nos meses húmidos.

Assim, na Figura 3 apresentam-se os caudais instantâneos à entrada do troço canalizado, para a chuvada com a duração de 6 horas, que se mostrou ser a condicionante, e para três hipóteses de intervenção na bacia hidrográfica da ribeira das Vinhas.

A canalização da ribeira das Vinhas sob a zona baixa de Cascais, nas actuais condições de conservação, permite escoar um caudal máximo de cerca de  $23 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Procedendo a adaptações nas secções mais estranguladas do túnel e na secção de entrada, por forma a permitir colocar esta estrutura em pressão, ela deverá permitir a passagem de  $34 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , valor correspondente ao da onda de cheia natural para um período de retorno de 100 anos na parte da bacia não dominada pelos aproveitamentos a construir (ou seja, a jusante de Marmeleiros).

O amortecimento propiciado pelo conjunto das três barragens, para o mesmo período de retorno, conduz a um caudal da mesma ordem de valor, obviamente a descarregar de forma desfasada da onda natural gerada a jusante. A ocupação urbana e as infra-estruturas existentes ao longo do vale não torna razoável, no plano económico, a modulação de cheias com período de retorno superior a 100 anos.

Cheias com um período de retorno superior ao considerado não poderão ser integralmente transportadas pela canalização existente, dando origem à inundaçãõ da área anexa ao Mercado, se bem que com gravidade muito menor do que nas condições actuais. Para evitar que as águas junto ao Mercado possam atingir cotas elevadas, nessas situações excepcionais, prevê-se a construção de um leito supletivo de cheia, em canal a céu aberto.

Uma vez que este leito de cheia se encontrará a cotas superiores à da maré e estará quase sempre a seco, ele poderá ser tratado como caminho pietonal e passagem desnivelada entre a zona do Mercado, a estação do CF e a Praia da Conceição.

#### 4 - CARACTERÍSTICAS E VALIAS DAS NOVAS ORIGENS DE ÁGUA

##### 4.1 - Principais características

As barragens previstas podem ser dimensionadas unicamente tendo em atenção a produção de água e o armazenamento de caudais superficiais (próprios ou provenientes de outras origens) para utilização nos meses de maior consumo, ou tendo cumulativamente em vista o amortecimento de cheias. O acréscimo desta última finalidade, em alguns desses aproveitamentos, implicou a modificação das suas características, como se pode comprovar através do Quadro 4.

QUADRO 4

Características gerais dos aproveitamentos

Aproveitamento	Abastecimento urbano						Abastecimento urbano + Defesa contra cheias					
	Barragem			Albufeira			Barragem			Albufeira		
	Cota de coroamento	Altura (m)	Volume de aterro (10 m <sup>3</sup> )	NPA	NMC	Volume total (10 m <sup>3</sup> )	Cota de coroamento	Altura (m)	Volume de aterro (10 m <sup>3</sup> )	NPA mínimo	NMC	Volume total (10 m <sup>3</sup> )
Pisão	103.5	22.0	76	100.0	102.5	811	109.7	28.1	128	100.0	108.6	1242.5
Marmeleiros	91.5	18.0	65	59.5	60.5	580	66.1	22.6	105	49.5	65.1	1100
Manique	115.5	21.8	68	113.5	114.5	640	116.0	22.3	77	113.0	115.6	669.5

De notar que a consideração da finalidade defesa contra cheias levou a um sensível alteamento das barragens, nomeadamente das de Pisão (mais 6.2 m) e Marmeleiros (mais 4.6 m), com que o inerente acréscimo de volumes de aterro (mais de 50%) e dos respectivos custos.

A jusante do aproveitamento de Alcorvim não existem infra-estruturas ou ocupação urbana que justifiquem o seu dimensionamento como estrutura de laminagem de cheias.

As curvas-guia esboçadas para a exploração dos aproveitamentos destinados, entre outras finalidades, ao domínio das cheias dão origem a uma redução de cerca de um quarto dos volumes que em ano médio seriam captáveis para abastecimento público, caso fosse esta a única finalidade dos aproveitamentos. Esta redução é relativamente pequena, dado que se sobreelevaram, tanto quanto possível, as cotas de coroamento das barragens, para minimizar os efeitos sobre os volumes de água produtíveis para abastecimento. No Quadro 5 encontra-se uma previsão das produções das novas origens de água, tendo em conta o efeito do amortecimento de cheias nos aproveitamentos para o efeito considerados (todos excepto Alcorvim).

QUADRO 5

Caudais afluentes e volumes utilizáveis

Aproveitamento	Fície Hídrica (km <sup>2</sup> )		Caudal afluente em ano médio (10 m <sup>3</sup> )	Volume de água produtível (10 m <sup>3</sup> )		
	Própria	Total		Ano médio	Ano seco	
				P = 0.20	P = 0.05	
Alcorvim	3.3	3.3	815	570	355	81
Pisão	7.4	4.4	1025	770	486	102
Atrosela (1)	9.0	8.9	2200	1330	1047	224
Marmeleiros	12.0	5.7	1455	1090	652	146
Manique	9.8	9.8	2442	1220	955	244
			7937	4970	3565	795



As características morfológicas e geotécnicas existentes nos locais dos aproveitamentos de Alcorvim, Pisão, Marmeleiros e Manique levaram à conclusão que a solução de barragem de terra, com perfil homogêneo, é a que melhor se adapta aquelas condições.

As principais características hidráulicas e dimensionais dos aproveitamentos previstos, tendo em atenção a sua dupla finalidade, encontram-se resumidas no Quadro 6.

QUADRO 6

Características hidráulicas e dimensionais dos aproveitamentos

Aproveitamento	NFA	NHC	3 3 Albufeira (10 m)				Barragem	
			Volume Útil mínimo	Volume de amortecimento de cheia	Volume morto	Volume total	Altura (m)	Caudal dimens. (m <sup>3</sup> /s)
Alcorvim	119.5	120.4	43.0	17.5	19	79.5	16.5	43.0
Pisão	100.0-103.0	108.6	342.0	814.0	84	1240.0	28.1	56.4
Atrozela	103.5-108.6	113.2	-	1300.0	-	2030.0	27.2	104.7
Marmeleiros	49.5-54.0	65.1	30.0	1021.0	59	1110.0	22.6	206.3
Manique	113.0	115.0	374.5	197.0	98	669.5	22.3	51.0

#### 4.2 - Valia das infra-estruturas propostas

A análise da viabilidade económica dos aproveitamentos hidráulicos em referência confirmou o interesse dos empreendimentos, tanto para abastecimento urbano como quando consideradas as suas múltiplas finalidades.

De facto, o custo de água tratada produzida em cada um deles - para a hipótese de amortização dos investimentos em 50 anos (com reposição dos equipamentos electromecânicos ao fim de 25 anos), contabilizando os encargos de exploração, conservação e manutenção e considerando taxas de actualização de 8,10 e 12% - é sensivelmente inferior aos valores actuais de aquisição de água pelos SMASCC.

Os aproveitamentos com maior taxa interna de rentabilidade (TIR) são os de Manique (25,1%) e Marmeleiros (19,8%), apenas revelando em situação marginal de rentabilidade o aproveitamento de Alcorvim (9,9%). Aliás, o escalonamento das obras aconselhável por razões técnicas está, em geral, de acordo com os indicadores económicos obtidos.

Não são significativas as variações da TIR para os aproveitamentos de Pisão e Marmeiros, quando considerada a finalidade abastecimento público, isoladamente ou em conjunto com o amortecimento de cheias.

De salientar que os valores apurados resultam da afectação do custo total das obras às finalidades produção de água e defesa contra cheias (os prejuízos inerentes à ocorrência destas foram estimados em 850 000 contos, a preços de 1985) ignorando assim valias de importância económica não desprecienda, como sejam:

- o armazenamento de caudais, em que praticamente se pode evitar o acréscimo da actual capacidade dos reservatórios dos sistemas de abastecimento ao concelho; a sua duplicação, também a preços de 1985, representaria cerca de 350 000 contos;
- a minimização dos encargos inerentes à sistematização e correcção dos leit<sup>os</sup> das ribeiras, nos troços a jusante das albufeiras;
- a utilização para recreio e turismo das albufeiras criadas, desde que em actividades compatíveis com a qualidade requerida para abastecimento urbano.