

II JORNADAS TÉCNICAS DA APRH

ÁGUAS DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO  
EM ZONAS COSTEIRAS TURÍSTICAS

PLANEAMENTO E GESTÃO DOS SISTEMAS DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO  
EM ZONAS CARENCIADAS

MODELO MATEMÁTICO DE PLANEAMENTO E EXPLORAÇÃO DO SISTEMA DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA AO CONCELHO DE CASCAIS - PARTE B

EDUARDO RIBEIRO DE SOUSA

(Doutor em Eng<sup>a</sup> Civil. Professor Associado do IST. Consultor da Hidrosistemas,  
Estudos Especiais de Sistemas Hídricos e Ambientais, Ld<sup>a</sup>., Lisboa)

ULISSES LAGES

(Eng<sup>o</sup> Civil. Engenheiro da Hidrosistemas. Lisboa)

JOÃO CORREIA SALSINHA

(Eng<sup>o</sup> Civil. Engenheiro da Hidroprojecto. Lisboa)

ANTONINA VIDEIRA

(Eng<sup>a</sup> Civil. Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Cascais. Cascais)

PLANEAMENTO E GESTÃO DOS SISTEMAS DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO  
EM ZONAS CARENCIADAS

RESUMO

Na presente comunicação, dividida em duas partes (Partes A e B), apresentam-se os resultados decorrentes do "Estudo para Implementação do Modelo Matemático do Sistema de Abastecimento de Água no Concelho de Cascais - 1<sup>a</sup> Fase" e realizado para os Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Cascais. Nesta Parte B apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos na aplicação do modelo matemático, propriamente dita. Dada a extensão do trabalho desenvolvido ao longo do estudo, a apresentação e discussão incide apenas sobre uma parte destes resultados, especificamente para o sub-sistema da conduta "baixa", do sistema de abastecimento da SEPAL, e para o sub-sistema Alto Estoril-Goulão, do sistema da zona ocidental do concelho.

JOÃO CORREIA SALSINHA

(Eng<sup>o</sup> Civil. Engenheiro de Hidroprojecto. Lisboa)

ANTONINA VIDEIRA

(Eng<sup>a</sup> Civil. Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Cascais. Cascais)

PLANEAMENTO E GESTÃO DOS SISTEMAS DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO  
EM ZONAS CARENCIADAS

RESUMO

Na presente comunicação, dividida em duas partes (Partes A e B), apresentam-se os resultados decorrentes do "Estudo para Implementação do Modelo Matemático do Sistema de Abastecimento de Água no Concelho de Cascais - 1<sup>a</sup> Fase" e realizado para os Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Cascais. Nesta Parte B apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos na aplicação do modelo matemático, propriamente dita. Dada a extensão do trabalho desenvolvido ao longo do estudo, a apresentação e discussão incide apenas sobre uma parte destes resultados, especificamente para o sub-sistema da conduta "baixa", do sistema de abastecimento da SEPAL, e para o sub-sistema Alto Estoril-Goulão,

## 1. INTRODUÇÃO

Na Parte A da presente comunicação (RIBEIRO DE SOUSA, LAGES, SALSINHA e VIDEIRA 1985) apresentaram-se, relativamente ao "Estudo para Implementação do Modelo Matemático do Sistema de Abastecimento de Água ao Concelho de Cascais - 1ª Fase" (HIDROPROJECTO/HIDROSISTEMAS a e b) e realizado para os Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Cascais (SMASC), a descrição geral do sistema de abastecimento de água, os elementos de base para a realização do estudo e os critérios utilizados para a construção do modelo matemático (análise do cadastro, esquematização do sistema, elementos especiais, análise de consumos e respectivos critérios da sua atribuição aos nós).

Esta Parte B da comunicação compreende a apresentação e discussão dos resultados obtidos decorrentes da aplicação, propriamente dita, do modelo matemático. Dada a extensão do trabalho desenvolvido, esta apresentação e discussão incide apenas sobre uma parte destes resultados. Assim, utilizando a designação definida na Parte A da comunicação, são englobados os seguintes sub-sistemas:

- a) Sistema de abastecimento da EPAL: sub-sistema da conduta "baixa";
- b) Sistema da zona ocidental do concelho: sub-sistema Alto Estoril-Goulão.

## 2. MODELAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - 1ª FASE: PRINCÍPIOS GERAIS

No âmbito da 1ª Fase do estudo a actividade de modelação matemática incide essencialmente na análise das condições de equilíbrio hidráulico dos diversos sistemas e correspondentes sub-sistemas para a situação actual. De facto, de acordo com os princípios enunciados na Proposta para a realização do estudo, a 1ª Fase deste destinava-se fundamentalmente a realizar todo um trabalho de base, no qual seriam, por um lado, executadas as actividades de informática relativas à implementação e testes dos modelos computacionais e, por outro, toda a preparação dos elementos de base e dos ficheiros de dados específicos do sistema de abastecimento de água ao concelho de Cascais; a 1ª Fase culminaria com a elaboração de um conjunto de execuções preliminares dos modelos e respectivas análises de sensibilidade. A exploração intensiva dos modelos, nomeadamente o estudo de alternativas a nível de planeamento e exploração, e a simulação dinâmica do sistema de abastecimento serão objecto da 2ª Fase do estudo, uma vez que devem ser precedidas da adequada calibração dos modelos, actividade que se desenvolverá apenas no início desta fase.

Dentro do enquadramento referido, os resultados obtidos da modelação matemática referem-se à análise das condições de equilíbrio hidráulico dos diferentes sistemas e respectivos sub-sistemas que constituem o sistema de abastecimento de água ao concelho de Cascais, de acordo com os critérios descritos na Parte A da presente comunicação e com os que a seguir se enunciam, por aplicação sistemática do programa de cálculo SIDINA/HS<sup>(1)</sup> (RIBEIRO DE SOUSA 1984).

No que respeita ao sistema de abastecimento da EPAL (sub-sistemas das condutas "alta" e "baixa" da EPAL), as execuções efectuadas orientaram-se no sentido da análise de sensibilidade do funcionamento hidráulico dos dois sub-sistemas, pela variação da cota piezométrica disponível na secção das correspondentes condutas à entrada do concelho de Cascais; para além disso, e para cada caso de cota piezométrica, admitiram-se diversas hipóteses quanto ao grau de enchimento dos reservatórios incluídos em cada um dos sub-sistemas.

Doutro modo, para os sistemas das zonas oriental e ocidental do concelho e respectivos sub-sistemas procedeu-se ao cálculo das condições de equilíbrio hidráulico para o consumo de ponta na situação actual, analisando-se, para cada caso, os cenários alternativos correspondentes aos regimes de exploração mais correntes. Como critérios de análise dos resultados obtidos para os diferentes regimes de exploração foram considerados a velocidade má-

(1) - Sigla abreviada para Simulação DINâmica de Sistemas de Distribuição de Água.

xima de escoamento e os limites máximos e mínimos das pressões nos nós de junção. Quanto ao primeiro aspecto, a velocidade máxima de referência é estabelecida em função do diâmetro da tubagem, de acordo com a seguinte expressão:

$$V_{\text{máx}} = 0,1274 D^{0,4}$$

sendo:

$$V_{\text{máx}} - \text{velocidade máxima (ms}^{-1}\text{)}$$

$$D - \text{diâmetro da tubagem (mm)}$$

No que respeita aos valores de referência da pressão nos nós de junção foram considerados os 60 e 15 m c.a., respectivamente como limite superior e inferior.

Nos ficheiros de resultados do programa SIDINA/HS, e para maior facilidade de interpretação dos mesmos, sempre que os valores calculados se afastavam dos limites referidos foi utilizada a seguinte simbologia:

1) Para a pressão nos nós (P - expressa em m c.a.)

$$60 < P \leq 70 \quad +$$

$$P > 70 \quad ++$$

$$10 \leq P < 15 \quad -$$

$$P < 10 \quad --$$

sendo:

2) Para a velocidade de escoamento nas tubagens (V)

$$V_{\text{máx}} \leq V < 1,15 V_{\text{máx}} \quad *$$

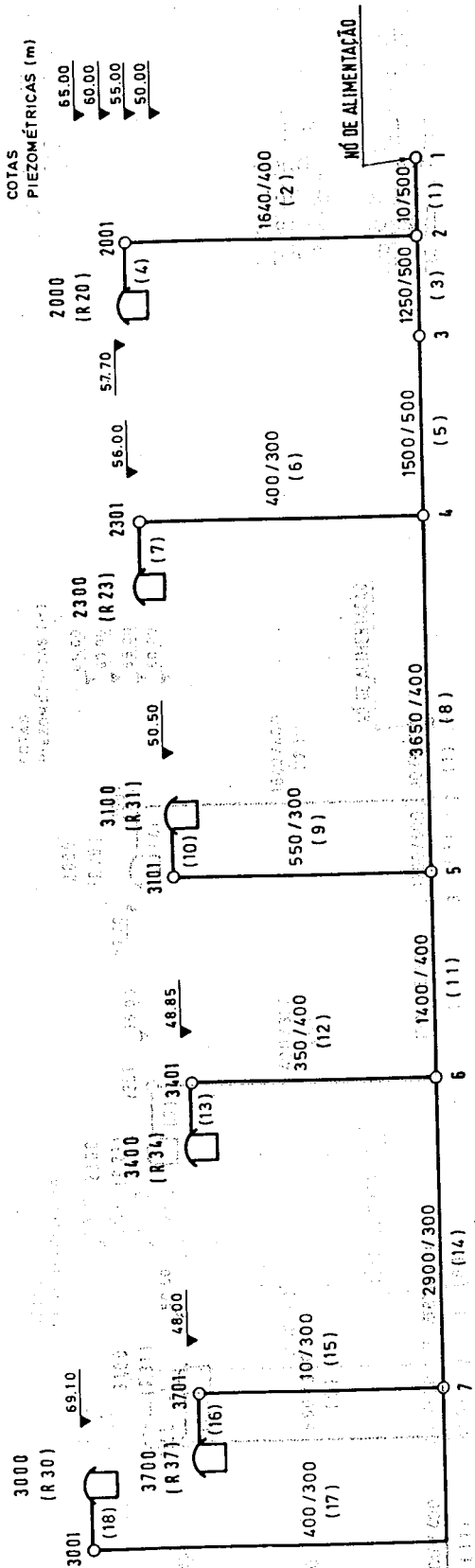
$$V \geq 1,15 V_{\text{máx}} \quad **$$

### 3. MODELAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA EPAL: SUB-SISTEMA DA CONDUTA "BAIXA"

Tal como referido na Parte A da comunicação, a conduta "baixa" da EPAL entra no concelho junto à Quinta do Marquês, com um diâmetro de 500 mm, apresentando, ao longo do seu traçado, diversas derivações, designadamente as que terminam nos reservatórios de S. Domingos de Rana (R20), de Parede "Novo" (R23), do Alto Estoril (R31) e do Lago (R34), cujos diâmetros são no primeiro e último casos 400 mm e nos dois restantes 300 mm. A partir da derivação para o reservatório do Lago, a conduta segue para a vila de Cascais alimentando o reservatório com o mesmo nome (R37) e prolongando-se até ao reservatório da Pampilheira (R30). O diâmetro da conduta "baixa", entre as derivações para os reservatórios de Parede "Novo" e do Lago, reduz-se de 500 para 400 mm, fixando-se para jusante desta última em 300 mm.

A conduta "baixa" da EPAL, ao longo do seu desenvolvimento, não faz qualquer distribuição de percurso, alimentando apenas os referidos reservatórios. Nestas condições, para efeito do modelo, considerou-se uma conduta ramificada, em que os nós de junção considerados na esquematização apresentada na Figura 1 são os resultados apenas das mudanças de diâmetros e/ou das derivações para os reservatórios; os nós de alimentação (que neste caso correspondem à entrada de caudal nos respectivos reservatórios) são modelados como reservatórios com uma cota do nível de água igual à do eixo da tubagem de chegada, uma vez que, em qualquer dos casos, as respectivas entradas se fazem sempre por cima.

Uma vez que não foi possível dispor das flutuações de caudal e respectiva cota piezométrica na secção da conduta à entrada do concelho, houve necessidade de estabelecer nesta 1ª Fase, para cálculo das condições de funcionamento hidráulico, uma gama de cotas piezométricas. Nesta gama consideraram-se os valores de 50, 55, 60 e 65 m, pelos motivos apontados no capítulo 2 da Parte A da presente comunicação.



LEGENDA:

1250/500 — Comprimento da tubagem (m) / Diâmetro (mm)

(1) — Número da tubagem

2 — Número do nó de junção

■ — CENÁRIO 1 - cota piezométrica 50.00 m

▨ — CENÁRIO 2 - cota piezométrica 55.00 m

□ — CENÁRIO 3 - cota piezométrica 60.00 m

▤ — CENÁRIO 4 - cota piezométrica 65.00 m

Designação	Células		Cotas dos níveis de água (m)		Cotas de Solteira (m)
	Nº	Geometria (1) (m ou m <sup>2</sup> )	Max.	Min.	
SÃO DOMINGOS DE RANA R20	1	D = 14,50	57,70	55,15	54,70
	2	D = 14,50			
	3	D = 25,20			
PAREDE "NOVO" R23	1	D = 15,45	56,00	52,00	52,00
	2	D = 15,45			
PAMPILHEIRA R30	1	D = 23,60	69,10	64,00	64,00
	2	A = 176,00			
	3	A = 176,00			
ALTO ESTORIL R31	1	D = 14,80	50,50	47,50	47,50
	2	D = 14,80			
LAGO R34	1	A = 135,00(2)	48,85(2)	47,00	47,00
CASCAIS R37	1	D = 18,50	47,80	44,80	44,00
	2	D = 18,50			

(1) - D = diâmetro; A = área da base

(2) - Valores sujeitos a verificação

FIG. 1 - Conduta "baixa" da EPAL. Esquematização e análise de sensibilidade do funcionamento hidráulico.

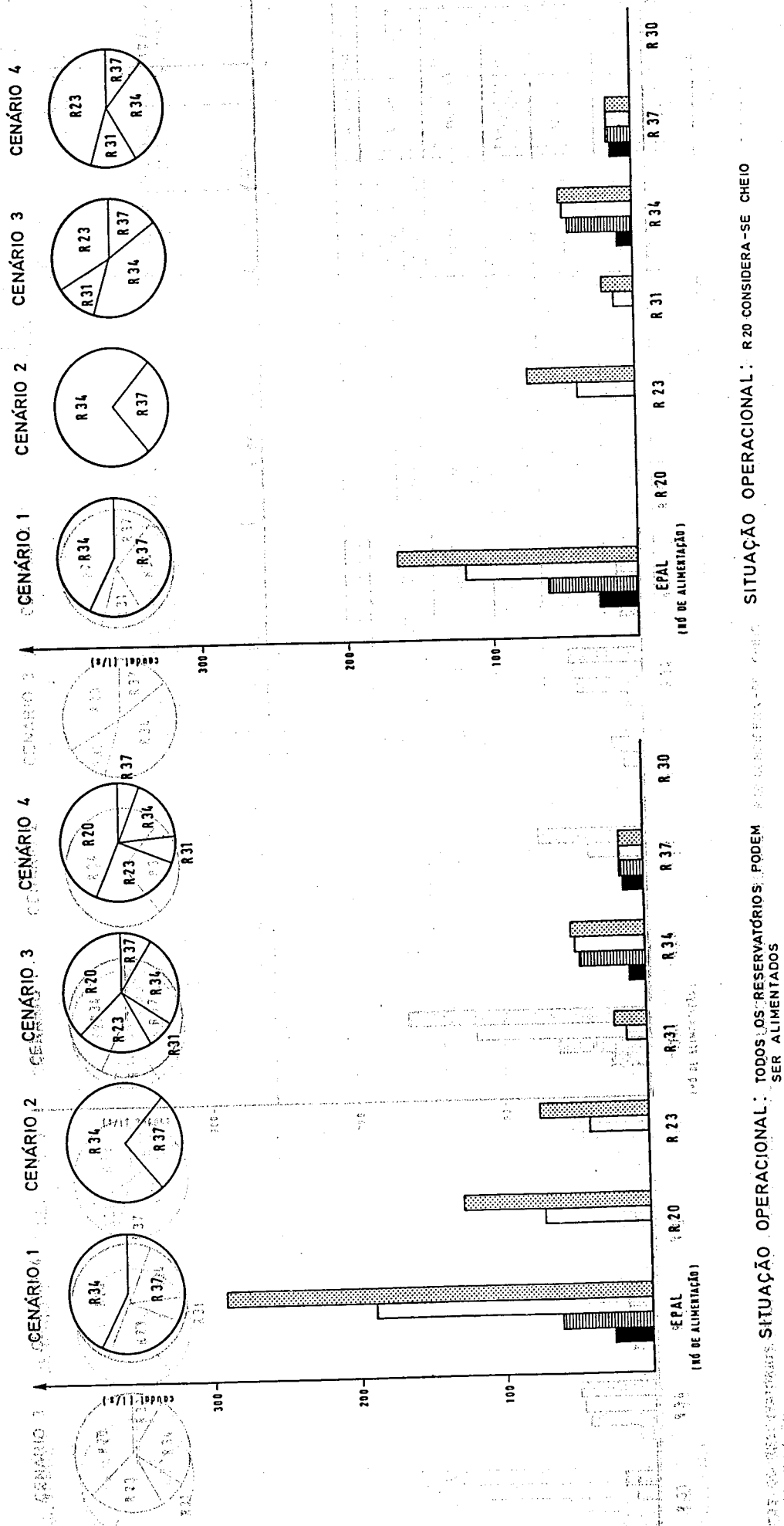


FIG. 1 - Conduta "baixa" da EPAL. Esquematização e análise de sensibilidade do funcionamento hidráulico (Cont.).

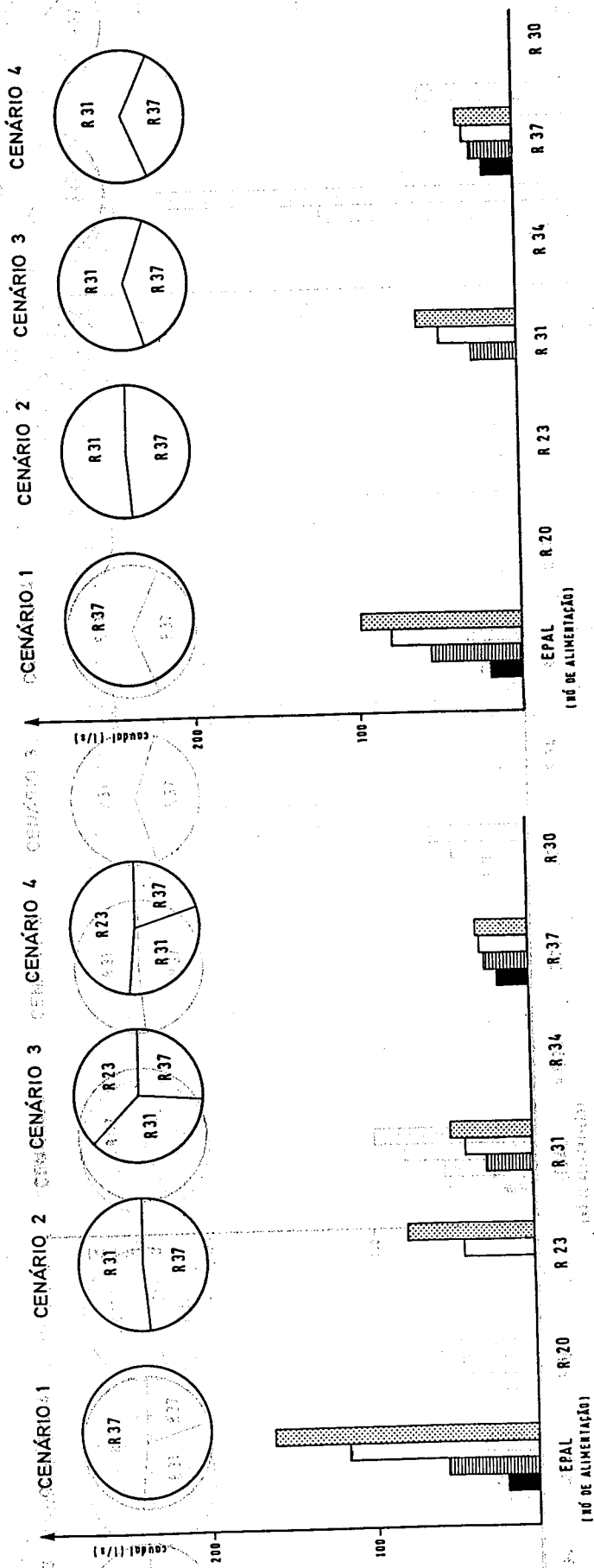


FIG. 1 - Conduta "baixa" da EPAL. Esquematização e análise de sensibilidade do funcionamento hidráulico (Cont.).

Para além dos quatro cenários de cota piezométrica referidos, foram também consideradas diferentes situações operacionais relativamente ao modo de funcionamento dos reservatórios. As situações foram as seguintes:

- a) todos os reservatórios podem receber água da conduta da EPAL, isto é, nenhum deles se encontra cheio;
- b) o reservatório de S. Domingos de Rana (R20) encontra-se cheio e os restantes podem receber água da conduta da EPAL;
- c) os reservatórios de S. Domingos de Rana (R20) e do Lago (R34) encontram-se cheios e os restantes podem receber água da conduta da EPAL;
- d) os reservatórios de S. Domingos de Rana (R20), do Lago (R34) e de Parede "Novo" (R23) encontram-se cheios e os restantes podem receber água da conduta da EPAL.

Os resultados obtidos para as 16 hipóteses consideradas apresentam-se, sob a forma gráfica, na Figura 1.

Dos resultados obtidos podem ser tiradas algumas conclusões que devem ser encaradas como preliminares nesta fase. Estas conclusões são as seguintes:

- para qualquer das hipóteses simuladas o reservatório da Pampilheira (R30) dificilmente pode ser alimentado, por gravidade, a partir da conduta "baixa" da EPAL;
- para os cenários de cota piezométrica 50 e 55 m no nó da conduta da EPAL à entrada do concelho e na situação operacional referida, os reservatórios de S. Domingos de Rana (R20), de Parede "Novo" (R23) e do Alto Estoril (R31) não podem ser alimentados;
- idêntica conclusão à anterior pode ser tirada para a situação operacional b) referida;
- para a situação operacional c) referida, o reservatório de Parede "Novo" (R23) não pode ser alimentado para os cenários de cota piezométrica 50 e 55 m, enquanto que no caso do reservatório do Alto Estoril (R31) aquela condição apenas se verifica para o primeiro cenário;
- para a situação operacional d) referida, o reservatório do Alto Estoril (R31) não pode ser alimentado apenas para o cenário de cota piezométrica 50 m.

#### 4. MODELAÇÃO DO SISTEMA DA ZONA OCIDENTAL: SUB-SISTEMA ALTO ESTORIL-GOULÃO

O sub-sistema Alto Estoril-Goulão abastece essencialmente os bairros das Fontainhas, de S. José e de St<sup>o</sup> António e as povoações de Pai do Vento, Abuxarda, Amoreira e parte do Estoril. Este sub-sistema é constituído por 128 tubagens, com diâmetros que variam entre os 50 e 500 mm, 95 nós de junção e quatro nós de alimentação, correspondentes aos reservatórios do Goulão (R32) e da Pampilheira (R30) e às estações elevatórias do Alto Estoril (EE15) e do Monte Estoril (EE21); neste caso, o reservatório da Pampilheira destina-se apenas a receber os excedentes de caudal da rede de distribuição. A esquematização do sub-sistema apresenta-se na Figura 2.

Para a análise das condições de equilíbrio hidráulico do sub-sistema foram considerados os seguintes regimes de exploração:

- 1) **Normal:** o sub-sistema é alimentado pelo reservatório do Goulão (R32) e pela estação elevatória do Alto Estoril (EE15), servindo o reservatório da Pampilheira (R30) para receber os excedentes de caudal da rede;
- 2) **Alternativa 1:** o sub-sistema é alimentado exclusivamente pelo reservatório do Goulão (R32) e servindo o reservatório da Pampilheira (R30), tal como no caso

O sub-sistema Alto Estoril-Goulão abastece essencialmente os bairros das Fontainhas, de S. José e de St<sup>o</sup> António e as povoações de Pai do Vento, Abuxarda, Amoreira e parte do Estoril. Este sub-sistema é constituído por 128 tubagens, com diâmetros que variam entre os 50 e 500 mm, 95 nós de junção e quatro nós de alimentação, correspondentes aos reservatórios do Goulão (R32) e da Pampilheira (R30) e às estações elevatórias do Alto Estoril (EE15) e do Monte Estoril (EE21); neste caso, o reservatório da Pampilheira destina-se apenas a receber os excedentes de caudal da rede de distribuição. A esquematização do sub-sistema apresenta-se na Figura 2.

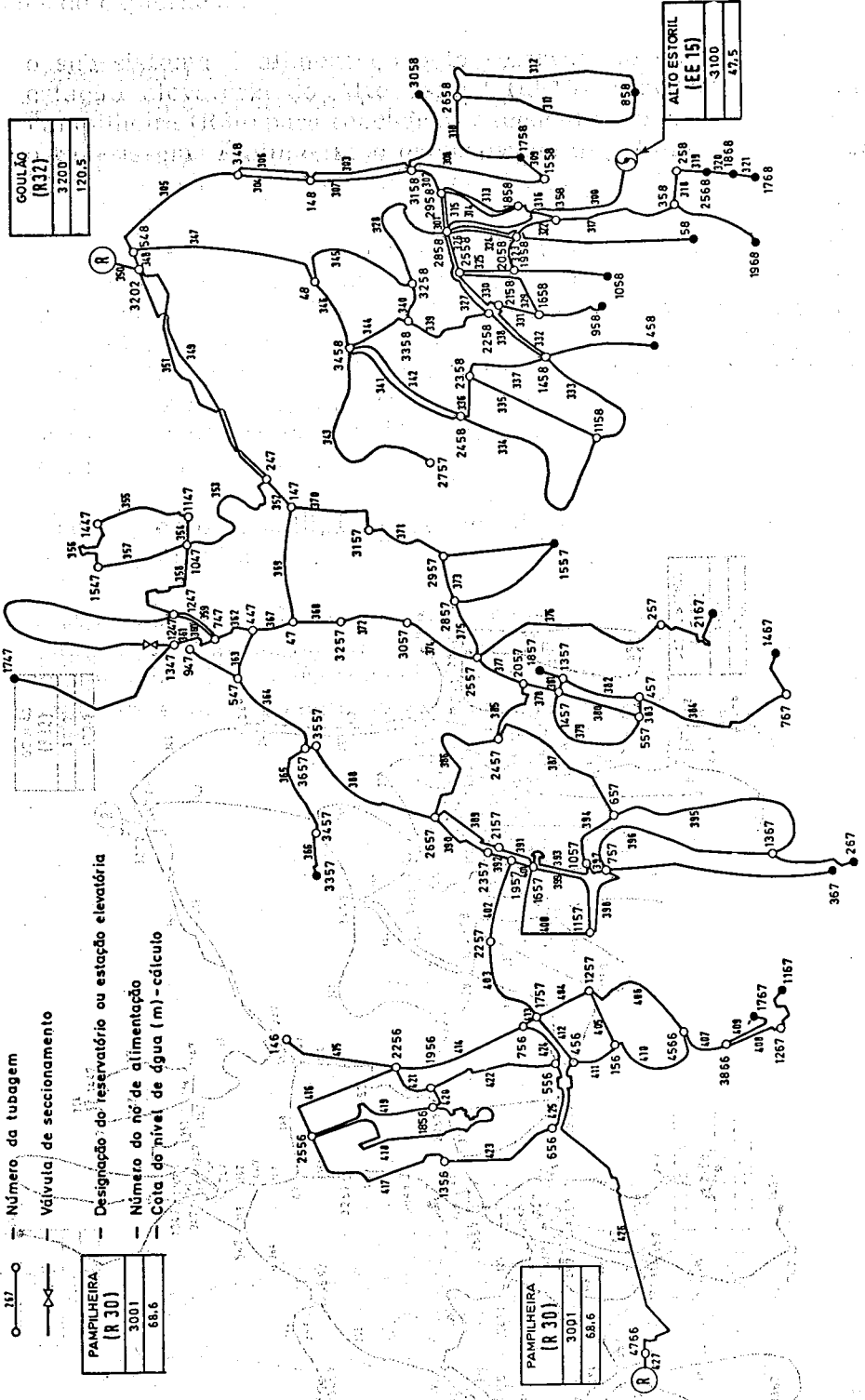
CONVENÇÕES:

- (R) Reservatório
- (R) Estação elevatória
- Nô de ligação entre sub-sistemas
- Número do nô de junção
- Número, da tubagem
- Vãivula de seccionamento

PAMPILHEIRA (R 30)	
3001	68.6

PAMPILHEIRA (R 30)	
3001	68.6

ALTO ESTORIL (EE 15)	
3100	47.5





- 3) Alternativa 2: anterior, para receber os excedentes de caudal da rede; o sub-sistema é alimentado pelo reservatório do Goulão (R32) e pela estação elevatória do Monte Estoril (EE21); o reservatório da Pampilheira (R30), tal como nos casos anteriores, recebe os excedentes de caudal da rede.

Para cada um dos cenários de regime de exploração referidos, foram feitas execuções do programa SIDINA/HS com os correspondentes ficheiros de dados. A título ilustrativo, apresentam-se no Anexo I<sup>(1)</sup> os resultados obtidos para o regime de exploração normal.

No caso do regime de exploração normal, o reservatório do Goulão (R32) e a estação elevatória do Alto Estoril (EE15) garantem, respectivamente, 23,5 (caudal 21,81 ls<sup>-1</sup>) e 76,5% (caudal 71,14 ls<sup>-1</sup>) do caudal entrado no sub-sistema, para as condições de consumo de ponta. Por outro lado, o reservatório da Pampilheira (R30) recebe 17,3% (caudal 16,03 ls<sup>-1</sup>) do caudal entrado no sub-sistema através daqueles nós de alimentação.

Duma forma geral, as velocidades de escoamento são inferiores aos valores máximos estabelecidos, exceptuando-se os casos das tubagens 353, 369, 370, 385, 390 a 393, 402 e 403. Nalguns destes casos, as condições hidráulicas verificadas recomendam uma análise posterior com vista a uma possível alteração dos diâmetros presentemente instalados são de destacar as perdas de carga unitárias verificadas na maior parte das tubagens referidas.

No que respeita às pressões nos nós de junção, verifica-se que existe uma zona cujas pressões atingem valores superiores a 60 m e que se localiza na área sudeste do sub-sistema; esta zona estende-se entre o Casino do Estoril e a Avenida Nuno Álvares Pereira, que a limita a norte. Pelo contrário, numa pequena área a noroeste do sub-sistema (nós 146, 1856, 2256 e 2556) as pressões calculadas situam-se abaixo de 15 m. O valor médio da pressão nos nós do sub-sistema é de 39,4 m, atingindo-se o máximo de 88,06 m no nó 1768. Na Figura 3 apresenta-se, para este cenário de funcionamento, a carta de distribuição de pressões para o sub-sistema.

No regime de exploração - alternativa 1 - os valores máximos estabelecidos para as velocidades são ultrapassados exactamente nas mesmas tubagens do cenário anterior, o que reforça a recomendação feita no que respeita à alteração dos diâmetros dessas tubagens. Situação idêntica se verifica quanto às pressões nos nós de junção, uma vez que se mantêm pressões superiores a 60 m na zona sudeste do sub-sistema, referida anteriormente; no entanto, os valores das pressões desceram entre 3 a 4 m em relação aos obtidos para o cenário precedente. O valor médio da pressão nos nós do sub-sistema é agora de 38,85 m, atingindo-se o máximo de 84,67 m no nó 1768.

Finalmente, para o regime de exploração - alternativa 2 - o panorama relativo às condições de equilíbrio hidráulico é idêntico, nas suas linhas gerais, aos obtidos para os cenários anteriores. Neste caso, as velocidades elevadas restringem-se às tubagens 385, 390 a 393, 402 e 403, mantém-se a zona de pressões superiores a 60 m e verifica-se um aumento significativo das pressões nos nós que, para os cenários anteriores, apresentavam valores inferiores a 15 m; este número atinge um valor da ordem dos 6 m. O valor médio da pressão nos nós do sub-sistema é de 46,0 m, atingindo-se o máximo de 84,67 m no nó 1768, tal como anteriormente.

Ainda para o último cenário alternativo, o reservatório do Goulão (R32) e a estação elevatória do Monte Estoril (EE21) garantem, respectivamente, 35,2 (caudal 35,68 ls<sup>-1</sup>) e 64,8% (caudal 65,54 ls<sup>-1</sup>) do caudal entrado no sub-sistema, para as condições de consumo de

(1) - As curvas características das estações elevatórias são expressões do tipo  $H = AQ^2 + BQ + C$ , calculadas pelo programa SIDINA/HS a partir de três ou mais pares de valores (H,Q) declarados como dados de entrada. Para a estação elevatória do Alto Estoril a sua operação é feita com dois grupos electrobomba em paralelo, idênticos, sendo a curva característica do conjunto dada por:

$$H = -276,797 Q^2 - 40,982 Q + 80,23$$

Finalmente, para o regime de exploração normal, o reservatório do Goulão (R32) e a estação elevatória do Alto Estoril (EE15) garantem, respectivamente, 23,5 (caudal 21,81 ls<sup>-1</sup>) e 76,5% (caudal 71,14 ls<sup>-1</sup>) do caudal entrado no sub-sistema, para as condições de consumo de ponta. Por outro lado, o reservatório da Pampilheira (R30) recebe 17,3% (caudal 16,03 ls<sup>-1</sup>) do caudal entrado no sub-sistema através daqueles nós de alimentação.

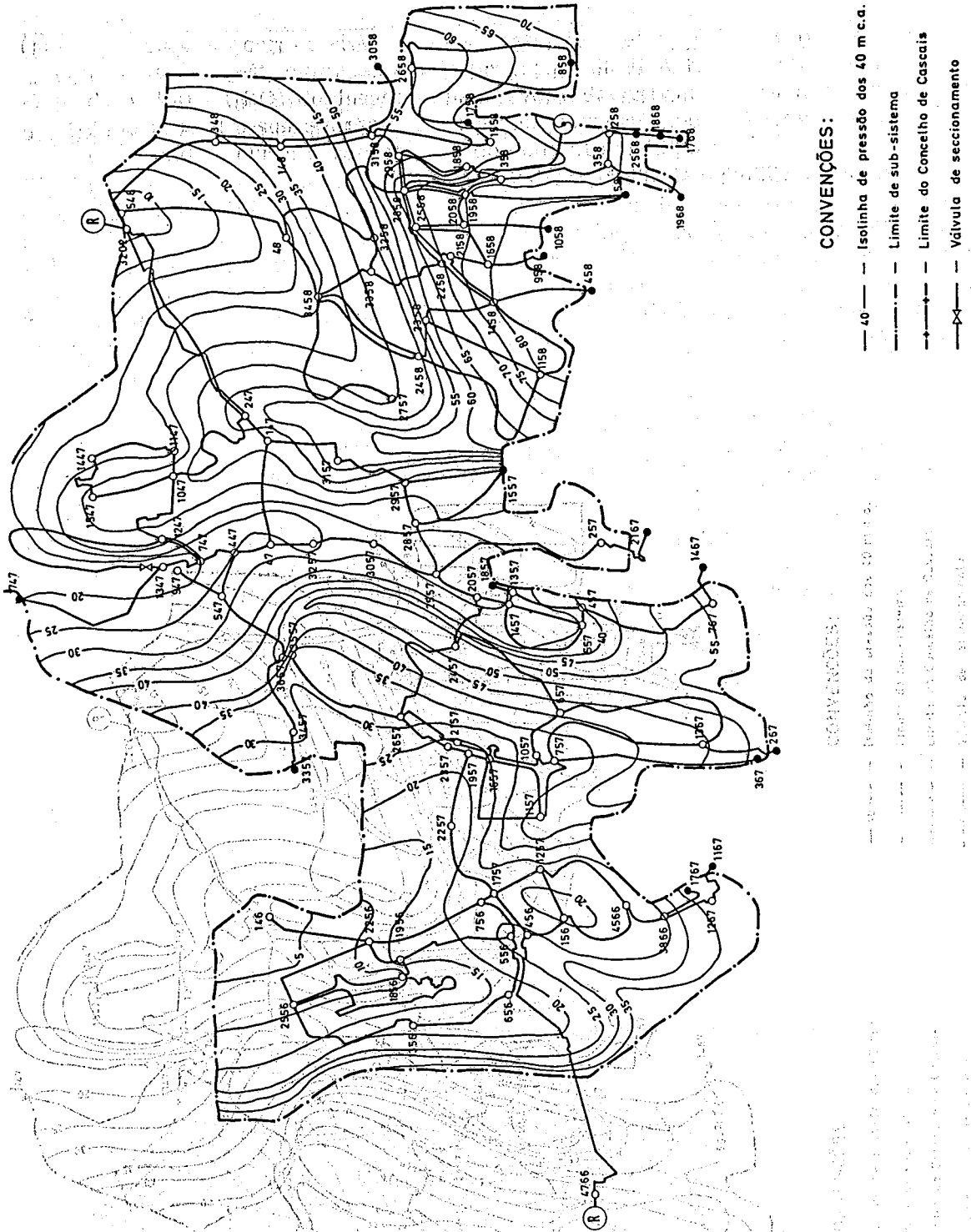


FIG. 3 - Sub-sistema do Alto Estoril-Goulão. FIG. 3 - Sub-sistema Alto Estoril-Goulão. Carta da distribuição de pressões.

ponta. Por outro lado, o reservatório da Pampilheira (R30) recebe 24% (caudal  $24,3 \text{ ls}^{-1}$ ) do caudal entrado no sub-sistema através daqueles nós de alimentação.

Numa análise global do funcionamento hidráulico do sub-sistema, em face dos resultados discutidos anteriormente, merecem referência especial, em síntese, os seguintes aspectos fundamentais:

- a) necessidade de reformular os diâmetros existentes das tubagens 353, 369, 370, 385, 390 a 393, 402 e 403, o que poderá melhorar as pressões disponíveis nos nós 146, 2256 e 2556;
- b) procurar encontrar uma via de reduzir as pressões na área sudeste do sub-sistema.

Quanto ao aspecto referido em b) a solução poderá ser encontrada através de uma redistribuição das zonas de influência entre os sub-sistemas do Alto Estoril-Goulão e de Pau-Gordo.

A terminar a discussão sobre este sub-sistema, será oportuno referir um dos problemas de exploração e que diz respeito à interligação entre a bombagem do Alto Estoril (EE15) para o reservatório do Goulão (R32) e a alimentação do reservatório do Alto Estoril (R31) através da conduta "alta" da EPAL. De facto, não parece razoável, sob o ponto de vista económico (consumo de energia), estar a aduzir os caudais da conduta "alta" desta cota para a rede de distribuição que, em princípio, deveria ser alimentada pelo reservatório do Goulão (R23), com a soleira à cota 117,0 m.

A solução mais adequada parece ser a construção de um reservatório e de uma estação elevatória (cota aproximada 92 m) na zona do nó de ligação entre a conduta "alta" da EPAL e a conduta de 250 mm que une os reservatórios do Goulão e do Alto Estoril, de modo a tornar possível, com menores encargos de energia dos que actualmente se verificam, colocar no reservatório do Goulão (R32) os caudais necessários ao consumo na respectiva rede de distribuição. Nestes pressupostos, o reservatório do Alto Estoril (R31) poderia vir a deixar de ter sentido, uma vez que nem sequer faz presentemente distribuição por gravidade. Este aspecto deverá merecer uma análise mais detalhada na 2ª Fase do estudo, de forma a ser possível encontrar a solução para este problema que os SMASC enfrentam na exploração do sub-sistema.

## 5. AGRADECIMENTOS

A presente comunicação decorre do contrato celebrado entre os Serviços Municipalizados de Água e Saneamento da Câmara Municipal de Cascais e o Consórcio das Empresas HIDROPROJECTO, Consultores de Hidráulica e Salubridade, SARL e HIDROSISTEMAS, Estudos Especiais de Sistemas Hídricos e Ambientais, Lda., para a realização do "Estudo para Implementação do Modelo Matemático do Sistema de Abastecimento de Água ao Concelho de Cascais". A estas entidades e em especial aos SMASC, na pessoa do seu Director Eng.º Álvaro Costa, os autores agradecem reconhecidamente o terem tornado possível a elaboração da presente comunicação.

A presente comunicação decorre do contrato celebrado entre os Serviços Municipalizados de Água e Saneamento da Câmara Municipal de Cascais e o Consórcio das Empresas HIDROPROJECTO, Consultores de Hidráulica e Salubridade, SARL e HIDROSISTEMAS, Estudos Especiais de Sistemas Hídricos e Ambientais, Lda., para a realização do "Estudo para Implementação do Modelo Matemático do Sistema de Abastecimento de Água ao Concelho de Cascais". A estas entidades e em especial aos SMASC, na pessoa do seu Director Eng.º Álvaro Costa, os autores agradecem reconhecidamente o terem tornado possível a elaboração da presente comunicação.

## 5. AGRADECIMENTOS

A presente comunicação decorre do contrato celebrado entre os Serviços Municipalizados de Água e Saneamento da Câmara Municipal de Cascais e o Consórcio das Empresas HIDROPROJECTO, Consultores de Hidráulica e Salubridade, SARL e HIDROSISTEMAS, Estudos Especiais de Sistemas Hídricos e Ambientais, Lda., para a realização do "Estudo para Implementação do Modelo Matemático do Sistema de Abastecimento de Água ao Concelho de Cascais". A estas entidades e em especial aos SMASC, na pessoa do seu Director Eng.º Álvaro Costa, os autores agradecem reconhecidamente o terem tornado possível a elaboração da presente comunicação.

ANEXO I - Ficheiro de resultados. Sub-sistema Alto Estoril-Goulão.  
Regime normal de exploração

```
*****
*
* SIMULACAO DINAMICA DE SISTEMAS DE DISTRIBUICAO DE AGUA
*
* -----
*          P R O G R A M A   S I D I N A / H S
*
*          HIDROSISTEMAS - ESTUDOS ESPECIAIS DE SISTEMAS
*          HIDRICOS E AMBIENTAIS - LDA.
*          AV DE BERNA 13-6D 1000 LISBOA
*
*****
```

ZONA OCIDENTAL DE CASCAIS  
EQUILIBRIO HIDRAULICO

SUB-SISTEMA DO ALTO ESTORIL - GOULAO

NOS DE ALIMENTACAO : ALTO ESTORIL (EE15)  
GOULAO (R32)  
PAMPILHEIRA (R30)

ANEXO I - Ficheiro de resultados. Sub-sistema Alto Estoril-Goulão.  
Regime normal de exploração  
FACTOR MULTIPLICATIVO DOS CONSUMOS: 2.0000

```
TUBAGENS:          128          DIAMETROS          METRO
NOS:              95          COMPRIMENTOS       METRO
E.ELEVATORIAS:    1          COTAS PIEZOMETRICAS METRO
SOBREPRESSORAS:  0          COTAS TOPOGRAFICAS METRO
RESERVATORIOS:    0          PRESSOES          KN/M2
PC LOCALIZADAS:  0          CAUDAIS           L/S
```

```
E. ELEVATORIAS:
TUBG COEF 2A. ORDEM  COEF LINEAR  ALT ELEVACAO  COTA PIEZ
AV DE BERNA 13-6D EM VAZIO  ASPIRACAO
300 -276.797          -40.982          80.93          47.50
```

```
RESERVATORIOS E ORIFICIOS:
NO. TUB NO COTA PIEZ
210 350 3200 120.50
2 427 3000 1068.60
```

QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS NAS TUBAGENS

TUBG NO.	NOS DE PARA	MUL	COMP	DIAM	RUGOSI DADE	CAUDAL	VELOC	PERDA CARGA	P. CARGA UNITARIA
300	3100	2858	600	0.500	0.0170	71.140	0.362	0.364	0.607
* 301	2858	2958	100	0.400	0.0170	25.159	0.200	0.025	0.250
302	2958	3158	110	0.400	0.0170	47.743	0.380	0.099	0.899
* 303	3158	3148	310	0.300	0.0170	39.633	0.561	0.891	2.873
* 304	148	348	220	0.300	0.0170	39.172	0.554	0.617	2.806
* 305	348	1548	420	0.300	0.0170	45.141	0.639	1.865	3.727
306	148	348	235	0.150	0.0170	5.969	0.338	0.617	2.627
307	3158	148	310	0.150	0.0170	6.242	0.353	0.891	2.873
308	3158	1558	380	0.150	0.0170	1.868	0.106	0.098	0.257
309	1558	1758	280	0.080	0.0170	1.840	0.366	0.571	7.134
310	1758	2658	340	0.080	0.0170	1.518	0.302	1.651	4.855
* 311	2658	858	570	0.080	0.0170	0.033	0.007	0.001	0.002
312	2658	858	680	0.080	0.0170	0.031	0.006	0.001	0.002
* 313	2958	1858	225	0.050	0.0170	0.483	0.246	1.354	6.016
* 314	2958	1858	225	0.080	0.0170	1.690	0.336	1.354	6.016
315	2858	2958	100	0.400	0.0170	25.159	0.200	0.025	0.250
* 316	1858	1358	140	0.100	0.0170	1.066	0.136	0.102	0.729
* 317	1358	358	360	0.080	0.0170	1.938	0.386	2.849	7.914
* 318	358	258	90	0.080	0.0170	1.150	0.229	0.251	2.787
* 319	258	2568	70	0.125	0.0170	0.846	0.069	0.010	0.140
* 320	2568	1868	80	0.125	0.0170	0.496	0.040	0.004	0.048
* 321	1868	1768	60	0.125	0.0170	0.192	0.016	0.000	0.007
* 322	1958	1358	130	0.070	0.0170	1.178	0.306	0.774	5.957
323	2058	1958	120	0.070	0.0170	0.471	0.122	0.115	0.954
* 324	2858	1958	190	0.070	0.0170	0.930	0.242	0.706	3.717
325	2558	2058	140	0.080	0.0170	0.751	0.149	0.167	1.190
326	2858	2558	100	0.200	0.0170	16.354	0.521	0.425	4.252
* 327	2858	2258	260	0.050	0.0170	0.478	0.244	1.538	5.916

## ANEXO I (Cont.)

## QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS NAS TUBAGENS

TUBG NO.	NOS DE PARA		COMP	DIAM	RUGOSI DADE	CAUDAL	VELOC	PERDA CARGA	P. CARGA UNITARIA
328	2858	3258	450.	0.080	0.0170	1.292	0.257	1.583	3.518
* 329	2558	1658	280.	0.150	0.0170	2.184	0.124	0.098	0.352
330	2558	2158	140.	0.200	0.0170	12.969	0.413	0.374	2.674
* 331	1658	2158	130.	0.100	0.0170	1.820	0.232	0.276	2.122
* 332	2158	1458	170.	0.200	0.0170	14.425	0.459	0.562	3.308
333	1458	1158	380.	0.100	0.0170	1.302	0.166	0.413	1.086
* 334	1158	2458	660.	0.050	0.0170	0.086	0.044	0.127	0.192
335	2358	1158	410.	0.100	0.0170	0.357	0.045	0.033	0.081
336	2358	2458	130.	0.200	0.0170	8.806	0.280	0.160	1.233
337	1458	2358	230.	0.200	0.0170	10.184	0.324	0.379	1.649
* 338	1458	2258	160.	0.100	0.0170	1.310	0.167	0.176	1.101
339	2258	3358	260.	0.100	0.0170	1.649	0.210	0.453	1.743
340	3258	3358	110.	0.060	0.0170	0.616	0.218	0.408	3.709
* 341	2458	3458	440.	0.060	0.0170	0.298	0.105	0.382	0.867
342	2458	3458	430.	0.200	0.0170	7.472	0.238	0.382	0.888
343	3458	2757	590.	0.100	0.0170	0.570	0.073	0.123	0.208
344	3358	3458	200.	0.100	0.0170	1.509	0.192	0.292	1.460
345	3258	48	380.	0.060	0.0170	0.508	0.180	0.959	2.523
* 346	3458	48	240.	0.200	0.0170	8.233	0.262	0.259	1.078
347	48	548	550.	0.200	0.0170	8.657	0.276	0.655	1.191
* 348	548	3202	10.	0.300	0.0170	53.798	0.761	0.053	5.293
349	3202	247	795.	0.300	0.0170	64.997	0.920	6.142	7.726
350	3200	3202	5.	0.500	0.0010	21.809	0.111	0.000	0.000
351	3202	247	740.	0.150	0.0170	10.610	0.600	6.142	8.300
* 352	247	147	100.	0.300	0.0170	71.605	1.013	0.938	19.377
353	247	1047	430.	0.080	0.0170	3.745	0.745*	12.704	29.544
354	1047	1147	85.	0.100	0.0170	1.302	0.166	0.092	1.087
355	1147	1447	270.	0.100	0.0170	0.530	0.067	0.049	0.180
356	1447	1547	230.	0.080	0.0170	0.016	0.003	0.000	0.001
* 357	1047	1547	270.	0.080	0.0170	0.498	0.099	0.141	0.523

## QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS NAS TUBAGENS

TUBG NO.	NOS DE PARA		COMP	DIAM	RUGOSI DADE	CAUDAL	VELOC	PERDA CARGA	P. CARGA UNITARIA
358	1047	1247	240.	0.125	0.0170	1.101	0.090	0.057	0.236
359	747	1247	105.	0.080	0.0170	0.395	0.079	0.035	0.329
* 360	747	1247	200.	0.080	0.0170	0.286	0.057	0.035	0.173
361	747	1347	140.	0.175	0.0170	0.000	0.000	0.000	0.000
* 362	447	747	120.	0.125	0.0170	1.243	0.101	0.036	0.301
* 363	447	547	140.	0.100	0.0170	5.672	0.722	2.897	20.620
364	547	3657	380.	0.175	0.0170	3.888	0.162	0.186	0.490
365	3657	3457	250.	0.100	0.0170	2.926	0.373	1.372	5.487
366	3457	3357	120.	0.100	0.0170	2.494	0.318	0.478	3.987
* 367	47	447	110.	0.125	0.0170	8.135	0.663	1.419	12.904
* 368	47	3257	140.	0.125	0.0170	3.713	0.303	0.376	2.688
* 369	147	47	330.	0.125	0.0170	12.673	1.033**	10.333	31.311
* 370	147	3157	260.	0.250	0.0170	58.933	1.201*	4.367	16.795
* 371	3157	2957	190.	0.250	0.0170	56.133	1.144	2.895	15.237
* 372	3257	3057	230.	0.125	0.0170	3.323	0.271	0.495	2.153
373	2957	2857	130.	0.250	0.0170	55.783	1.136	1.956	15.048
* 374	3057	2557	230.	0.125	0.0170	2.635	0.215	0.311	1.354
375	2857	2557	160.	0.250	0.0170	54.491	1.110	2.297	14.359
376	2557	257	530.	0.100	0.0170	1.428	0.182	0.693	1.307
377	2557	2057	150.	0.250	0.0170	54.130	1.103	2.125	14.170
378	2057	1457	90.	0.125	0.0170	6.140	0.500	0.662	7.350
379	1457	557	410.	0.125	0.0170	1.892	0.154	0.286	0.698
* 380	1457	557	250.	0.125	0.0170	2.423	0.197	0.286	1.145
381	1457	1357	35.	0.100	0.0170	1.539	0.196	0.053	1.518
382	1357	457	240.	0.100	0.0170	1.539	0.196	0.364	1.518
* 383	557	457	50.	0.125	0.0170	3.671	0.299	0.131	2.627
384	457	767	450.	0.100	0.0170	4.812	0.613	6.679	14.841
385	2057	2457	200.	0.200	0.0170	47.524	1.513**	7.181	35.905
386	2457	2657	400.	0.300	0.0170	45.127	0.638	1.490	3.724
* 387	2457	657	430.	0.080	0.0170	2.398	0.477	5.208	12.112

ANEXO I (Cont.)

QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS NAS TUBAGENS

TUBG NO.	NOS DE PARA		COMP	DIAM	RUGOSI DADE	CAUDAL	VELOC	PERDA CARGA	P. CARGA UNITARIA
388	2657	3557	440.	0.050	0.0170	0.636	0.324	4.599	10.453
* 389	2657	2157	180.	0.150	0.0170	6.936	0.393	0.639	3.547
390	2657	2357	160.	0.200	0.0170	35.873	1.142*	3.273	20.458
* 391	2157	1657	135.	0.100	0.0170	6.874	0.875*	4.089	30.287
392	2357	1957	80.	0.200	0.0170	34.387	1.095*	1.504	18.798
393	1057	1657	300.	0.050	0.0170	0.173	0.088	0.231	0.771
* 394	657	1057	180.	0.080	0.0170	1.432	0.285	0.778	4.321
* 395	657	1367	680.	0.080	0.0170	0.814	0.162	0.948	1.395
396	1367	757	540.	0.080	0.0170	0.184	0.037	0.038	0.071
* 397	1057	757	80.	0.080	0.0170	1.113	0.221	0.209	2.611
* 398	757	1157	260.	0.080	0.0170	0.381	0.076	0.079	0.306
399	1657	1157	400.	0.050	0.0170	0.074	0.038	0.057	0.143
* 400	1657	1157	280.	0.050	0.0170	0.089	0.045	0.057	0.204
* 401	1657	1957	80.	0.200	0.0170	6.260	0.199	0.050	0.623
402	1957	2257	250.	0.200	0.0170	40.352	1.284**	6.472	25.886
403	2257	1757	280.	0.200	0.0170	37.758	1.202*	6.346	22.665
404	1757	1257	170.	0.125	0.0170	4.866	0.397	0.785	4.617
405	1257	156	150.	0.125	0.0170	1.867	0.152	0.102	0.679
* 406	1257	4566	380.	0.060	0.0170	0.314	0.111	0.365	0.962
* 407	4566	3866	150.	0.060	0.0170	0.794	0.281	0.924	6.161
408	3866	1267	165.	0.060	0.0170	0.026	0.009	0.001	0.007
* 409	3866	1767	190.	0.060	0.0170	0.632	0.224	0.742	3.903
* 410	156	4566	330.	0.100	0.0170	1.116	0.142	0.264	0.799
* 411	456	156	120.	0.100	0.0170	0.514	0.065	0.020	0.169
* 412	1757	456	170.	0.200	0.0170	17.906	0.570	0.867	5.097
413	1757	756	30.	0.200	0.0170	14.838	0.472	0.105	3.500
414	1756	2256	390.	0.125	0.0170	6.265	0.510	2.984	7.652
415	2256	146	320.	0.125	0.0170	1.612	0.131	0.162	0.507
416	2256	2556	360.	0.125	0.0170	1.954	0.159	0.268	0.745
417	2556	1356	470.	0.050	0.0170	0.258	0.132	0.810	1.724

QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS NAS TUBAGENS

TUBG NO.	NOS DE PARA		COMP	DIAM	RUGOSI DADE	CAUDAL	VELOC	PERDA CARGA	P. CARGA UNITARIA
* 418	1856	2556	950.	0.100	0.0170	0.132	0.017	0.011	0.011
* 419	1856	2556	390.	0.100	0.0170	0.206	0.026	0.011	0.027
* 420	1956	1856	80.	0.100	0.0170	1.872	0.238	0.180	2.246
421	2256	1956	170.	0.100	0.0170	0.845	0.108	0.078	0.457
* 422	556	1956	380.	0.100	0.0170	1.946	0.248	0.922	2.426
* 423	656	1356	340.	0.050	0.0170	0.340	0.173	1.014	2.983
* 424	756	556	170.	0.125	0.0170	8.035	0.655	2.140	12.588
* 425	556	656	190.	0.125	0.0170	4.952	0.404	0.908	4.781
* 426	456	4766	990.	0.200	0.0170	16.026	0.510	4.042	4.083
* 427	4766	3000	10.	0.300	0.0170	16.026	0.227	0.005	0.470

VALORES MEDIOS DA VELOCIDADE E DA PERDA DE CARGA UNITARIA 0.35 4.82  
 VALORES MAXIMOS E MINIMOS DA VELOCIDADE 1.51 0.00

QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS NAS TUBAGENS

TUBG NO.	NOS DE PARA		COMP	DIAM	RUGOSI DADE	CAUDAL	VELOC	PERDA CARGA	P. CARGA UNITARIA
* 428	1856	2556	950.	0.100	0.0170	0.132	0.017	0.011	0.011
* 429	1856	2556	390.	0.100	0.0170	0.206	0.026	0.011	0.027

ANEXO I (Cont.)

QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS DOS NOS

NO.	CONSUMO (L/S)	COTA TOPG	PIEZOM	PIEZOM	PRESSAD	PIEZOM	COTA	CONSUMO (L/S)	COTA TOPG	PIEZOM	PIEZOM	PRESSAD	PIEZOM	COTA
47	0.82	75.20	27.89	103.09	273.30	1657	61.40	0.62	61.40	24.98	244.81	86.38		
48	0.08	98.40	22.81	121.21	223.52	1757	43.00	0.36	43.00	80.23++	786.22	123.23		
146	1.61	67.00	3.26--	70.26	31.97	1758	50.50	0.15	50.50	23.01	225.53	73.51		
147	0.0	72.50	40.92	113.42	401.02	1767	54.80	0.32	54.80	68.16+	667.94	122.96		
148	0.73	86.50	36.24	122.74	355.11	1768	35.00	0.63	35.00	35.70	349.83	70.70		
156	1.26	52.80	19.83	72.63	194.30	1856	31.10	0.19	31.10	88.06++	862.94	119.16		
247	0.26	65.00	49.36	114.36	483.71	1858	62.50	1.53	62.50	7.67--	75.13	70.17		
257	1.43	58.60	42.61	101.21	417.59	1868	59.90	1.11	59.90	62.47+	612.22	122.37		
258	0.30	44.90	74.27++	119.17	727.84	1956	53.20	0.92	53.20	83.96++	822.77	119.16		
348	0.0	94.40	27.72	122.12	271.64	1957	65.00	0.29	65.00	17.25	169.02	70.35		
358	0.79	46.00	73.42++	119.42	719.52	1958	48.00	0.22	48.00	75.04++	735.43	123.04		
447	1.22	77.10	24.57	101.67	240.76	2057	72.40	0.47	72.40	27.38	268.31	99.78		
456	1.37	45.30	27.35	72.65	268.00	2058	50.70	0.28	50.70	72.46++	710.09	123.16		
457	0.40	59.00	39.70	98.70	389.06	2157	65.20	0.06	65.20	25.27	247.64	90.47		
548	1.78	69.90	28.88	98.78	283.03	2158	51.30	0.36	51.30	71.65++	702.17	122.95		
548	0.0	118.00	2.55--	120.55	25.02	2256	59.30	1.85	59.30	11.12-	109.02	70.42		
556	1.14	45.10	26.17	71.27	256.45	2257	61.70	2.59	61.70	18.16	177.96	79.86		
557	0.64	64.20	34.63	98.63	339.39	2258	52.10	0.14	52.10	20.11++	687.09	122.21		
656	4.61	53.70	16.66	70.36	163.27	2357	64.50	1.49	64.50	23.33	228.68	87.83		
657	0.15	46.00	41.39	87.39	405.62	2358	63.40	1.02	63.40	58.61	574.36	122.01		
747	0.56	81.40	20.23	101.63	198.27	2457	39.70	0.0	39.70	52.90	518.40	92.60		
756	0.54	54.00	21.61	73.41	211.76	2458	77.00	0.0	77.00	44.85	439.51	121.85		
757	0.92	54.00	32.40	86.40	317.55	2556	61.90	2.03	61.90	8.26--	80.91	70.16		
767	4.81	36.40	55.62	92.02	545.09	2557	72.50	1.57	72.50	29.40	288.16	101.90		
858	0.06	52.40	68.91+	121.31	675.27	2558	56.60	0.45	56.60	66.72+	653.90	123.32		
1047	0.84	63.10	38.55	101.65	377.83	2568	40.70	0.35	40.70	78.46++	768.90	119.16		
1057	0.15	55.00	31.61	86.61	309.80	2657	60.00	1.68	60.00	31.11	304.86	91.11		
1147	0.77	73.80	27.76	101.56	272.06	2658	66.00	1.45	66.00	55.31	542.01	121.31		
1157	0.54	48.70	37.62	86.32	368.71	2757	82.30	0.57	82.30	39.04	382.63	121.34		
1158	1.57	42.50	79.48++	121.98	778.85	2857	71.90	1.29	71.90	32.30	316.56	104.20		
1247	1.78	68.60	33.00	101.60	323.37	2858	54.70	1.77	54.70	69.05+	676.69	123.75		
1257	2.69	48.90	23.83	72.73	336.52	2957	68.20	0.35	68.20	37.96	371.99	106.16		
1267	0.03	34.50	36.94	71.44	361.99	2958	64.40	0.40	64.40	59.32	581.38	123.72		
1347	0.0	83.50	18.13	101.63	177.69	3057	73.80	0.69	73.80	28.42	278.47	102.22		
1356	0.60	50.30	19.05	69.35	186.65	3157	55.20	2.80	55.20	53.85	527.76	109.05		
1357	0.0	66.50	32.56	99.06	319.13	3158	69.90	0.0	69.90	53.73	526.51	123.63		
1358	0.31	48.80	73.47++	122.27	720.00	3202	117.00	0.0	117.00	3.50--	34.30	120.50		
1367	0.63	43.40	43.04	86.44	421.81	3257	79.20	0.39	79.20	23.51	230.41	102.71		
1447	0.51	73.80	27.71	101.51	304.99	3258	77.20	0.17	77.20	44.97	440.67	122.17		
1457	0.29	68.00	31.12	99.12	304.95	3357	71.40	2.49	71.40	25.34	248.38	96.74		
1458	1.63	42.20	80.19++	122.39	785.84	3358	80.20	0.76	80.20	41.56	407.28	121.76		
1547	0.51	65.10	36.41	101.51	356.84	3457	66.40	0.43	66.40	30.82	302.07	97.22		
1558	0.03	62.50	61.03+	123.53	598.08	3458	91.30	0.48	91.30	30.17	295.63	121.47		
						3557	55.20	0.64	55.20	31.31	306.83	86.51		

QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS DOS NOS

## ANEXO I (Cont.)

## QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS DOS NOS

NO. NO.	CONSUMO (L/S)	COTA TOPG	ALT. PIEZOM	PRESSAO	COTA PIEZOM
3657	0.96	52.20	46.39	454.67	98.59
3866	0.14	47.40	24.04	235.58	71.44
4566	0.64	50.00	22.36	219.16	72.36
4766	0.0	66.20	2.40	23.57	68.60
3100	-71.14	47.50	76.61	750.82	124.11
3200	-21.81	117.00	3.50	34.30	120.50
3000	16.03	68.60	0.0	0.0	68.60
VALORES MEDIOS DAS ALTURAS E COTAS PIEZOMETRICAS				39.39	100.94
VALORES MAXIMOS E MINIMOS DA ALTURA PIEZOMETRICA				88.06	2.40

## ANEXO II - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- RIBEIRO DE SOUSA, E.A. 1984 - *Simulação de Sistemas de Distribuição de Água: Situação Actual e Perspectivas para Portugal*. I Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - Tema Sistemas de Produção e Distribuição de Água. Lisboa.
- HIDROPROJECTO/HIDROSISTEMAS 1985 a - *Estudo para Implementação do Modelo Matemático do Sistema de Abastecimento de Água ao Concelho de Cascais - Volume 1 - Peças Escritas - Tomos I a VI*. Lisboa.
- HIDROPROJECTO/HIDROSISTEMAS 1985 b - *Estudo para Implementação do Modelo Matemático do Sistema de Abastecimento de Água ao Concelho de Cascais - Volume 2 - Peças Desenhadas*. Lisboa.
- RIBEIRO DE SOUSA, E.A.; LAGES, U.; SALSINHA, J.C.; VIDREIRA, A. 1985 - *Modelo Matemático de Planeamento e Exploração do Sistema de Abastecimento de Água ao Concelho de Cascais - Parte A*. 2<sup>as</sup> Jornadas Técnicas da APRH. Estoril.

## ANEXO II - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- RIBEIRO DE SOUSA, E.A. 1984 - *Simulação de Sistemas de Distribuição de Água: Situação Actual e Perspectivas para Portugal*. I Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - Tema Sistemas de Produção e Distribuição de Água. Lisboa.
- HIDROPROJECTO/HIDROSISTEMAS 1985 a - *Estudo para Implementação do Modelo Matemático do Sistema de Abastecimento de Água ao Concelho de Cascais - Volume 1 - Peças Escritas - Tomos I a VI*. Lisboa.
- HIDROPROJECTO/HIDROSISTEMAS 1985 b - *Estudo para Implementação do Modelo Matemático do Sistema de Abastecimento de Água ao Concelho de Cascais - Volume 2 - Peças Desenhadas*. Lisboa.
- RIBEIRO DE SOUSA, E.A.; LAGES, U.; SALSINHA, J.C.; VIDREIRA, A. 1985 - *Modelo Matemático de Planeamento e Exploração do Sistema de Abastecimento de Água ao Concelho de Cascais - Parte A*. 2<sup>as</sup> Jornadas Técnicas da APRH. Estoril.

## ANEXO II - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- RIBEIRO DE SOUSA, E.A. 1984 - *Simulação de Sistemas de Distribuição de Água: Situação Actual e Perspectivas para Portugal*. I Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - Tema Sistemas de Produção e Distribuição de Água. Lisboa.
- HIDROPROJECTO/HIDROSISTEMAS 1985 a - *Estudo para Implementação do Modelo Matemático do Sistema de Abastecimento de Água ao Concelho de Cascais - Volume 1 - Peças Escritas - Tomos I a VI*. Lisboa.
- HIDROPROJECTO/HIDROSISTEMAS 1985 b - *Estudo para Implementação do Modelo Matemático do Sistema de Abastecimento de Água ao Concelho de Cascais - Volume 2 - Peças Desenhadas*. Lisboa.
- RIBEIRO DE SOUSA, E.A.; LAGES, U.; SALSINHA, J.C.; VIDREIRA, A. 1985 - *Modelo Matemático de Planeamento e Exploração do Sistema de Abastecimento de Água ao Concelho de Cascais - Parte A*. 2<sup>as</sup> Jornadas Técnicas da APRH. Estoril.