



ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS



**ABES ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

I SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
SISTEMAS DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA
CONDICIONANTES AO NORMAL FUNCIONAMENTO DE UMA CAPTAÇÃO
SUPERFICIAL EM TEMPO DE SECA. SOLUÇÃO DE EMERGÊNCIA.⁽¹⁾

F. MAFRA SANTOS

Eng^o. Civil. Director dos Serviços de Exploração e Conservação, EPAL, Lisboa, Portugal.

F. GUERRA MARQUES

Eng^o. Civil Especialista do Sector de Captação e Adução, Direcção dos Serviços de Exploração e Conservação, EPAL, Lisboa, Portugal.

J. CARVELA GOMES

Eng^o. Electrotécnico, Especialista de Equipamentos, Chefe do Sector de Elevação, Direcção dos Serviços de Exploração e Conservação, EPAL, Lisboa, Portugal.

RESUMO

Na presente comunicação aborda-se a problemática do funcionamento da captação superficial da EPAL (Empresa Pública das Águas Livres) em Valada do Ribatejo. Esta solução inicialmente projectada para um regime fluvial determinado, tem vindo a sofrer as consequências da regularização efectuada a montante (rios Tejo e Zêzere).

Referem-se estes e outros condicionalismos e seu agravamento em tempo de seca, nomeadamente quando a situação não é acompanhada de uma gestão integrada dos caudais em trânsito.

Apresenta-se a solução de emergência que foi adoptada nos dois últimos anos de seca (1982 e 1983), sua descrição sumária e análise comparativa de valores característicos de exploração com anos anteriores.

(1) Esta comunicação apenas traduz as concepções dos seus autores, enquanto técnicos ao serviço da EPAL.

1. INTRODUÇÃO

O Sistema de abastecimento de Água (SAA) da cidade de Lisboa e Concelhos limítrofes, a cargo da EPAL, tem uma estrutura complexa quer a nível de captações, quer a nível de linhas de adução e distribuição. Quanto às captações existentes podem ser agrupadas em: calcáreas, provenientes de furos aluvionares e das camadas miocénicas, e superficiais (rio Tejo).

Os caudais disponíveis a partir destas origens de água são afectados em maior ou menor grau pelos períodos de estiagem, quer anuais, quer inter-anuais. Por este motivo os valores seguidamente apresentados, e que se referem ao actual SAA da EPAL sem incluir portanto os caudais expectáveis para as obras de reforço actualmente em curso, correspondem a produções médias pelo que deverão ser tomados apenas como referência: águas calcáreas (115.000 m³/dia), furos aluvionares e miocénicos (145.000 m³/dia), captação superficial do rio Tejo (240.000 m³/dia).

Dos valores indicados infere-se facilmente o "peso" que a captação superficial tem em relação ao total dos caudais captados e, conseqüentemente, em todo o SAA da EPAL.

Esta captação, situada na margem direita do rio Tejo junto à povoação de Valada do Ribatejo, inicialmente prevista para um caudal de cerca de metade do actual, sofreu várias ampliações, dispondo hoje de sete grupos elevatórios (dois dos quais constituindo reserva de máquina instalada) destinados a assegurar uma produção de cerca de 240.000 m³/dia, a qual é elevada para a Estação de Tratamento de Água de Vale da Pedra localizada a cerca de 5 Km a juzante.

Apresenta-se em anexo, figura 1, um desenho em corte das instalações da captação, podendo-se observar alguns dos seus componentes, tais como: duas caleiras, grelhas e comportas de entrada de água; comportas de admissão; tamisadores (filtros rotativos); câmara de aspiração; sala de motores; sala de bombas; sistema de compressão.

A energia eléctrica é obtida através de linha dupla (por razões de fiabilidade) à tensão de 30 KV, dispondo a instalação de um posto de transformação de 3x1000 KVA para 30 KV/500 V (tensão de alimentação dos motores) e 1x315 KVA para serviços de 380/220 V. Refira-se que um dos transformadores de 1000 KVA é de reserva.

A instalação está também dotada com um sistema de pré-cloragem, inserido nas condutas elevatórias.

Os grupos elevatórios são do tipo vertical, com sistema de aspiração de ralo submerso na câmara de aspiração, motor de 280 KW e bomba de 50.000 m³/dia para 20 m.

O dimensionamento desta instalação obedeceu a vários parâmetros, designadamente níveis máximos e mínimos verificados no rio, os quais vêm indicados na figura 1. Assim, os estudos apontaram para um máximo dos máximos de +8,08 m (cheia de 1940) e um mínimo dos mínimos de 0,92 m (estiagem de 1955).

2. CONDIÇÕES DE CAPTAÇÃO NO ÚLTIMO TRIÊNIO

Faz-se de seguida uma breve análise ao "comportamento" do rio Tejo durante os períodos de estiagem, nomeadamente no último triénio, e os reflexos no rendimento da captação de águas superficiais. Para ilustração deste tema observem-se os gráficos que em anexo se apresentam, nos quais se procura relacionar os seguintes elementos: caudais médios diários transitados em Belver e Castelo do Bode; caudais médios em trânsito no rio Tejo medidos na estação hidrométrica das Omnias (Santarém), a montante da captação; alturas H atingidas pelas águas do rio junto às caleiras de entrada da captação, relativamente à cota de soleira das referidas caleiras (cota 0,00m).

Assim, os gráficos das figuras nºs. 2, 3 e 4 representam na parte superior os valores dos caudais médios diários lançados para o rio pelas barragens de Belver e Castelo do Bode nos meses de Julho, Agosto e Setembro de 1981⁽¹⁾, bem como os totais referentes aos dois complexos. Na figura 5 apresentam-se, para o último triénio, os caudais em trânsito no rio Tejo (medidos nas Omnias), durante quatro meses de estiagem (Junho, Julho, Agosto e Setembro). Por último apresentam-se as figuras 6 e 7 nas quais se consideraram curvas de frequência semanais das alturas H atingidas pelo rio junto à captação com o seguinte escalonamento: $H \leq 0.70$ m e $H \leq 0.40$ m. O cálculo destas frequências foi elaborado com base nos valores horários registados por rotina pelo pessoal de exploração da Central Elevatória de Valada Tejo. Esclarece-se que se consideraram apenas os valores de H abaixo de 0.70 m dado que, pela experiência colhida ao longo dos anos, se tem verificado que os problemas de rendimento da central, embora se comecem a fazer sentir com níveis abaixo de 1.00 m, se tornam realmente graves quando os níveis se situam em valores inferiores a 0.70 m, nomeadamente quando por longos períodos de tempo esses valores atingem mínimos da ordem dos 0.40 m. (Recorde-se que, dado o regime fluvial então existente, os estudos para implantação desta instalação apontavam para limite mínimo de H o valor de 0.92 m).

Para complementar esta "caracterização" do rio, durante os períodos em causa, elaborou-se o quadro I com indicação dos valores médios diários mensais e médios mínimos diários dos caudais do rio (estação das Omnias), bem como do número de dias em que se verificaram caudais médios diários inferiores a 40 m³/s, entre 40 e 60 m³/s e superiores a 60 m³/s.

Atente-se agora nesta série de elementos, procurando, pela sua leitura, retirar as ilações possíveis. A análise das figuras 2, 3 e 4 mostra claramente o "peso" que as descargas dos complexos de Belver e Castelo do Bode têm nos caudais de estiagem do rio Tejo, influência essa tanto mais notória quanto menores são esses caudais. Como é óbvio, os níveis que o rio atinge junto às caleiras, estão condicionados, para além de outros factores, pelos caudais de montante. Assim sendo, facilmente se compreende que o rendimento da Central Elevatória da Valada Tejo, durante a estiagem, está fortemente dependente do regime de exploração das barragens de Belver e Castelo do Bode; ora, dado que o referido regime de exploração é alheio à EPAL, torna-se claro os graves inconvenientes que tal situação acarreta, nomeadamente quando os períodos das pontas de menor turbinagem (ou mesmo

(1) Para ilustração dos reflexos das turbinagens das barragens de Belver e Castelo do Bode nos caudais em trânsito no rio Tejo durante a estiagem, escolheu-se o ano de 1981 dado ter sido, no último triénio, aquele em que se verificaram os menores caudais no rio. Não se elaborou gráfico para o mês de Junho por falta de elementos.

turbinagem nula) coincidem, na zona da captação, com as marés baixas que aí ainda se fazem sentir com bastante incidência.

QUADRO I

		JUNHO			JULHO			AGOSTO			SETEMBRO		
		1981	1982	1983	1981	1982	1983	1981	1982	1983	1981	1982	1983
Caudal médio mensal diário (m ³ /s)		52,9	1038	1301	28,1	71,8	70,6	43,1	57,5	83,9	79,5	72,1	1002
Caudal médio mínimo diário (m ³ /s)		17,4	33,5	40,9	13,8	36,4	42,7	8,8	31,8	42,9	21,8	3077	45,8
Nº. de dias com caudal médio diário	40 m ³ /s	10	2	0	28	3	0	18	4	0	4	4	0
	Entre 40 e 60 m ³ /s	12	6	5	2	9	16	6	12	14	5	8	5
	60 m ³ /s	8	22	25	1	19	15	7	15	17	21	18	25

Quanto à figura 5, mostra que, em termos gerais, os caudais médios transitados no rio durante as estiagens referentes ao triénio em questão, se escalonaram de modo crescente de 1981 a 1983. Por outro lado, pelas figuras 6 e 7 verifica-se ter sido precisamente no ano de 1983 que as condições de captação foram as mais desfavoráveis, embora em termos de caudais tivesse sido o ano mais favorável do triénio. Esta ilação torna-se muito clara a partir da figura 7 que ilustra a situação mais grave das condições de captação (níveis mínimos iguais ou inferiores a 0.40 m).

Resumindo, pode concluir-se desta breve análise que embora as condições de captação, nas estiagens, estejam fortemente condicionadas às turbinagens de montante, não dependem apenas delas, mas também da "configuração" que o rio vai tomando ao longo dos anos. Em 1983, por exemplo, foi notório que em situações de pequeno caudal em transito, e nomeadamente se coincidentes com a maré baixa, parte desse caudal se desviava da zona das caleiras indo passar junto à margem oposta. Tem-se procurado obviar este inconveniente procedendo-se a uma dragagem constante de modo a criar uma bacia defronte das caleiras, bem como um canal a montante, obrigando assim ao desvio desses caudais para a zona da captação. A este assunto adiante se fará nova referência. Por último apresenta-se a figura 8 com a localização das barragens citadas, da estação das Omnias e da captação de Valada.

3. CONTRIBUTO PARA A DEFINIÇÃO DE SOLUÇÃO DO PROBLEMA

A consideração de todos os aspectos envolventes, incluindo um dos mais importantes ainda não referido, o da qualidade da água bruta, terá necessariamente de traduzir-se na adopção de medidas que igualmente tenham em atenção este importante parâmetro condicionante, ele também, dos caudais bombados na Central Elevatória da Valada Tejo.

A qualidade da água do rio Tejo tem vindo a agravar-se devido ao lançamento de efluentes domésticos e industriais a montante da captação. Embora não estejam tratados de uma forma sistemática os dados relacionando a qualidade da água do Tejo em Valada com os caudais turbinados a montante, a experiência da exploração permite sem dúvidas, concluir que a concentração de matéria orgânica é substancialmente aumentada quando não se processa a indispensável diluição pelo volume dos caudais em trânsito. Acresce-se que não se vislumbrando qualquer plano ou projecto de defesa da qualidade das águas do Tejo contra rejeições de efluentes indesejáveis, para além das acções pontuais que são desenvolvidas em situações de emergência, será este um factor condicionante seja qual fôr a forma encarada para enquadramento geral do problema. Concluindo, as pontas de poluição industrial quando acompanhadas de grandes descidas de caudal no rio, como aconteceu em 1981, provocam sérias dificuldades no tratamento, colocando-se portanto um problema de gestão integrada que como tal deverá ser encarado.

Numa primeira visão da problemática tem-se vindo a adoptar medidas tendentes à criação de uma grande bacia defronte das caleiras da captação de Valada, com o recurso a dragagem permanente, permitindo deste modo, por um lado a concentração do caudal em transito junto à tomada de água e por outro, beneficiar das condições dessa mesma bacia como meio de melhoria das características da água bruta. É evidente que uma dragagem tal como aquela que hoje é possível traz inconvenientes de vária ordem entre os quais avulta o levantamento de areias de granulometria muito baixa e o perigo das mesmas serem introduzidas nos períodos mais desfavoráveis na câmara de aspiração, em quantidades que ultrapassam os limites de desarenamento existentes.

Haverá portanto que criar condições as quais, sem fugir ao esquema geral que tem vindo a ser adoptado, não apresentem os inconvenientes descritos. A criação de uma bacia de regularização dos caudais entrados, aproveitando, por exemplo, o efeito da maré bem como as condições topográficas locais, será porventura uma solução a encarar, desde que as condições económicas venham a justificar tal empreendimento. Outras soluções decerto haverá, crendo-se no entanto que a solução a adoptar será certamente o corolário da análise ponderada dos ensaios e soluções experimentais que as circunstâncias foram obrigando os responsáveis a tomar no triénio que se tem vindo a referir.

4. SOLUÇÃO DE EMERGÊNCIA

Dadas as dificuldades verificadas na estiagem de 1981 e constatando o insucesso da solução precária tentada nesse ano através de obras hidráulicas no rio, na ausência de medidas de fundo com vista ao melhoramento das condições de captação e prevendo situação idêntica ou mais gravosa para a estiagem de 1982, os serviços responsáveis pela exploração do SAA da EPAL lançaram, utilizando os seus próprios meios, uma solução provisória visando dois objectivos: melhoramento imediato das condições de captação e recolha de elementos de contribuição para o estudo de solução definitiva.

Assim, em 1982 foi instalada na bacia já referida e em frente às caleiras, uma jangada equipada com um grupo electrobomba do tipo horizontal com capacidade de elevação de 50.000 m³/dia. Esta jangada foi prevista permanecer fixa durante os períodos de funcionamento, sendo a sua ligação às caleiras através de tubos flexíveis (ver figura 9). O posicionamento da jangada e o ponto de injeção do reforço de caudal no interior das caleiras foram estudados de modo a permitir a entrada normal dos caudais em transito no rio. Todo o sistema de compressão foi concebido de maneira a facilitar o deslocamento da jangada para operações de dragagem da bacia.

Face à experiência colhida e aos resultados obtidos, os serviços de exploração, recorrendo de novo aos seus meios próprios, substituíram a antiga jangada por outra de construção mais robusta, equipada com dois grupos idênticos ao anterior, possibilitando deste modo melhores condições de reforço (figuras 10 e 11).

Como é óbvio, em qualquer dos casos, o período de funcionamento deste reforço foi sempre compatibilizado com os valores dos níveis de entrada de água nas caleiras, não correspondendo portanto a um serviço contínuo.

Para finalizar apresenta-se o quadro II, no qual se referem em termos percentuais e relativamente ao caudal nominal de 240.000 m³/dia, as variações de produção do último triénio.

QUADRO II

ANO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO
1981	- 5%	- 8%	- 11%	- 1%
1982 ⁽¹⁾	- 1%	- 1%	0	+ 8%
1983 ⁽²⁾	+ 1%	+ 2%	0	+ 2%

Verifica-se portanto que esta solução de emergência não só permitiu ultrapassar a dificuldade própria da estiagem como também, através da regulação que foi conseguida a montante da câmara de aspiração, melhorar o rendimento global dos equipamentos em exploração.

(1) Com bombagem suplementar da jangada (1 grupo) a partir da 2ª quinzena de Agosto.

(2) Com bombagem suplementar da jangada (2 grupos) durante toda a estiagem.

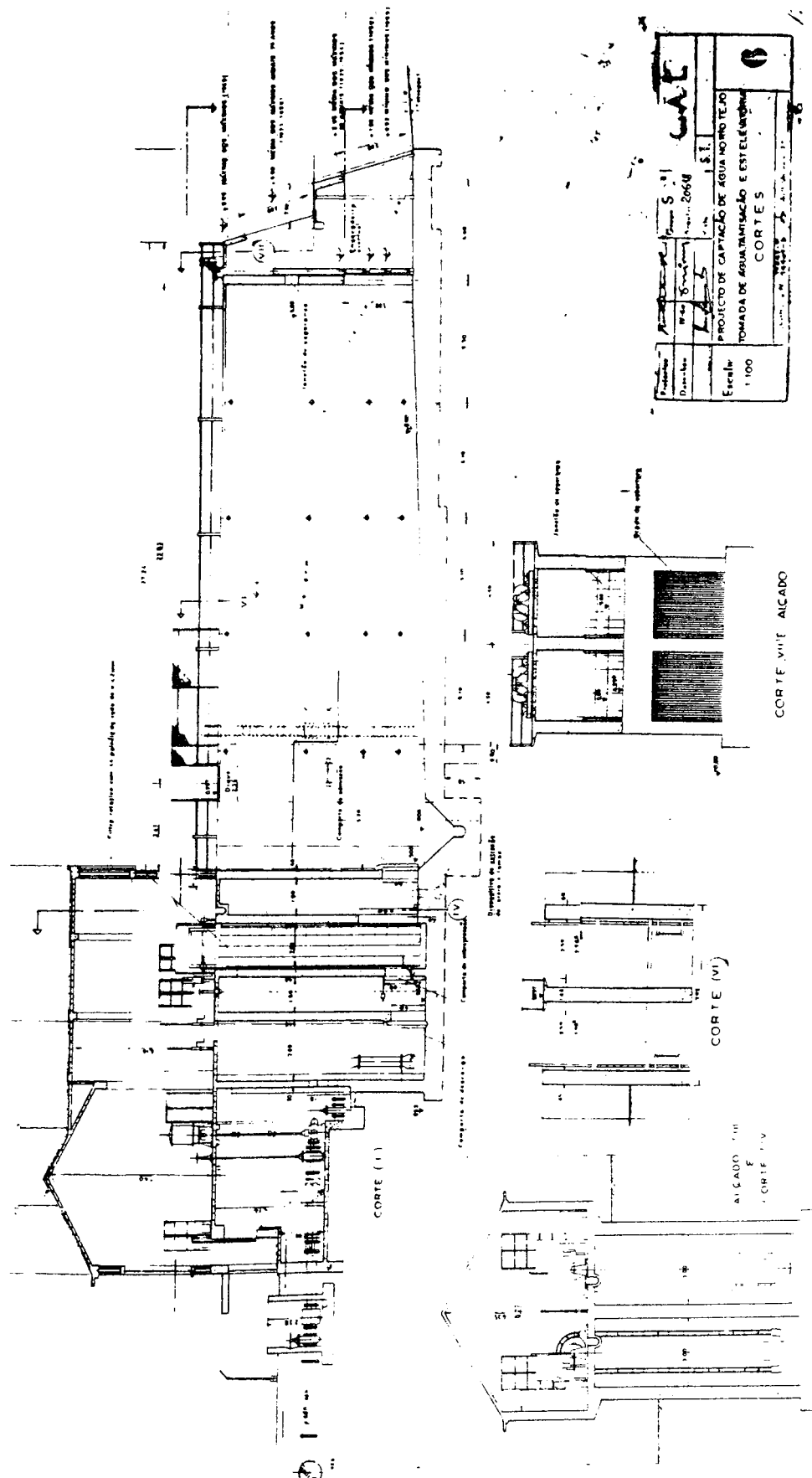


Figura 1
Corte das instalações da captação

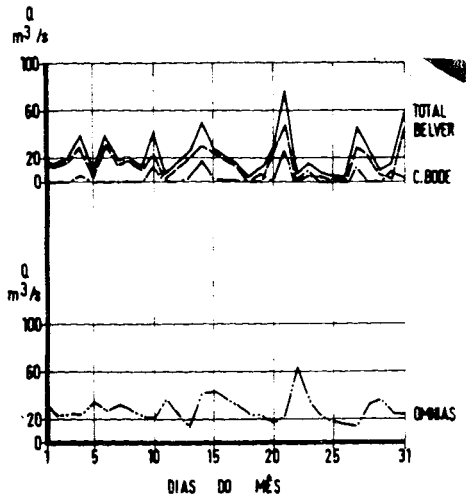


Figura 2
Caudais referentes a JUL 81

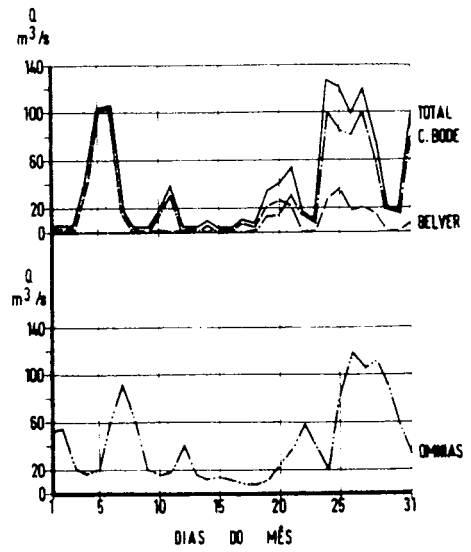


Figura 3
Caudais referentes a AGO 81

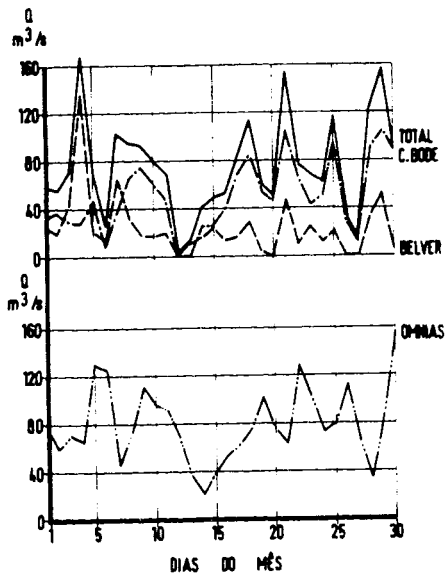


Figura 4
Caudais referentes a SET 81

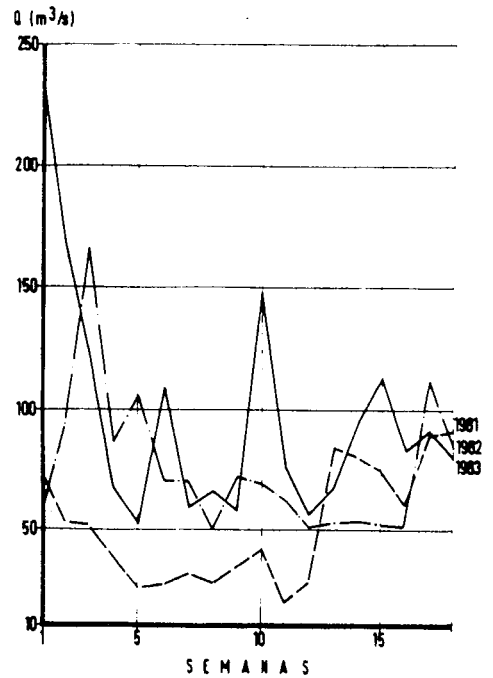


Figura 5
Caudais de estiagem no rio Tejo no último triénio.
Meses: JUN, JUL, AGO, SET.

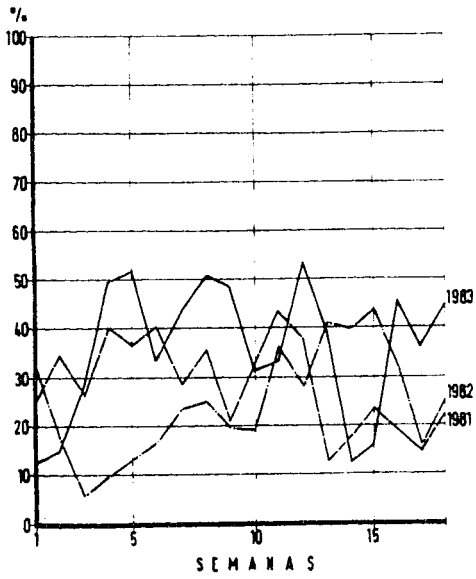


Figura 6
 Frequências de $H \leq C, 70$ no último triênio.
 Meses de JUN, JUL, AGO, SET.

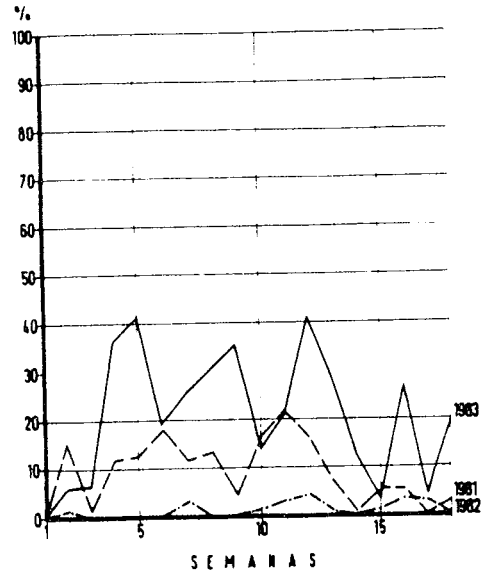


Figura 7
 Frequências de $H \leq C, 40$ no último triênio.
 Meses de JUN, JUL, AGO, SET.

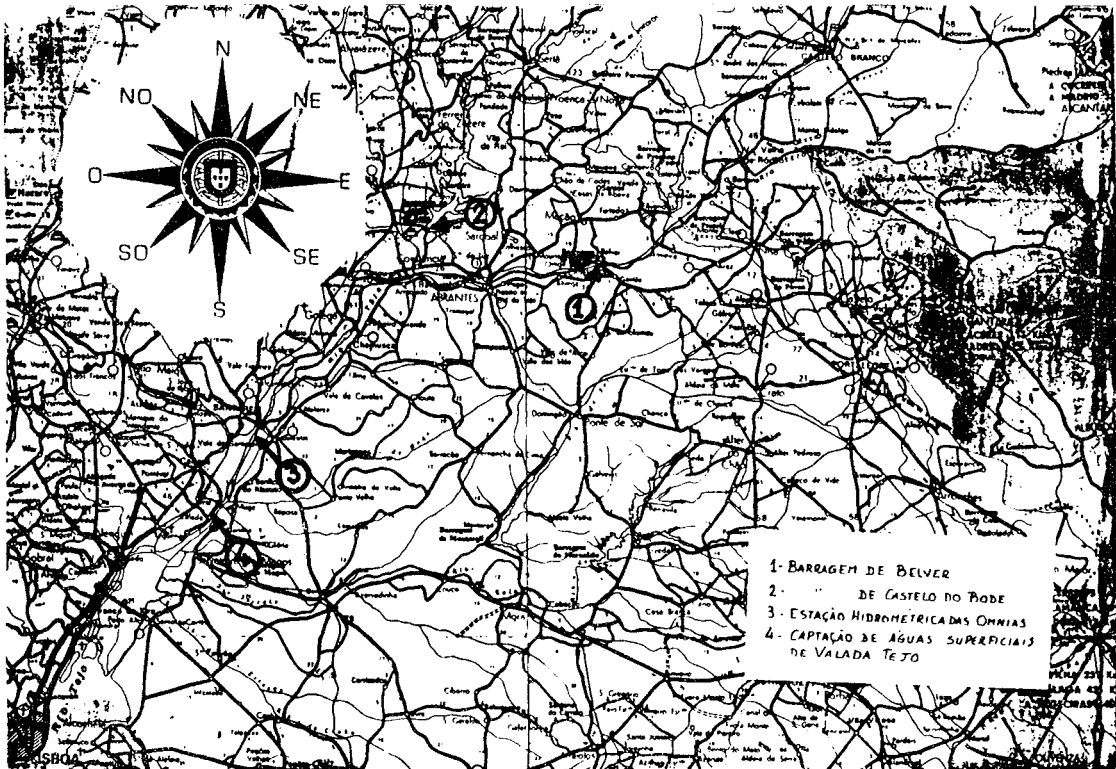


Figura 8
 Planta de localização

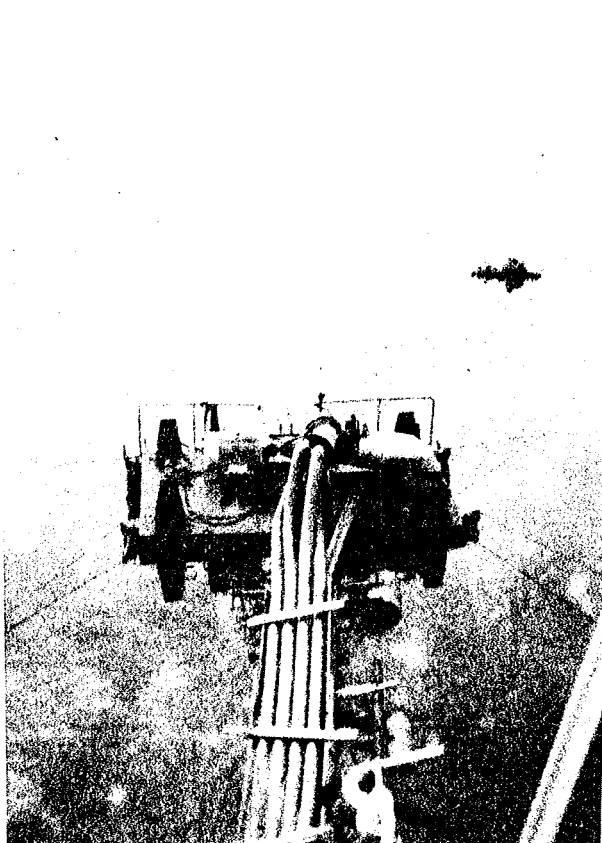


Figura 9
Jangada com 1 grupo (1982)

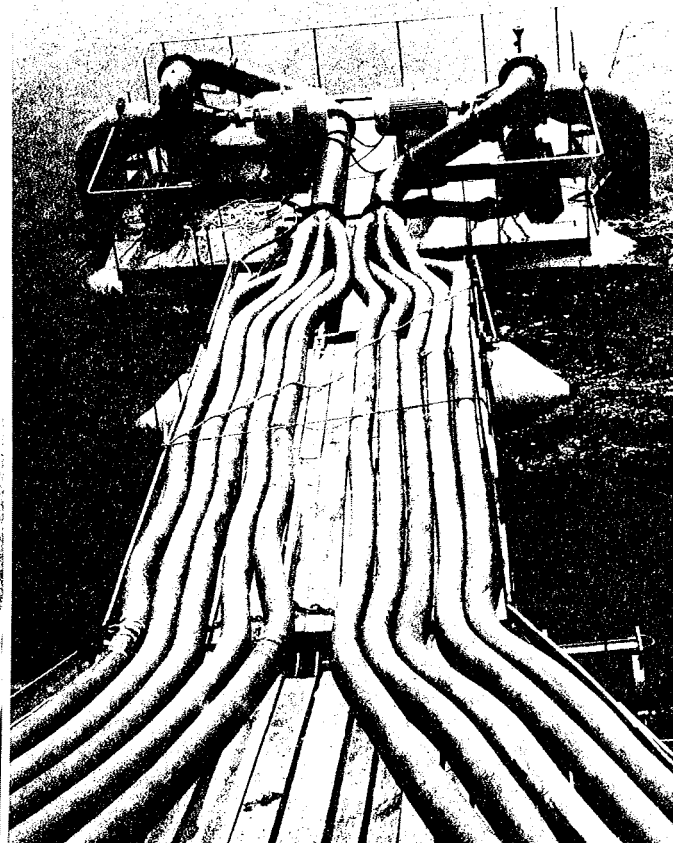


Figura 10
Jangada com 2 grupos (1983)



Figura 11
Injecção da água de reforço nas caleiras