

inventariação
e gestão
dos recursos hídricos
do Algarve

Painel

Faro, Abril de 1981



APRH

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS

proprietário
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS

coordenador da edição
NÚCLEO REGIONAL DO SUL DA
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS

endereço
NÚCLEO REGIONAL DO SUL DA
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS
a/c UNIVERSIDADE DE ÉVORA
Apartado 94
7001 ÉVORA CODEX

capa
ALDA ROSA

impressão do texto
Serviços de Reprografia e Publicações da
UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Execução da capa
GRAFITÉCNICA
Rua José Duro, 24-A
1700 LISBOA

distribuição
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS

preço

data
JUNHO DE 1984

INVENTARIAÇÃO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ALGARVE

PREFÁCIO

Nos dias 2 e 3 de Abril de 1981, o Núcleo Regional do Sul da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos levou a efeito em Faro, com o patrocínio da Universidade do Algarve, um Painel sob o tema em epígrafe programado para constituir um tempo e um local de reflexão e discussão.

O Painel teve a seguinte constituição e desenvolvimento:

Moderadores: Prof. M. Gomes Guerreiro (Universidade do Algarve)
Prof. A. G. Santos Junior (Universidade de Évora)

Sub-Tema 1 - O Clima do Algarve

Prof. F. Reis Cunha (Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa)

Sub-Tema 2 - Monografia Hidrológica do Algarve

Sr. J. J. Mimoso Loureiro (Direcção Geral de Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos)

Sub-Tema 3 - Hidrogeologia no Planeamento Regional

Prof. Carlos Romariz (Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa)

Sub-Tema 4 - Estudo e Avaliação dos Recursos Aquíferos Subterrâneos do Algarve

Eng.º Mnguyen Quang Trac (Direcção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos)

Sub-Tema 5 - Recursos Hídricos Superficiais do Algarve

Prof. J. Laginha Serafim (Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra)

Sub-Tema 6 - Necessidades e Disponibilidades de Água no Algarve (inventário e balanço)

Eng.º Adolfo Gonçalves (Direcção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos)

Sub-Tema 7 - Utilização da Água no Abastecimento Doméstico e Industrial
Engº J. A. Andrade Vilarinho (Centro de Saúde Distrital de Faro)

Engº Ferdinando Garcez (UNICER, União Cervejeira EP)

Sub-Tema 8 - Utilização da Água na Agricultura Algarvia

Engº Alberto Quadros (Direcção Geral de Hidráulica e Engenharia Agrícola)

Sub-Tema 9 - Erosão e Recursos Hídricos

Arq. Paisagista Maria João Botelho (Direcção dos Serviços de Estudo do Ambiente)

Sub-Tema 10- Política de Gestão dos Recursos Hídricos

Engº Adolfo Gonçalves (Direcção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos).

Esta publicação dos trabalhos apresentados ao Painel, no âmbito do programa editorial da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, responde ao interesse desde logo manifestado pelos participantes e posteriormente reiterado junto da Direcção do Núcleo Sul.

Lamentamos não nos ter sido possível apresentar os textos completos de todas as comunicações; de algumas delas apenas nos foi possível publicar os resumos por falta de disponibilidade dos seus autores.

A. G. Santos Junior*

* Presidente da Direcção do Núcleo Regional do Sul da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos.

INVENTARIAÇÃO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ALGARVE

ÍNDICE

	Pág.
PALAVRAS DE ABERTURA - Prof. A.G. Santos Júnior.....	1
Sub-Tema 1: O CLIMA DO ALGARVE - Prof. F. Reis Cunha.....	3
Sub-Tema 2: MONOGRAFIA HIDROLÓGICA DO ALGARVE - Sr. J. J. Mimoso Loureiro	21
Sub-Tema 3: HIDROGEOLOGIA NO PLANEAMENTO REGIONAL - Prof. Carlos Romariz	43
Sub-Tema 5: RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS DO ALGARVE - Prof. J. Laginha Serafim.....	59
Sub-Tema 6: NECESSIDADES E DISPONIBILIDADES DE ÁGUA NO ALGARVE - Engº Adolfo Gonçalves.....	73
Sub-Tema 7: A ÁGUA NA INDÚSTRIA CERVEJEIRA - Engº F.A. Garcês.....	87
UTILIZAÇÃO DA ÁGUA EM ABASTECIMENTO DOMÉSTICO NA REGIÃO DO AL GARVE - Engº J. A. Vilarinho.....	103
Sub-Tema 8: A UTILIZAÇÃO DA ÁGUA NA AGRICULTURA ALGARVIA - Engº Alberto Quadros.....	109
Sub-Tema 9: EROÇÃO E RECURSOS HÍDRICOS - Arq. Paisagista Maria João Bote lho.....	111
PALAVRAS DE ENCERRAMENTO - Prof. M. Gomes Guerreiro.....	125

INVENTARIAÇÃO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ALGARVE

PALAVRAS DE ABERTURA

Por A. G. Santos Júnior^{*}

1. É disposição estatutária da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (A.P.R.H.), e está na sua índole, constituir-se como foro adequado ao levantamento e discussão da problemática dos recursos hídricos, de âmbito regional e nacional.

Já no ano passado havia sido programada, no plano das acções a desenvolver pelo Núcleo Regional do Sul daquela Associação, a realização de um painel para a - apresentação e discussão aberta da temática dos recursos hídricos do Algarve e para divulgação da informação eventualmente existente sobre as situações conhecidas e suas soluções possíveis ou viáveis. Com a realização deste painel responder-se-ia a sugestões feitas por membros do Núcleo, como intérpretes do interesse e sentir mais geral das populações algarvias. Dificuldades que naturalmente se encontram na congregação para uma acção conjunta, coerente e objectiva, de individualidades qualificadas e competentes, com disponibilidades curtas e mutuamente desencontradas, constituem, espero, razão suficiente para justificar a Direcção do Núcleo pelo atraso havido na realização deste painel, em relação ao calendário inicialmente estabelecido e divulgado em 1980.

2. Os recursos hídricos são, como é sabido, o motor do desenvolvimento económico das sociedades modernas. Renováveis, mas limitados, exigem parcimónia na sua utilização. A sua irregular distribuição espacial e a sua aleatória distribuição temporal, mais marcada ainda em climas mediterrânicos como o nosso, requerem estudos aprofundados para a sua prospecção, exploração e gestão, com recurso a tecnologia avançada e a métodos modernos, quantitativos, de análise de sistemas.

A gestão racional dos recursos hídricos constitui hoje preocupação de primeira prioridade dos governos e instâncias oficiais.

Entre nós, a actual seca que vem assolando o País, com desastrosas consequências já previsíveis em termos de produção de alimentos e de energia, constitui

* Presidente da Direcção do Núcleo Regional do Sul da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos.

um alerta grave para a necessidade de um inadiável esforço de gestão dos nossos re cursos hídricos, programado às escalas regional e nacional.

Na análise da problemática dos recursos hídricos do Algarve, em que se en quadra o tema deste painel, serão expostos e discutidos subtemas específicos rela tivos à origem, caracterização, avaliação, aproveitamento e gestão daqueles recu sos. Contámos para o desenvolvimento dos subtemas com cientistas e técnicos de re nome, altamente competentes, com provas dadas no exercício dos seus cargos e pro-
fissões, quer na carreira universitária quer na carreira técnica; aos mesmos a Di-
recção do Núcleo Regional do Sul da A.P.R.H. apresenta desde já os mais calorosos
agradecimentos por uma colaboração que confere ao painel a qualidade que dele exi
gimos.

3. A realização deste painel contou também, como foi divulgado, com o pa-
trocínio da Universidade do Algarve, que desde o início pôs nele o seu empenhamen-
to de instituição regional, que pretende ser, de ensino e pesquisa, a quem não po-
dem ficar alheios os problemas do desenvolvimento da região algarvia. À sua Comis-
são Instaladora, muito especialmente ao seu presidente, Prof. Manuel Gomes Guer-
reiro, queremos também expressar os nossos agradecimentos, reconhecidos pela di-
gnidade que nos confere a hospitalidade e a presença da Universidade.

INVENTARIAÇÃO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ALGARVE

SUB-TEMA I

O CLIMA DO ALGARVE

F. Reis Cunha^{*}

RESUMO

Em primeiro lugar, é apresentada a zonagem climática do Algarve com base na classificação de **Koppen** e em outros aspectos de carácter geral, dividindo-se a Província em três zonas principais.

Analisa-se os aspectos fundamentais da radiação solar, da insolação, da temperatura e humidade do ar e do vento, enquadrando-se o Algarve no conjunto do território de Portugal Continental e mesmo da Europa Ocidental em relação aos três primeiros elementos meteorológicos.

Caracteriza-se, com relativo pormenor, a precipitação em relação aos valores médios e máximos anuais, mensais, diários e horários e analisam-se as séries de períodos com e sem precipitação.

A evaporação e o balanço hídrico, são igualmente estudados, apresentando-se cartas dos principais parâmetros desse balanço. Por fim faz-se a zonagem climática pormenorizada do Algarve com base na classificação de **Thornthwaite**.

* Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia.

ÍNDICE

	Pág.
1. Zonagem climática	5
2. Radiação solar e Insolação	7
3. Temperatura do ar	8
4. Humidade do ar	10
5. Precipitação	10
5.1. Aspectos gerais	10
5.2. Precipitação anual	11
5.3. Precipitação mensal	13
5.4. Dias seguidos com precipitação	13
5.5. Dias seguidos sem precipitação	14
5.6. Precipitação diária	14
6. Evaporação e Balanço hídrico	15
Bibliografia	17
Anexos.....	19

1. ZONAGEM CLIMÁTICA

O Clima do Algarve é do tipo mediterrânico, isto é, a estação seca coincide com o Verão. Pode dizer-se que este tipo de clima abrange uma área relativamente pequena do Globo terrestre, apenas cerca de 1,7% da superfície total dos Continentes. Na realidade, além de parte da bacia mediterrânea e regiões vizinhas do Próximo Oriente apenas se encontra em zonas limitadas, como seja, na região do Cabo (África do Sul), na Califórnia, na costa do Chile e na Austrália.

De acordo com a classificação de Koppen (Fig. 1), o território algarvio divide-se em duas zonas climáticas, Csa e Csb, em que Cs representa o clima mediterrâneo e a e b significam Verão quente e Verão pouco quente, respectivamente, cuja separação se baseia na isotérmica média de 22°C do mês mais quente. Csb abrange o litoral oeste, incluindo a serra de Monchique.

Contudo, a zona Csa pode dividir-se em duas regiões diferenciadas, designadamente sob os aspectos climático e geológico e, desse modo, pode considerar-se no Algarve 3 regiões características (Fig. 2):

- Faixa litoral oeste (A) com a largura de cerca de 20 Km que compreende o território a oeste de uma linha que passa aproximadamente por Lagos e a serra de Monchique e que coincide com a zona Csb da classificação de Köppen;
- Serra do Caldeirão (B)
- Litoral Sul (C), a leste e a sul das regiões anteriores, respectivamente.

A faixa litoral oeste devido à proximidade do oceano e por estar aberta aos ventos marítimos de oeste e noroeste é caracterizada por pequena continentalidade, de clima essencialmente oceânico, ou seja, com pequena amplitude da variação diária da temperatura do ar (4 a 8°C) e da variação anual (6 a 10°C). Os nevoeiros são relativamente frequentes, sobretudo no Verão, o que se reflecte na humidade relativa do ar que é mais alta nesta estação do ano.

Outra característica climática importante desta faixa é a persistência de ventos de norte durante a tarde e o princípio da noite nos meses de Junho a Setembro e principalmente em Julho e Agosto, quando é maior o contraste da temperatura entre o mar e a terra. É o regime da "nortada" que atinge velocidades de 25 a 40 Km/h e que pode mesmo ultrapassar 50 Km/h.

Na serra de Monchique, às características de clima oceânico, embora um pouco mais atenuadas pelo relativo afastamento da costa, junta-se o efeito de altitude que provoca a diminuição da temperatura e consequente aumento da humidade relativa do ar e faz atenuar a instabilidade das massas de ar marítimo quando sobem ao longo das suas vertentes com aumento apreciável da precipitação e da ocorrência de nevoeiros orográficos.

A serra do Caldeirão tem características climáticas mais continentais no que se reflecte na maior amplitude da variação diária da temperatura do ar que é da ordem de 12°C e da variação anual (cerca de 16°C), ou seja, aproximadamente o dobro do litoral ocidental. Nos meses mais quentes (Julho e Agosto) a amplitude diária é, em média, de 16°C , ocorrendo com frequência temperaturas máximas superiores a 35°C e, por vezes, mesmo ultrapassando 40°C . No Inverno, os valores mínimos durante a noite descem, por vezes, abaixo de 0°C . A precipitação é igualmente influenciada pela altitude, registando-se nesta zona o segundo máximo do território.

O litoral sul engloba a faixa mais meridional do Algarve a leste de Lagos com a largura de 10 a 20 Km aproximadamente. O clima é caracterizado por precipitação baixa, temperatura amena e alta insolação cujos valores médios anuais são da ordem de 400-600 mm, $16,5$ - $17,5^{\circ}\text{C}$ e 3000-3200 h, respectivamente. Os ventos dis

tribuem-se pelos vários rumos, sendo dominante o regime de brisas, sobretudo de Maio a Outubro. Neste regime, o vento sopra muito fraco do quadrante norte durante a noite (brisa de terra), rodando para sueste e sul durante o fim da manhã, ou seja, no início da brisa do mar, aumentando um pouco de velocidade e passando para sudoeste ao longo da tarde quando atinge a intensidade máxima e continuando a rodar para oeste no fim da tarde, diminuindo então progressivamente de velocidade à medida que se atenua o contraste de temperatura entre o continente e o mar. Separando os dois sistemas de brisa ocorrem períodos de calma durante o princípio da noite e da manhã.

Estes factos de natureza climática, resultam da pequena continentalidade da faixa litoral sul em que a amplitude da variação diária da temperatura nos meses de Inverno tem valores de 6 a 9°C e nos de Verão de 8°C a 15°C, sendo a amplitude média anual da ordem de 12-13°C. Em relação a este aspecto, o litoral sul tem características intermédias entre o litoral oeste e a serra do Caldeirão.

Outra característica do litoral sul é a ocorrência do "levante", regime de ventos de leste e de sueste que se observa com mais incidência nesta zona do Algarve e no período da Primavera ao Outono. Pode ocorrer durante alguns dias seguidos e a intensidade do vento tem, em geral, uma variação típica ao longo do dia, ou seja, decresce durante a tarde e aumenta de noite e de manhã quando atinge o valor máximo que pode chegar a 30-40 Km/h. Ao "levante" associando-se, em geral, valores relativamente altos da temperatura do ar e a sua persistência dá origem a ondulação de sueste que chega a atingir 3-4 m de altura impedindo, em geral, a faina da pesca.

2. RADIAÇÃO SOLAR E INSOLAÇÃO

O Algarve, sobretudo o litoral meridional e a faixa de meia-encosta virada a sul, apresenta os valores mais altos da radiação solar e da insolação de todo o território de Portugal continental, como se pode ver nas cartas das Figuras 3 e 4, respectivamente, o que lhe confere características muito especiais nitidamente vantajosas em relação a vários aspectos, quer para a exploração agrícola quer para as actividades turísticas e outras.

O valor médio anual da radiação solar global no litoral sul é da ordem de 160-165 Kcal/cm². De particular interesse, são os valores do semestre frio e chuvoso que são, no conjunto do período de Outubro a Março, superiores a 50 Kcal/cm², ultrapassando mesmo 52 Kcal/cm² no sotavento (Fig. 5). Isto tem muita importância para o tipo intensivo da agricultura que presentemente se pratica na região nessa

época do ano, ou seja, a exploração hortícola em estufas de polietileno. Pode dizer-se que o valor de 50 Kcal/cm^2 delimita a região que oferece melhores condições heliotérmicas para esse tipo de exploração agrícola.

Comparando estes valores com os do resto da Europa (Fig. 6), vê-se a situação vantajosa do litoral sul do Algarve, sobretudo durante o Inverno; e os altos valores durante o Verão com o Sol quase sempre descoberto faz que essa região de Portugal ofereça também as melhores condições para o aproveitamento da energia solar para vários fins.

Em relação à insolação, como seria de esperar, é ainda o litoral sul do Algarve e a faixa ao longo do Guadiana que apresenta os valores médios anuais mais altos do País, superiores a 3000 horas, e que chegam entre Portimão e Tavira quase até 3200 horas, como se pode ver em pormenor na Fig. 7. No período de Outubro a Março, os valores médios totais são superiores a 1100 horas, chegando aproximadamente a 1200 horas entre Faro e Cacela (Fig. 8), o que corresponde a 40% do total anual. Estes valores, conjuntamente com os que ocorrem no litoral sul de Espanha são também os mais altos de toda a Europa (Fig. 9).

O Algarve tem, assim, também a esse respeito uma situação privilegiada. Mesmo nos meses de Inverno, de dias mais curtos e que coincidem com a máxima nebulosidade, os valores são relativamente altos, à volta de 180 h em Dezembro ou Janeiro, com uma percentagem em relação ao máximo possível de 58%.

3. TEMPERATURA DO AR

Como consequência dos valores altos da radiação solar e da insolação, de alguns factores regionais como a proximidade do mar e a protecção da serra e da sua posição geográfica, nomeadamente em relação à latitude, o litoral do Algarve tem um clima ameno sob o aspecto térmico, em especial durante o período que decorre entre o Outono e a Primavera. Durante os meses mais quentes, Julho e Agosto, ocorrem, por vezes, temperaturas muito altas na serra do Caldeirão e no litoral sul que já atingiram valores de 41 e 42°C .

A temperatura média anual varia entre $13-15^{\circ}\text{C}$ (serra de Monchique) e $17,5^{\circ}\text{C}$ (litoral sul), como se vê na carta da Fig. 10, com base no período de 30 anos 1921-1950.

Em relação aos valores médios máximos nos meses mais quentes do ano (Julho e Agosto), a variação vai de 28 a 33°C no litoral meridional e na serra do Caldeirão que é a região mais quente da Província nesta época do ano porque o efei

to da brisa do mar não chega até essa região do interior ou a sua acção é muito mais atenuada que no litoral. Na faixa litoral oeste o gradiente térmico dos valores máximos é muito grande, passando de 28°C na região de Lagos para apenas $21,5^{\circ}\text{C}$ junto à costa ocidental pelo efeito da "nortada" (Fig. 11).

A temperatura média mínima durante os meses mais frios (Janeiro e Fevereiro) varia, em grande parte do território, entre 4°C (parte norte da serra do Caldeirão) e 8°C no litoral sul, à excepção da ponta de Sagres onde é de 10°C aproximadamente (Fig. 12). As temperaturas mínimas absolutas têm descido abaixo de zero mesmo na região do litoral. Na "geada negra" de 22 de Dezembro de 1979 devem ter-se registado em algumas regiões do Algarve as temperaturas mais baixas desde que há registos meteorológicos, tendo sido observado -5 a -4°C na região de Olhão-Moncarapacho e, pelo menos, 6°C abaixo de zero na serra do Caldeirão (Fig. 13). Contudo, embora, tenham ocorrido temperaturas negativas do ar elas são muito pouco frequentes no litoral. Na realidade, por exemplo, em Faro apenas houve 7 casos num período de 50 anos e na serra, embora a sua frequência seja relativamente bastante maior, em média, há apenas 8 dias por ano.

Durante o período mais frio do ano (Dezembro a Fevereiro), o litoral do Algarve tem valores médios da temperatura do ar da ordem de $11-12^{\circ}\text{C}$ que são os mais altos do Continente (Fig. 14), conjugados com os valores médios mínimos (Fig. 15) e máximos (Fig. 16) do semestre mais frio (Outubro a Março) que, nessa região, são aproximadamente 10° e $17-18^{\circ}\text{C}$, respectivamente. Isso mostra que, de um modo geral, as condições são bastante favoráveis para o aproveitamento dessa época do ano para a agricultura, designadamente para a horticultura protegida. Desse modo, sob o ponto de vista térmico, o Algarve tem das melhores condições do País para uma cultura intensiva ao longo de todo o ano, se dispuser de água suficiente para a rega.

Contudo, se bem que sejam raros os casos de temperatura negativa no litoral, o fenómeno tem grande importância para a horticultura protegida, pois diz respeito à chamada "geada negra" que pode destruir grande parte das culturas nas estufas ou fora delas, mas com um impacto económico bastante maior nas que são cultivadas nesses meios confinados. Na realidade, na última "geada negra" referida de Dezembro de 1979, os prejuízos foram aproximadamente de 200 000 contos, e em face da frequência do fenómeno pode computar-se que os prejuízos médios anuais são da ordem de 40 000 contos em relação à área actualmente coberta de 600 ha. É um problema que está a ser estudado para se obter meios de aviso e de protecção do fenómeno.

4. HUMIDADE DO AR

A humidade relativa do ar é função da humidade absoluta e da temperatura que, fundamentalmente, para o caso do Algarve dependem da proximidade do mar e dos efeitos da altitude e da continentalidade. A carta da Fig. 17, igualmente com base no período referido de 30 anos, mostra que os valores médios anuais estão compreendidos entre 75 e 80% no litoral, 70% na serra do Caldeirão e 85% em Monchique.

Contudo, a amplitude média anual deste elemento meteorológico é grande, sobretudo nas regiões do interior, função da variação da temperatura do ar. Como efeito, se analisarmos a carta da Fig. 18 referente aos valores médios de Janeiro, verifica-se que na serra eles são mais altos que no litoral (85% na serra do Caldeirão, 95% na serra de Monchique e 80% no litoral aproximadamente), ao passo que em Julho (Fig. 19) se verifica o contrário, isto é, são nas regiões do interior, em especial na serra do Caldeirão, que a humidade relativa é mais baixa que chega a ser inferior a 50% em relação aos valores médios. Nesta época do ano, a faixa litoral oeste é nitidamente a região mais húmida de todo o Algarve devido à maior frequência dos nevoeiros no Verão, a tal ponto que ao contrário do que sucede no resto da Província os valores médios mensais mais altos se observam nesta época mais quente do ano (Fig. 20).

5. PRECIPITAÇÃO

5.1. Aspectos gerais

Embora as condições heliotérmicas sejam no Algarve das mais favoráveis do País e mesmo da Europa, o mesmo não se pode dizer da precipitação. A água que cai é escassa, sobretudo no litoral, onde ela faz mais falta, e mal distribuída. Chove apenas numa época do ano relativamente de curta duração que vai de Novembro a Março, quanto muito de Outubro a Abril, mas em toda a restante parte do ano o tempo é seco. Já houve um período que ultrapassou os 6 meses sem precipitação (188 dias) e mesmo no pentamestre chuvoso (Novembro a Março) houve casos de 40 e mesmo de 50 dias sem precipitação, como sucedeu no corrente ano lectivo de 1980/1981.

Os meses de Verão são completamente secos, como resultado de uma situação meteorológica muito estável que afecta Portugal nessa época do ano, ou seja, o anticiclone dos Açores a oeste ou noroeste da Península Ibérica e uma depressão de origem térmica sobre esta Península com advecção de ar tropical continental indi-

recto. As raras quedas pluviométricas não têm, em geral, qualquer significado e devido às altas temperaturas e ao ar muito seco e, por isso, aos altos valores da evapotranspiração potencial de um modo geral, a vegetação natural desaparece ou mantém-se em estado letárgico à espera das primeiras chuvas que, por vezes, tardam. As alfarrobeiras, as vinhas e as culturas regadas são as únicas excepções, manchas verdes agradáveis num fundo seco e árido.

O melhor aproveitamento da água da precipitação que cai na restante parte do ano, principalmente na região serrana poderá, em parte, modificar essa paisagem agreste, pelo aumento das áreas regadas, pois as outras condições são, em geral, favoráveis a um crescimento rápido das plantas e os produtos obtidos nessa época alta do turismo serão facilmente absorvidos por preço compensador na própria Província.

5.2. Precipitação anual

Há grande diferença entre os valores da precipitação média anual do litoral e da serra, como se vê na carta da Fig. 21, referente ao período normal de 30 anos 1941-1970. Assim, no litoral a precipitação média anual está compreendida entre aproximadamente 400 a 600 mm com os valores mais baixos entre Portimão e Quarteira e os mais altos nas regiões de Lagos e Tavira.

A serra de Monchique é a zona mais chuvosa de todo o Algarve e mesmo de todo o sul do Tejo atingindo valores médios anuais de cerca de 1500 mm no alto da Foia, ou seja, três vezes mais que no litoral, apenas para uma distância de cerca de 20 Km. Este aumento rápido de precipitação com a altitude, resulta da serra de Monchique estar próxima da costa e receber directamente as massas de ar marítimas muito húmidas que ao subirem as encostas dão origem a condensações abundantes e ao aumento do gradiente vertical da temperatura com a consequente intensificação das condições de instabilidade.

Na parte mais alta da serra do Caldeirão, acima de 400 m de altitude, que abrange a região de Barranco do Velho, localiza-se um máximo secundário de precipitação com valores um pouco superiores a 1000 mm, ou seja, cerca do dobro da água caída, em média, nas regiões do litoral.

As áreas de precipitação superiores a 750 mm correspondem a cerca de 25% do Algarve, havendo manchas limitadas chuvosas em que a precipitação média anual é superior a 1000 mm. Esta é potencialmente uma característica muito importante do Algarve, pois essa reserva natural de água, em permanente renovação, é de inestimável valor para o conjunto da Província mas que requer adequado aproveitamento e gestão para satisfação das diversas necessidades hídricas. São reservas relativa-

mente abundantes que quando controladas poderão resolver, em parte, o défice de água do litoral e ter, assim, um extraordinário impacto econ mico. A análise das isoietas permite  nalisar, em relação às condições médias, as possibilidades e as carências pluviométricas do Algarve.

Em relação ao número total de dias de precipitação, as diferenças dos valores médios anuais entre a serra e o litoral são relativamente bastante menores, do que a quantidade total de precipitação, como se vê na Fig. 22 referente ao período 1941-1970. Com efeito,   excepção de pequenas áreas, os valores estão compreendidos entre 60 e 90 dias. Os valores médios extremos v o de aproximadamente 50 dias (região nordeste) e 110 dias (serra de Monchique).

As diferenças relativamente pequenas dos valores do número de dias de precipitação no Algarve, mostra que o efeito das regiões de altitude é sobretudo o de aumentar as quantidades diárias, isto é, de um modo geral, as situações meteorológicas que provocam precipitação afectam todo o Algarve,   excepção das que são mais fracas sob o ponto de vista pluviométrico, como frentes fracas ou advecção de ar tropical marítimo que podem dar alguma precipitação na serra e apenas forte nebulosidade no litoral. Tanto assim é, que se analisarmos a carta da Fig. 23, referente ao número de dias de precipitação iguais ou superiores a 10 mm, as diferenças são relativamente apreciáveis, com 40-45 dias na serra de Monchique, cerca de 30 dias na do Caldeirão e apenas 10-15 dias no litoral.

Se bem que a quantidade de precipitação anual nas regiões de altitude e mesmo de meia altitude não seja baixa, verifica-se que em todo o Algarve o coeficiente de variabilidade da precipitação anual é relativamente alto, sobretudo na serra do Caldeirão e no litoral sul (Fig. 24). Nestas últimas regiões, o coeficiente de variabilidade está, em geral, compreendido entre 30 e 35%, diminuindo, no entanto, na encosta norte para o Alentejo. Na faixa oeste ele é menor, não atingindo os 30%. De qualquer modo, os valores são altos em toda a Província, o que mostra que a precipitação no Algarve varia relativamente bastante de ano para ano, como consequência da sua localização na parte sul da Pen sula Ibérica já com características de semi-aridez.

Como efeito, têm ocorrido casos de precipitação anual inferior a 150 mm no litoral, como, por exemplo 132 mm em Faro e 145 mm na Praia da Rocha, e superiores a 800 mm, o que é cerca do dobro do valor normal. Nas serras de Monchique e do Caldeirão não houve precipitações anuais inferiores a 650 mm, o que mostra que mesmo nos anos muito secos chove razoavelmente na serra, mas já houve pelo menos um ano em que caíram cerca de 2000 mm em Monchique e um pouco menos (1900 mm) na serra do Caldeirão.

Nas cartas das Figuras 25 e 26 apresentam-se os valores máximos e mínimos a esperar com o período de retorno de 50 anos.

5.3. Precipitação mensal

No pentamestre chuvoso (Novembro a Março), a precipitação corresponde, em média, a cerca de 70% do valor anual e no trimestre seco (Julho a Agosto) a 2-3%, a maior parte caída em Junho, à excepção da região nordeste da serra do Caldeirão onde chega a 3-5% em virtude da maior frequência de trovoadas nessa região na Primavera e no Verão.

Em cada um dos períodos de transição (Abril-Maio e Setembro-Outubro) caem cerca de 15% do total da precipitação anual em toda a Província.

Os meses de Dezembro e Janeiro são os mais chuvosos na região oeste. Na restante parte da Província o mês de Março é, em geral, o mais chuvoso. Isto é resultante da maior frequência neste mês da passagem de frentes sobre o território Algarvio e de depressões não frontais localizadas a sul ou sudoeste do Algarve que afectam principalmente a região de sotavento.

A grande variabilidade dos valores mensais manifesta-se com maior evidência que em relação aos valores anuais. Tem havido máximos mensais no pentamestre chuvoso superiores a 600 mm em Monchique e de 500 mm na serra do Caldeirão; e no litoral tem havido valores superiores a 200 mm (Faro teve 261 mm em Janeiro). Mas há anos em que pode não cair precipitação em todo o mês ou a chuva é insignificante. Mesmo em Monchique tem havido meses no pentamestre chuvoso completamente secos.

5.4. Dias seguidos com precipitação

Num período de 30 anos (1921-1950) houve raros casos de 15 a 21 dias seguidos de precipitação (Faro teve apenas um período de 15 dias) mas dentro desses períodos com dias de quantidades insignificantes. A maior frequência (cerca de 50%) são os casos de dias isolados ou apenas de 2 dias seguidos de precipitação, e 80% dos casos correspondem a 3 ou menos dias de precipitação. Apenas 5% dos casos são superiores a 9 dias, a quase totalidade deles no pentamestre chuvoso. No trimestre seco houve no máximo um período de 3 dias seguidos de precipitação.

Em Monchique observou-se um período máximo de 22 dias seguidos de precipitação e em relação ao conjunto do ano 75% dos períodos têm 3 ou menos dias e no trimestre árido houve um caso máximo de 5 dias.

Em Barranco do Velho houve um período máximo de 30 dias de precipitação mas a que se seguiu apenas um período de 12 dias, portanto, foi um caso excepcional; e no trimestre árido o máximo foi de 3 dias.

5.5. Dias seguidos sem precipitação

No Algarve pode haver longos períodos sem precipitação, mesmo no pentamestre chuvoso.

Como se disse, nas regiões do litoral tem havido períodos sem precipitação de cerca de 6 meses (máximo 188 dias). Em Faro, no período de 30 anos de 1921 a 1950, houve 13 anos de períodos sem chuva superiores a 100 dias todos eles abrangendo o trimestre seco mas no pentamestre chuvoso houve 3 casos superiores a 40 dias.

Na serra os períodos de seca são, em geral, menos prolongados e raramente ultrapassam 100 dias. No pentamestre chuvoso no período considerado de 30 anos apenas houve 3 casos iguais ou superiores a 30 dias.

Contudo, na realidade, os períodos sem precipitação são efectivamente mais prolongados uma vez que a interrupção desses períodos pode ser causada por precipitações insignificantes que podem ser apenas de poucos décimos de milímetro, portanto, sem significado.

5.6. Precipitação diária

No litoral sul, cerca de 80% das precipitações diárias são iguais ou inferiores a 10 mm, com quase metade dos casos correspondente a quedas de apenas até 2 mm, de 90% a 95% inferiores a 20 mm e só raramente caem mais de 30 mm (1% do total aproximadamente).

Na serra, como mencionámos, as quantidades diárias de precipitações são mais abundantes, correspondendo as quantidades iguais ou inferiores a 10 mm a 60% dos casos, dos quais cerca de 1/3 até 2 mm em Monchique e de 1/5 em Barranco do Velho. A frequência de precipitações superiores a 30 mm diários é cerca de dez vezes superior que no litoral.

Em relação à precipitação máxima em 24 horas a maior parte dos locais do Algarve registaram valores que ultrapassaram 100 mm, tendo sido os mais altos de 173 mm na Picota (a norte de Tavira), 170 mm em S. Braz de Alportel e 165 mm em Monchique. Em Faro, o valor máximo foi de 129 mm e em Sagres de 83 mm. Para efeitos de comparação, a máxima quantidade diária de precipitação registada em Portu

gal continental foi de 377 mm em Junceda a 1133 m de altitude na bacia do no Cãva do; e no mundo foi de 1168 mm em Baguio nas Filipinas, pelo menos até há alguns anos.

O valor máximo em muitos locais do Algarve registou-se num dia de Novembro de 1949 devido a uma depressão muito cavada centrada próximo da Madeira.

Em relação a quantidades máximas em dias seguidos de precipitação temos como valores mais significativos:

- (a) em Monchique - 669 mm num período de 14 dias, 609 mm em 10 dias, 300 mm em 5 dias e 216 mm em 2 dias;
- (b) no Barranco do Velho - 732 mm em 30 dias, 586 mm em 20 dias, 364 mm em 6 dias e 191 mm em 2 dias;
- (c) e em Faro - 264 mm em 7 dias, 256 mm em 4 dias e 200 mm em 2 dias.

Em geral, as maiores intensidades de precipitação em períodos curtos de uma hora ou menos ocorrem com mais frequência no Outono e no princípio do Verão, épocas em que, por vezes, caem aguaceiros de convecção de curta duração mas fortes. Valores máximos horários foram de 35 mm no litoral e 59 mm em Monchique, em ambos os casos no pentamestre chuvoso.

No respeitante a horas seguidas de precipitação, temos no máximo 19 horas no litoral e 25 horas na serra (Monchique). No litoral cerca de 50-60% das ocorrências tiveram duração inferior a uma hora e 85% inferior a 3 horas; e períodos de 5 ou mais horas apenas se verificaram em 10% dos casos e com mais de 10 horas em 1%. Na serra, a duração das precipitações é maior, pois em Monchique 38% e 67% das ocorrências foram inferiores a uma e a três horas, e 30% e 12% superiores a 5 e a 10 horas, respectivamente.

Em horas seguidas de precipitação temos a assinalar 60 mm em 15 horas na Praia da Rocha e 148 mm em 18 horas em Monchique.

Em períodos inferiores a uma hora, temos cerca de 15 e 20 mm em 10 minutos e de 25 e 40 mm em 20 minutos no litoral e na serra, respectivamente.

6. EVAPORAÇÃO E BALANÇO HÍDRICO

Na carta da Fig. 27 apresenta-se a distribuição dos valores da evapotranspiração potencial com base no método de Penmen. Verifica-se que na região ocidental, aproximadamente para oeste do meridiano que passa por Portimão, os valores são, de um modo geral, mais baixos, inferiores a 1150 mm anuais, como reflexo

principalmente da temperatura relativamente baixa no Verão e da maior humidade do ar.

Nas regiões central e oriental, os valores são nitidamente mais altos, ultrapassando sobretudo nas regiões do interior 1250 mm, como reflexo principalmente dos altos valores do Verão devido às temperaturas altas e ar muito seco.

Nos três meses de Verão, no seu conjunto, a evapotranspiração potencial é cerca de 48% do total anual, um pouco mais baixa no litoral ocidental (43% em Cabo de S. Vicente) e um pouco mais alta na Serra de Monchique (50%).

Nos meses de Inverno, no conjunto, os valores são relativamente baixos, cerca de 6 a 8% do total anual.

O balanço hídrico foi estabelecido com base na capacidade utilizável dos solos de 100 mm que é o valor, normalmente utilizado para fins climatológicos. Com os valores obtidos, apresentam-se as cartas das Figuras 28 e 29, referentes ao excesso e ao deficit de água.

Em relação ao excesso, há uma grande diferença entre a serra e o litoral, como consequência das grandes diferenças pluviométricas. O valor médio anual chega a 1000 mm na parte mais alta da serra de Monchique e a 400 mm na serra do Caldeirão e no litoral os valores são bastante baixos, geralmente inferiores a 50 mm, e mesmo em algumas regiões, junto à costa, não há excesso de água. Contudo, na serra do Caldeirão, os solos pobres e delgados, de um modo geral, retêm pouca água e a sua capacidade de campo é inferior aos 100 mm considerados e, assim, o excesso de água através do escoamento superficial deve ser relativamente bastante superior aos valores apresentados.

O deficit de água é grande, ultrapassando os 800 mm anuais da região central do litoral do Algarve e também na região mais quente da serra do Caldeirão, devido aos valores muito altos da evapotranspiração potencial dessas zonas do Algarve. Na faixa oeste os valores são nitidamente mais baixos, inferiores a 700 mm, e na região mais alta da serra de Monchique não devem ultrapassar os 400 mm.

Com base no balanço hídrico e na classificação climática de Thornthwaite delimitaram-se as regiões hídricas do Algarve (Fig. 30) com base no índice hídrico dessa classificação. Verifica-se que grande parte do território, tem um clima seco dos tipos D (semi-árido) e C₁ (subhúmido seco), ou seja, de índice hídrico inferior a zero, abrangendo o primeiro destes tipos todo o litoral sul e ocidental, a faixa ao longo do Guadiana entrando por noroeste na parte central da serra do Caldeirão e o tipo C₁ quase toda a restante parte desta serra. As zonas mais chuvosas da Província, incluindo a serra de Monchique e a região mais alta da serra do Caldeirão, têm um clima húmido, de acordo com essa classificação, do tipo

C₂ (Subhúmido chuvoso) na serra do Caldeirão e nos primeiros contrafortes da serra de Monchique e progressivamente para as zonas mais chuvosas e mais altas desta última serra dos tipos húmidos B₁, B₂ e B₃.

De um modo geral, a vegetação natural condiz com estes tipos climáticos. Com efeito, a serra de Monchique, de constituição sienítica, possui uma vegetação com características dentro do tipo húmido, onde existem algumas espécies como o carvalho *Quercus canariensis* e o castanheiro (*Castanea sativa*) que são raras a sul do Tejo. É um oásis dentro da confragedora aridez da restante parte da serra.

A parte mais chuvosa da serra do Caldeirão, de tipo C₂, tem igualmente uma vegetação natural condizente com esse tipo climático e é precisamente aí que se mantêm alguns dos poucos núcleos existentes da flora primitiva em que predomina o sobreiro (*Quercus Suber*), a azinheira (*Quercus Ilex*) e um subbosque cuja espécie mais característica é o medronheiro (*Arbutus Unedo*).

Igualmente na restante parte do território algarvio, dotado de clima seco, a vegetação natural é desse tipo climático, encontrando-se muitas espécies xerofíticas, sobretudo na região semi-árida, como as piteiras e a palmeira anã ou das vassouras (*Chamaerops humilis*), assim como a amendoeira (*Amygdalus communis*) e a alfarrobeira (*Ceratonía Siliqua*) que são também muito resistentes à seca.

Finalmente, na carta da Fig. 31, apresenta-se a zonagem referente ao índice da eficiência térmica que é função de evapotranspiração potencial anual, verificando-se que quase toda a região central e oriental do Algarve tem um clima megatérmico que define a sua característica subtropical; e a região ocidental é de clima mesotérmico, portanto, de características mais das latitudes médias.

BIBLIOGRAFIA

- CARVALHO, Renato A. C.; MACHADO, U.J.S. Sousa, 1976 - Contribuição para o conhecimento das regiões climáticas de Portugal Continental (I). Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Mimeo, 6. p.
- CUNHA, F. Reis, 1957 - O Clima do Algarve. Relatório Final do Curso de Engenheiro Agrônomo. Instituto Superior de Agronomia, Mimeo, 589 p.
- CUNHA, F. Reis, 1979 - Principais aspectos climáticos do Algarve de interesse em horticultura protegida. 1.^{as} Jornadas Luso-Espanholas de Horticultura Protegida, Aldeia das Açoteias, 17-20 Abr. 1979, 14 p.

CUNHA, F. Reis, 1981 - O problema da "geada negra" no Algarve. Instituto Nacional de Investigação Agrária (a publicar brevemente).

NISEN, A. 1972 - L'éclaircissement naturel des serres. Les Presses Agronomiques de Gembloux, 189 p.

Serviço Meteorológico Nacional, 1974 - Atlas Climático de Portugal. Edição Preliminar.

Serviço Meteorológico Nacional - O Clima de Portugal. Fasc. XIII. Normas Climatológicas do Continente, Açores e Madeira (1931-1960).

Anteprojecto de uma estação piloto para o estudo da utilização da energia solar em estufas para fins agrícolas (Trabalho elaborado por F. Reis Cunha, M.S. Dias Palma e V. Melo Sampaio), 1978, 14 p.

A N E X O S

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN ALGARVE

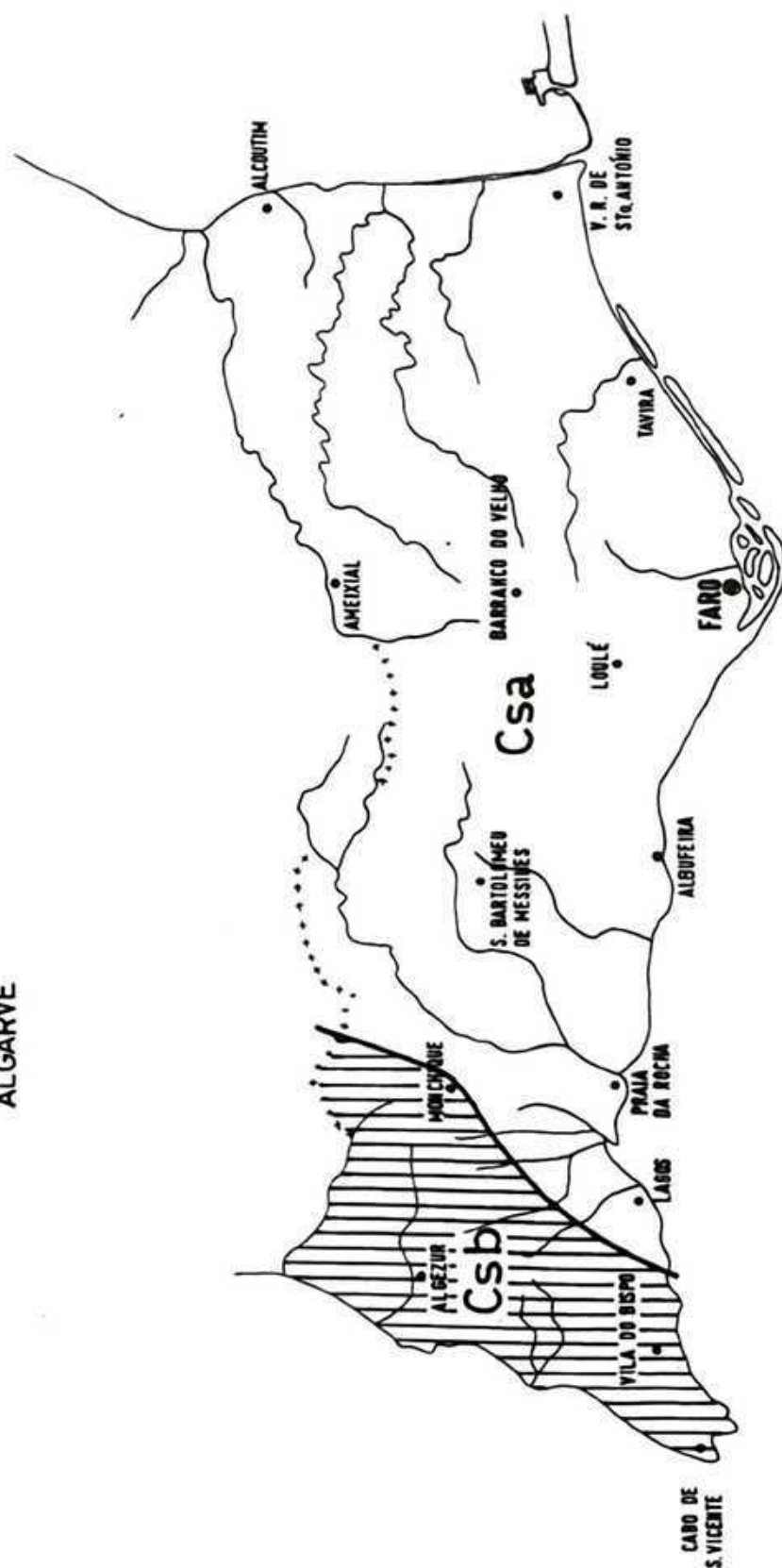


Fig. 1

ZONAGEM CLIMÁTICA (Regiões principais)

ALGARVE

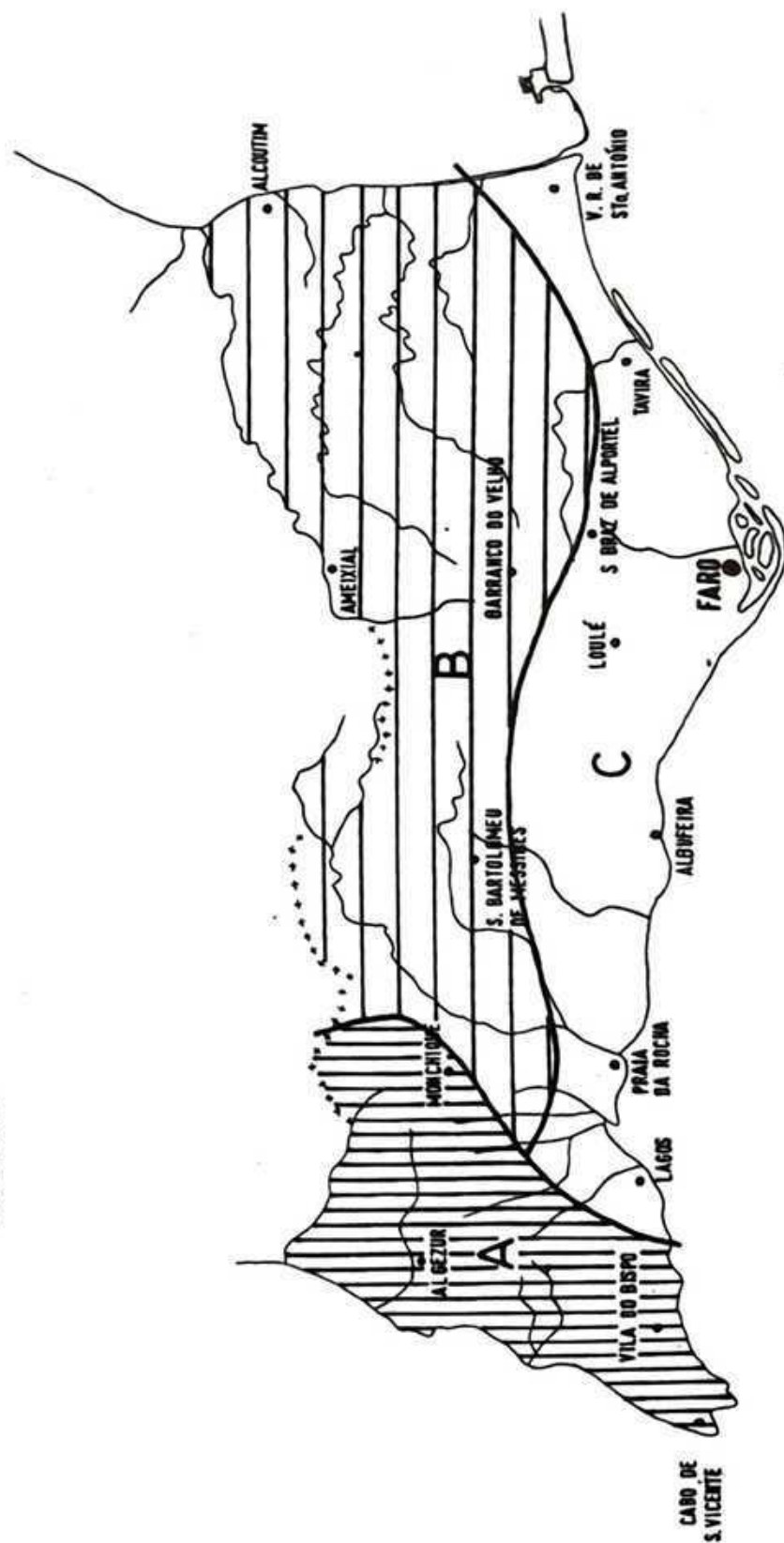


Fig. 2

PORTUGAL CONTINENTAL

RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL MÉDIA (Kcal/cm²) ANO

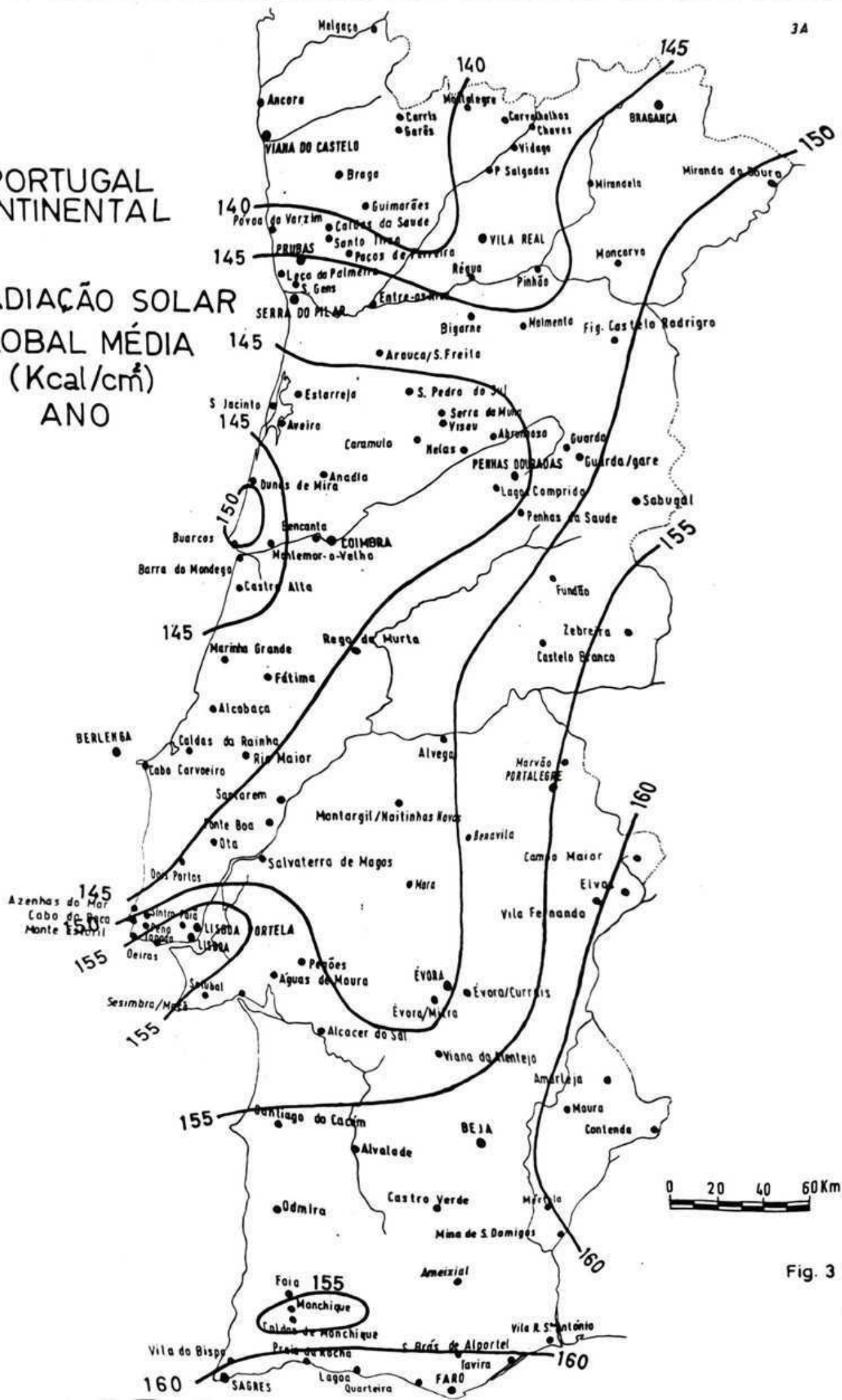


Fig. 3

PORTUGAL CONTINENTAL

INSOLAÇÃO MÉDIA ANUAL (horas)

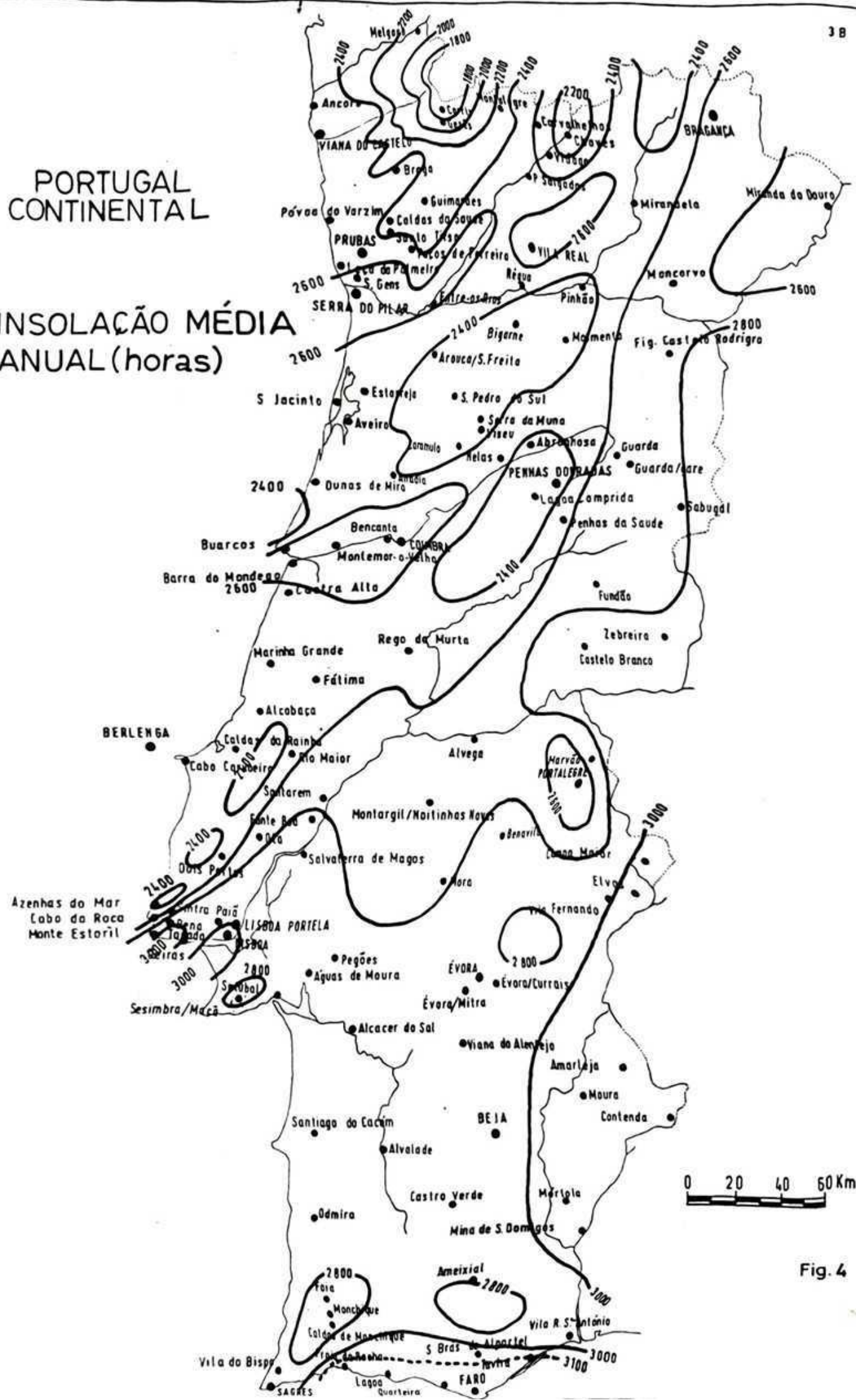


Fig. 4

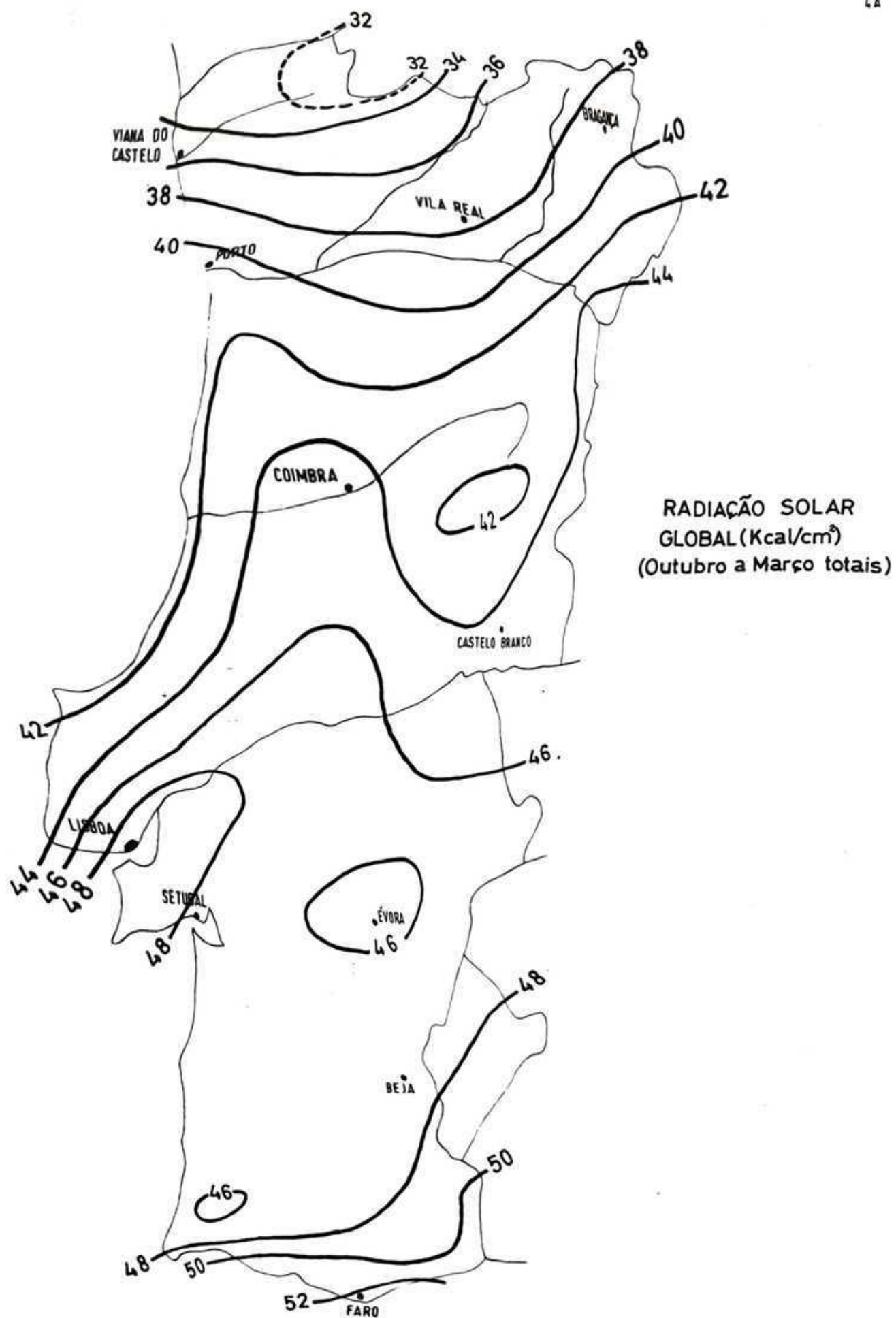


FIG. 5

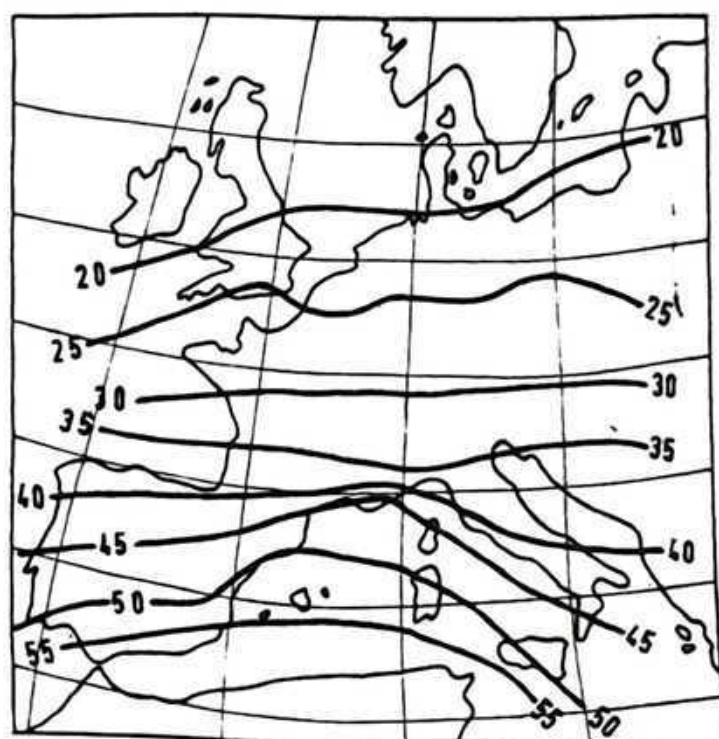


FIG. 6

RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL (Kcal/cm²) (Outubro a Março)
(COM BASE EM NISEN, 1972)

INSOLAÇÃO MÉDIA ANUAL ALGARVE

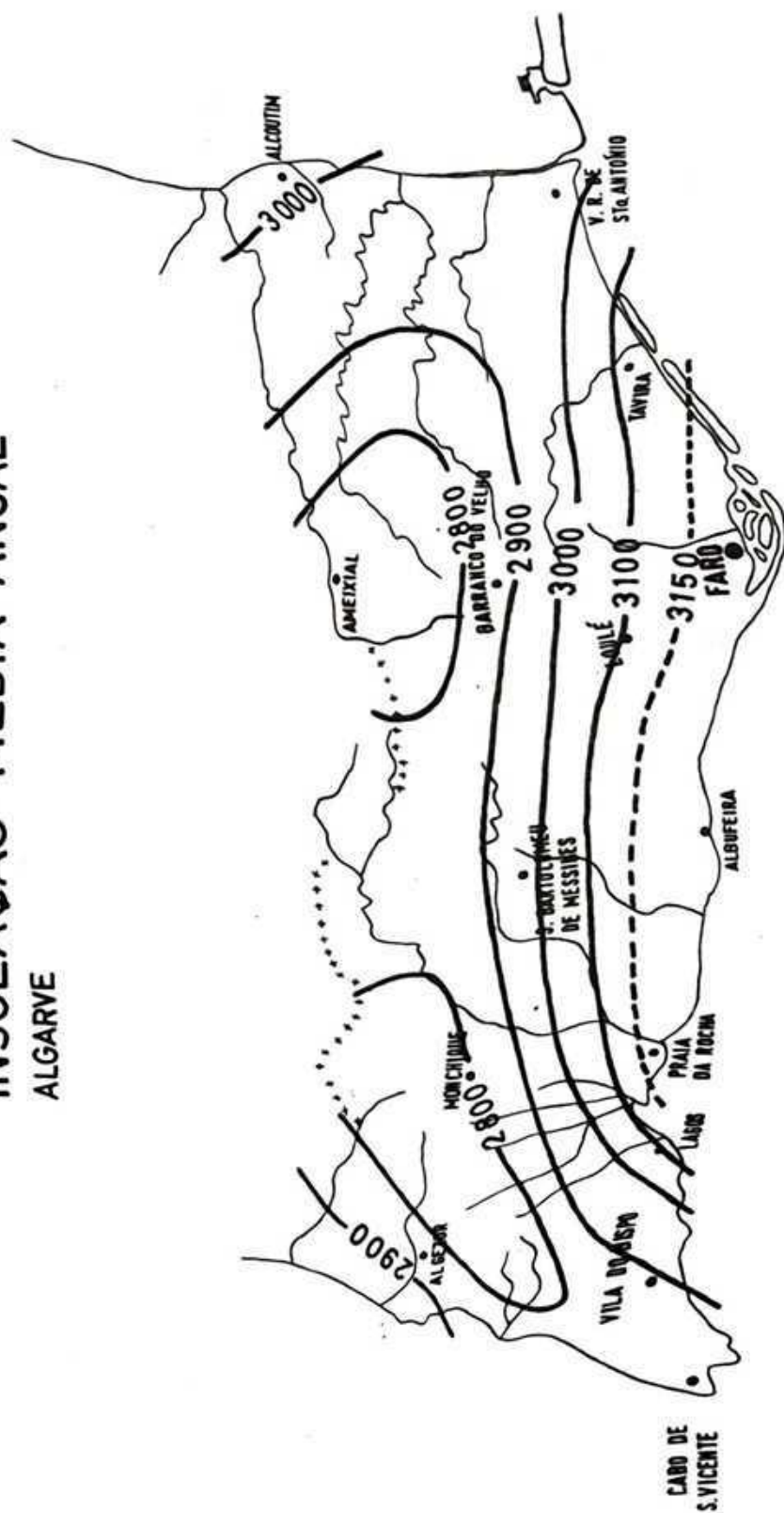


Fig. 7

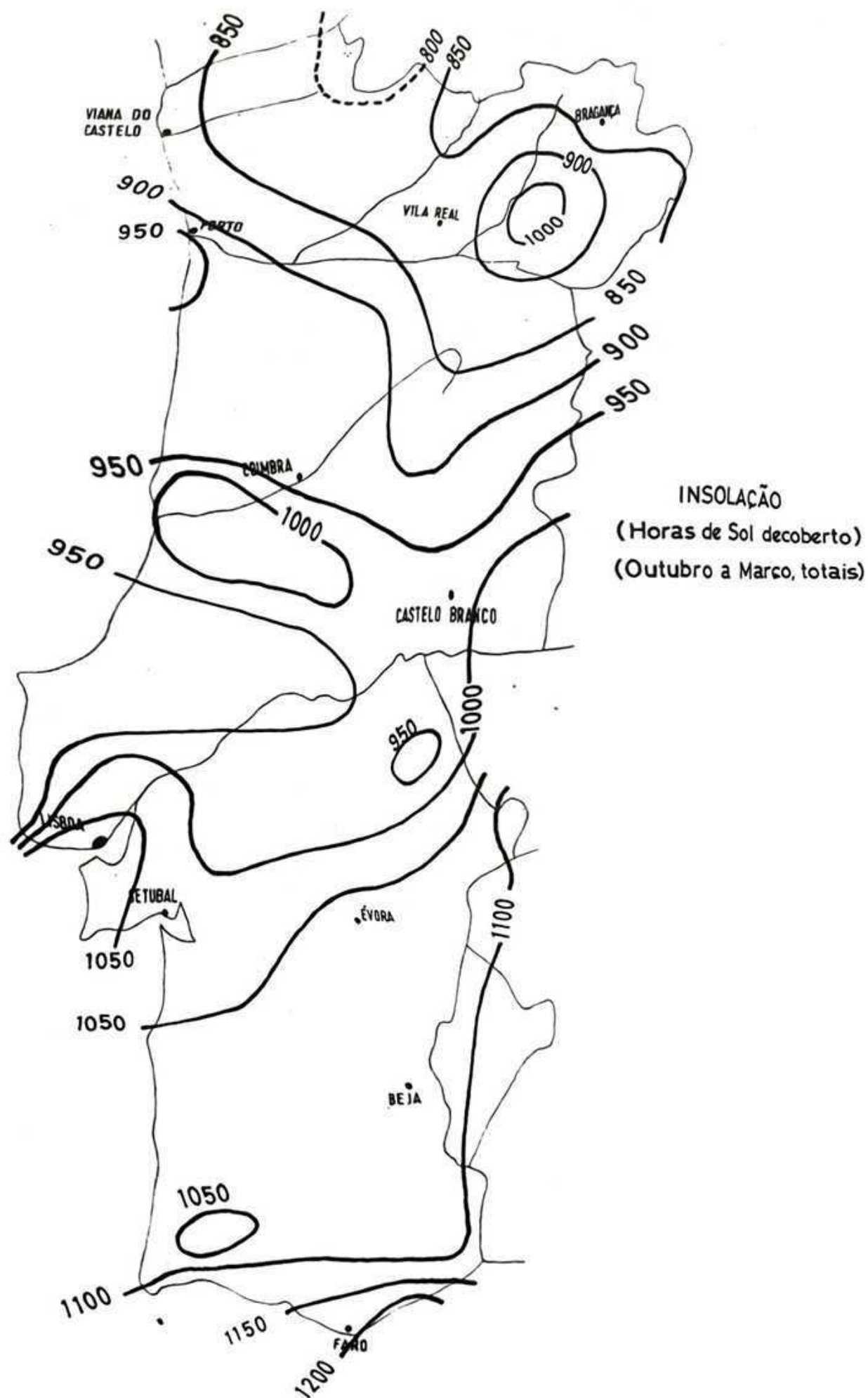


Fig. 8

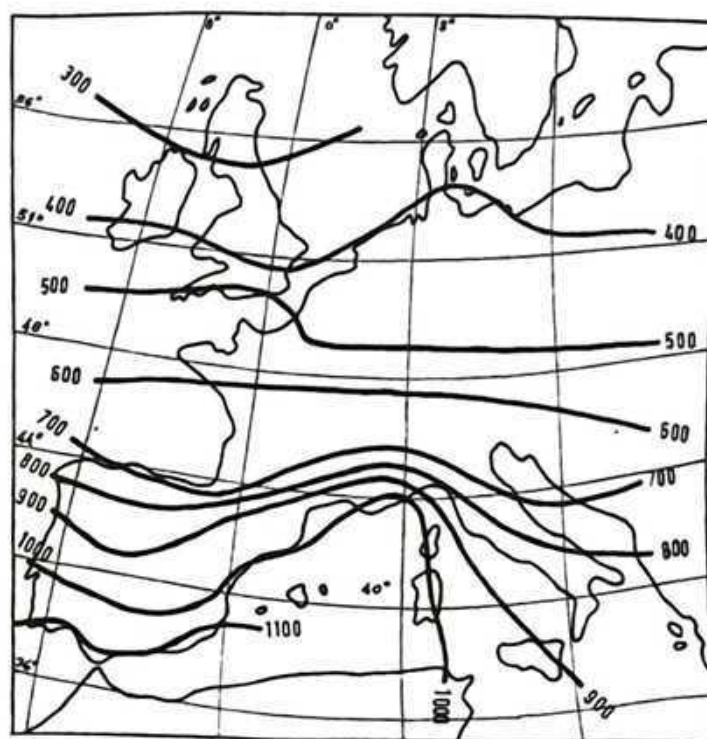


FIG. 9
INSOLAÇÃO (horas) (Outubro a Março)
(COM BASE EM NISEN, 1972)

TEMPERATURA MÉDIA DO AR (°C) ANO

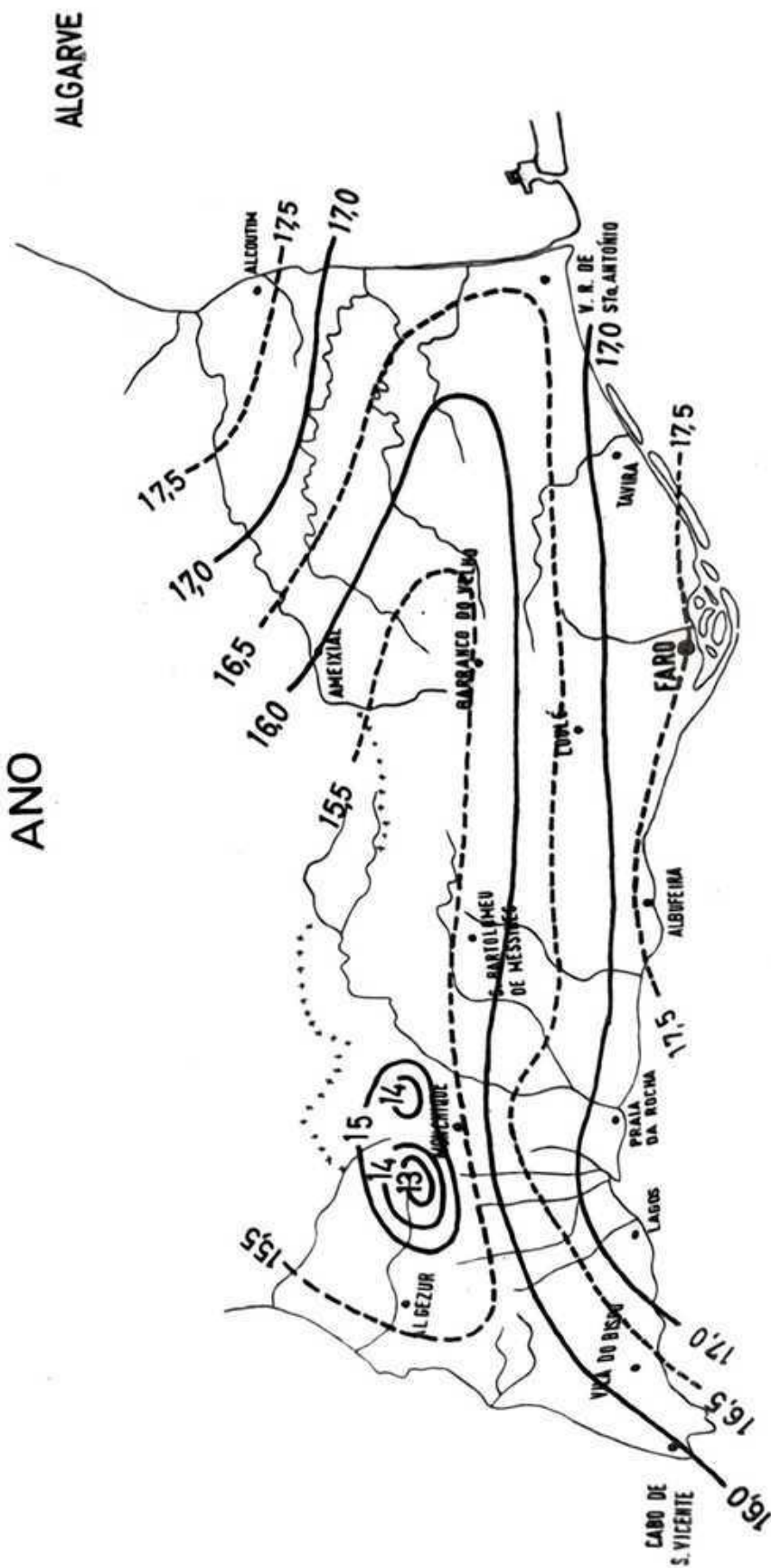


Fig. 10

TEMPERATURA MÉDIA DAS MÁXIMAS (°C) JULHO

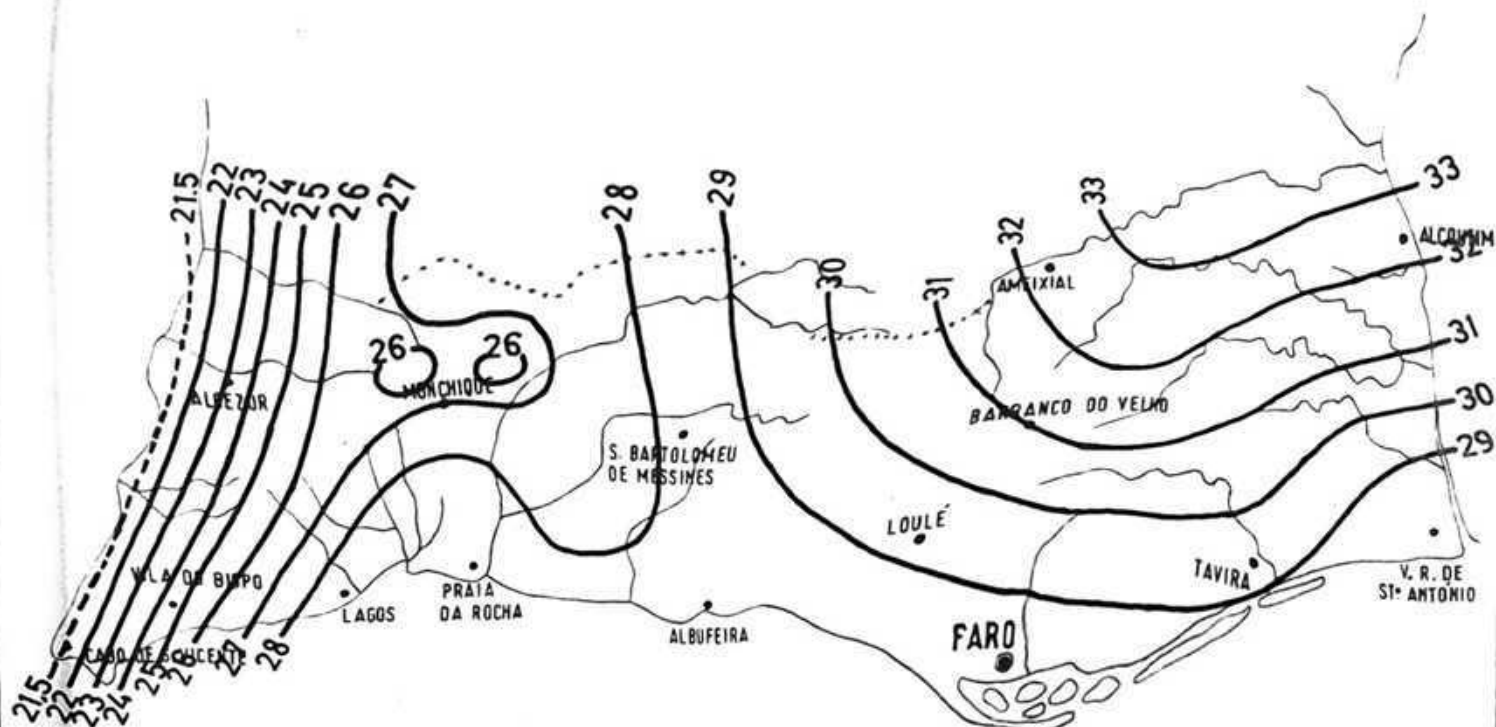


Fig.11

TEMPERATURA MÉDIA DAS MÍNIMAS (°C) JANEIRO

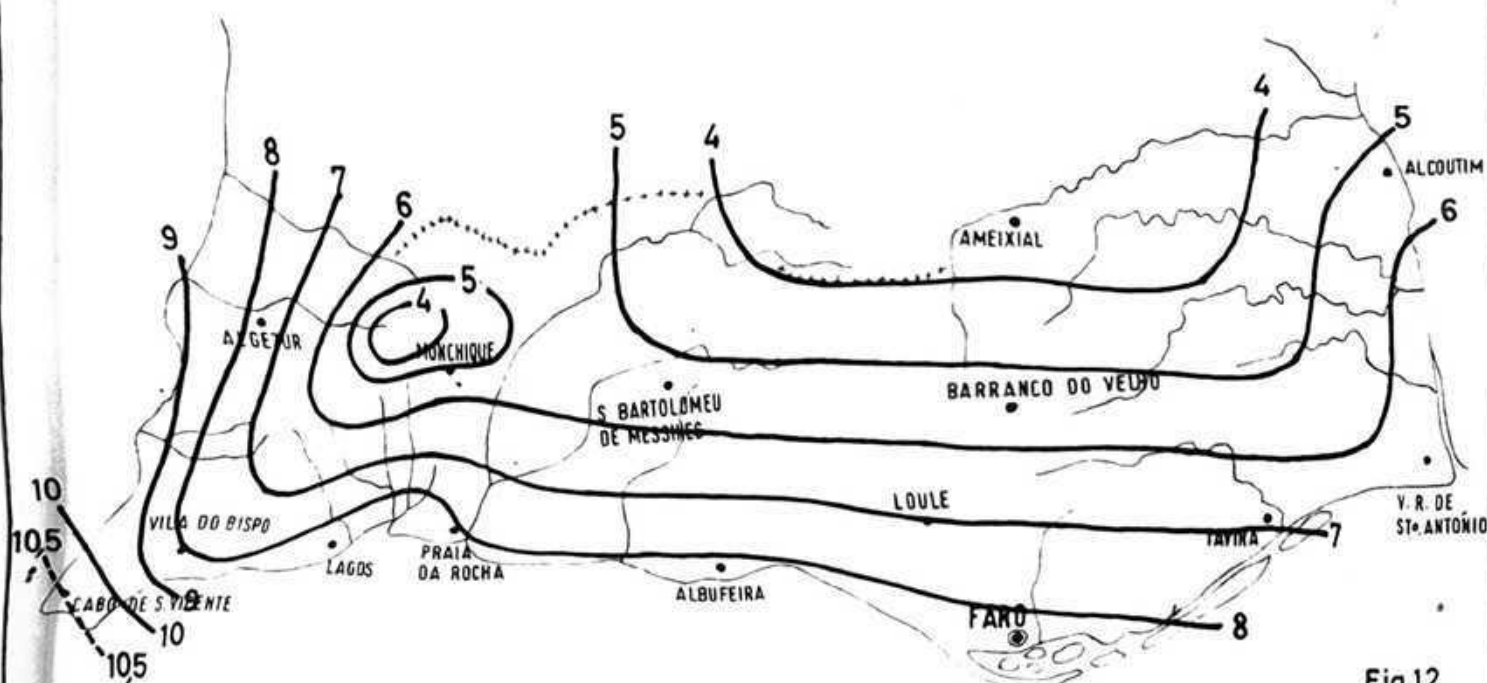


Fig.12

TEMPERATURA MÍNIMA DO AR (22 Dez 1979)

ALGARVE

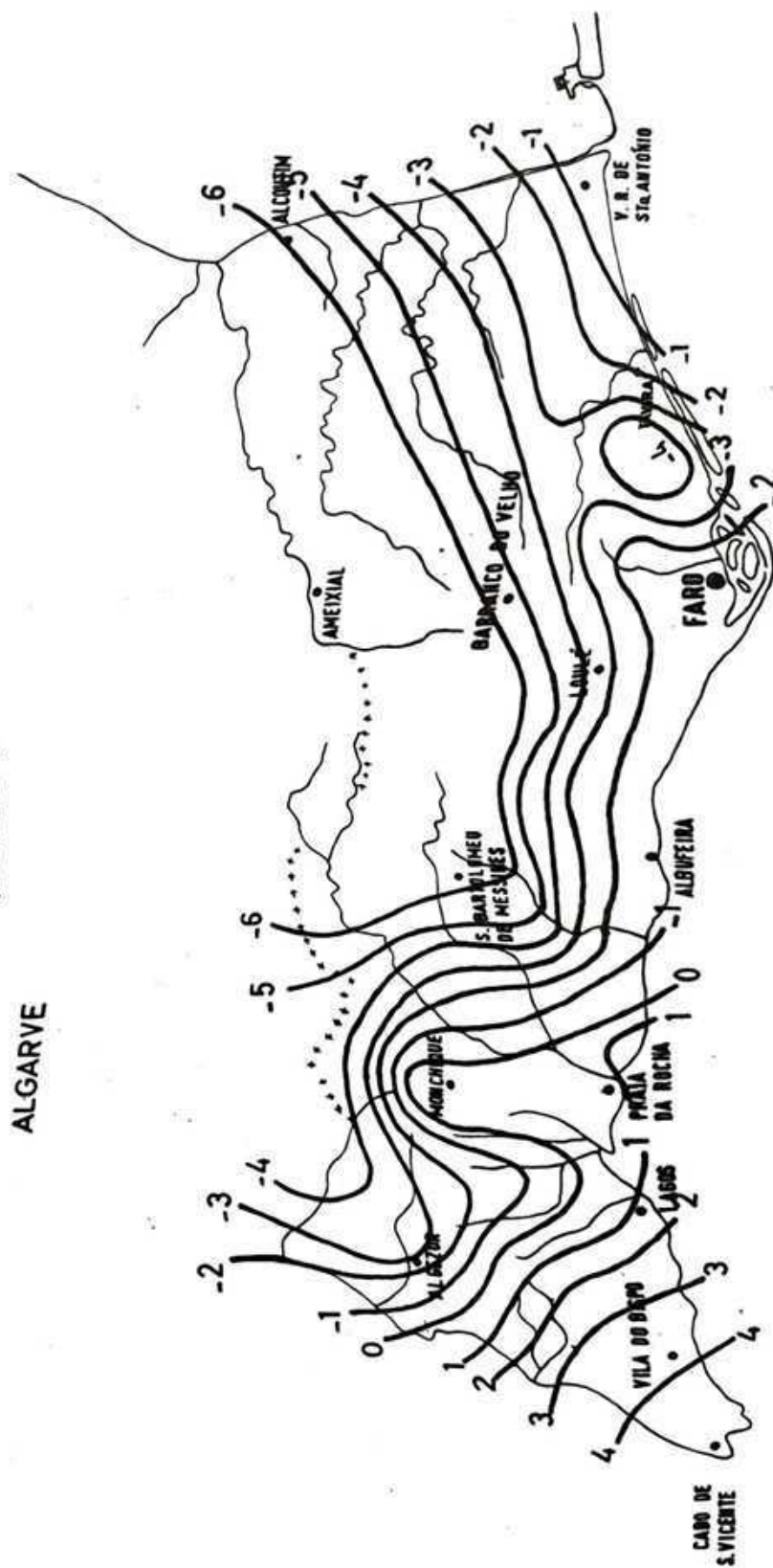
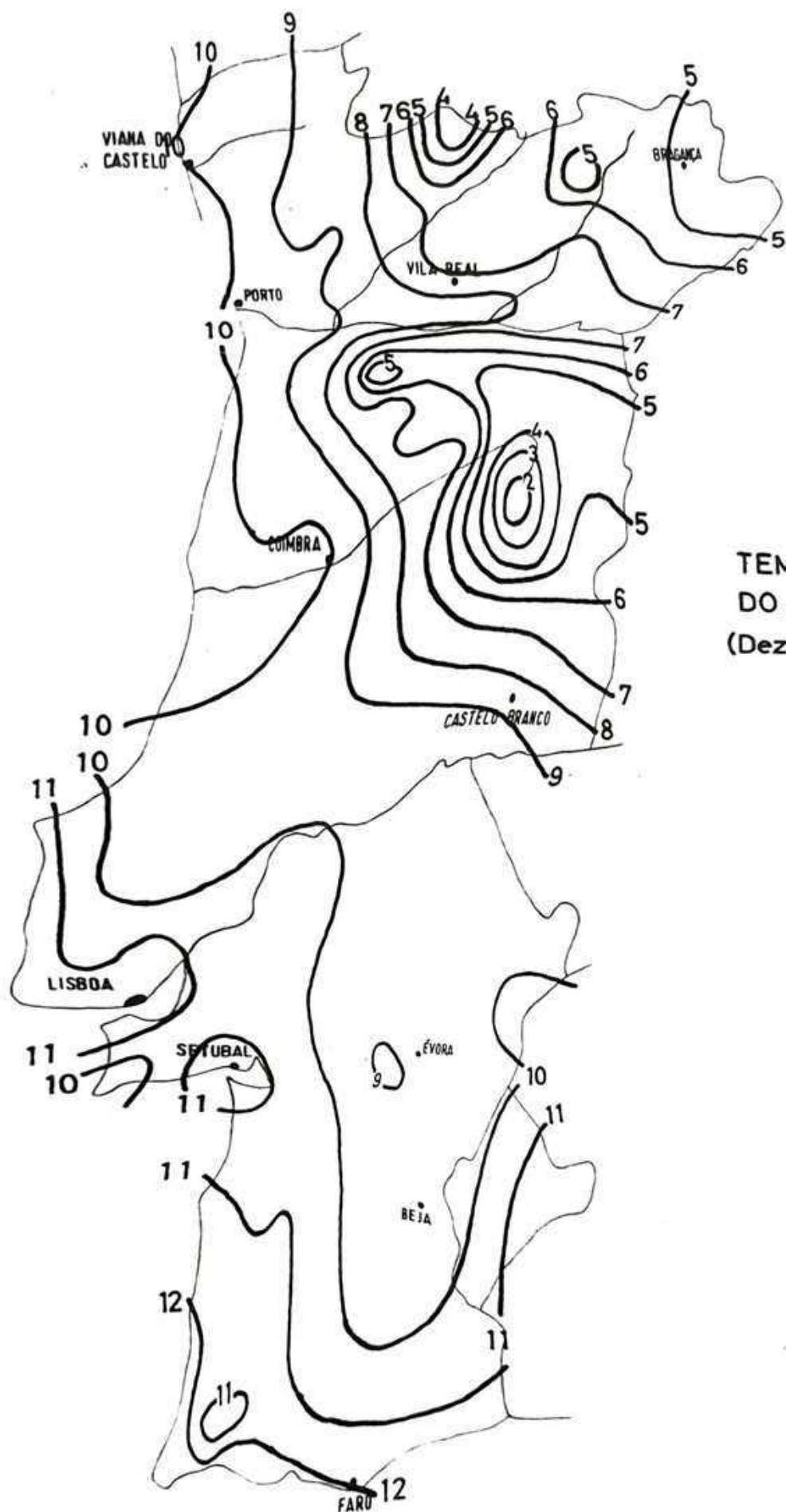


Fig. 13



TEMPERATURA MÉDIA
DO AR NO INVERNO
(Dezembro a Fevereiro)

FIG 14

TEMPERATURA MÉDIA DAS MÍNIMAS (°C) Outubro a Março

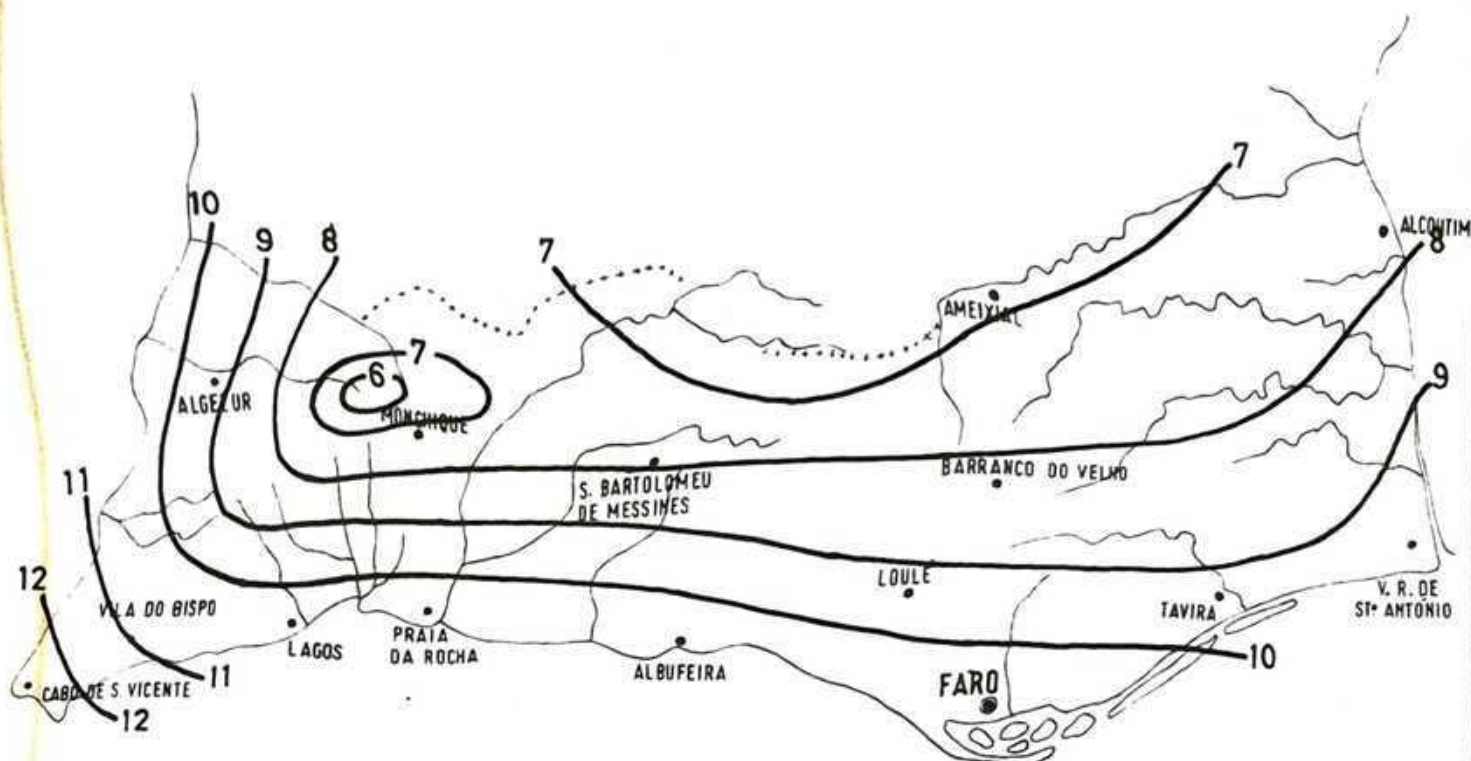


Fig.15

TEMPERATURA MÉDIA DAS MÁXIMAS (°C) Outubro a Março

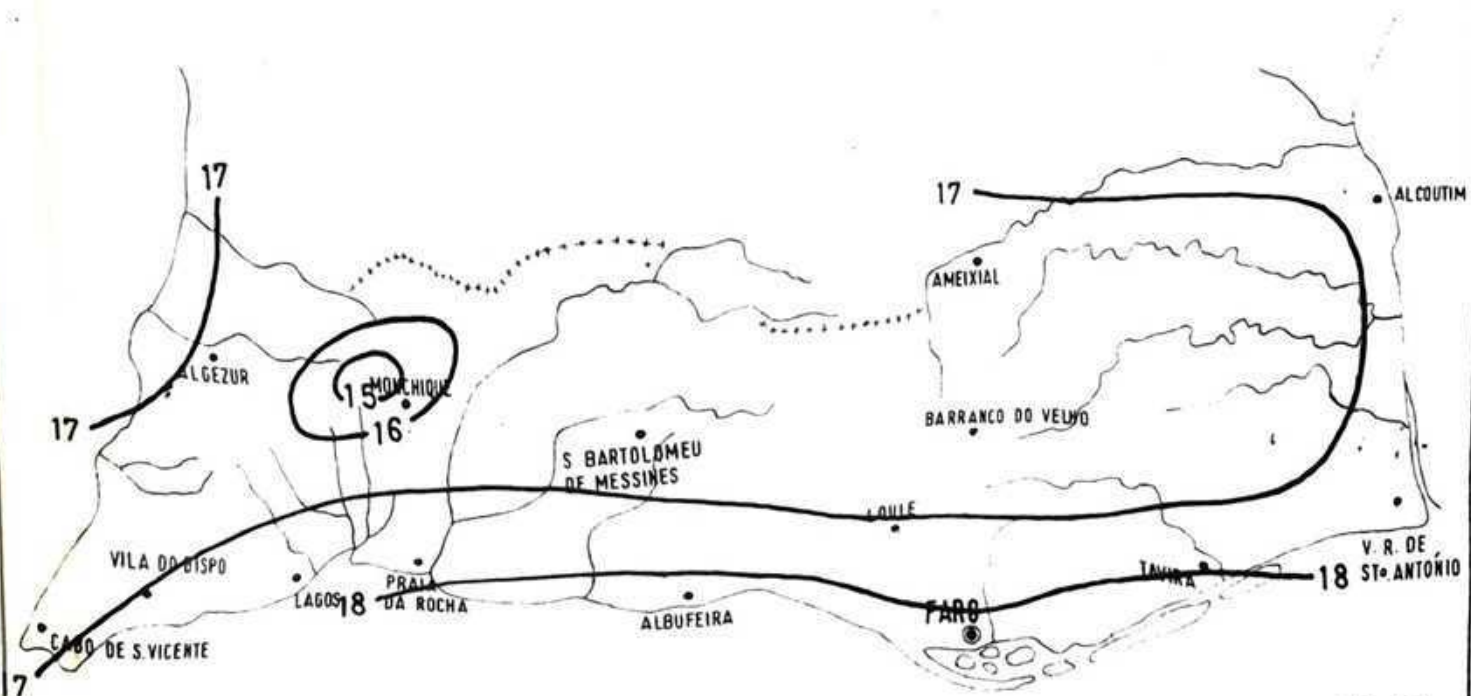


Fig. 16

HUMIDADE RELATIVA MÉDIA DO AR (%) ANO

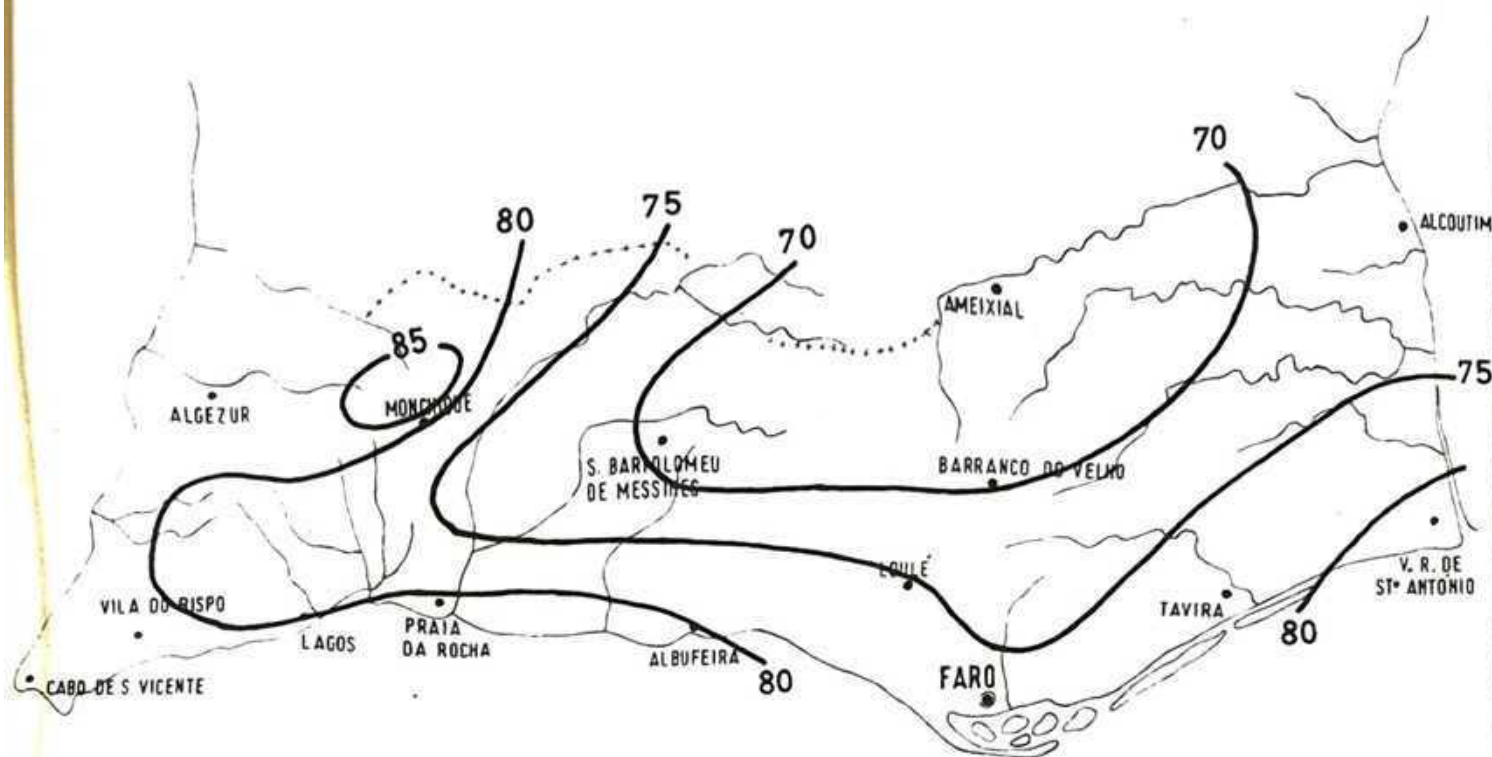


Fig.17

HUMIDADE RELATIVA MÉDIA DO AR (%) JANEIRO

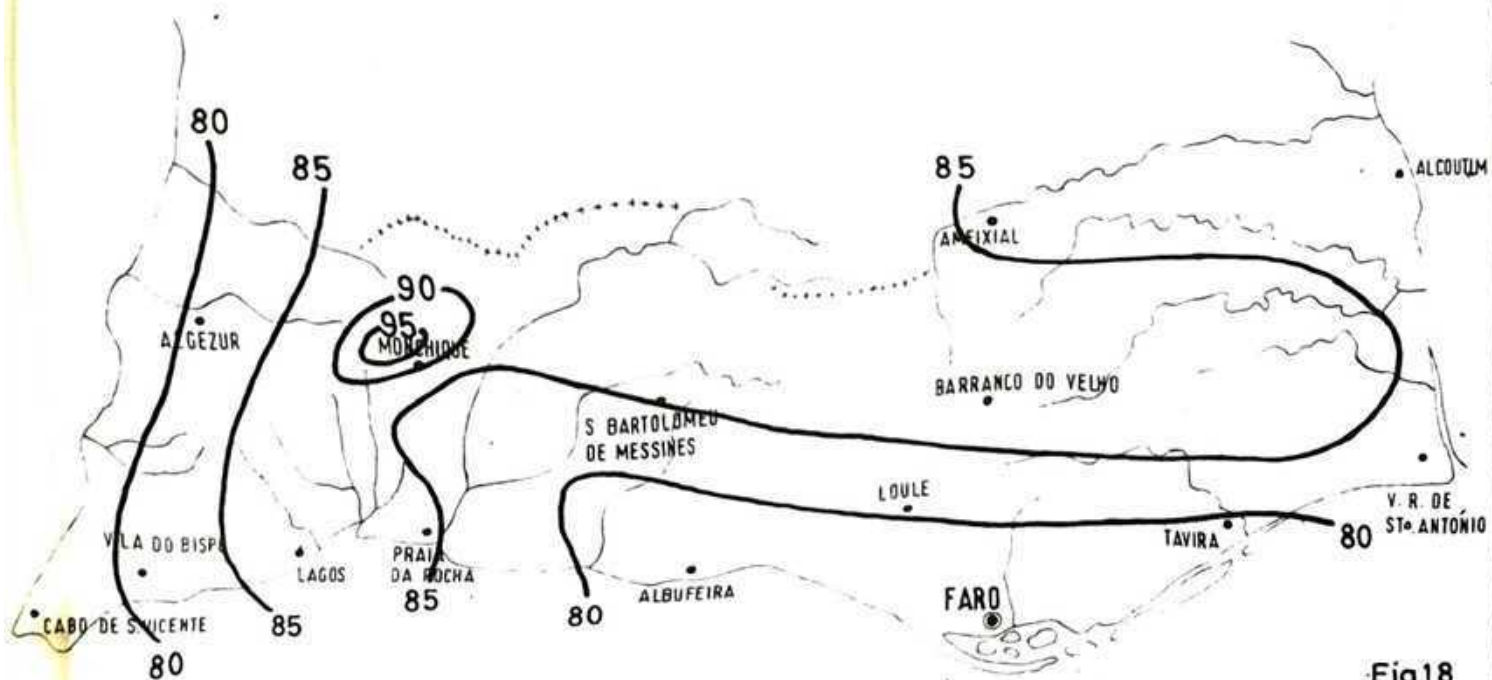


Fig.18

HUMIDADE RELATIVA MÉDIA DO AR (%)

JULHO

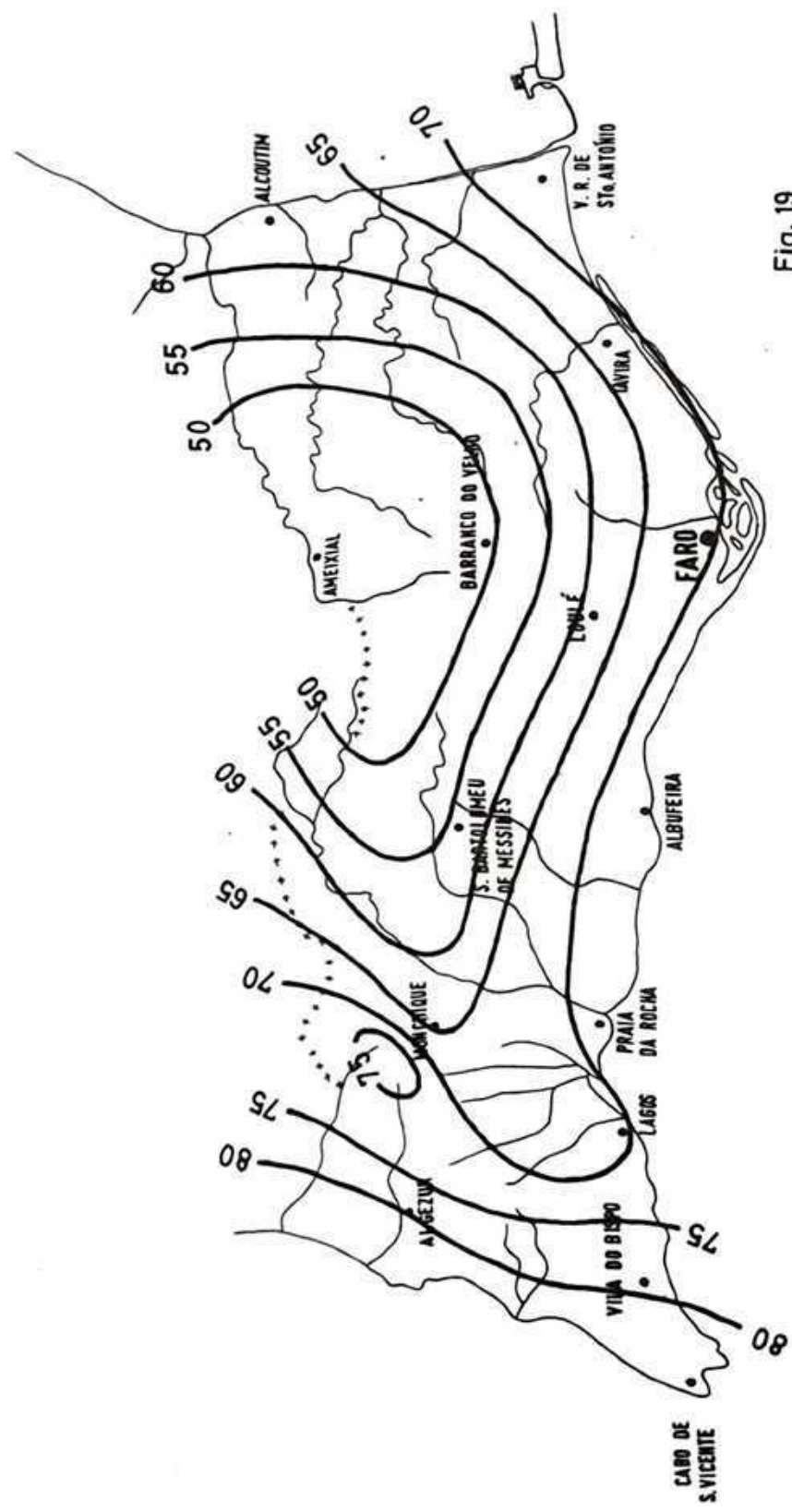


Fig. 19

HUMIDADE RELATIVA MÉDIA DO AR

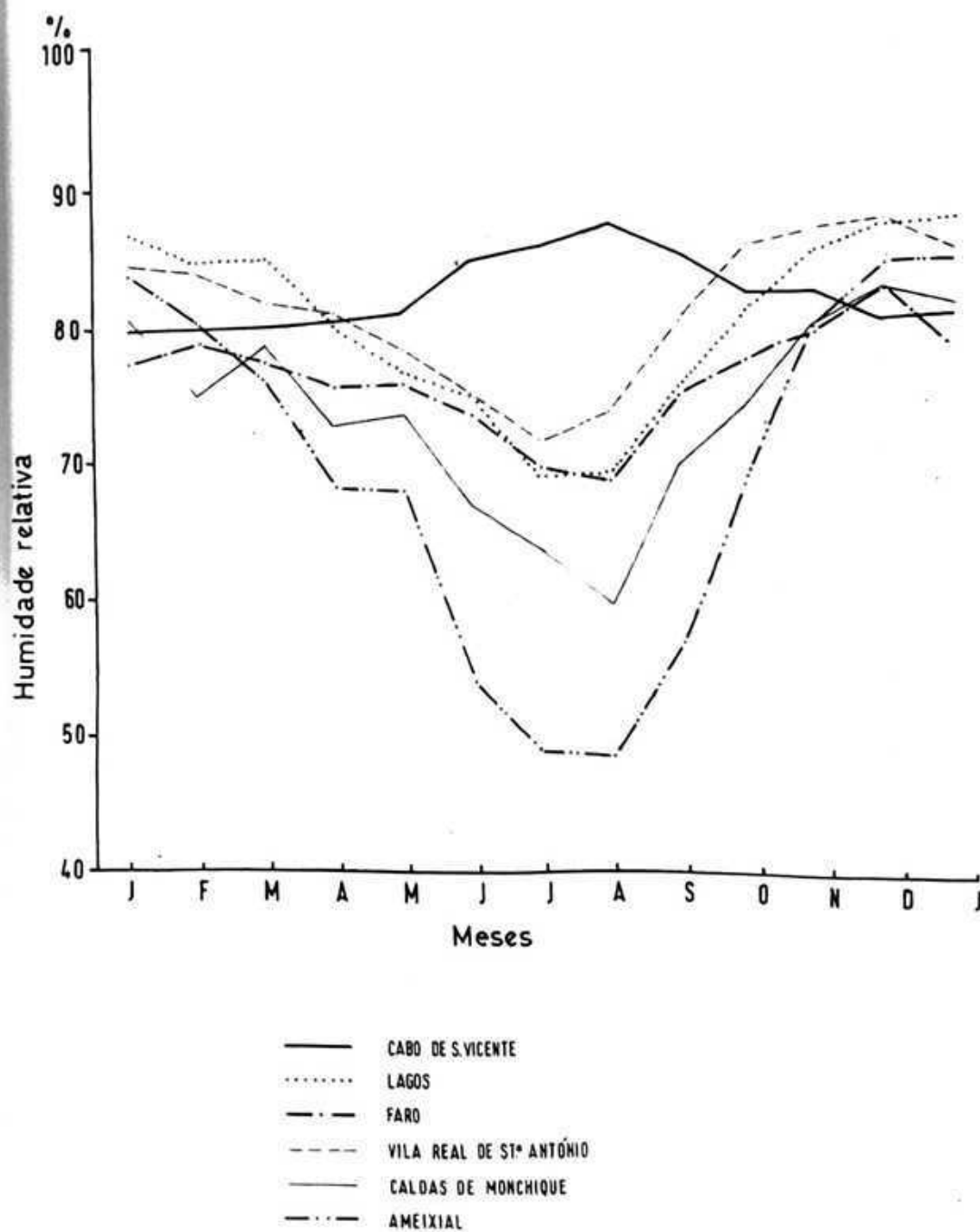


FIG. 20

PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (mm)

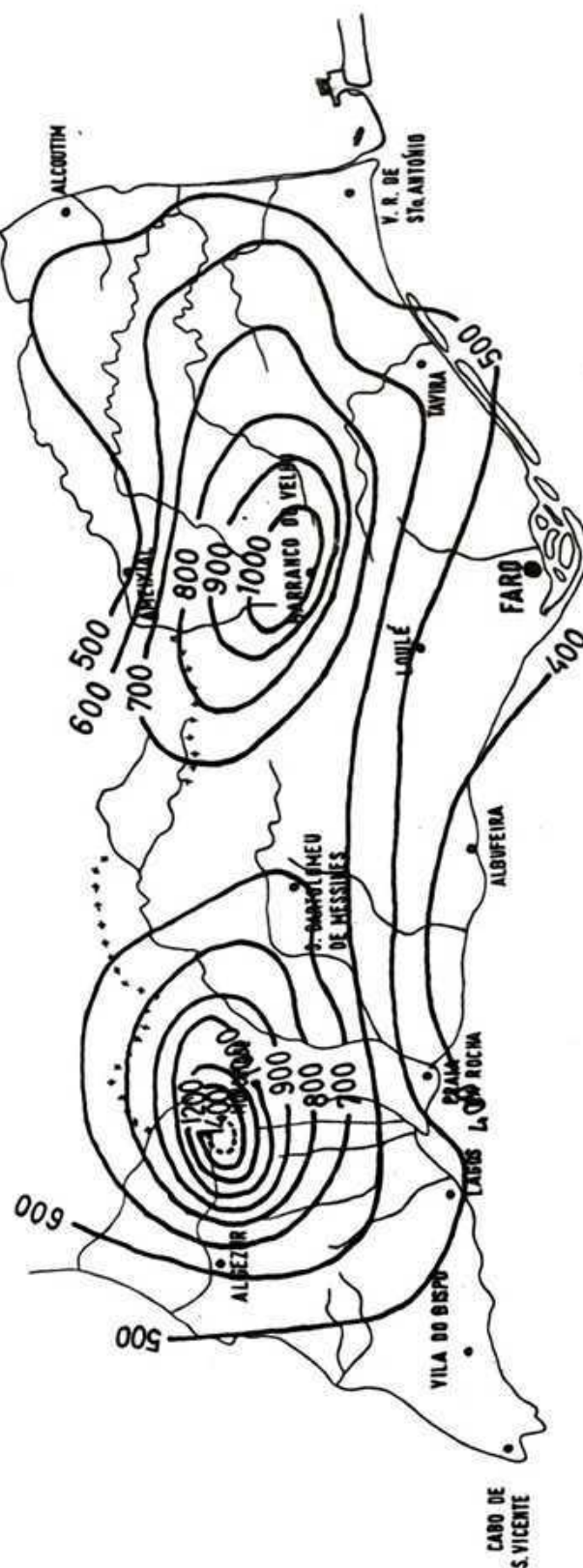


Fig. 21

NÚMERO MÉDIO DE DIAS DE PRECIPITAÇÃO $R \geq 10 \text{ mm}$

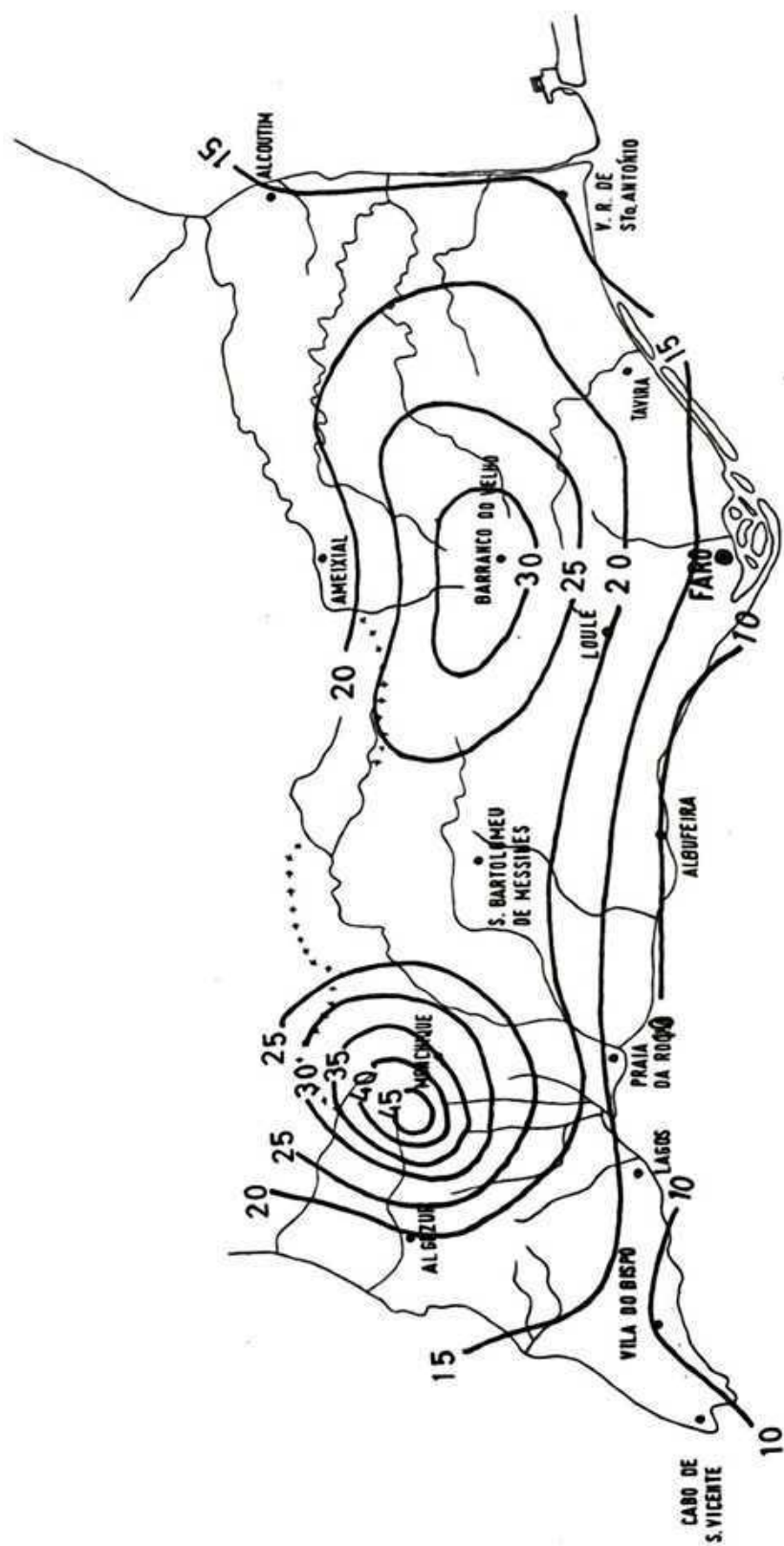


Fig. 23

COEFICIENTE DE VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO ANUAL (%)

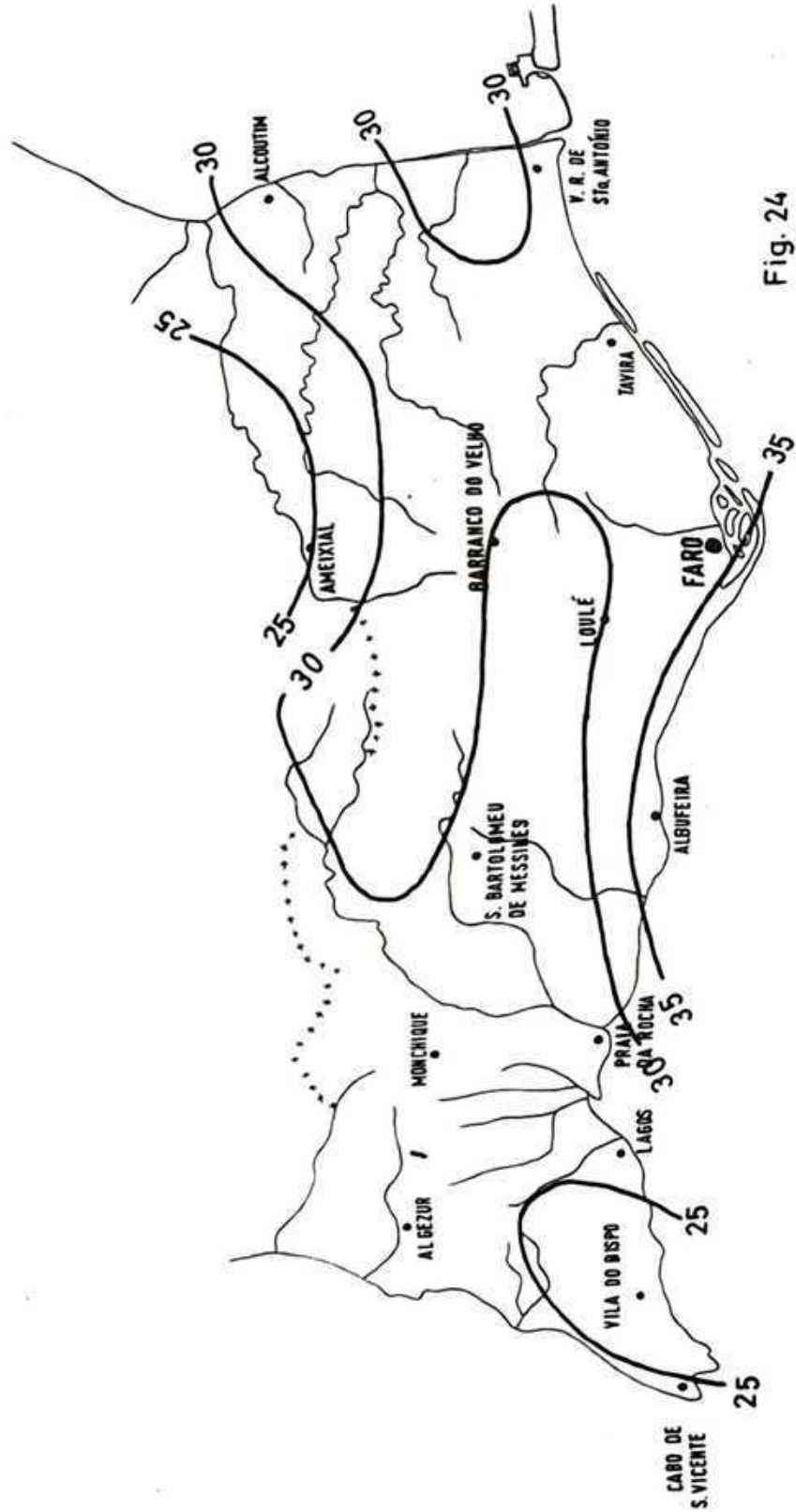


Fig. 24

PRECIPITAÇÃO MÁXIMA ANUAL A ESPERAR COM O PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS

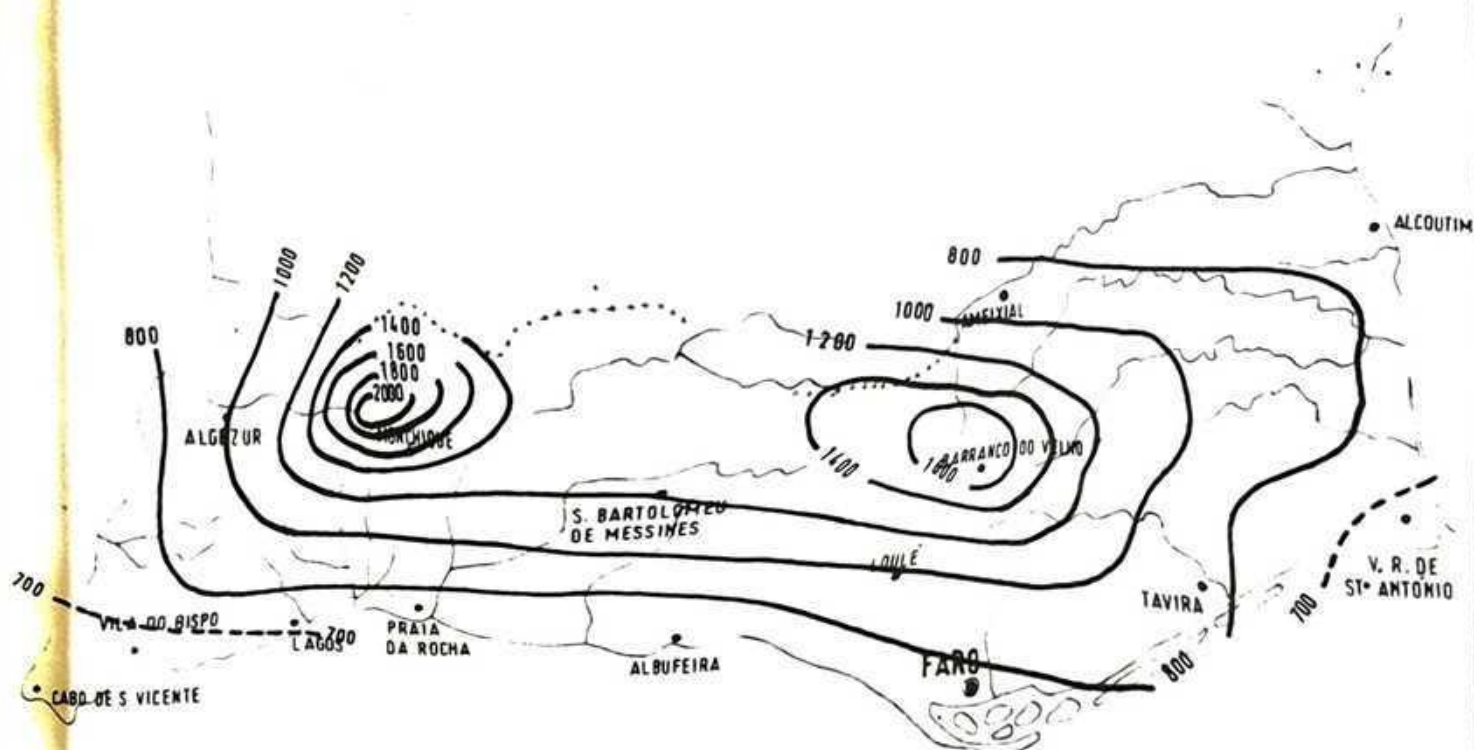


Fig. 25

PRECIPITAÇÃO MÍNIMA ANUAL A ESPERAR COM O PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS

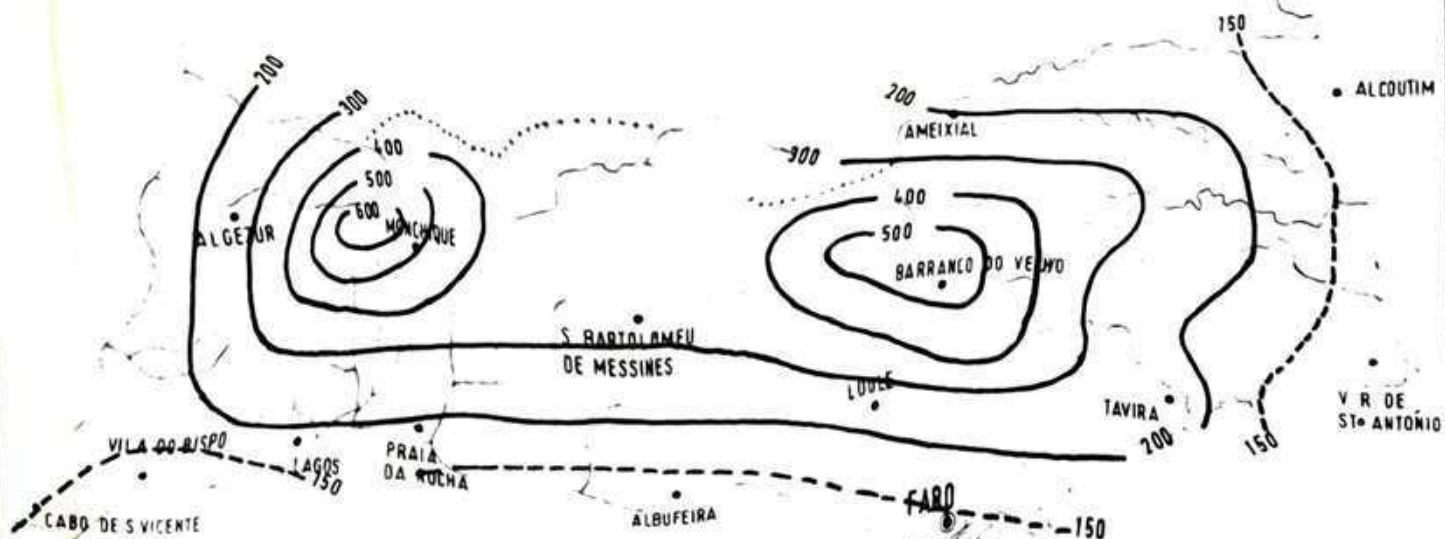


Fig. 26

EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL MÉDIA (mm) (PENMAN) ANO

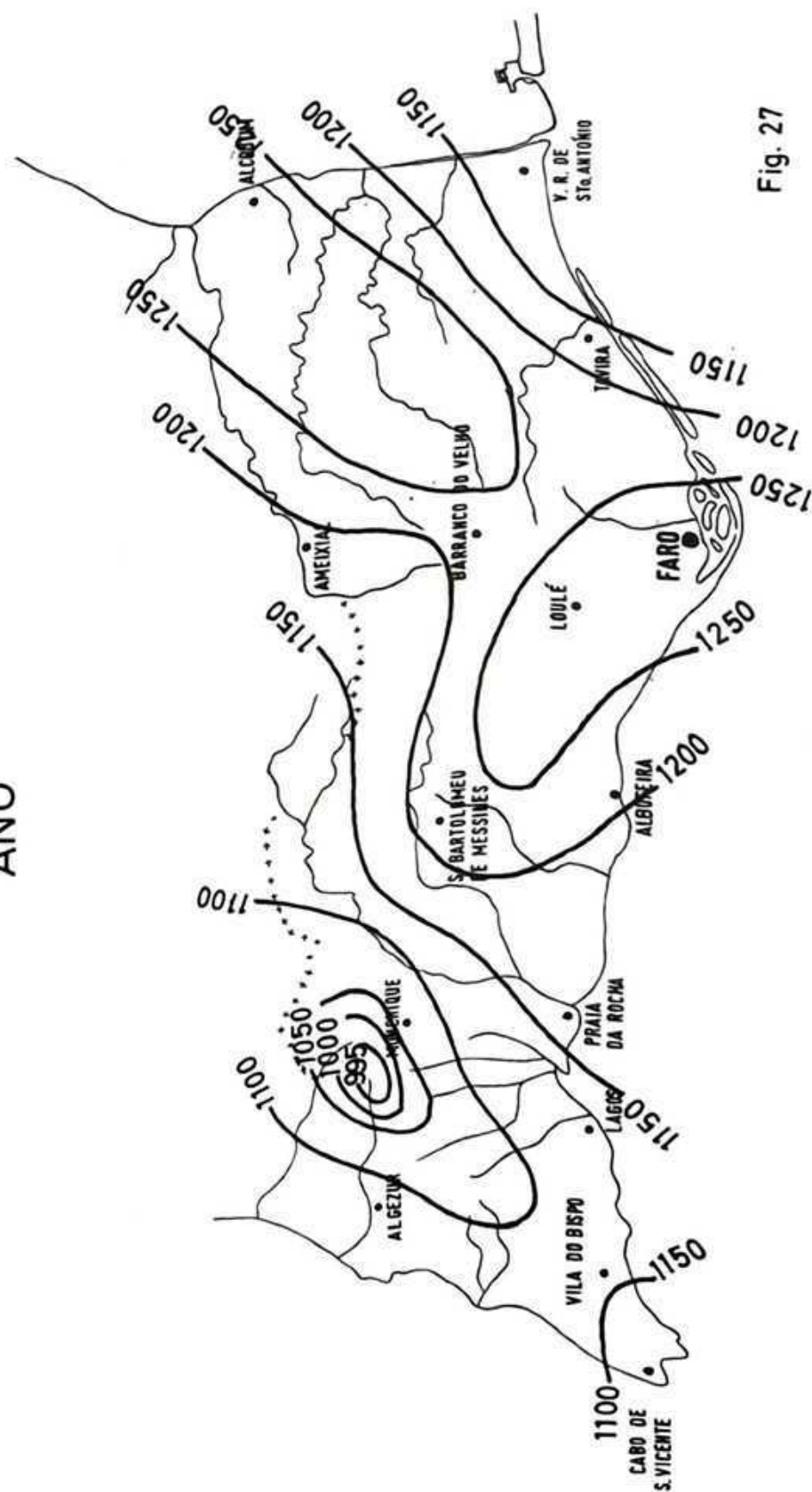


Fig. 27

EXCESSO DE ÁGUA (mm) ANO

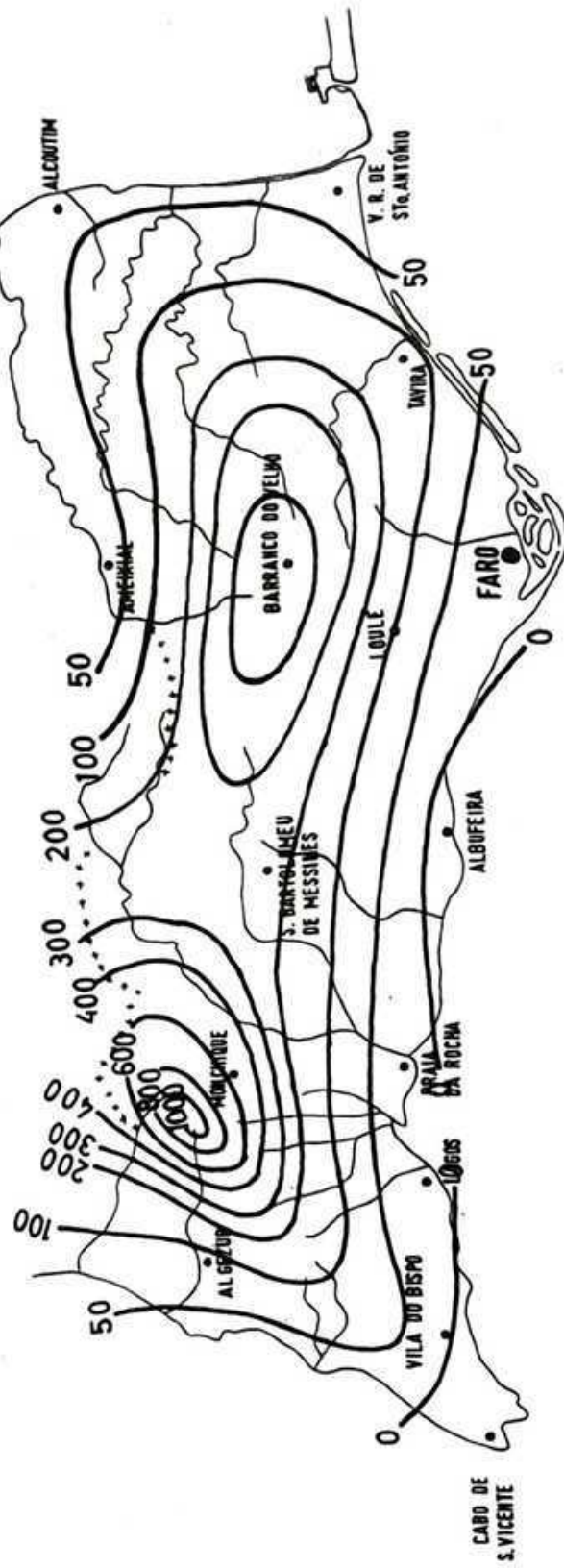


Fig. 28

DÉFICIT DE ÁGUA (mm) ANO

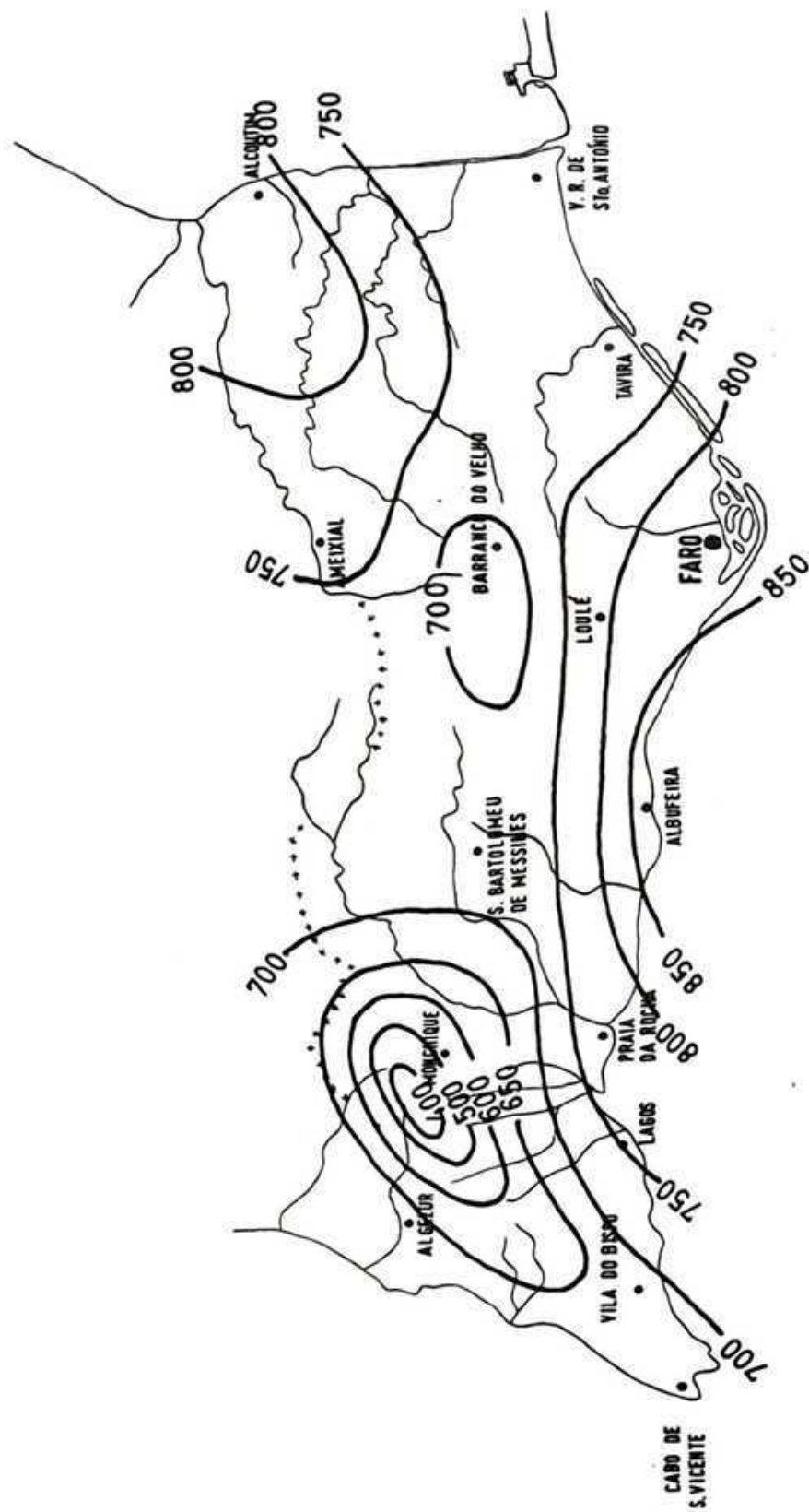


Fig. 29

REGIÕES HÍDRICAS DO ALGARVE (ÍNDICE HÍDRICO - THORNTHWAITE)

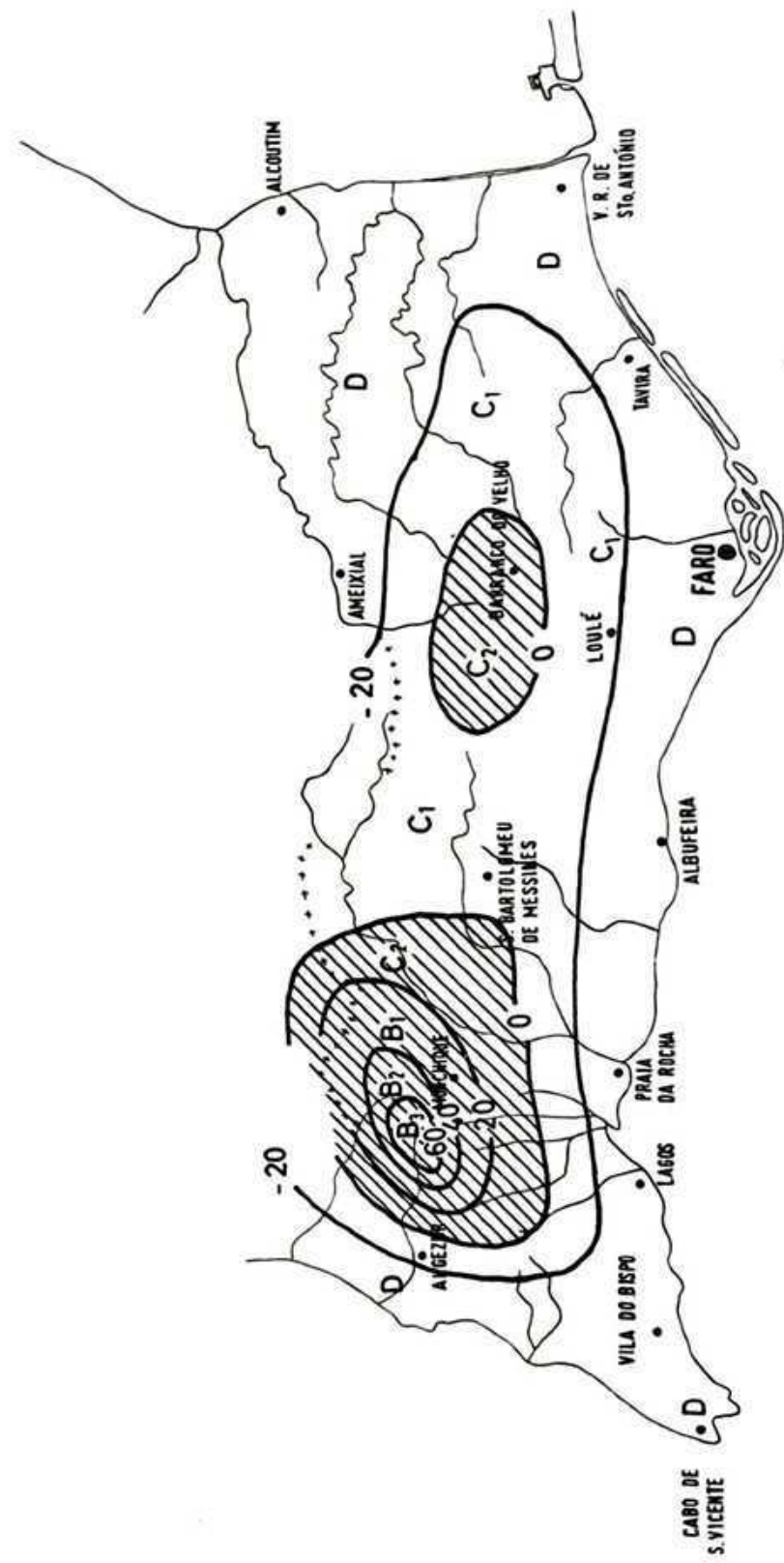


Fig. 30

ÍNDICE DE EFICIÊNCIA TÉRMICA (mm) (THORNTHWAITE)

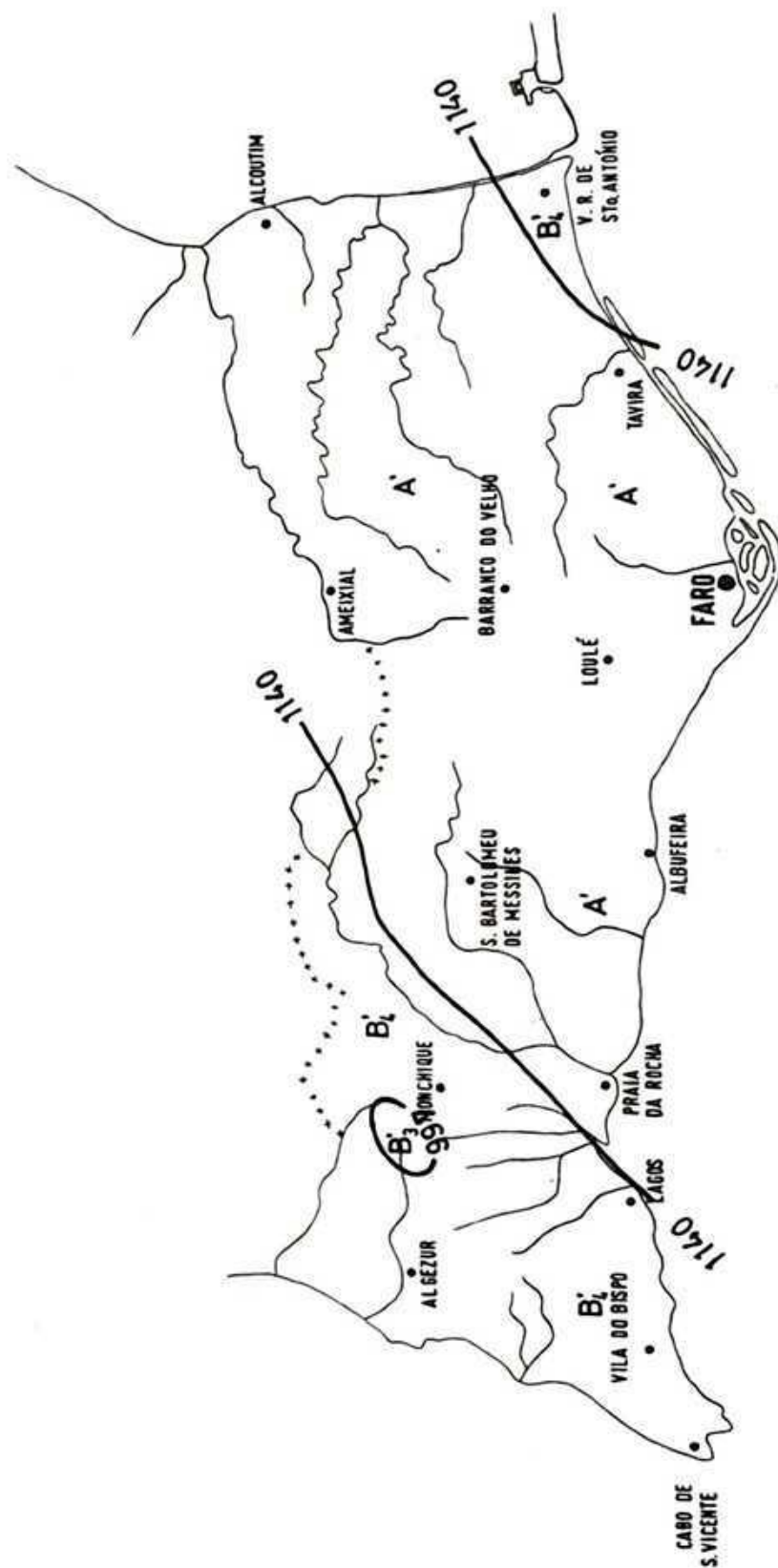


Fig. 31

INVENTARIAÇÃO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ALGARVE

SUB-TEMA II

MONOGRAFIA HIDROLÓGICA DO ALGARVE

João José Mimoso Loureiro^{*}

Com a colaboração de:

Maria Noémia da Fonseca Nunes^{**}

RESUMO

A ocupação hidrometeorológica bem como a caracterização do regime hidrológico dos cursos de água da região, constitui esta monografia, que tem por objectivo contribuir para a inventariação dos recursos hídricos do Algarve.

* Técnico de Hidrologia da Direcção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos; Diplomado em Hidrologia pelo Instituto de Hidrologia e Recursos Hidráulicos (Madrid); Secretário Técnico do Comité Português para o Programa Hidrológico Internacional (Unesco).

** Técnica Superior da Direcção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos; Licenciada em Física (FCUL); Diplomada em Hidrologia pelo Instituto de Hidrologia e Recursos Hidráulicos (Madrid).

ÍNDICE

	Pág.
1. Características Geográficas	23
2. Hidrografia	25
3. Ocupação Hidrometeorológica	27
3.1. Rede Udométrica	27
3.2. Rede de Observação de Temperatura e Evaporação.....	29
3.3. Rede Hidrométrica	31
4. Regime Pluviométrico	32
5. Águas Superficiais	35
5.1. Regime dos Escoamentos	35
5.2. Estimativa dos Recursos de Águas Superficiais	38
Bibliografia	40

1. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

Situado na região mais meridional de Portugal, o Algarve, tem a sua localização geográfica entre os paralelos $37^{\circ} 35'$ e $36^{\circ} 58'$ Norte e os meridianos $7^{\circ} 25'$ e $9^{\circ} 00'$ Oeste referidos a Greenwich.

Limitado a Norte pela Província do Baixo Alentejo, a Oeste e Sul pelo Oceano Atlântico e a Este pelo rio Guadiana, curso de água que faz fronteira com Espanha, ocupa uma faixa rectangular com uma distância média de 135 Km no sentido O-E e de 40 Km no sentido N-S.

O sistema orográfico é constituído pelas Serras de Espinhaço de Cão, Monchique, Caldeirão e Monte Figo encontrando-se o ponto mais elevado da província na Serra de Monchique (Foia - 902 m).

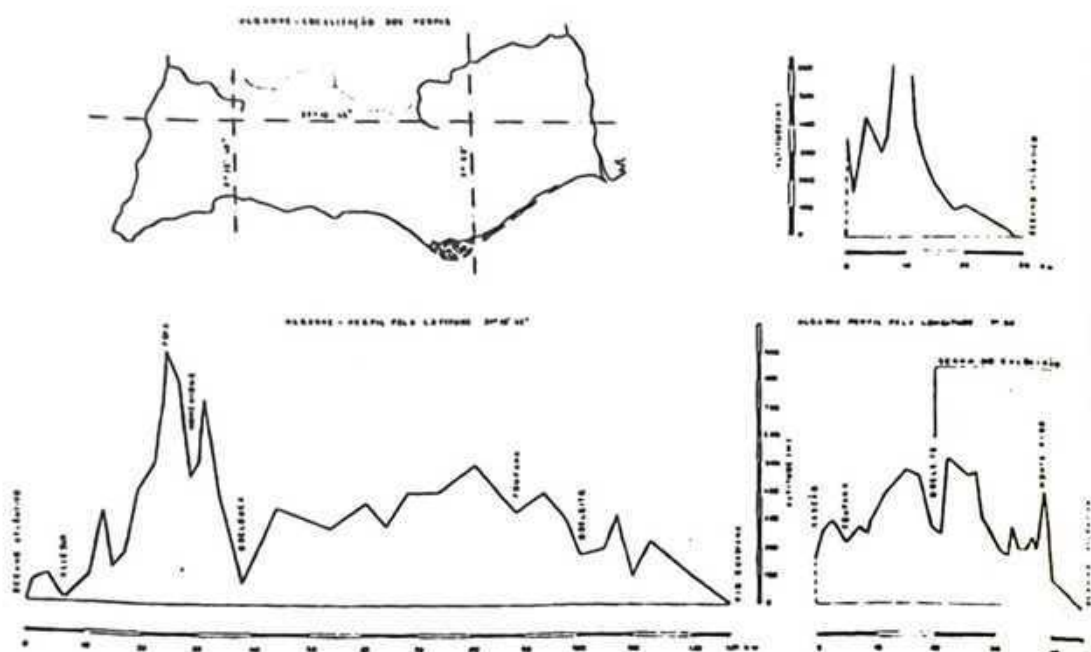


Fig. 1 - Perfis

A altitude média da região é de 182 metros com a seguinte distribuição:

CURVA NÍVEL (m)	ÁREA (Km ²)	%
0- 50	1 181	21,8
50-100	957	17,7
100-200	1 246	22,9
200-400	1 637	30,3
400-600	345	6,4
600-800	42	0,8
800-902	3	0,1
TOTAL	5 411	100

No presente estudo considera-se uma área de 5 411 Km² dado a inclusão das áreas drenantes dos cursos de água fronteiriços - Vascão, Arade - Odelouca e Seixe.

2. HIDROGRAFIA

A rede hidrográfica do Algarve é constituída pelo sistema do Rio Guadiana no seu troço internacional inferior, e pelos cursos de água que desaguam directamente no mar e que se denominam Ribeiras do Algarve.

São tributários do rio Guadiana, no sentido Norte - Sul as ribeiras do Vascão, Foupana - Odeleite e Beliche, sendo de 1 563 Km² a área drenante do sistema hidrográfico.

A região que abrange as ribeiras do Algarve apresenta uma área de 3 848 Km², e tem como principais cursos de água de Sotavento para Barlavento as ribeiras de Almargem, Gilão, Quarteira, Alcantarilha, Arade - Odelouca, Odeãxere, Aljezur e Seixe.

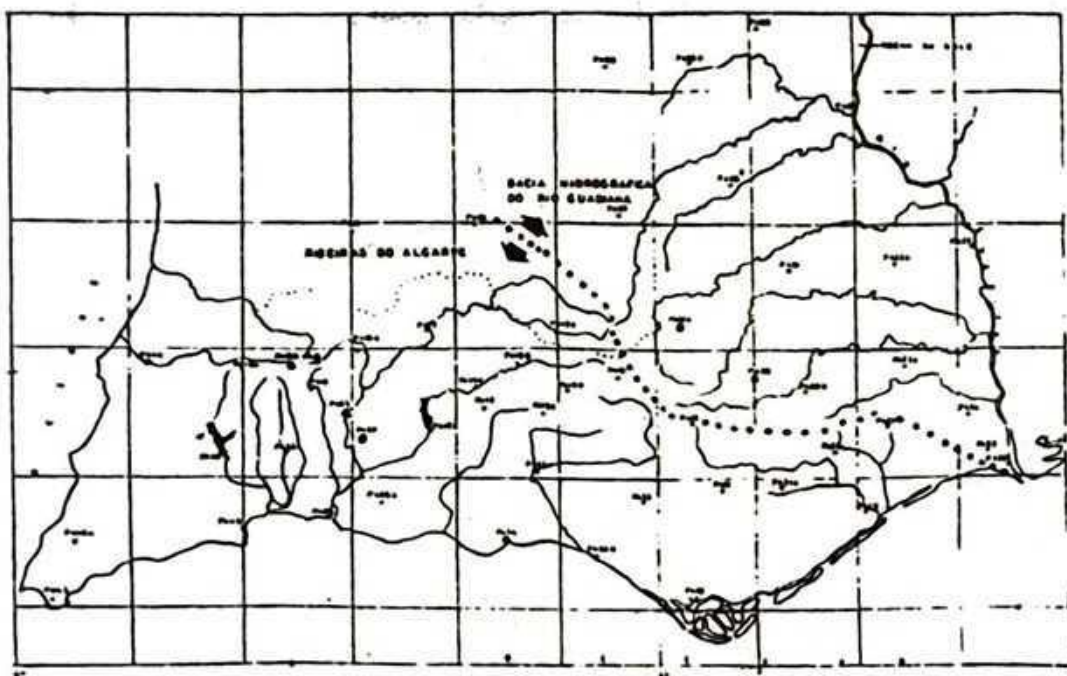


Fig. 2 - Hidrografia

Nas regiões hidrográficas em que Portugal se encontra dividido, o Algarve é constituído por parte da região 4 - Guadiana e integralmente pela região 5 - R_ibeiras do Algarve, para as quais foram elaborados o Índice hidrográfico e a classificação decimal dos seus cursos de água.

Assim o cadastro efectuado permitiu a identificação de 651 cursos de água e a delimitação de 82 bacias hidrográficas para as quais foram determinadas as características fisiográficas seguintes (14), (15) e (22):

- S - Área de drenagem da bacia
- P - Perímetro da bacia
- C - Comprimento do curso de água
- Am - Altitude média
- Alm - Altura média
- L, l - Lados do rectângulo equivalente
- I_c - Índice de compacidade
- I_p - Índice de pendente
- I_r - Pendente média

que além de serem elementos preponderantes no comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica, permitem em conjunção com as variáveis hidrológicas transpor - tar, por comparação, a informação hidrológica para locais onde ela é insuficiente.

Nos quadros que se seguem apresentam-se os valores respeitantes às bacias hidrográficas principais de cada região:

4 - RIO GUADIANA

BACIA HIDROGRÁFICA		S_2 (Km ²)	P (Km)	C (Km)	Am (m)	Alm (m)	L (Km)	l (Km)	I_c	I_p	I_r
Nº	NOME										
401 08	Beliche	118,0	65	36,4	204,9	204,9	28,34	4,16	1,675	0,123	1,4
401 12	Odeleite*	352,4	118	72,5	312,9	300,9	52,26	6,74	1,760	0,095	0,7
401 12 01	Foupana *	409,5	121	94,6	266	251	52,73	7,77	1,674	0,098	0,6
401 26	Vascão	439,2	172	77	270,7	270,7	80,55	5,453	2,298	0,078	0,8

* - Confluência Odeleite-Foupana

5 - RIBEIRAS DO ALGARVE

BACIA HIDROGRÁFICA		S ₂ (Km ²)	P (Km)	C (Km)	Am (m)	Alm (m)	L (Km)	I (Km)	I _c	I _p	I _r %
Nº	NOME										
503	Almargem	99,6	48	29,5	144,9	144,9	19,17	4,82	1,397	0,137	1,4
504	Gilão	235,6	97	52,0	198,9	198,9	43,15	5,36	1,770	0,102	0,9
525	Quarteira	341,3	106	55,0	203,9	203,9	45,48	7,50	1,606	0,097	0,9
532	Alcantarilha	171,6	72	26,0	86,6	86,6	30,32	5,67	1,539	0,086	1,3
538	Arade **	355,0	124	56,0	185,5	185,5	55,59	6,38	1,842	0,087	0,9
538 02	Odelouca *	386,0	112	55,0	239,8	189,8	47,75	8,23	1,582	0,093	0,9
543	Odeãxere	162,4	63	25,5	166,9	166,9	24,99	6,50	1,384	0,132	2,2
544	Bensafrim	85,7	45	17,5	82,6	82,6	17,64	4,86	1,361	0,111	1,0
562	Bordeira	100,0	52	14,0	97,3	97,3	20,99	4,76	1,442	0,096	1,5
568	Aljezur	182,9	83	28,5	172,4	172,4	36,19	5,06	1,708	0,122	3,1
570	Seixe	257,9	78	37,1	233,0	233,0	30,20	8,54	1,351	0,141	2,4

* - Odelouca - estação Hidrométrica Monte dos Pachecos

** - Arade - confluência com Odelouca

3. OCUPAÇÃO HIDROMETEOROLÓGICA

3.1. Rede Udométrica

A rede udométrica é constituída por 68 estações udométricas.

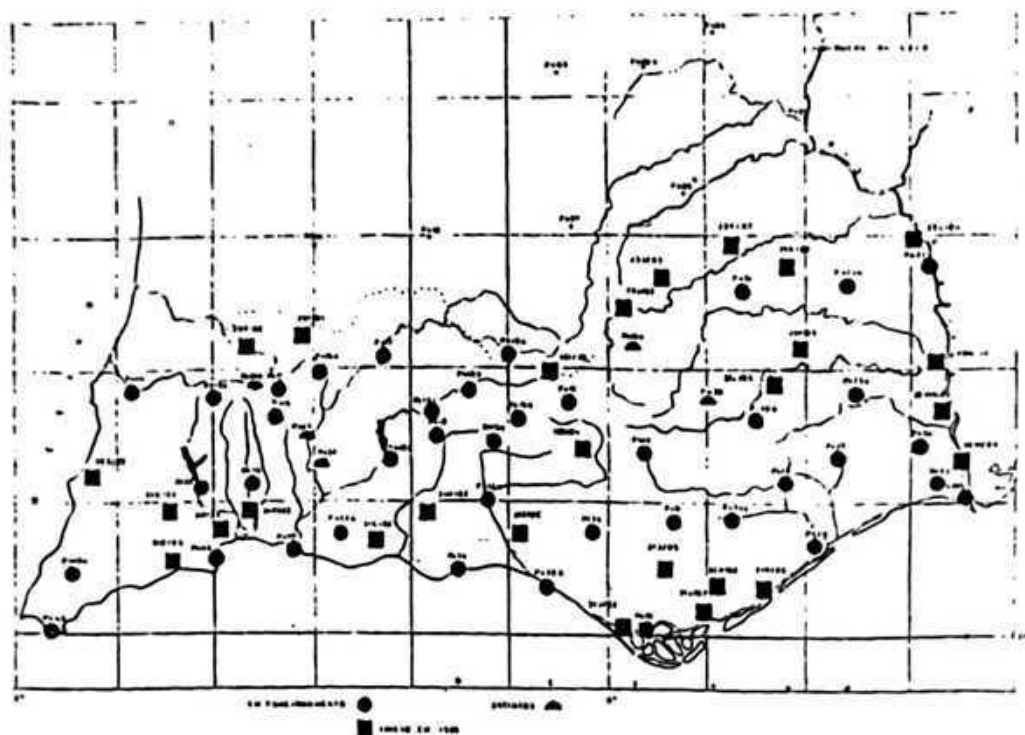


Fig. 3 - Estações Udométricas

A distribuição das estações apresenta-se equilibrada no aspecto da localização geográfica com algumas deficiências no posicionamento altimétrico.

Com uma densidade de 1 estação por 80 Km² apresenta a seguinte densidade em relação à altitude;

ALTITUDE (m)	ÁREA Km ²	ESTAÇÕES UDOMÉTRICAS	DENSIDADE, ESTAÇÃO/Km ²
0- 50	1 181	23	1/51,3
50-100	957	13	1/73,6
100-200	1 246	11	1/113,3
200-400	1 637	17	1/96,3
400-600	345	4	1/86,3
600-800	42	-	-
800-902	3	-	-
TOTAL	5 411	68	1/79,6

sendo a distância média ($\bar{d}$) entre estações de:

$$\bar{d} = \sqrt{\frac{A}{N^{\circ} \text{ Estações}}} = 8,2 \text{ Km}$$

Quanto ao período de funcionamento temos:

Nº DE ANOS DE FUNCIONAMENTO	Nº DE ESTAÇÕES UDOMÉTRICAS	%
Mais de 30	25	36,8
30 a 20	11	16,2
20 a 10	5	7,3
Menos de 5	27	39,7
TOTAL	68	100

3.2. Rede de Observação de Temperatura e Evaporação

A rede de observação da temperatura e da evaporação é composta por 19 estações.

Na sua generalidade estão equipadas com termômetros de máxima e mínima , atmômetros Piche e em 5 das estações com Tinas Evaporimétricas do tipo U.S.W.B - classe A.

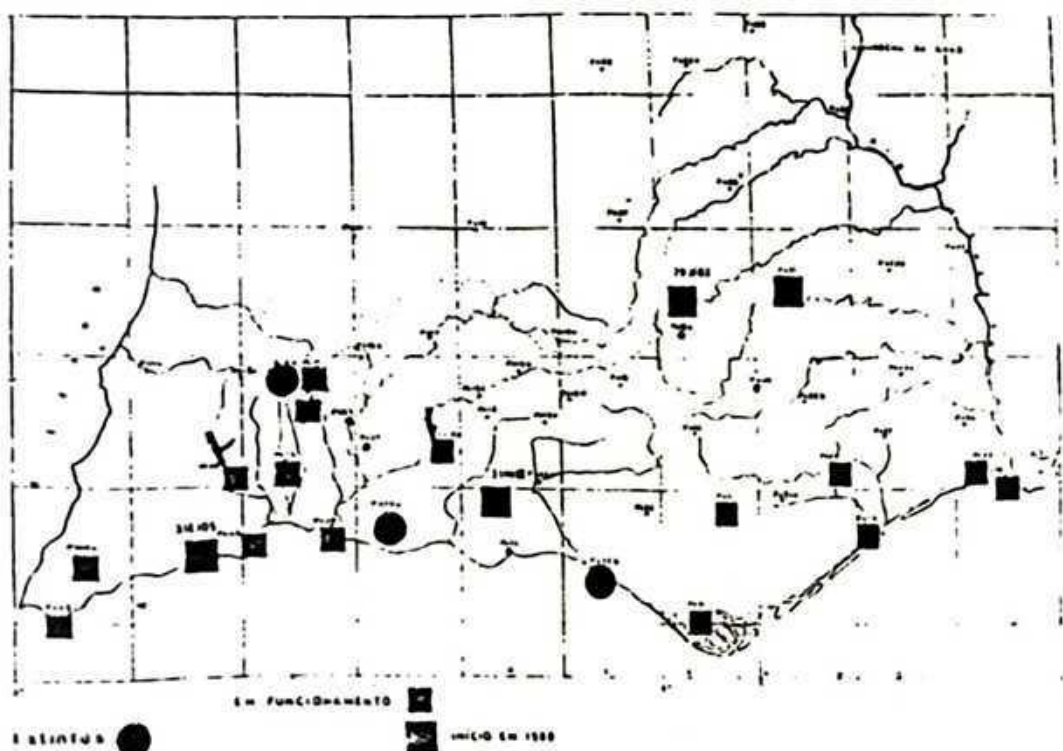


Fig. 4 - Estações Evaporimétricas e Termométricas

Com uma densidade de 1 estação por 285 Km² a rede apresenta em relação à altitude a seguinte distribuição;

ALTITUDE (m)	ÁREA Km ²	ESTAÇÕES TERMOMÉTRICAS E EVAPORIMÉTRICAS	DENSIDADE EST./Km ²
0- 50	1 181	8	1/147,6
50-100	957	4	1/239,3
100-200	1 246	2	1/623,0
200-400	1 637	4	1/409,3
400-600	345	1	1/345,0
600-800	42	-	-
800-900	5	-	-
TOTAL	5 411	19	1/284,8

sendo a distância média ($\bar{d}$) entre estações de:

$$\bar{d} = \frac{A}{\text{Nº de Estações}} = 16,9 \text{ Km}$$

No que se refere ao período de observações temos para a rede evaporimétrica;

Nº DE ANOS DE FUNCIONAMENTO	Nº DE ESTAÇÕES EVAPORIMÉTRICAS	%
Mais de 30	14	73,7
20-10	1	5,3
Menos de 5	4	21,0
TOTAL	19	100

e para a rede termométrica:

Nº DE ANOS DE FUNCIONAMENTO	Nº DE ESTAÇÕES TERMOMÉTRICAS	%
Mais de 30	14	73,7
20-10	1	5,3
Menos de 5	4	21,0
TOTAL	19	100

3.3. Rede Hidrométrica

A rede hidrométrica do Algarve é constituída por 12 estações.

Situadas nas principais bacias hidrográficas dos cursos de água da região a rede hidrométrica tem uma densidade de 1 estação por 451 km^2 e apresenta o seguinte período de registo: (16), (17), (21), (25) e (26).

Nº DE ANOS DE FUNCIONAMENTO	Nº DE ESTAÇÕES HIDROMÉTRICAS	%
Mais de 20	2	16,7
20-10	2	16,7
10-5	7	58,3
Menos de 5	1	8,3
TOTAL	12	100

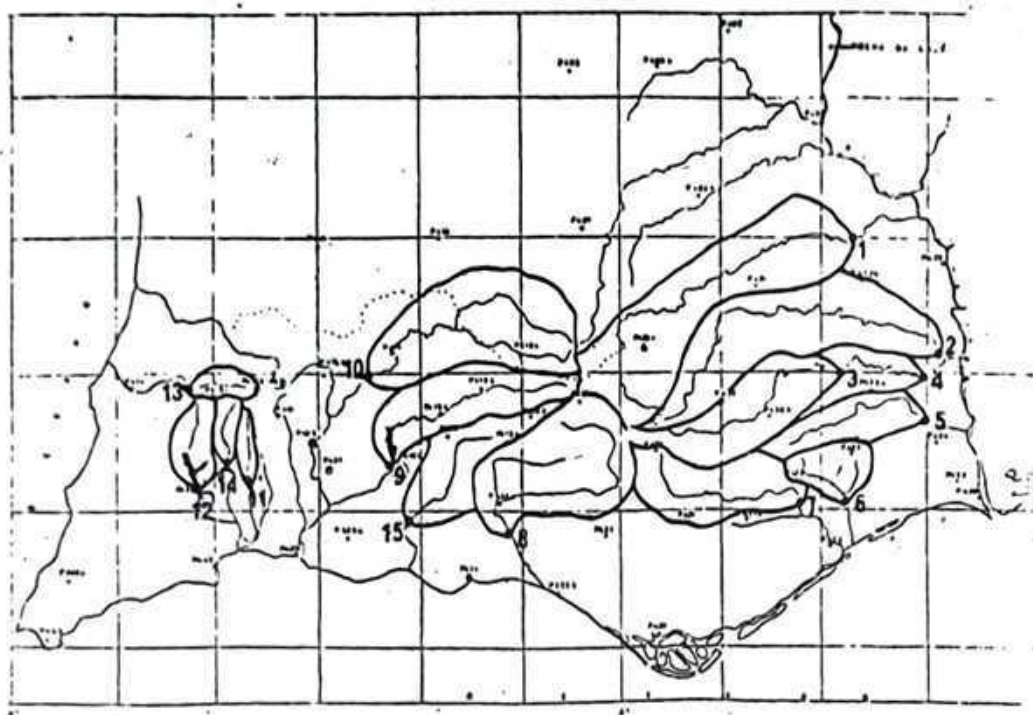


Fig. 5 - Estações Hidrométricas

- | | |
|--|--|
| 1 - Vascão - Rib. ^a do Vascão | 9 - Casa Queimada - Rib. ^a do Arade (Extinta) |
| 2 - Tenência - Rib. ^a de Foupana | 10 - Monte dos Pachecos - Rib. ^a de Odelouca |
| 3 - Monte dos Fortes - Rib. ^a de Odeleite | 11 - Vidigal - Rib. ^a do Farelo |
| 4 - Odeleite/Ponte - Rib. ^a de Odeleite | 12 - Bravura - Rib. ^a de Odeãxere (Extinta) |
| 5 - Beliche - Rib. ^a do Beliche | 13 - Cercas dos Pomares - Rib. ^a de Aljezur |
| 6 - Currais Boieiros - Rib. ^a de Almargem | 14 - Pereira - Rib. ^a de Arão (Extinta) |
| 7 - Bodega - Rib. ^a de Alportel | 15 - Mesquita - Rib. ^a de Alcantarilha |
| 8 - Ponte Rodoviária - Rib. ^a Quarteira | |

4. REGIME PLUVIOMÉTRICO

A análise da carta das isoietas médias anuais bem como dos dados pluviométricos observados em todas as estações no período de 1941-42 a 1973-74 mostra que a precipitação varia com a altitude e com a distância ao mar, sendo condicionada por outros factores fisiográficos locais.

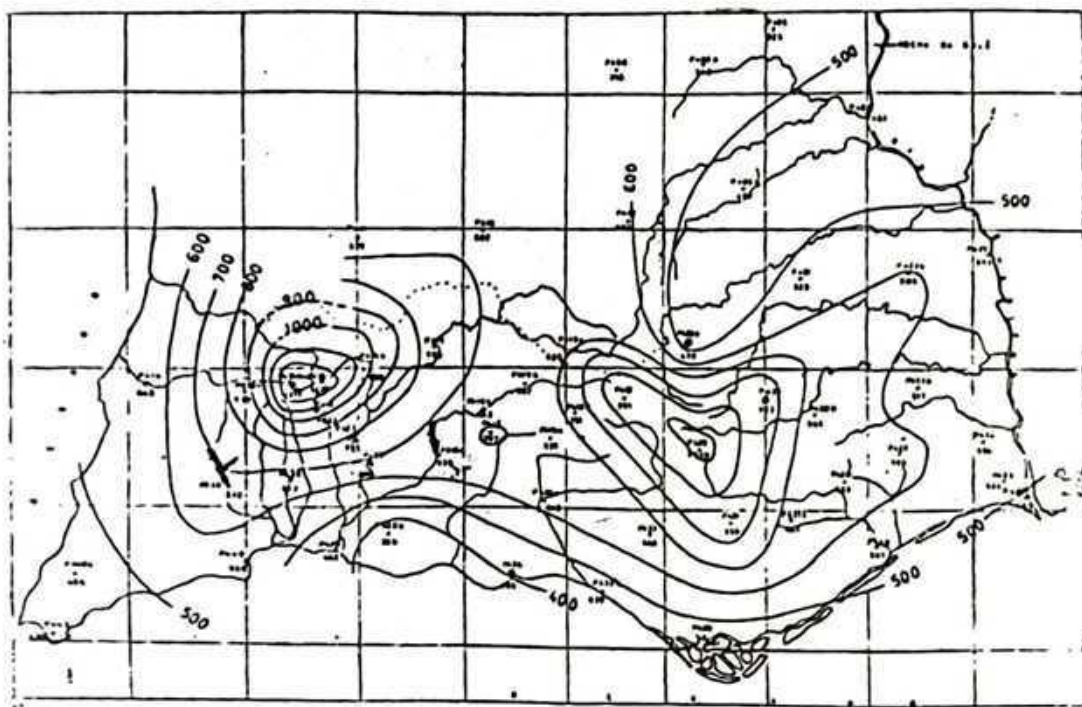


Fig. 6 — Isoietas Médias Anuais
Período - 1941/42 a 1973/74 (33 Anos)

As zonas mais pluviosas localizam-se na Serra de Monchique com o máximo anual de 2 081 mm, na Serra do Caldeirão com o máximo de 1 621 mm e as mais deficientes em precipitação situam-se na orla marítima com os valores mínimos anuais de 23 mm em Vila Real de Santo António e 92 mm em Albufeira.

A distribuição sazonal da precipitação é também muito marcada concentrando-se no semestre húmido (Outubro-Março) cerca de 80% da precipitação total anual, com um máximo de 85% (Paderne) e um mínimo de 77% (Ameixial).

No semestre seco em geral não chove durante quatro meses.

O exame das cartas das isoietas do ano húmido (1968-69), do ano seco (1944-45), do semestre seco e dos quatro meses de menor precipitação (Junho, Julho, Agosto e Setembro) bem como do gráfico da distribuição da precipitação ao longo do ano expressa bem as considerações feitas.

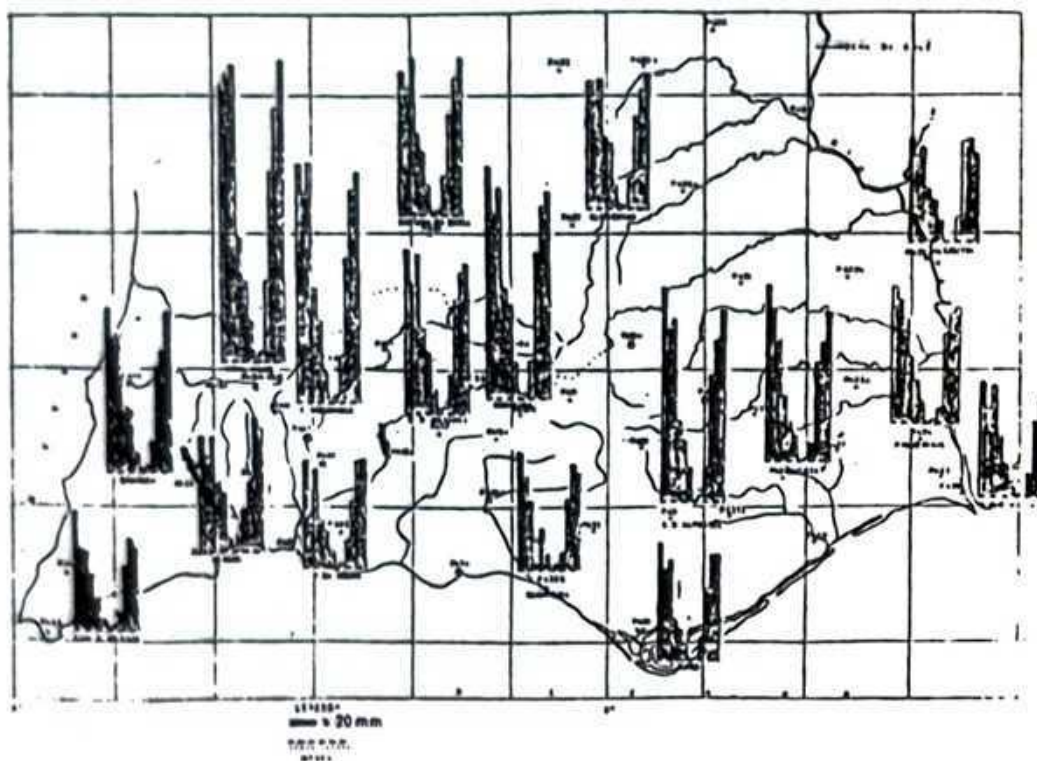


Fig. 7 - Distribuição da Precipitação ao longo do Ano

Valores Médios no Período 1941/42 a 1973/74.

Os coeficientes de flutuação $Q = \frac{M}{m}$ ("M" é a precipitação máxima anual e "m" é a precipitação mínima anual do período) variam entre 3 e 9 na sua generalidade, apresentando a estação de Vila Real de Santo Antônio o valor extraordinário de 42.

O quadro seguinte apresenta os valores, da precipitação anual e respectivos coeficientes de flutuação, da precipitação semestral (expressa em % de anual), da altura pluviométrica dos quatro meses chuvosos (expressa em % da altura anual), para todas as estações udométricas utilizadas neste estudo.

POSTO	PRECIPITAÇÃO MÉDIA (mm) - PERÍODO DE 1941-42 A 1977-78										C/fluência C = $\frac{M}{m}$
	nome	anuál	out-mor	%	abr-jul	%	out-mor	%	jun-set	%	
415	ALFEIX	943	430	79,2	113	20,8	510	93,0	13	6,0	5,1
415	MONCHIQUE	1277	1013	80,9	254	19,1	1209	93,9	72	5,6	5,7
415	ALFERCE	1008	835	82,8	173	17,2	933	92,7	53	5,3	5,0
415	FOIA	1317	1075	91,8	252	18,2	1231	93,5	86	6,5	5,7
415	MARHEITE	858	683	79,8	175	20,2	800	93,2	58	6,8	5,0
416	C. MONCHIQUE	1017	819	82,8	198	17,2	983	93,0	52	5,0	5,2
417	S. M. DA ERRA	750	601	80,3	149	19,7	703	93,0	47	6,0	5,0
418	S. B. HERRIN	707	568	80,3	139	19,7	663	93,8	44	6,2	5,6
418	ARABE	633	526	82,9	107	17,1	596	93,9	37	6,1	5,7
419	SORPEIRA	951	768	80,8	183	29,8	992	95,8	49	5,2	5,4
419	S. BARRABE	686	550	80,2	136	19,8	644	93,8	42	6,2	5,4
419	FOZ DO RIO	637	517	81,2	120	18,8	598	93,8	39	6,2	5,3
419	V. DE BARBOSA	653	533	82,9	120	17,9	594	93,0	39	6,0	5,6
419	M. RUIVO	721	586	81,2	135	18,8	681	94,5	40	5,5	5,3
419	ST. MARCABIDA	637	513	80,9	122	19,1	596	93,6	41	6,4	5,4
420	CATRAIA	833	675	81,0	158	19,0	785	94,2	48	5,8	6,0
420	AMEIRIAL	479	370	77,3	109	22,7	443	92,5	36	7,3	3,9
420	MECADOR	641	517	81,8	104	16,2	607	93,7	34	5,3	7,3
421	M. LONGO	525	417	79,4	108	20,6	492	93,8	33	6,3	7,2
422	ALCOTIM	553	443	80,1	110	19,9	516	93,3	37	6,7	7,2
422	PEREIRO	605	497	82,2	108	17,8	566	93,8	39	6,4	7,4
423	ALCARIA	524	432	82,4	92	17,6	486	92,7	28	5,3	5,7
423	CRUJEIRO	517	432	83,5	85	16,5	493	95,0	24	5,1	5,8
424	FIGUEIRAS	554	451	81,4	103	18,6	525	94,7	29	5,3	5,8
425	V. J. A. ANGELO	582	482	82,9	99	20,0	560	94,5	22	4,6	51,8
427	FAZ. FATO	684	553	81,1	130	18,9	650	93,5	33	5,1	5,7
428	PICOTA	653	538	82,4	115	17,6	617	93,5	36	5,5	6,4
429	JAYIRA	569	475	83,5	94	16,5	537	94,5	32	5,7	5,7
430	FARO	461	389	84,4	72	15,6	438	95,2	23	5,3	7,6
431	S. P. ALPOTEIL	858	706	82,3	152	17,7	813	94,8	45	5,2	5,3
431	S. CATAPINA	641	522	81,4	109	17,0	609	93,0	32	5,0	6,4
432	S. DO VILHO	1018	822	80,7	196	19,3	962	94,5	56	5,5	3,9
433	LOULE	660	545	82,6	115	17,4	626	94,8	34	5,2	5,6
433	PADERNE	613	521	85,0	92	15,0	581	94,8	32	5,2	7,0
434	QUATEIRA	439	370	84,3	69	15,8	414	94,3	25	5,6	8,0
434	ALBUFEIRA	406	320	81,3	76	18,7	393	96,7	15	3,7	8,2
435	ALF. BRO. REBO	523	511	80,3	112	19,7	679	93,5	44	6,1	4,2
436	VI. JUAL	612	501	81,9	111	18,1	577	94,3	35	5,7	4,1
437	PEREIRA	698	564	80,8	134	19,2	667	93,5	31	4,5	5,2
438	BRAYUA	672	562	80,6	110	19,4	633	94,2	39	5,8	5,2
439	P. DA ROSA	463	377	81,5	86	18,5	434	93,8	29	6,2	5,3
439	LACOA	525	474	91,4	51	13,6	509	93,8	16	4,8	5,1
440	LACOA	568	466	82,3	102	17,7	537	94,6	31	5,4	5,9
440	V. DO RIO	556	408	82,4	77	15,6	560	94,5	26	5,3	4,7
442	JACRES	440	363	82,5	63	15,2	510	93,5	20	4,7	4,9

A precipitação média anual ponderada no Algarve situa-se em 653 mm e foi determinada pelo método de Thiessen.

5. ÁGUAS SUPERFICIAIS

5.1. Regime dos Escoamentos

Da variabilidade, sazonal e interanual, das precipitações resulta uma variabilidade do escoamento ainda mais agravada.

A análise dos valores observados em cada bacia hidrográfica e no conjunto das bacias hidrográficas cujos valores médios anuais mais característicos a seguir se resumem;

ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA		CURSO DE ÁGUA	ÁREA A_2 (Km ²)	E (10 ⁶ m ³)	$\frac{E}{h \cdot 1000 \cdot A}$ (mm)	H (mm)	C ($\frac{h}{H}$)	D=H-h (mm)	PERÍODO DE OBSERVAÇÃO
Nº	NOME								
3	Monte dos Fortes	Odeleite	288	120,8	419,5	852,6	0,45	433,1	1961-1973
9	Casa Queimada	Arade	214	49,2	229,7	716,0	0,29	486,2	1933, 1950
10	Monte dos Pachecos	Odelouca	386	116,2	301,0	786,4	0,38	485,4	1962-1973
12	Bravura	Odeãxere	77	16,4	213,7	713,4	0,28	499,7	1938-1955
14	Pereira	Arão	20	4,3	215,9	757,4	0,26	541,5	1938-1953

permite fazer as seguintes apreciações:

- Em cada bacia hidrográfica

O escoamento mensal, tal como a precipitação ponderada mensal, apresenta uma distribuição ao longo do ano que se mantem com as mesmas características de ano para ano: um semestre húmido de Novembro a Abril e um semestre seco de Maio a Outubro, sendo de realçar, no entanto, que estes semestres se encontram deslocados um mês em relação aos correspondentes semestres definidos para a precipitação ponderada.

Em termos de escoamento mensal médio verifica-se que o seu valor é, em geral, superior a 5 mm no semestre húmido e inferior aquele valor no semestre seco. O escoamento acumulado no semestre húmido é, em média sempre superior a 80% do escoamento anual. O mês com maior escoamento em média situa-se entre Janeiro e Março conforme a bacia hidrográfica, com valores entre 12 mm e 78 mm, e o mês com menor escoamento em média situa-se entre Junho e Setembro conforme a bacia hidrográfica, com valores entre 0 mm e 0,5 mm.

Em cada bacia hidrográfica o desvio-padrão do escoamento mensal varia ao longo do ano de forma semelhante à média, embora a relação entre o desvio-padrão e a média (coeficiente de variação) esteja longe de se manter constante ao longo do ano.

Os valores encontrados para o desvio-padrão do escoamento mensal e anual mostram também que o escoamento correspondente a um dado mês e o escoamento anual são susceptíveis de apreciáveis variações de ano para ano.

No que respeita à percentagem do escoamento anual que em cada mês atravessa a secção duma dada bacia hidrográfica, verifica-se que o seu valor varia tam - bém, de forma apreciável de ano para ano (1), (5), (7) e (8).

- No conjunto das bacias hidrográficas

O escoamento em cada mês ou em cada ano varia bastante com a bacia hidrográfica. Em termos médios anuais a bacia hidrográfica com maior escoamento é a bacia do Odeleite no Monte dos Fortes com cerca de 445 mm, e a bacia hidrográfica com menor escoamento é a bacia do Arão em Pereira, com cerca de 37 mm.

O mês com maior escoamento em média, situa-se, como se disse entre Janeiro e Março conforme a bacia hidrográfica, com um máximo da ordem dos 124 mm na bacia do Odeleite no Monte dos Fortes (em Janeiro) e um mínimo da ordem dos 12 mm na bacia do Arão em Pereira (em Janeiro). O mês com menor escoamento em média situa-se, como se disse, de Junho a Setembro conforme a bacia hidrográfica, com um máximo da ordem dos 0,5 mm na bacia do Odeãxere em Bravura (em Setembro) e um mínimo na ordem dos 0 mm nas bacias do Odelouca no Monte dos Pachecos, Arade em Casa Queimada e Arão em Pereira (em Agosto) e na bacia do Odeleite em Monte dos Fortes (em Setembro).

O desvio-padrão do escoamento correspondente a um dado mês ou do escoamento anual também varia bastante com a bacia hidrográfica assim como a relação entre o desvio-padrão e a média (coeficiente de variação) daqueles escoamentos.

Os valores constantes no quadro que se segue salientam a grande irregularidade dos escoamentos anuais, os quais variam de uns anos para outros entre valores muito afastados (1), (4), (5), (7), (8), (9) e (27).

ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA		RIO	ÁREA (Km ²)	ESCOAMENTOS ANUAIS 10 ⁶ m ³		RELAÇÃO (1):(2)	PERÍODO DE OBSERVAÇÃO (ANOS)
Nº	NOME			1 MÁXIMO	2 MÍNIMO		
3	M. dos Fortes	Odeleite	288	243 (1968-69)	15 (1966-67)	16,2	13
9	Casa Queimada	Arade	214	110 (1935-36)	1,1 (1944-45)	100	18
10	M. dos Pachecos	Odelouca	386,0	256 (1968-69)	16 (1966-67)	16,1	12
12	Bravura	Odeãxere	77	32 (1946-47)	0,9 (1944-45)	35,6	18
14	Pereira	Arão	20	12 (1940-41)	0,4 (1944-45)	30,0	16

5.2. Estimativa dos Recursos de Água Superficiais

A estimativa apresentada conduz à avaliação das disponibilidades brutas, teóricas em águas superficiais, pois foi baseada exclusivamente em valores de caudais naturais.

Com base nos valores dos escoamentos registados nas estações assinaladas na figura 5, e pela transformação em valores de escoamento os valores da precipitação determinados para várias secções dos cursos de água através dos modelos de regressão escoamento - precipitação (1) e apoiados pela carta das isoietas médias anuais para o período de 1941-42 a 1973-74 (figura 6), obteve-se a carta das isolinhas do escoamento em ano médio, cujo traçado se apresenta concordante com o elaborado por A. Quintela (13).

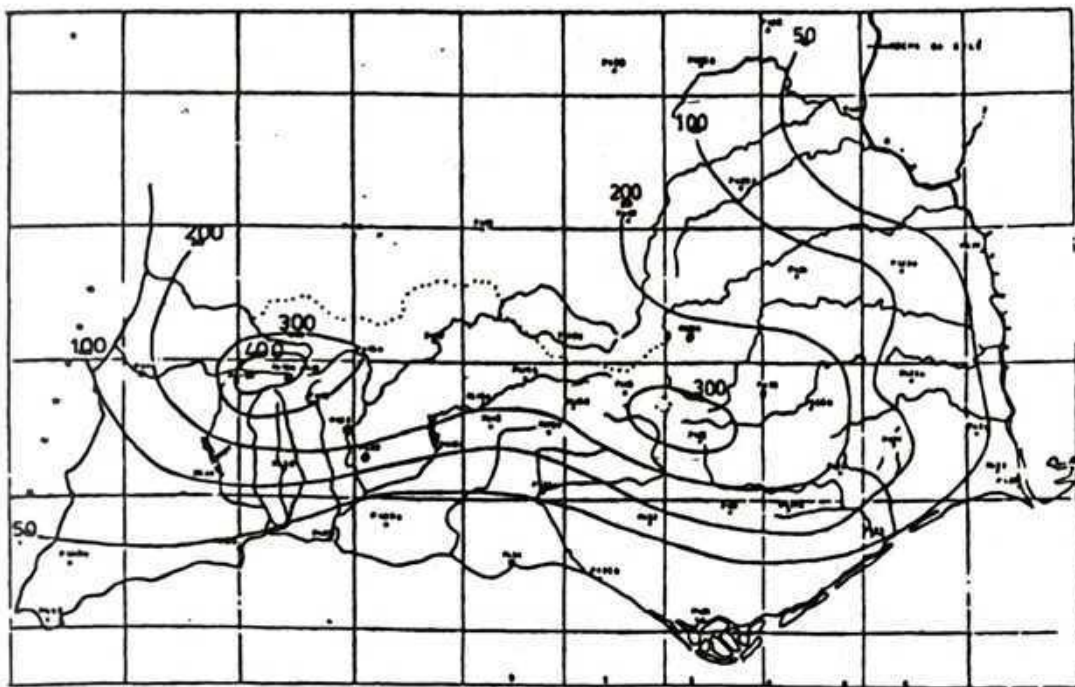


Fig. 8 - Isolinhas do Escoamento Médio Anual (mm)
(1941-42 a 1973-74)

A partir do mapa de isolinhas do escoamento em ano médio estimou-se o escoamento médio anual da região para o período em estudo, bem como o coeficiente de escoamento e o deficit de escoamento,

O quadro seguinte apresenta a estimativa do escoamento que totaliza $802\,480 \times 10^3 \text{ m}^3$ a que corresponde: (10), (13) e (27).

Precipitação	= 653 mm
Precipitação eficaz	= 148 mm
Deficit de escoamento	= 505 mm
Coeficiente de escoamento	= 0,23

ISOLINHAS DO ESCOAMENTO	ISOLINHA MÉDIA DO ESCOAMENTO	ÁREA	ESCOAMENTO
mm	mm	Km ²	10 ³ m ³
450-400	425	38,4	16.320
400-300	350	232,0	81.200
300-200	250	1636,8	409.200
200-100	150	1164,8	174.720
100- 50	75	1251,2	93.840
50- 0	25	1088,0	27.200
TOTAL	-	5411,2	802.480

BIBLIOGRAFIA

- (1) CORREIA, M., LOUREIRO, J. - Estudo da relação entre a precipitação e o escoamento e sua influência na Região do Alentejo e Algarve - L.N.E.C. ; D.G.R.A.H. - Lisboa - 1977.
- (2) COSTA, L., LOUREIRO, J. - Formula simplificada para a avaliação do caudal de máxima cheia nas regiões situadas ao Sul da Bacia do Rio Tejo - D.G.R.A.H. - Lisboa - 1976.
- (3) FARIA, R. e al. - Clima de Portugal - Análise estatística dos valores máximos do ano da quantidade diária de precipitação em Portugal - I.N.M.G. - Lisboa - 1979.
- (4) LOUREIRO, J., Teresa, J. F. - Estimativa dos caudais afluentes ao Rio Guadiana a jusante de Rocha da Galé, provenientes das Ribeiras da Beliche, Odeleite, Foupana, Vascão, Carreiras e Oeiras - D.G.R.A.H. - Lisboa - 1975.
- (5) LOUREIRO, J., Teresa, J. F. - Estudo Hidrológico da Ribeira de Odeleite - D.G.R.A.H. - Lisboa - 1975.
- (6) LOUREIRO, J. - Estudo Hidrológico da Ribeira de Foupanilha - D.G.R.A.H. - Lisboa - 1975.

- (7) LOUREIRO, J., RELVAS, J. - Caracterização Hidrológica das Ribeiras de Almar - gem, Alportel e Quarteira - D.G.R.A.H. - Lisboa - 1976.
- (8) LOUREIRO, J., RELVAS, J. - Caracterização Hidrológica da Ribeira das Cercas - - Aljezur - D.G.R.A.H. - Lisboa - 1976.
- (9) LOUREIRO, J., COSTA, L. - Estudo Hidrológico das Ribeiras do Farelo e da Se - nhora do Verde - D.G.R.A.H. - Lisboa - 1976.
- (10) LOUREIRO, J. - Regime pluviométrico do Algarve, Recursos de Águas Superficiais; Período de estiagem e Secas - D.G.R.A.H. - Lisboa - 1976.
- (11) LOUREIRO, J., MACEDO, M. E. - Correlação entre a evaporação observada em Atmô metros Piche e evaporímetros Tina -A- U.S.W.B. nas bacias hidrográfi - cas dos Rios Sado, Mira, Guadiana e Ribeiras do Algarve - D.G.R.A.H. - - Lisboa - 1977.
- (12) LOUREIRO, J., MACEDO, M. E. - Precipitação máxima em 24 horas nas bacias hi - drográficas dos Rios Sado, Mira, Guadiana e Ribeiras do Algarve - - D.G.R.A.H. - Lisboa - 1977.
- (13) QUINTELA, A. - Recursos de Águas Superficiais em Portugal Continental - Lis - boa - 1967.
- (14) RELVAS, J., LOUREIRO, J. - Índice Hidrográfico e classificação decimal dos cur sos de água do Algarve - D.G.R.A.H. - Faro - 1976.
- (15) RELVAS, J. - Características Físicas das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Algarve - D.G.R.A.H. - Faro - 1977.
- (16) RELVAS, J. e al. - Caudais - Algarve; Ano Hidrológico de 1975-76 - D.G.R.A.H. - Faro - 1976.
- (17) RELVAS, J. e al. - Caudais - Algarve; Ano Hidrológico de 1976-77 - D.G.R.A.H. - Faro - 1977.
- (18) RELVAS, J. e al. - Observações Meteorológicas - Algarve; Ano Hidrológico de 1975-76 - D.G.R.A.H. - Faro - 1976.

- (19) RELVAS, J. e al. - Observações Meteorológicas - Algarve; Ano Hidrológico de 1976-77 - D.G.R.A.H. - Faro - 1977.
- (20) RELVAS, J. e al. - Observações Meteorológicas - Algarve; Ano Hidrológico de 1977-78 - D.G.R.A.H. - Faro - 1978.
- (21) RELVAS, J. e al. - Caudais - Algarve; Ano Hidrológico de 1977-78 - D.G.R.A.H. - Faro - 1978.
- (22) TERESA, J. F. - Índice Hidrográfico e classificação decimal dos cursos de água da Bacia do Guadiana - D.G.R.A.H. - Beja - 1977.
- (23) TERESA, J. F. e al. - Observações Meteorológicas - Guadiana; Ano Hidrológico de 1975-76 - D.G.R.A.H. - Beja - 1976.
- (24) TERESA, J. F. e al. - Observações Meteorológicas - Rio Guadiana - Ano Hidrológico de 1976-77 - D.G.R.A.H. - Beja - 1977.
- (25) TERESA, J. F. e al. - Caudais - Guadiana; Ano Hidrológico de 1975-76 - D.G.R.A.H. - Beja - 1976.
- (26) TERESA, J. F. e al. - Caudais - Guadiana; Ano Hidrológico de 1976-77 - D.G.R.A.H. - Beja - 1977.
- (27) J.E.N. - Necessidades de Água - Estudo E - Comissão de Combustíveis e Centrais Nucleares - Junta de Energia Nuclear - Lisboa - 1972.
- (28) W.M.O. - Hydrologic Networks and Methods; Flood Control Séries Nº 15 - Organização Meteorológica Mundial - Bangkok - 1960.

INVENTARIAÇÃO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ALGARVE

SUB-TEMA III

HIDROGEOLOGIA NO PLANEAMENTO REGIONAL

Carlos Romariz*

Carlos A. Costa Almeida**

Manuel Oliveira da Silva**

RESUMO

- 1) A importância da água no desenvolvimento da humanidade.
A hidrogeologia como expressão científica do estudo dos aquíferos.
Matriz geológica de planeamento e importância da hidrogeologia.
Relação da hidrogeologia com o desenvolvimento regional.
- 2) Aptidão hidrogeológica dos terrenos algarvios.
Breve descrição e caracterização sumária dos diferentes aquíferos algarvios.
- 3) Análise de alguns casos concretos exemplificativos dos métodos usados em estudos hidrogeológicos; incidindo fundamentalmente sobre aspectos geológicos, hidrodinâmicos e hidroquímicos.

* Professor Catedrático do Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências.

** Assistentes do Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências.

ÍNDICE

	Pág.
1. Introdução.....	45
2. Litostratigrafia Regional.....	49
3. Mapa Litostratigráfico do Algarve.....	49
4. Mapa de Aptidão Hidrogeológica.....	53
5. Mapas de Qualidade de Água.....	56
6. Vulnerabilidade à Poluição.....	57

1. INTRODUÇÃO

O homem, se bem que desde sempre tivesse a percepção da importância da água, só de há pouco teve verdadeira consciência do que ela significa como suporte biológico dos seres vivos e elemento do desenvolvimento económico-social.

Não admira pois que antes de a conhecer física, química e tecnologicamente nela tenha encontrado, durante séculos, um símbolo místico e um conteúdo emocional. O primeiro inspirou por exemplo S. Francisco de Assis, na ode à mãe natureza que a ela se referiu. O conteúdo emocional foi exaltado por inúmeros poetas. A um cultor da Terra Algarvia (Guerreiro da França) inspirou ela o soneto, transcrito no Jardim de Alte.

No primeiro decénio de milhar de anos A.C. o homem descobre a cultura agrícola e a criação de animais. Esta possibilidade de conservação, através do uso de reservas energéticas confirma-lhe o instinto gregário e condu-lo à concentração urbana. Pela primeira vez o homem tem necessidade de extrair da Terra mais água do que aquela que superficialmente lhe é oferecida.

Este facto condicionou por milénios a evolução e o crescimento da humanidade. Surgem e desenvolvem-se civilizações à sombra da água, murcham e fenecem culturas pela sua escassez. Conhecem-se canais de irrigação, poços com mais de 50 metros e sondagens em rocha no Egipto de 2 a 3000 anos A.C. Os mongóis apenas deram o golpe de misericórdia nas civilizações mesopotâmicas moribundas por salinização dos solos, consequência de irrigação delirante.

Mas, a "Revolução Industrial" fornecendo à humanidade novas perspectivas energéticas mudou radicalmente o panorama nestes últimos 200 anos (0,02% da história da humanidade). O homem apropriou-se desde então, sem escrúpulos, da natureza e dizendo-se consciente utiliza inconscientemente os bens hídricos ao seu dispor.

A utilização do "concreto" e da energia eléctrica, acentua a utilização da água à distância, correspondendo a verdadeira explosão de consumo hídrico. Pela primeira vez começa a não precisar de esforço para obter água, ela é posta mecanicamente ao seu dispor.

O desenvolvimento económico e populacional não está mais dependente da proximidade de águas superficiais. As concentrações urbanas libertam-se, ou julgam libertar-se, do condicionamento geográfico da água expandindo-se em todas as direcções. Quantas vezes, poucas décadas depois, o feitiço se voltou, contra o aprendiz de feiticeiro.

Esta realidade torna-se evidente na comparação dos consumos actuais de áreas urbanas industrializadas, com áreas rurais de vida primitiva. Nas primeiras o consumo médio, por vida de indivíduo, é de 4,5 a 22,5 milhões de litros de água, podendo atingir os 45 milhões de litros se lhe acrescentarmos as necessidades agrícolas recreativas. Nos ambientes rurais subdesenvolvidos o consumo médio durante a vida do indivíduo é de 225 mil litros atingindo talvez os 450 mil litros se ele tiver contraído alguns hábitos higiénicos.

Como estamos longe dos 2 litros que constituíam as necessidades diárias do homem do paleolítico superior.

O papel da água no desenvolvimento rural é bem evidente no barrocal algarvio que parece ter encontrado a sua vocação com o uso da água. A zona do Barrocal - Foral próximo de S. Bartolomeu é exemplo frizante.

A necessidade premente da cada vez mais quantidades de água abriu campo à expansão da actividade dos mágicos, feiticeiros, em plena idade de ouro, a partir da idade média. Só mais tarde a pesquisa de água se torna uma ciência.

A designação de HIDROGEOLOGIA só surge em 1802, proposta pelo naturalista LAMARK, aliás com sentido sedimentológico e adquire o sentido do estudo da água subterrânea, com LUCAS, em 1879. A própria lei de DARCY, a primeira quantificação hidrogeológica, tem pouco mais de um século (1856). Se bem que os primeiros trabalhos científicos de hidrogeologia aplicada tenham sido realizados,

também no século XIX quando o geólogo WILLIAM SMITH (1827) estudou o abastecimento de água à cidade inglesa SCARBOROUGH, por longas décadas a pesquisa de água continuou apanágio dos vedores.

A transição do artesanato para a tecnologia, bem como a da magia para a ciência, processou-se lentamente ao longo do século XIX e de forma mais acelerada nos nossos tempos. Mas, do mesmo modo que o curandeiro e o bruxo ombreiam, ainda, com os últimos avanços da ciência médica, também o vedor é correntemente consultado na pesquisa hidrogeológica e adquire, por vezes, foros de reconhecimento profissional, quando consultado por serviços públicos.

Pela mesma razão que em muitas áreas, particularmente nas rurais, era até há pouco mais fácil recorrer ao curandeiro, também o mágico é, aparentemente, mais acessível ao proprietário necessitado de água, tanto mais que a hidrogeologia investiga em escala regional. Que entidades oficiais responsáveis, encabeçadas por técnicos universitários, o façam, no último quartel do século XX, é muito mais estranho.

Se bem que vestindo a roupagem do nosso tempo os artesãos da água seguem o mesmo processo da época medieval ou leves variantes e os seus gabados êxitos resultam: de em certas formações as águas subterrâneas serem mais comuns do que parece, quando se necessitam quantidades restritas; da prática de repetição que por vezes adquiriram; e de se empolarem os sucessos esquecendo as falhas ou procurando para elas desculpas.

É indubitável a existência actual de elevadas tecnologia na pesquisa e captação de águas e a sua não utilização constitui desperdício económico.

Mas estas são despesas fixas realizadas de uma vez. Poder-se-iam dar exemplos de centenas de casos em que a potência da bomba de extracção é inadequada às características dos aquíferos, a revestimentos com drenos de tipo e posição inadequados, o que corresponde a prejuízos a longo prazo.

Não! A Hidrogeologia é uma realidade, capítulo bem individualizado da Geologia, e a não aplicação dos conhecimentos científicos é, sempre, anti-económica.

No entanto, no último século os processos da ciência das águas foram estonteantes, quer no domínio das águas superficiais quer no das subterrâneas.

Os inúmeros problemas consequentes da prospecção e exploração das águas subterrâneas, na realidade, não são empíricos. A Hidrogeologia constitui

hoje uma ciência bem definida, com leis, com metodologia, com bases teóricas, e com afinidades a outros capítulos da Geologia.

Esta ciência ensina-se em diversas universidades de diversos países, com programas mais ou menos desenvolvidos. A Faculdade de Ciências de Lisboa sente-se feliz por ter conseguido definir um certo número de disciplinas que suportam ensino já evoluído da hidrogeologia. Estão neste caso as disciplinas de Prospeção Geológica, de Hidrogeologia Geral, Hidrogeologia Complementare Estágio Hidrogeológico, entre outras.

Está, também, em estudo um primeiro curso de pós-graduação em Geologia Económica e Aplicada que incluirá forte componente hidrogeológica.

Concomitantemente seguindo o exemplo de muitas escolas estrangeiras, realiza o Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa, em especial no Algarve, trabalhos de Hidrogeologia e capítulos afins, entre os quais 4 teses de doutoramento.

....

As águas subterrâneas são armazenadas na terra e logo condicionadas pelas propriedades inerentes às rochas (à textura de que depende a porosidade e permeabilidade; a evolução da textura - diagénese; as estruturas implicando o armazenamento e a mobilidade, etc.).

É sabido que, no que respeita a águas subterrâneas, há que distinguir entre haver água, que quantidade de água, em que quantidade se pode extrair sem comprometer as reservas, que reservas há e de que qualidade é a água.

De facto é do conhecimento geral que nem todas as águas são iguais e que algumas vezes existe água mas de qualidade pouco adequada a usos urbanos, designadamente a alimentação ou mesmo agrícolas e industriais. A composição pode reflectir a proximidade do mar ou a circulação subterrânea.

Se a prospecção do petróleo é, de há muito, um capítulo da geologia percebe-se pouco a relutância em considerar, como tal, as águas subterrâneas, cujo mecanismo é idêntico.

É evidente que se conseguem finalizar alguns problemas sem conhecimentos geológicos mas gostaria bem que fosse possível contabilizar os custos imediatos e a longo prazo. As surpresas para muitos seriam incomensuráveis, pa-

ra aqueles que acreditam na ciência, seria a confirmação de uma certeza.

Considere-se a pesquisa de águas e destaquem-se os pormenores geológicos mais directamente relacionados com a existência de águas subterrâneas.

Esta depende da existência de água superficial, da sua infiltração e armazenamento, factos condicionados por diversos factores. Salientam-se alguns que em relação ao Algarve foram objecto de estudo do Centro de Geologia com o patrocínio do I.N.I.C. e da Secretaria de Estado do Ambiente através do grupo de trabalho para o Ordenamento biofísico do Algarve.

O primeiro condicionamento é o tipo de rochas que existem em superfície e na subsuperfície e de como se acomodam geometricamente as massas rochosas umas em relação às outras.

Ou seja:

2. LITOSTRATIGRAFIA REGIONAL

Dela depende, em grande parte, a escorrência-infiltração das águas superficiais, a distribuição da porosidade e da permeabilidade, a presença de impermeáveis definindo reservatórios, a migração-deslocação na subsuperfície e outros factos básicos.

3. MAPA LITOSTRATIGRÁFICO DO ALGARVE

Na região algarvia existem os seguintes complexos litológicos:

- Complexo de xistos e grauvaques (idade carbónica) - ocupa a zona norte da província a "Serra Algarvia" desde o Atlântico ao Guadiana, representando a terminação meridional do Maciço Hespérico.

Litologicamente a região é dominada pela presença de xistos e grauvaques em séries alternantes rítmicas (fácies flysch) podendo conter localmente, conglomerados quartzíticos e mesmo calcários. Estes terrenos formam por vezes dobras muito apertadas e mesmo deitadas, onde são frequentes cavalgamentos e carreamentos. No conjunto constituem uma estrutura imbricada, assimilável a monoclinal com vergência para SW.

A paisagem é monótona e uniforme, interrompida por alguns acidentes

estruturais o "graben" de Aljezur-Alfambra e a depressão de S. Marcos da Serra. O maciço eruptivo de Monchique essencialmente constituído por sienitos nefelínicos constitui o relevo mais vigoroso que se destaca na vasta superfície sul-alentejana.

- Complexo detrítico mesozóico (Triásico) - os terrenos deste complexo que assentam em discordância e por falha sobre o complexo carbónico, ocupam faixa estreita duma extremidade à outra da província Algarvia. Constituem depósitos mais antigos da bacia meridional portuguesa. Morfologicamente corresponde-lhe conjunto de depressões que fazem a transição da "serra algarvia" para o "barrocal".

O complexo inclui: a) série detrítica constituída por conglomerados arenitos e siltitos que têm em comum o cimento ferruginoso que lhe confere cor vermelha intensa e característica; b) série argilo-margosa, onde se incluem argilitos, arenitos finos, margas e no topo da série, bancadas de calcários folhetados, e bancadas dolomíticas. A série termina por argilas e margas que em muitos locais contêm evaporitos.

Com as séries triásicas estão relacionadas rochas vulcânicas, quer em extensas e espessas bancadas de basaltos, quer em séries vulcano-sedimentares, incluindo chaminés vulcânicas e vulcano-clastitos associados.

- Complexos carbonatados mesozóicos (idade jurássica) - inclui termos de natureza carbonatada que ocupam grande extensão em todo o Algarve constituindo o "barrocal". Podem considerar-se várias séries litológicas.

a) Série dolomítica inferior - inclui os dolomias e calcários dolomíticos de idade liássica que se sobrepõem em continuidade de sedimentação à série argilo-margosa triásica. Tem o seu maior desenvolvimento no Algarve central onde a espessura é de algumas centenas de metros.

b) Série calcarenítica - incluindo calcários oolíticos, calcários compactos, calcários com módulos de sílex. Tem representação significativa no Algarve ocidental enquanto no Algarve central e oriental, afloram apenas no anticlinal do Guilhim e a NW de Tavira (Malhão).

Estes calcários estão geralmente, bastante carsificados neles se desenvolvendo campos de lapiás, algares e grutas bem como outras formas características da morfologia cársica.

- c) Série margosa - compreendendo margas, argilitos e calcários margosos atribuídos ao Calloviano, bem como os calcários margosos e margas do Oxfordiano (calcários hidráulicos de P. CHOFFAT), morfológicamente condicionaram relevos suaves de cabeços com vertentes arredondadas, correspondendo geralmente ao núcleo de estruturas anticlinais.
- d) Série conglomerática calcária - corresponde ao Malm inferior e é representada por conglomerado calcário de elementos poligénicos e cimento carbonatado. Tem espessura variável.
- e) Série de calcaritos e dolomitos superiores - estas rochas têm espessura considerável e grande extensão englobando tipos litológicos diversificados pertencentes ao Malm superior. Compreendem: calcários de polipeiros e outras formas silíceas, calcários com nódulos de sílex e dolomias cristalinas. Morfológicamente, as rochas desta série são caracterizadas pela intensa carsificação, (Cerro da Cabeça, Goldra, Peral, etc.).
- f) Série de calcaritos margosos - são incluídos nesta série calcários margosos com intercalações margosas em bancadas muito espessas, calcários margosos castanhos, beijos ou cinzentos, por vezes bioclásticos ou detríticos, do topo do Malm, que com distribuição bastante irregular na bacia algarvia.

Morfológicamente, tem comportamento muito semelhante ao da série margosa inferior.

- Complexo detrítico carbonatado (Cretácico) - os terrenos incluídos neste complexo têm representação relativamente modesta no Algarve. Podem considerar-se duas séries litológicas:

- a) Série detrítica - constituída por conglomerados, arenitos geralmente de cor vermelha, argilas e margas que estão representadas particularmente no Algarve ocidental e central (Porto de Mós, Lagoa, Porches, S. João da Venda). As argilas desta série são utilizadas em cerâmica (Porches, Almancil).
- b) Série carbonatada - agrupa margas, calcários margosos e calcários compactos. Em alguns locais, a série termina por dolomias sacaróides e calcários cristalinos com Rudistas (NW de Olhão).

- Complexo litológico (Miocénico) - os terrenos deste complexo estão largamente representados em toda a zona litoral, existindo ainda alguns afloramentos afastados do litoral (Mem Moniz, Aljezur). Estes terrenos correspondem à quase totalidade do domínio morfológico designado por "Beira - Mar". Salientam-se:

- a) Série carbonatada - formada por calcários margosos, calcários detríticos, por vezes lumachêlicos, particularmente importantes entre a Ponta da Pieda de (Lagos) e Olhos de Água (Albufeira).

Do ponto de vista morfológico nela se desenvolvem importante carso de grande beleza de formas, constituindo grande parte da arriba litoral.

- b) Série detrítica - particularmente desenvolvida no sotavento algarvio é constituída por arenitos finos, siltitos, argilitos e arenitos calcários. Pode atingir quase a centena de metros de espessura como sucede na zona de Altura-Cacela.

- Complexo arenítico vermelho (Plio-Quaternário) - incluídos todos os terrenos de natureza arenítica e argilosa pós-miocénicos que constituem a cobertura. Destacam-se:

- a) Séries areníticas vermelhas formadas essencialmente por arenitos argilosos avermelhados, por vezes feldspáticos com intercalações de areão ou mesmo seixo, contendo matriz arenítica e cimento argiloso rico de óxidos de ferro. Localmente desenvolvem-se níveis quase exclusivamente argilíticos que podem ter espessura de alguns metros. Estes depósitos encontram-se a altitudes variáveis.

- b) Séries detríticas brancas são constituídas por depósitos psâmíticos, em geral não consolidados. Atendendo à sua génese e dimensão dos detritos consideraram-se as seguintes divisões:

1- Seixos, areão e areias bem rolados, com espessura reduzida, correspondem a antigas praias e estão em relação com níveis de aplanção situados às altitudes clássicas são notáveis pela calibragem, rolamento e esfericidade perfeitas.

2- Areias de calibre médio e fino muito bem roladas e calibradas, que formam acumulações eólicas. Correspondem, por exemplo às dunas de Monte Gordo e

das ilhas - de - barreira como Tavira, Armona, etc.

3- Séries lodosas de composição argilo-siltítica não consolidadas; têm origem fluvial e marinha e encontram-se na dependência da foz dos rios (Guadiana, Arade, etc) e/ou são provenientes de acumulação relacionada com movimentos marinhos (depósitos lagunares das estruturas de "barreira").

4- Séries aluvionares - correspondem a depósitos aluvionares de constituição essencialmente detrítica e nalguns casos lodosa. Os detrititos incluem e elementos de calibre muito variáveis.

- Complexo litológico ígneo - Os principais afloramentos a considerar são:

- A serra de Monchique, constituída fundamentalmente por sienitos nefelínicos, brechas eruptivas um diversificado cortejo filoncano que corta o maciço granular e as rochas carbônicas encaixantes.

- Filões, essencialmente de natureza basáltica, particularmente representados no Algarve ocidental. Apenas adquirem expressão nos basaltos que acompanham o Hetangiano de forma quase contínua duma extremidade à outra do Algarve.

- Estruturas vulcânicas, incluindo chaminés por vezes com vulcano clástitos as sociados, marcando especial referência a chaminé vulcânica da extremidade leste da Praia da Luz.

Da conjugação dos factores litológicos e morfológicos apontados e de outros, por exemplo expressos nos Mapas de Densidade de Drenagem e no Mapa Carsológico, resulta a definição de zonas com maior ou menor aptidão hidrogeológica.

A expressão final desta análise traduz-se em termos gráficos pelo Mapa de Aptidão Hidrogeológica.

4 - MAPA DE APTIDÃO HIDROGEOLÓGICA

Este mapa constitui um documento importante no ordenamento e planeamento regionais, visto que exprime a distribuição das zonas potencialmente consideradas como aquíferos, bem como o tipo de aquíferos e comportamento dos mesmos.

Na elaboração do Mapa de Aptidão Hidrogeológica atribuiu-se primordial importância às características litológicas e morfológicas. Tendo em conta o potencial comportamento hidrogeológico das unidades litostratigráficas consideradas anteriormente, estas foram agrupadas em dois conjuntos.

- ROCHAS PERMEÁVEIS

- ROCHAS POUCO PERMEÁVEIS OU IMPERMEÁVEIS

Na primeira incluem-se os aquíferos porosos e os aquíferos cárlicos. Os aquíferos porosos correspondem às séries litológicas detríticas, com permeabilidade média a elevada (dunas de Monte Gordo) e às séries detríticas com permeabilidade média a baixa que engloba várias séries detríticas (aluviões da Campina de Faro-Olhão, Areias de Sesmarias e da Praia da Falésia, etc.).

Os aquíferos cárlicos associam-se às séries carbonatadas que incluem as dolomias e calcários dolomíticos do Liássico e do Malm, aos calcários compactos e calcários detríticos do Dogger, do Cretácico e do Miocénico.

Cada unidade litostratigráfica suporta, geralmente, diversas unidades hidrogeológicas. De facto os condicionamentos estruturais e a ocorrência de formações impermeáveis intercaladas favorecem o aparecimento de unidades hidrogeológicas independentes, por vezes de extensão reduzida. Cada uma destas unidades deverá ser caracterizada em pormenor.

Essa caracterização inclui aspectos relativos à organização do meio, à hidrodinâmica e à hidroquímica.

O primeiro aspecto é particularmente importante dado que se trata na maioria dos casos de aquíferos fissurados. Sempre que possível procedeu-se ao reconhecimento da distribuição dos diferentes sistemas de fracturas recorrendo a métodos estatísticos, tentando, simultaneamente, diferenciar os referidos sistemas relativamente ao seu papel na circulação. Isto é feito a partir da reconstituição do campo de tensões com base em estudos de microtectónica.

A caracterização hidrodinâmica dos aquíferos é feita com base na piezometria que permite reconhecer áreas de recarga, direcções de fluxo e relações entre unidades diferentes, e em processos experimentais que visam quantificar os parâmetros hidráulicos do aquífero. Para atingir este último objectivo usaram-se ensaios de bombagem e estudos das flutuações induzidas pelas marés oceânicas. Qualquer um destes métodos revelou que os referidos parâmetros variam muito de local para local, isto é, os aquíferos são, em geral, muito heterogéneos.

Nalguns casos os aquíferos revelaram um comportamento típico dos meios fissurados (dupla porosidade), pelo que os ensaios tiveram que ser interpretados por métodos especiais, mas em muitos outros casos o comportamento assemelha-se ao dos aquíferos porosos o que pode ser explicado pela densidade elevada de descontinuidades que afectam as rochas.

Os valores de transmissividade obtidos para os aquíferos cársicos são geralmente superiores a $1000\text{m}^2 \cdot \text{dia}^{-1}$ ultrapassando num local os $5000\text{m}^2 \cdot \text{dia}^{-1}$. Os coeficientes de armazenamento são, geralmente baixos. Os valores da transmissividade do aquífero da duna de Vila Real de Stº António, variam entre 300 e $500\text{m}^2 \cdot \text{dia}^{-1}$.

Nas rochas impermeáveis distinguiram-se as diferentes litologias, visto algumas (Arenitos de Silves, margas e calcários margosos do Caloviano e arenitos, margas e calcários do Cretácico) constituírem, localmente, aquíferos, ou funcionarem como aquitardos, caso das séries detríticas do Miocénico e do Plio-quadernário.

Nas séries litológicas ígneas individualizou-se o Maciço de Monchique, que se comporta como impermeável. As ocorrências de águas subterrâneas relacionam-se com a fracturação do maciço como é o caso das águas termais de Monchique.

Os caudais, as quantidades de água extraível, não são os únicos elementos importantes da existência de água. O terceiro aspecto importante é o da qualidade de água. Essa entende-se no sentido mais lato, isto é, reflecte não só relações CONSUMO-SAÚDE HUMANA, mas ainda as condições agrícolas, pecuárias e industriais.

A qualidade relaciona-se primordialmente, com a composição litológica. Simplesmente, a própria distribuição das rochas do substrato acarreta, por vezes, concentrações inusitadas de certos componentes químicos. O mais comum é o cloreto de sódio, proveniente de sal-gema em profundidade.

O subsolo algarvio é rico de massas importantes de salgema e não é raro o aparecimento de águas salgadas. A própria toponímia fala, frequentemente, de fontes salgadas.

Algumas dessas massas foram objecto de prospecção geofísica e geológica recente, por grupo científico da Faculdade de Ciências.

Outras concentrações anómalas, em relação à média, podem observar-se e algumas prejudiciais à saúde quando ultrapassam certos valores. Estão neste caso o Cr, Fe, F, Cu, Ag, etc..

Estes factos, apenas apontados, exprimem-se graficamente em Mapas de Qualidade de Água.

5 - MAPAS DE QUALIDADE DE ÁGUA

Para elaboração destes mapas fizeram-se colheitas de amostras de água em todos os aquíferos, de que se determinaram os parâmetros físico-químicos principais.

Do tratamento dos dados daí resultantes elaboraram-se mapas que mostram a distribuição dos diferentes tipos de água para uso agrícola.

Verifica-se que as águas do Algarve são, em geral, muito mineralizadas. As dos aquíferos liássicos geralmente apresentam teores baixos em sulfato, cloreto e nitrato e elevados em bicarbonato de cálcio. São águas geralmente bastante duras.

As águas dos aquíferos do Jurássico Superior são bastante semelhantes às anteriormente referidas.

As dos aquíferos miocénicos geralmente são muito mais mineralizadas. Assim, apresentam muitas vezes, valores elevados em cloreto e sódio, e, embora menos frequentemente, em sulfato e nitrato. As elevadas concentrações destes dois aniões devem-se quase sempre às actividades agrícolas.

Quanto ao cloreto e ao sódio têm diversas origens. Muitas vezes o seu aumento resulta da concentração nos solos em consequência da irrigação frequente, e posterior arrastamento durante a infiltração. Pode resultar igualmente da lavagem de terrenos de origem marinha, como parece ser o caso da região entre Ferragudo e Alcantarilha ou da lixiviação de massas de salgema, como já se referiu.

Finalmente há que citar o aumento daqueles iões como resultado da mistura com água do mar. Esta contaminação pode ser devida ao avanço da interface água doce - água salgada ou a deformações locais da mesma (digitações e empolamentos).

Os empolamentos ("upconing") formam-se sob as captações sujeitas a grandes rebaixamentos e a extracções prolongadas e são de difícil recuperação.

A composição das águas subterrâneas pode ser modificada por outros factores que não os naturais.

Já citámos os casos de aumento de sulfato e nitrato por actividades agrícolas e o aumento de cloreto e sódio devido a contaminação marinha como resultado de extracções excessivas.

Muitos outros tipos de substâncias podem ser introduzidos em zonas de porosidade elevada e de níveis freáticos próximos da superfície, como são os aquíferos fluviais, ou em aquíferos cárnicos através de sumidouros e outros locais de comunicação com o interior, particularmente abundante nas regiões cárnicas.

A poluição humana que pode atingir os aquíferos, traduz-se por substâncias variadas provenientes da agricultura (adubos, fertilizantes, pesticidas herbicidas) da indústria (uma infinidade de produtos e elementos) das zonas urbanas (detritos animais e humanos, desperdícios e lixos), das zonas rurais (idem e animais mortos nos sumidouros). Estes factos podem incluir-se sob a designação geral de vulnerabilidade à poluição.

6 - VULNERABILIDADE À POLUIÇÃO

A vulnerabilidade à poluição dos diferentes aquíferos pode ser expressa em Mapas de Vulnerabilidade à Poluição.

A elaboração destes mapas baseia-se em vários critérios que traduzem de forma qualitativa a referida vulnerabilidade.

A facilidade de propagação foi considerada como critério essencial, enquanto que os pontos naturais de vulnerabilidade, a profundidade dos níveis de água e a localização das captações para abastecimento público foram considerados critérios secundários.

A propagação da poluição - critério essencial - permite distinguir quatro classes que correspondem a maior ou menor permeabilidade do meio geológico: propagação muito rápida; propagação rápida; propagação lenta e propagação nula.

A propagação muito rápida engloba todas as séries detríticas de média a alta permeabilidade e o domínio cársico. A propagação rápida corresponde a alguns tipos de calcários e outras rochas estratificadas e/ou diaclasadas como é o caso das rochas ígneas especialmente as do Maciço de Monchique.

A propagação lenta corresponde às séries detríticas porosas miocénicas e plio-quadernárias bem como as séries detríticas triásicas e séries conglomeráticas jurássicas.

Como zonas de propagação nula ou quase nula, consideraram-se as séries com características de permeabilidade muito reduzida em que praticamente não há propagação. Aqui se incluem séries margosas e argilosas do Triásico, do Jurássico Médio e superior e as séries argilosas do Cretácico. Pertence, ainda, a esta classe o complexo litológico carbônico.

Os pontos naturais de vulnerabilidade - algares, sumidouros, grutas que interceptam a circulação - e as zonas de salgados foram assinalados no Mapa de Vulnerabilidade à Poluição. Nele se indicam também as captações mais importantes destinadas a abastecimento público.

INVENTARIAÇÃO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ALGARVE

SUB-TEMA V

RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS DO ALGARVE

Joaquim Laginha Serafim*

Luís Barros da Cunha*

RESUMO

Nos últimos anos, tem vindo a agravar-se no Algarve o problema do abastecimento de água. De facto, principalmente na época estival, as grandes carências e os cortes já crónicos no abastecimento põem uma acuidade extrema na resolução do problema.

As captações subterrâneas têm-se mostrado insuficientes para o resolver. Apesar dos estudos em curso, no sentido de uma melhor e mais ampla utilização desta fonte, crê-se que estas disponibilidades não alterem em termos significativos as perspectivas das necessidades globais futuras.

O levantamento actual de terras com boa aptidão ao regadio é de cerca de 50 000 ha, podendo este quantitativo ser aumentado de modo significativo logo que as disponibilidades hídricas assim o permitam.

Impõem-se, por isso, o recurso a águas superficiais mediante obras de captação, armazenamento e regularização. É principalmente neste âmbito que se apresenta este trabalho, procurando-se analisar os aproveitamentos realizados e projectados e, ainda, delinear outras obras hidráulicas que permitam um melhor aproveitamento integrado das disponibilidades hídricas superficiais algarvias, sem excluir o Guadiana.

* Técnicos Superiores da COBA-Consultores para Obras, Barragens e Planeamento, SARL

ÍNDICE

	Pág.
1. Introdução	61
2. Necessidades de água	62
3. Disponibilidades hídricas subterrâneas	63
4. Disponibilidades hídricas superficiais	64
5. Aproveitamentos hidráulicos	65
6. Conclusões	69
Bibliografia	70
Anexos	71

1. INTRODUÇÃO

A questão do abastecimento de água ao Algarve não é de agora. Desde há muitos anos que se fazem sentir grandes carências neste domínio, mas, nos últimos anos, este problema tem vindo a agravar-se de uma maneira muito particular.

Actualmente é deficientíssimo o abastecimento de água às populações e às indústrias, com graves reflexos no saneamento básico e no desenvolvimento industrial e do turismo. A par da escassez da quantidade de água, têm-se verificado a degradação da qualidade da mesma, em virtude de uma exploração desregrada das captações subterrâneas, que tem sido a principal fonte de abastecimento.

No Algarve existem muito bons solos com aptidões para regadio e excepcionais condições agroclimáticas, o que a par de uma boa tradição de exploração fazem com que as obras de hidráulica agrícola tenham ali um elevado índice de utilização e rendimento. Daí o interesse de pôr à disposição da agricultura os volumes de água caídos no Algarve e da conjugação dos grandes sistemas de abastecimento de água com os das obras de hidráulica agrícola. Compete ainda acautelar o recurso às águas do rio Guadiana, já que no futuro poderá vir a tornar-se uma fonte vital.

2. NECESSIDADES DE ÁGUA

Prevê-se que as populações e a indústria em todo o Algarve venham a consumir, no ano 2 000, um total de $70 \times 10^6 \text{ m}^3$ anuais, dos quais, de uma maneira aproximada, $30 \times 10^6 \text{ m}^3$ na região do Barlavento e $40 \times 10^6 \text{ m}^3$ na região do Sotavento. Do quantitativo total prevê-se que só os abastecimentos de água às populações venham a consumir cerca de $20 \times 10^6 \text{ m}^3$ no mesmo ano.

Estes valores estão bastante para além daqueles que, à primeira vista, apontariam as estimativas sugeridas pelos consumos actuais; acontece que estes mesmos consumos não correspondem às necessidades reais, mas antes à pouca capacidade do sistema de abastecimento, como já foi realçado.

No Algarve existem muito bons solos com aptidão para regadio e excepcionais condições agronómicas e de clima, o que a par de uma boa tradição de exploração fazem com que as obras de hidráulica agrícola tenham ali um elevado índice de utilização e rendimento.

O levantamento de terras irrigáveis no Algarve indica, como número público, cerca de 44 000 ha de solos com boa aptidão ao regadio, cujas necessidades de água se cifram na ordem dos $330 \times 10^6 \text{ m}^3$ em ano médio. Na região do Sotavento algarvio foram reconhecidos cerca de 22 400 ha de terras para regadio que implicarão um consumo de $325,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ de água em ano seco.

Este reconhecimento de solos irrigáveis não inclui todas as explorações agrícolas existentes passíveis de beneficiação, as terras de maior altimetria, tais como elevações e cabeços dispersos nas zonas de rega levantadas, e ainda a serra algarvia. A beneficiação desta área permitirá aumentar significativamente a área actualmente prevista, representando na totalidade uma riqueza agrícola de peso considerável no conjunto do país.

Estimativas mais recentes devidamente apoiadas em trabalhos idóneos avançam já para 73 000 ha como a área de terras a regar em toda a província.

O aproveitamento desta riqueza agrícola, com rentabilidade dentro dos padrões das agriculturas mais desenvolvidas, exige condições de garantia e facilidade de abastecimento de água como elemento vital do desenvolvimento agrícola, condições estas que não existem na situação presente, com exclusão das áreas já regadas de Silves e Lagoa.

3. DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS

Até à presente data têm sido as inúmeras captações subterrâneas espalhadas por toda a província, de iniciativa municipal ou de carácter privado e restrito, a base do sistema de abastecimento de água. Este sistema têm-se mostrado, contudo, insuficiente face ao desenvolvimento urbano que se tem vindo a verificar nesta região nos últimos anos, devido essencialmente à expansão da indústria turística.

As grandes carências de abastecimento de água têm provocado uma intensa e desregrada exploração dos aquíferos que, sem resolver o problema de maneira satisfatória e muito menos definitiva, tem tido repercussões graves na qualidade de água e tem vindo a pôr em risco essa mesma fonte de água potável. São conhecidas zonas no Algarve onde são abandonados furos de captação porque a água deles extraída passa a ser salobra, após alguns anos de utilização. A tradição em Quarteira, por exemplo, já há mais de 50 anos era essa.

O avanço da interface e a exploração de água em camadas geológicas inadequadas são efeitos dessa intensa e descontrolada exploração, cujas consequências graves se fazem já sentir.

Está em desenvolvimento no Algarve um plano de estudos respeitantes à hidrogeologia, tendo em vista não só a definição das bacias hidrogeológicas e mais potencialidades hídricas subterrâneas e termais, mas, também, avaliar o seu possível grau de resposta às necessidades de água em paralelo com as disponibilidades de águas superficiais. Este trabalho é orientado pela Direcção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos com a colaboração da Direcção Geral do Saneamento Básico, Centro de Geologia das Universidades de Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Instituto de Meteorologia e Geofísica e Serviços Geológicos de Portugal.

Muito embora se saiba que a contribuição das reservas hídricas subterrâneas possa ter um alto interesse, muito significativo para a resolução de problemas pontuais de saneamento básico, não se crê que, em termos globais, altere as perspectivas da necessidade dum aproveitamento optimizado dos recursos de águas superficiais algarvias e mesmo do Guadiana, como impõem as previsões futuras de consumo de água. É necessário ter em conta que o subsolo é um reservatório de água, maior ou menor, e que se se lhe retira água, ou a repomos ou provocamos o desequilíbrio hidráulico subterrâneo. É certo que no caso dos aquíferos algarvios eles parecem corresponder, nas zonas do Secundário e do Quaternário, a enormes depósitos que permanentemente escoam, mas isto não significa que os aquíferos dei-

xem de ser unidades gestoras.

Como nota informativa apresenta-se uma carta da produtividade dos recursos aquíferos subterrâneos, extraída de um trabalho da Comissão Nacional do Ambiente, editado à escala 1/1000000.

4. DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUPERFICIAIS

Como foi já salientado, a capacidade do sistema actual de abastecimento de água ao Algarve, baseado no recurso a águas subterrâneas, não tem nem poderia responder às necessidades crescentes, criando situações especialmente gravosas nos períodos de Verão em que a procura aumenta e as disponibilidades hídricas se reduzem.

O sistema de abastecimento tem, por isso, que ser substancialmente reforçado, com vista a não só suprir as carências actuais como, também, a responder às necessidades futuras previstas de acordo com a evolução das populações, o desejado desenvolvimento industrial e o interesse económico em expandir significativamente o regadio nesta região.

Para que seja dada resposta, de uma forma global e permanente, a estes problemas, é imperioso recorrer a águas de origem superficial mediante obras hidráulicas de captação, armazenamento e regularização de caudais.

Sendo as bacias hidrográficas a unidade fundamental na gestão dos recursos hídricos, considera-se o Algarve dividido em duas áreas distintas; a das bacias hidrográficas das ribeiras que drenam directamente para o mar e a da bacia do rio Guadiana. A totalidade da área assim definida ascende a cerca de $5\,400\text{ Km}^2$, dos quais cerca de $1\,300\text{ Km}^2$ são relativos aos afluentes do Guadiana e os $4\,100\text{ Km}^2$ restantes às ribeiras do oceano algarvio.

Observando um mapa de isoietas referente ao ano médio, constatamos que existem dois polos preferenciais de precipitação: a serra de Monchique e a serra do Caldeirão com valores que ultrapassam 1200 mm e 1000 mm anuais, respectivamente. As isoietas mantêm-se, a partir daí, sensivelmente paralelas à costa algarvia, decrescendo para valores inferiores a 400 mm anuais. Embora estes quantitativos tenham já uma certa importância, principalmente os referentes à zona da serra, salienta-se a acentuada irregularidade no regime anual de chuvas.

Consonante com este mapa, apresenta-se o das isolinhas de escoamento anual médio. Aqui, as isolinhas apresentam o mesmo andamento geral que as isoietas, com máximos superiores a 400 mm na serra de Monchique e 300 mm na serra do Caldeirão,

descendo a valores da ordem dos 25 mm no ano, junto à costa algarvia. Deve referir-se, também, que cerca de 90% do total anual concentra-se em média no semestre húmido de Outubro a Março. O coeficiente de variação do escoamento anual passa de valores de cerca de 0,60, nas zonas de escoamento mais elevado, para valores de cerca de 1,00 nas zonas costeiras.

Para toda a região do Algarve, aponta-se o valor de cerca de 150 mm para o escoamento anual médio, o que corresponde a um volume total de cerca de $810 \times 10^6 \text{ m}^3$ que as linhas de água drenam para o mar e para o rio Guadiana. Não é viável, contudo, o aproveitamento integral destes recursos hídricos nem mesmo uma fracção importante, quer devido ao facto da existência de muitas bacias hidrográficas de reduzida dimensão, quer devido à sua irregular distribuição tanto dentro do ano como de ano para ano.

Sob o ponto de vista geológico e morfológico, pode-se considerar o Algarve dividido em duas faixas: a faixa norte, na serra algarvia, constituída por terrenos de xistos e grauvaques do Carbónico, topograficamente muito acidentado, com linhas de água bem marcadas e vales encaixados; e a faixa costeira com formações calcárias (em geral karsticas), areno-argilosas, terraços e aluviões recentes, com extensas superfícies aplanadas e de enchimento.

Dum modo geral e de acordo com o que anteriormente se referiu, verifica-se que os locais adequados para reservatórios naturais se situam na faixa norte, zona da serra algarvia, enquanto que é a sul na zona de terrenos sedimentares, que se encontram as áreas mais favoráveis à rega quanto à qualidade dos solos e à presente ocupação humana. Em consequência, os sistemas de aproveitamento das águas superficiais requerem, na ligação às áreas de consumo, aduções hidráulicas cujo custo representa uma parcela muito importante do investimento global.

Pode concluir-se, assim, que a um elevado índice de utilização dos recursos hídricos superficiais do Algarve estarão necessariamente associadas grandes e onerosas obras hidráulicas de captação, interligação, regularização e distribuição.

5. APROVEITAMENTOS HIDRÁULICOS

Estão já em exploração na região do Barlavento algarvio os aproveitamentos de Odeãxere e de Arade nas ribeiras do mesmo nome. O primeiro, com uma capacidade de armazenamento de cerca de $35 \times 10^6 \text{ m}^3$ de água, alimenta o perímetro de rega de Odeãxere com cerca de 1 800 ha e o segundo com uma albufeira com o volume

de $28,4 \times 10^6 \text{ m}^3$ beneficia as zonas baixas de Silves e Lagos, numa área que sendo inicialmente de cerca de 1 900 ha passou, actualmente, a ser acrescida de 20%, aproximadamente.

Em fase final de projecto encontra-se já o sistema Odelouca-Funcho, constituído, essencialmente, pelas barragens de Odelouca e Funcho, por um túnel de interligação entre as duas albufeiras e pela adução Funcho-Benaciate, que a partir da albufeira do Funcho alimenta um reservatório de extremidade em Benaciate.

A barragem de Odelouca localizar-se-á na ribeira do mesmo nome com o NPA à cota (102,00) e um volume de armazenamento de $235 \times 10^6 \text{ m}^3$. Dominará uma bacia hidrográfica de 445 Km^2 , com um escoamento anual médio de $135 \times 10^6 \text{ m}^3$.

A barragem do Funcho, localizada na ribeira de Arade logo a montante do golfo da barragem de Arade, domina uma bacia hidrográfica com cerca de 200 Km^2 . Tem o NPA à cota (96,00) e uma capacidade útil de $43 \times 10^6 \text{ m}^3$, sendo calculado em $46,0 \times 10^6 \text{ m}^3$ o escoamento afluente anual médio.

Estes dois aproveitamentos visam não só o abastecimento de água a várias povoações dos concelhos de Portimão e Lagos com importantes núcleos urbanos e empreendimentos turísticos, como também satisfazer as necessidades de rega de áreas situadas nos campos de S. Bartolomeu de Messines, Benaciate, Algoz, Paderne e Silves.

Prevê-se, então, que o sistema Odelouca-Funcho conjugado na sua gestão com o aproveitamento da barragem de Arade possa garantir, em 100% dos anos, o abastecimento de água a cerca de 400 000 habitantes (previstos para 1990), entre residentes e turistas, e a rega de 14 750 ha, em 80% dos anos, num total de cerca de $135 \times 10^6 \text{ m}^3$ anuais.

No plano geral do aproveitamento hidráulico das disponibilidades hídricas superficiais do Algarve prevê-se a criação, na zona do Sotavento algarvio, das albufeiras de Odeleite e Beliche, nas ribeiras do mesmo nome, integradas no sistema de aproveitamento hidráulico do Baixo Guadiana.

A barragem de Odeleite ficará implantada próximo da povoação do mesmo nome, com o NPA cerca da cota (52,00) e com um volume útil de cerca de $108 \times 10^6 \text{ m}^3$. Integrada na adução de Odeleite será a albufeira de Beliche com o NPA à cota (48,00) e $33 \times 10^6 \text{ m}^3$ de volume útil. O conjunto Odeleite-Beliche permite o fornecimento com garantia a um nível de 80% de cerca de $120 \times 10^6 \text{ m}^3$ em ano médio.

Este sistema de Odeleite-Beliche constituirá em 1.ª fase a base do abastecimento de água aos concelhos do Sotavento do Algarve e de regadio de cerca de 6 000 ha aos concelhos de Vila Real de Stº António e Faro, que constituem parte

dum total estimado em cerca de 23 700 ha a beneficiar naquela região. Para isso e prevendo o reforço ao sistema das albufeiras Arade-Funcho-Odelouca, a partir das águas do Guadiana; da albufeira de Beliche partirá um canal condutor que se desenvolverá no sentido Leste-Oeste, captará no percurso as afluições de algumas linhas de água e ligará aquele sistema a este outro.

Para além dos grandes e médios aproveitamentos hidráulicos integrados no esquema hidráulico interligado do Algarve, estão também em estudo vários outros aproveitamentos hidráulicos, essencialmente com fins agrícolas: aproveitamento hidroagrícola de Aljezur para beneficiação de cerca de 500 ha nas várzeas da Ribeira de Cercas a partir dos caudais provenientes da albufeira de Santa Clara, no rio Mira, ou, em alternativa, a partir de uma albufeira a criar na ribeira de Cercas; aproveitamento hidroagrícola da Senhora do Verde que regará cerca de 500 ha nas várzeas da Senhora do Verde, Farelo e Reguengo, utilizando os recursos da ribeira do Arão, regularizados em albufeira a criar em Vales; e ainda muitos outros pequenos aproveitamentos locais na serra algarvia.

Devido aos condicionalismos geológicos muito particulares da ribeira de Algibre, a jusante de Querença, não se crê viável o reforço de água ao sistema de aproveitamentos Odelouca-Funcho, a partir desta linha de água.

Uma hipótese muito mais viável e interessante é a construção de uma barragem na ribeira dos Coruchos, sub-afluente da ribeira de Algibre, em terrenos muito mais propícios. Atendendo ao escasso escoamento da sua linha de água, este reservatório seria alimentado por um sistema de albufeiras, interligadas por túneis, a criar nos troços superiores das ribeiras de Vascão, Foupana, Leitejo e Odeleite.

Na ribeira do Vascão, cerca da cota (200,00), localizar-se-ia uma barragem com cerca de 60 m de altura, que dominaria uma bacia hidrográfica de 197 km^2 , aproximadamente. A precipitação e o escoamento anuais médios são de cerca de 650 mm e 200 mm, respectivamente, dando um volume afluente de $39,4 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Na ribeira da Foupana situar-se-ia outra barragem à cota (200,00), aproximadamente, com uma altura de cerca de 60 m. A área de bacia hidrográfica, para esta secção, é de cerca de 128 km^2 , tem uma precipitação de 650 mm e um escoamento anual médio de 200 mm, o que em termos de volume significa $25,6 \times 10^6 \text{ m}^3$ anuais.

Na ribeira de Leitejo construir-se-ia uma outra barragem sensivelmente à cota (230,00) e com uma altura de cerca de 30 m. Para esta secção, a precipitação e o escoamento anuais médios são de 700 mm e 250 mm, respectivamente, com um volume anual afluente de $4,0 \times 10^6 \text{ m}^3$, para uma área de bacia de cerca de 16 km^2 .

Para a ribeira de Odeleite, no seu troço de montante, são previstas duas

barragens. A de montante estaria à cota (215,00), teria uma bacia hidrográfica de cerca de 58 km^2 e uma altura de 45 m. A de jusante implantar-se-ia cerca da cota (170,00), dominaria uma bacia própria de 59 km^2 e teria uma altura de cerca de 40 m. A precipitação e o escoamento anuais médios são de 820 mm e 300 mm, respectivamente, o que representa volumes da ordem dos $17,4 \times 10^6 \text{ m}^3$ e $17,7 \times 10^6 \text{ m}^3$ para a de montante e de jusante, respectivamente.

Na extremidade deste sistema e como centro distribuidor, localiza-se a barragem na ribeira dos Coruchos, sensivelmente à cota (210,00) e com uma altura de cerca de 50 m.

A interligação de todo este sistema de aproveitamentos seria feita à custa de túneis de comprimentos variáveis: entre o Vascão e a Foupana teria cerca de 4,3 km, estaria à cota (240,00); entre a Foupana e a albufeira do Leitejo andaria pela cota (240,00) e teria um comprimento de cerca de 7,6 km; à mesma cota estaria a interligação entre a albufeira da ribeira de Leitejo e a albufeira de montante de Odeleite, mas aqui com um comprimento de cerca de 4,0 km; a interligação entre as duas albufeiras do Odeleite seria reversível, podendo-se bombear para a de montante ou turbinar para a de jusante; finalmente, um túnel à cota (240,00) e com cerca de 12,4 km transportaria a água para a albufeira da ribeira dos Coruchos.

Todo este sistema aproveita as águas superficiais das cabeceiras das ribeiras que drenam a região algarvia da serra de Monchique e transporta-as para um ponto chave de distribuição - no centro do Algarve e a uma cota muito favorável. O volume anual médio afluente às diversas albufeiras é da ordem dos $104 \times 10^6 \text{ m}^3$ e o volume total de armazenamento das mesmas cerca de $350 \times 10^6 \text{ m}^3$, pelo que se estima em cerca de $80 \times 10^6 \text{ m}^3$ o volume anual garantido.

Se é verdade que parte deste volume é conseguido à custa de uma diminuição dos volumes garantidos previstos para o sistema Odeleite-Beliche, é também facto que são colocados a cotas muito mais favoráveis, podendo o volume agora disponível do conjunto dessas duas albufeiras servir para regularizar e armazenar os caudais necessários a bombear da grande fonte hídrica que é o rio Guadiana, que se tornará, mais cedo ou mais tarde, indispensável ao abastecimento do Algarve.

Outra zona a ter em consideração sob o ponto de vista do aproveitamento das águas superficiais, por ser um polo de precipitação e escoamentos importantes no contexto da região algarvia, é a serra do Monchique. Aqui, as águas superficiais podem ser conduzidas para a albufeira de Odeãxere.

Neste esquema de aproveitamentos, foram previstas cinco pequenas barragens, uma por cada linha de água, para as cinco ribeiras que drenam a vertente sul da serra de Monchique: ribeiras de Boina e seu afluente, Alvor, Farello e Arão. Um

túnel com cerca de 13 km interligará as barragens e conduzirá a água, à cota (90,00), até à ribeira de Odeóxere.

Para a área da bacia hidrográfica dominada por estas barragens, cerca de 64 km^2 , verifica-se uma precipitação anual média de 850 mm, com um escoamento de 300 mm e um volume total de $19,2 \times 10^6 \text{ m}^3$. Uma ligeira estimativa indica cerca de $13 \times 10^6 \text{ m}^3$ como valor provável para o volume anual garantido.

6. CONCLUSÕES

Como ficou referido, as previsões futuras das necessidades de água para o abastecimento às populações e indústria apontam para um volume anual da ordem dos $70 \times 10^6 \text{ m}^3$ a consumir no ano 2 000.

Referiu-se também que estimativas muito recentes elevam já para 73 000 o número de hectares a regar em todo o Algarve, ultrapassando em muito os 44 000 ha já há muito reconhecidos. Daí ser razoável apontar como número limite cerca de 100 000 ha que um dia poderão vir a ser beneficiados pela rega. Baseados em estudos já realizados para o Algarve sobre dotações de rega, poderemos afirmar que o volume de água necessário para a rega será, então, superior a $750 \times 10^6 \text{ m}^3$ anuais.

O escoamento anual médio em todas as linhas de água é da ordem dos $810 \times 10^6 \text{ m}^3$, como já ficou expresso, e que não será possível o aproveitamento de uma fracção importante destes recursos pelos condicionalismos apontados. Daí concluir-se a necessidade do aproveitamento das águas do rio Guadiana para complementar o abastecimento de água ao Algarve.

Ressalta, então, a necessidade de um aproveitamento optimizado de todas as potencialidades hídricas do Algarve. No tocante às disponibilidades hídricas superficiais, não poderemos esquecer que os bons locais de barragens são recursos muito importantes. De facto, atendendo ao regime da precipitação na região, são necessárias albufeiras de boa capacidade a fim de armazenarem e regularizarem os caudais naturais. Por outro lado, o apreciável volume de água que no futuro terá de ser utilizado a partir do rio Guadiana irá implicar a necessidade de bons reservatórios naturais, só possíveis na região serrana do Algarve, bem como de um completo sistema de aduções e interligações que permitam uma criteriosa exploração e uma eficaz rede de distribuição.

O sistema apresentado para as cabeceiras da serra do Caldeirão integra-se perfeitamente nesta óptica do problema, já que englobará duas albufeiras de

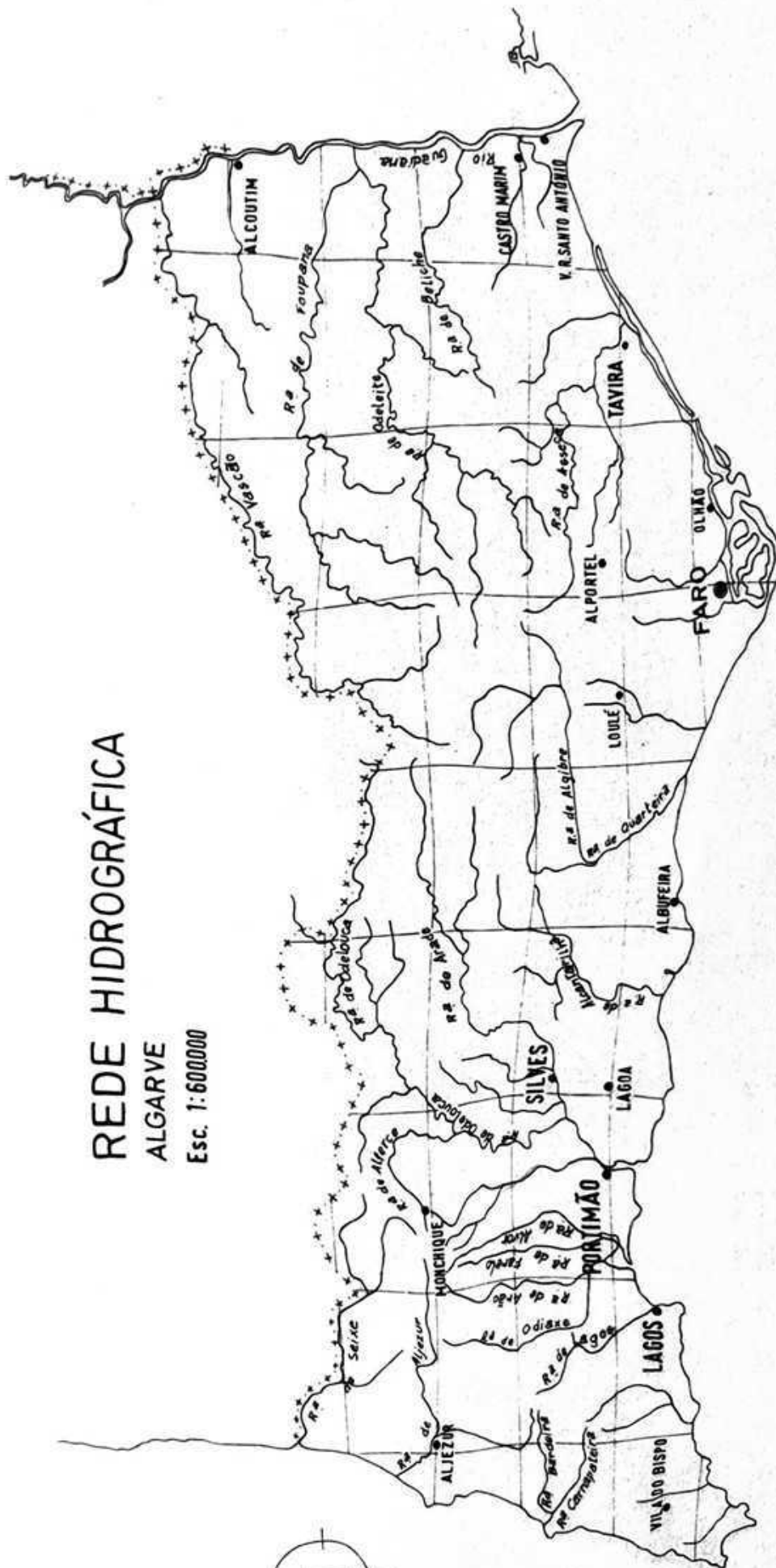
capacidade apreciável - Vascão e Foupana, que no conjunto armazenarão mais de $300 \times 10^6 \text{ m}^3$ - e permitirá a colocação da água regularizada num ponto chave do Algarve. Aproveita, assim, de maneira eficaz a água da serra algarvia e poderá servir, num futuro não muito distante, para regularizar e conduzir a bom local a água do rio Guadiana.

BIBLIOGRAFIA

D.G.R.A.H. - Esquema de aproveitamentos hidráulicos do Algarve.

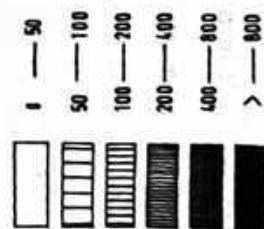
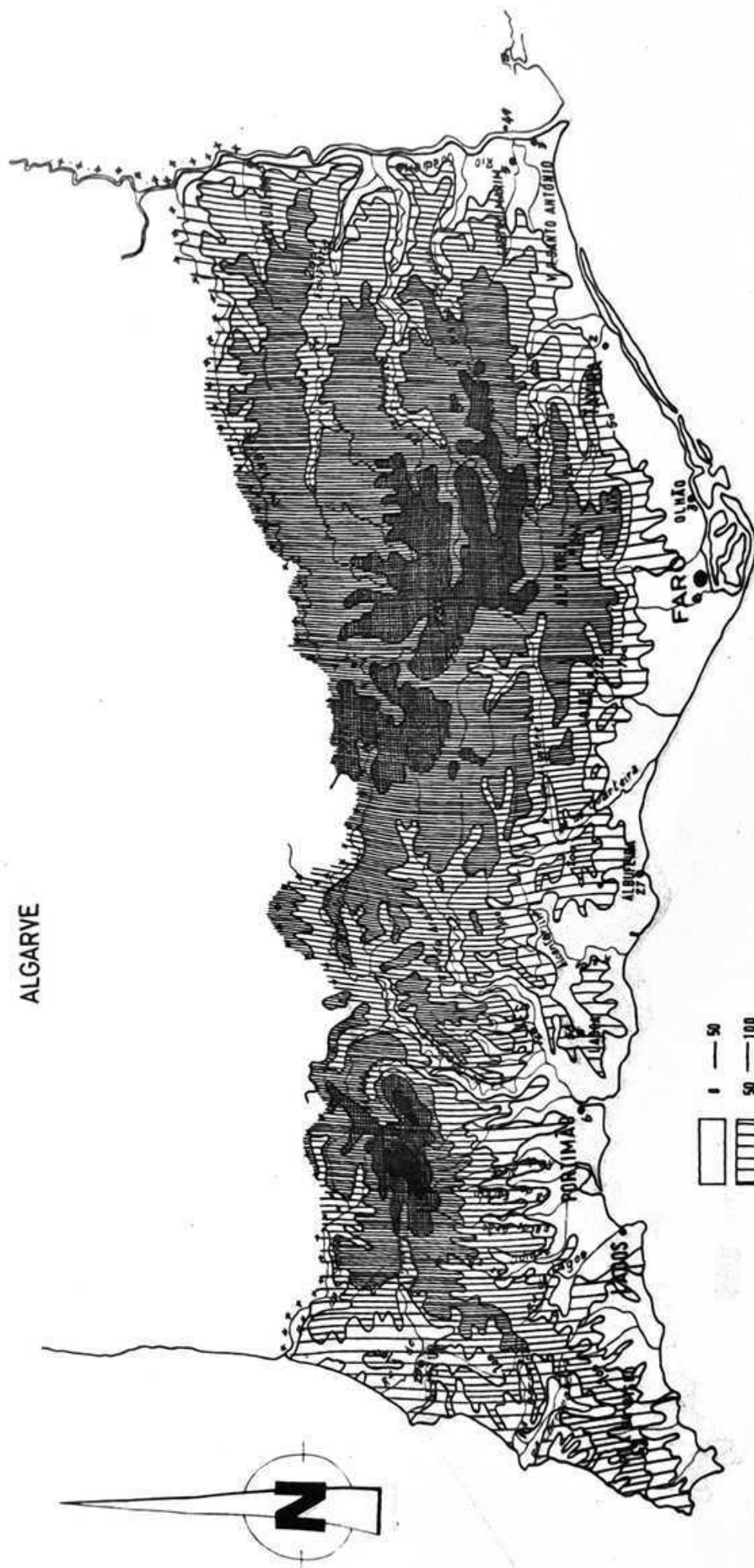
ANEXOS

Esc. 1:600,000



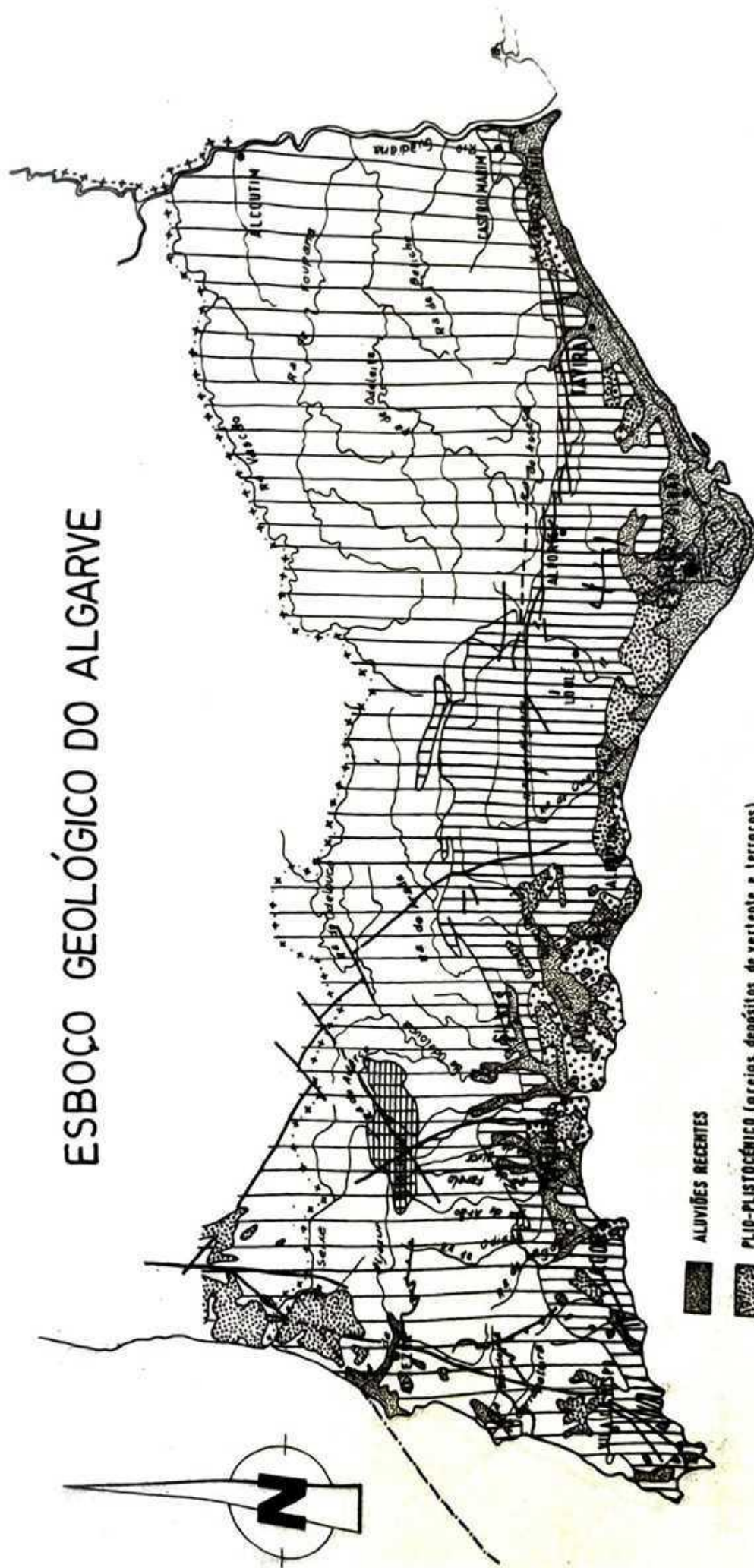
CARTA HIPSOMÉTRICA

ALGARVE



ESC. 1:600 000

ESBOÇO GEOLÓGICO DO ALGARVE



ALUVIÕES RECENTES

PLIO-PLISTOCÉNICO (areias, depósitos de vertente e terracos)

MIOCÉNICO (formações calcárias e areno argilosas)

TRIÁSSICO, JURÁSSICO, CRETÁCICO (formações calcárias, margosas, argilosas e gresosas)

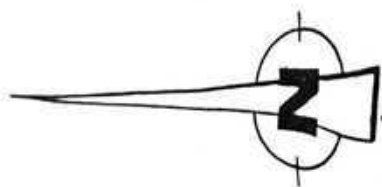
CARBÓNICO (xistos e grauvaques)

FORMAÇÕES ERUPTIVAS (sienitos nefelínicos)

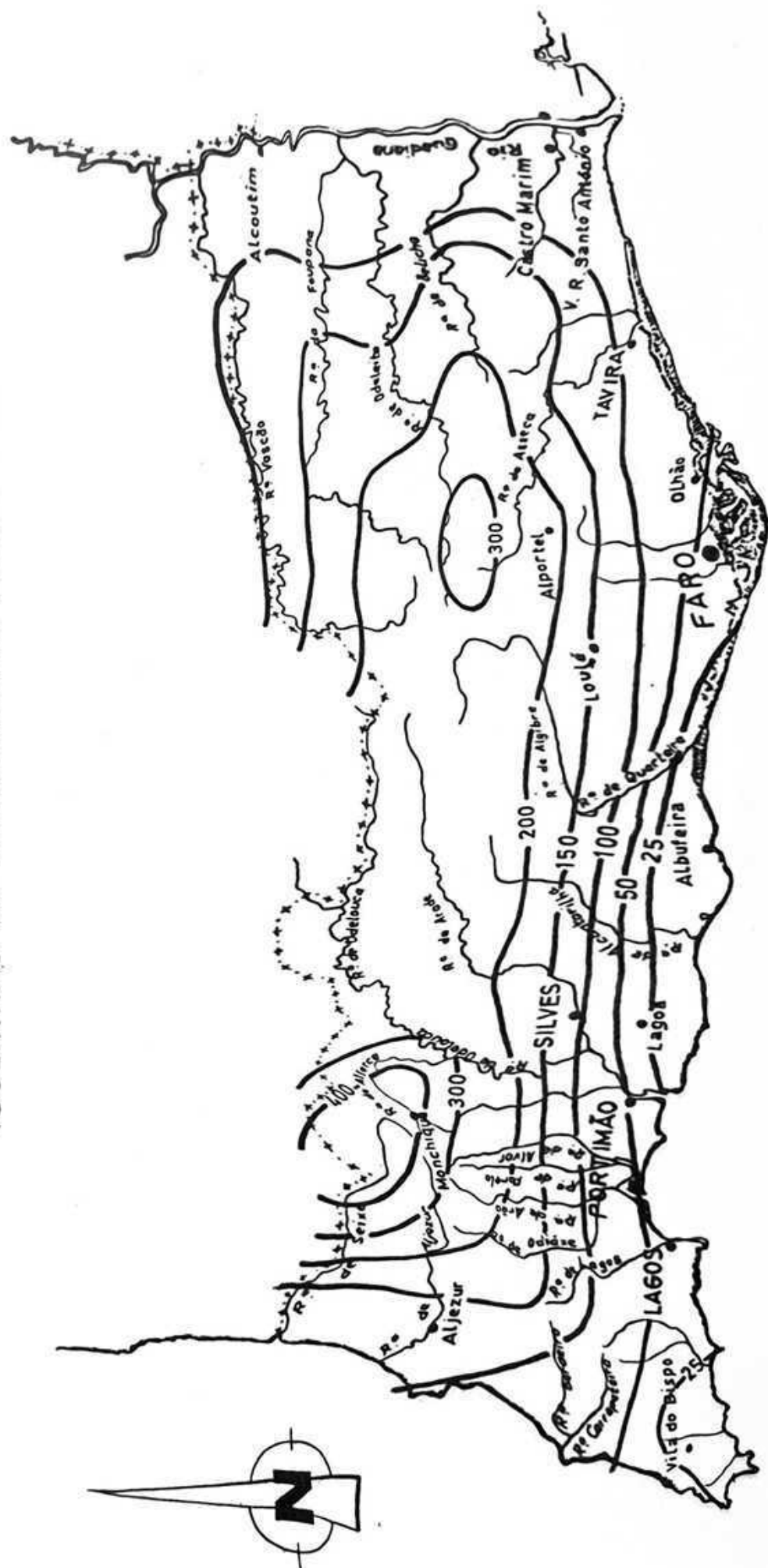
ESQ. 1: 500 000

A detailed map of the Algarve region in Portugal, illustrating the distribution of subterranean aquifers. The map is divided into three numbered regions: 1 (Algarve Litoral), 2 (Algarve Interior), and 3 (Algarve Ocidental). Major cities and towns are labeled, including Faro, Lagos, Sagres, and Sagres. Rivers and coastal features are also marked. A north arrow is located in the bottom left corner.

- ① ②



ISOLINHAS DO ESCOAMENTO ANUAL MÉDIO (mm)



INVENTARIAÇÃO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ALGARVE

SUB-TEMA VI

NECESSIDADES E DISPONIBILIDADES DE ÁGUA NO ALGARVE

Por Adolfo Gonçalves^{*}

RESUMO

^{*} Director Geral da Direcção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos.

ÍNDICE

	Pág.
1. Necessidades e Disponibilidades de água no Algarve	75
1.1. Balanço Hídrico Recursos-Necessidades	75
1.2. Recursos de Águas Superficiais	76
1.3. Recursos de Águas Subterrâneas	77
1.4. Necessidades de Água	79
2. Plano dos Aproveitamentos Hidráulicos do Algarve	79
3. Sistema de Gestão dos Recursos Hídricos do Algarve	83
Anexos.....	85

1. NECESSIDADES E DISPONIBILIDADES DE ÁGUA NO ALGARVE

1.1. Balanço Hídrico Recursos-Necessidades

O primeiro inventário de recursos e necessidades de água do País foi elaborado por um Grupo de Trabalho interministerial, presidido pelo autor desta comunicação, por determinação do Conselho de Ministros para os Assuntos Económicos, de 3.12.68. Concluído e aprovado em 1972, eram os seguintes os seus objectivos:

- a) Análise das disponibilidades de recursos hídricos em Portugal Continental;
- b) Análise da evolução do consumo de água em Portugal Continental, para um período de 40 anos (1970-2010):
 - Previsão do consumo doméstico, industrial e agrícola;
 - Definição dos centros e zonas de consumo;
- c) Análise comparada das disponibilidades e do consumo, tendo em vista a definição das regiões de Portugal Continental com maiores carências de água.

Como resultado da análise comparativa empreendida, na qual se consideram as disponibilidades hídricas brutas anuais, com 80% de probabilidade de ocorrên -

cia, afectadas de um coeficiente de utilização de 70%, foi possível concluir:

- a) As disponibilidades aquíferas totais do Continente atingem o valor de 21 375 milhões de metros cúbicos anuais, enquanto que os consumos previstos para o ano 2010 montam a 11 167 milhões de metros cúbicos anuais. À escala do País, a situação é, pois, satisfatória quando se contempla um horizonte temporal que engloba o ano 2010;
- b) À escala de distrito e dentro do período estudado, apenas os distritos de Leiria, Lisboa e Setúbal serão deficitários;
Em 2010, verificar-se-á, no distrito de Leiria, um deficit de 190 milhões de metros cúbicos anuais, o menos importante dos deficits dos três distritos; no distrito de Lisboa o deficit montará a 1190 milhões de metros cúbicos anuais, enquanto no de Setúbal o deficit será de 1080 milhões de metros cúbicos anuais;
- c) No distrito de Faro só não se passará a uma situação de deficit, cerca de 1990, se entretanto se realizar a prevista transferência de caudais da albufeira da Rocha de Galé para aquele distrito.

Em relação ao Algarve, os resultados (em milhões de m^3 /ano) do balanço hídrico efectuado estão sintetizados no quadro seguinte:

Disponibilidades reais		Consumos	
Transferência realizada	500	1970	194
		1980	245
Transferência não realizada	280	1990	300
		2000	362
		2010	431

1.2. Recursos de Águas Superficiais

A DGRAH ulteriormente promoveu estudos para um inventário mais cuidado das potencialidades hídricas do Algarve.

Assim, a DGRAH procedeu à instalação de uma rede de estações hidrometeorológicas (pluviométricas, de temperatura, evaporação e hidrométricas), cuja densi-

dade é não só superior à média do País, como também se situa ao nível mínimo recomendado pela Organização Meteorológica Mundial.

O mapa das isoietas anuais, estabelecido com base em observações efectuadas durante o período de 1941-42 a 1973-74, mostra a distribuição de pluviosidade média anual na região.

A média anual para a região, no seu conjunto, é de 653 mm.

Com base nos valores das precipitações médias anuais verificadas entre 1941-42 e 1973-74, por um lado, e as medições dos caudais de escoamento realizadas em diversas estações hidrométricas, por outro, elaborou-se o mapa de isolinhas de escoamento anual médio para o Algarve.

Este mapa permite a avaliação, por simples planimetria, do escoamento médio anual das águas de superfície da região.

Assim, temos que, para os 5400 Km^2 das bacias hidrográficas do Algarve, as precipitações fornecem, em média, uma altura de escoamento correspondente a 653 mm/ano, isto é, um volume de $3500 \times 10^6 \text{ m}^3$ /ano que, após evaporação e evapotranspiração, deixa um caudal de escoamento de superfície de $800 \times 10^6 \text{ m}^3$ /ano, equivalente a uma altura de 148 mm/ano (precipitação eficaz).

Como seria de esperar, a variabilidade anual e interanual dos escoamentos de superfície é ainda mais acentuada do que a das precipitações. Produz-se uma concentração dos escoamentos durante os 6 meses de Novembro a Abril, enquanto que durante os restantes 6 meses (Maio a Setembro) a altura de escoamento dos cursos de água não ultrapassa alguns mm, ou seja, é praticamente nula.

Mais contrastantes ainda são as variações de um ano para outro, dado que as precipitações anuais extremas, numa relação de 1 para 4, produzem escoamentos variando de 1 a 16 ou 35, consoante os rios.

O referido escoamento médio de $800 \times 10^6 \text{ m}^3$ /ano representa um considerável potencial face às necessidades actuais e futuras do Algarve. Contudo, a sua adequação, no espaço e no tempo, às exigências que se colocam, ou seja, a transformação de facto desse potencial em efectivos recursos hídricos, põe o problema da variabilidade anual e interanual do referido potencial e a viabilidade técnico-económica das obras de regularização necessárias.

1.3. Recursos de Águas Subterrâneas

Diferentes organismos intentaram estudar as águas subterrâneas do Algarve, quer isoladamente quer em coordenação, na qual se incluía a DGRAH. A partir

de 1977, a DGRAH através do seu Grupo de Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Algarve, perseverou na recompilação e ordenamento da informação de base indispensável a qualquer estudo hidrogeológico aprofundado, tendo inventariado 1500 pontos de água (furos, poços e nascentes), procedido à medição mensal dos níveis de água em 60 piezómetros repartidos por toda a região, controlou os caudais de 25 nascentes, sem esquecer a vigilância da qualidade da água com colheitas periódicas de amostras e respectivas análises em 40 pontos.

Finalmente, em 1980 e 1981, a DGRAH realizou, com o apoio técnico e financeiro da Unesco e do PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) um plano de estudo ou projecto intitulado "Estudo dos Recursos de Água dos Sistemas Aquíferos do Algarve".

Este "Projecto Algarve" tem os objectivos seguintes:

- Realizar a inventariação sistemática e aprofundada dos recursos de água subterrânea do Algarve;
- Definir a viabilidade tecnico-económica dos diferentes níveis de exploração das águas subterrâneas, com vista a cobrir as procuras de águas urbanas, agrícolas e industriais em diferentes horizontes de planeamento até ao ano 2000 ou 2010;
- Formar os técnicos portugueses nas técnicas avançadas de análise de sistemas aplicadas à simulação de aquíferos e à gestão racional e integrada dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;
- Criar uma infra-estrutura de informação sobre os recursos de água subterrânea do Algarve, necessária às tomadas de decisão para o planeamento do desenvolvimento socioeconómico da região.

Além destes objectivos, o Projecto permitiu obter uma transferência de tecnologia por meio de estágios de 9 técnicos portugueses no estrangeiro e da vinda de 11 consultores estrangeiros de renome internacional a Portugal, sem dispendio de divisas para o País.

Como estimativa do potencial dos escoamentos de águas subterrâneas, pode considerar-se a parte correspondente à infiltração nos aquíferos sedimentares da franja costeira sul, que ocupam uma superfície de 1700 Km², isto é, 1/3 da superfície total do Algarve.

Pode concluir-se que, para uma infiltração média anual de 100 mm, resul-

ante da pluviosidade, o escoamento de água subterrânea da zona costeira sul será de $150 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$. Esta infiltração, incluindo não só a infiltração directa proveniente da água das chuvas mas também parte do escoamento de superfície, pode atingir os 200 mm/ano, produzindo um escoamento subterrâneo da ordem dos $300 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$.

1.4. Necessidades de Água

Reconheceram-se já no Algarve cerca de 44 000 ha com boa aptidão ao regadio, cujas necessidades médias anuais se cifram na ordem dos $330 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Por outro lado, as necessidades globais de água para fins de saneamento básico previstas para 1990 são da ordem dos $60 \times 10^6 \text{ m}^3$ (dos quais $28 \times 10^6 \text{ m}^3$ no sistema do Barlavento e 32×10^6 no Sotavento) podendo essas necessidades atingir $80 \times 10^6 \text{ m}^3$ em 2010.

2. PLANO DOS APROVEITAMENTOS HIDRÁULICOS DO ALGARVE

A resolução do problema do abastecimento urbano e turístico obriga à sua consideração conjugada com as soluções de fornecimento de água à agricultura e outros fins a integrar em plano geral de aproveitamento e gestão dos recursos hídricos do Algarve.

No Algarve existem muito bons solos com aptidão para o regadio e uma tradição da sua exploração e excepcionais condições agro-climáticas, pelo que as explorações de hidráulica agrícola têm ali sempre atingido elevados índices de utilização e de rentabilidade. Daí o evidente interesse económico da conjugação dos grandes sistemas de abastecimento de água com os das obras de hidráulica agrícola.

Os recursos hidráulicos próprios das bacias hidrográficas do Algarve com possibilidades de aproveitamento a médio e longo prazo somam cerca de $650 \times 10^6 \text{ m}^3$ médios anuais, dos quais poderão eventualmente vir a ser regularizados, nas albufeiras existentes e a criar no Algarve, cerca de $300 \times 10^6 \text{ m}^3$ anuais, sem contar com o Vascão.

Todo o conjunto de aproveitamento hidráulico das bacias hidrográficas do Algarve obedece a um sistema articulado e coerente de aproveitamentos de fins múltiplos que visam a valorização do uso da água nas utilizações de maior urgência e carência na região.

As utilizações são, por ordem de prioridade e urgência: os abastecimentos de água às populações e à indústria turística, aproveitamentos hidroagrícolas e regularizações fluviais nas zonas declivosas, para correcção torrencial e realimentação dos aquíferos.

Para fazer face ao problema elaborou-se um esquema hidráulico de conjunto, interligando dois sub-sistemas - Barlavento e Sotavento - e articulando - os com o Guadiana.

O esquema hidráulico do sub-sistema do Barlavento é constituído por uma albufeira na ribeira de Odelouca, com um volume total de 235 milhões de m^3 e outras duas na ribeira de Arade, nomeadamente a de Silves actualmente em exploração, com 26 milhões de m^3 de volume útil, e a de Funcho, a implantar a montante, com 43 milhões de m^3 de volume útil. As albufeiras de Odelouca e de Funcho ficarão ligadas por um túnel em pressão com um desenvolvimento de 8000 m.

Prevê-se a criação, no sub-sistema do Sotavento, das albufeiras de Odeleite e Beliche, também interligadas por um túnel e integradas no sistema de aproveitamento hidráulico do Baixo Guadiana.

A albufeira de Odeleite ficará implantada nas proximidades da povoação do mesmo nome. O volume total de armazenamento será de 130 milhões de m^3 , dos quais 108 milhões serão úteis, podendo garantir 60 milhões em 80% dos anos quando explorada isoladamente. Prevê-se ainda integrar na adução de Odeleite a albufeira de Beliche com $33 \times 10^6 m^3$ de volume útil, sendo garantidos, em 80% dos anos, volumes próprios da ordem dos $14 \times 10^6 m^3$.

Os dois sub-sistemas de Barlavento e de Sotavento serão ligados por um canal condutor que partirá da albufeira de Beliche e se desenvolverá, numa extensão da ordem dos 120 Km, no sentido Leste-Oeste, vindo o sistema de albufeiras Arade - Funcho - Odelouca a servir de armazenamento de extremidade.

Este canal condutor captará ainda, no percurso e mediante pequenas albufeiras de regularização, as afluições de algumas das linhas de água que cruzam. Essas albufeiras poderão ser construídas com antecipação, se necessário, podendo ocorrer a necessidades mais urgentes de água para fins de abastecimento a populações ou à indústria ou à rega.

SÍNTESE DO PLANO DE APROVEITAMENTOS HIDRÁULICOS DO ALGARVE

A - REGADIOS EXISTENTES

- 1) Alimentados pela albufeira de Odeãxere:
 Bloco de Odeãxere 1 800 ha
- 2) Alimentados pela albufeira de Arade:
 Blocos de Silves - Lagoa (I) 1 900 ha
- 3) Alimentados a partir de furos:
 Campinas de Faro 2 300 ha
 (a reconverter quando houver disponibilidade de águas superficiais)

B - APROVEITAMENTOS EM ESTUDO

I - SISTEMA ODELOUCA - FUNCHO

1. LANÇAMENTO A CURTO PRAZO: (Necessidades
 Totais a satisfazer em 1990 - $133,7 \times 10^6 \text{ m}^3$).

1.1. REGADIOS

Bloco da Amorosa	490 ha	
" de Vilarinhos, Gregórios e Canhestros	165 ha	
" de Benaciate	1 270 ha	
" de Algoz	2 690 ha	
" de Vale da Vida	850 ha	
" de Lagoa (II)	1 900 ha	
" de Alcantarilha	1 600 ha	
" de Ferreiras	930 ha	
" de Pederne	1 180 ha	
" de Quarteira	970 ha	
" de Odelouca	235 ha	
		12 280 ha
Reconversão dos blocos de Silves e Lagoa (I)	1 900 ha	
		14 180 ha

1.2. ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL AO BARLAVENTO ALGARVIO

Necessidades previstas para 1990 (a garantir a 100%) -
 - $27,7 \times 10^6 \text{ m}^3$.

2. LANÇAMENTO A MÉDIO PRAZO:

A alimentar por reforço a partir do sistema Odeleite-Guadiana.

Áreas com aptidão, num total de mais 4 000 ha, a lançar conforme a evolução do sistema Odeleite-Guadiana.

II - SISTEMA ODELEITE - BELICHE

1. LANÇAMENTO A CURTO PRAZO: (Necessidades totais a satisfazer em 1990 - $77 \times 10^6 \text{ m}^3$).

1.1. REGADIOS

Bloco de Vila Real de Stº António	}	6 000 ha
" de Tavira		
Necessidades médias para rega - $45 \times 10^6 \text{ m}^3$		

1.2. ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL AO SOTAVENTO ALGARVIO

Necessidades previstas para 1990 - $32 \times 10^6 \text{ m}^3$

2. LANÇAMENTO A MÉDIO PRAZO - com contribuição de caudais provenientes do Guadiana.

Regadio das restantes áreas (19 000 ha), nos blocos de Tavira - Faro - Olhão - Loulé (num total de cerca de 25 000 ha).

III - MÉDIOS APROVEITAMENTOS

1 - Aproveitamento da Senhora do Verde

Pretende-se a beneficiação de cerca de 500 ha dum total de 700 ha reconhecidos com boa aptidão para o regadio nas várzeas da Senhora do Verde, Farelo e Reguengo, utilizando as afluições da ribeira do Arão a regularizar em albufeira a criar em Vales.

2 - Aproveitamento de Aljezur

Beneficiação de cerca de 500 ha de terrenos com boa aptidão nas várzeas da ribeira de Cercas e de Aljezur, eventualmente com caudais transportados pelo canal do Rogil.

IV - PEQUENOS APROVEITAMENTOS NA SERRA ALGARVIA

Estão em curso estudos no sentido da concretização de pequenos aproveitamentos disseminados na Serra Algarvia e que se enumeram, entre outros:

1. Cortelha, Vale Maria Dias e Barranco do Velho (Loulé) (3 barragens)	30 ha
2. Casas Baixas, Amoreira e Alcaria Alta (Tavira)	40 ha
3. Bentos (Alcoutim) - (1 barragem)	25 ha
4. Medeiros (Alcoutim) - (1 barragem)	20 ha
5. Portela do Barranco (Loulé) - (1 barragem)	30 ha
6. Perna Seca (Silves) - (1 barragem)	80 ha
7. Vale de Galego e outros (Vila do Bispo) - (1 barragem) ...	150 ha
8. Ribeira de Monte Neno (Aljezur)	25 ha
9. Charneca da Amoreira (Loulé)	15 ha
10. Estorninhos (Tavira) - (1 barragem)	5 ha
11. Bebria (Tavira) - (1 barragem)	5 ha
12. Ribeirinha, Monte da Aroeira e Ribeira de Castela (Tavira) - (3 barragens)	30 ha
13. Vale de Égua, Folga e Pereiro (Monchique e Portimão)	15 ha
14. Graíño (Tavira)	20 ha
	490 ha

3. SISTEMA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ALGARVE

O projecto de "Avaliação dos Recursos de Água dos Sistemas Aquíferos do Algarve" atingiu inteiramente os objectivos que se tinha proposto. Estes incluíam a inventariação e a avaliação dos recursos de água dos aquíferos a integrar posteriormente num sistema racional e integrado de gestão das águas de superfície e subterrâneas do Algarve.

O projecto identificou, estudou e avaliou os recursos hídricos de 10 sistemas aquíferos do Algarve, 9 dos quais abrangem uma área de 1700 Km² da franja costeira meridional onde se concentra 90% da população algarvia e as várias actividades económicas da província.

As águas subterrâneas cobrem presentemente 100% das necessidades de água e asseguram a irrigação de 85% dos 20 000 ha existentes.

Calcula-se que as exigências dos municípios, correspondendo actualmente a pouco mais de 20×10^6 m³/ano, deverão, a médio e longo prazo, aumentar para o do-

bro e o quádruplo, respectivamente, no sentido de lhes ser possível acompanhar a melhoria das condições de vida das populações e apoiar o desenvolvimento turístico. Dentro desta perspectiva, as águas subterrâneas poderão ainda cobrir 90% das necessidades previstas, podendo os restantes 10% ser cobertos pela barragem de Be liche, cuja construção se iniciou em fins de 1981.

No que respeita aos recursos de água para rega promoveu-se, por um lado, um inventário e uma análise pormenorizada da situação e, por outro lado, a estruturação de um sistema de gestão integrando os dez aquíferos reconhecidos com as disponibilidades das duas albufeiras existentes mais as quatro albufeiras projectadas, concluindo-se que, a longo prazo, o desenvolvimento da rega no Algarve pode abranger uma superfície de 62 000 ha, isto é, três vezes a superfície actual e 40% mais do que o objectivo previsto inicialmente (44 000 ha).

A adequação dos recursos de água subterrânea, a explorar dos dez aquíferos e da água de superfície regularizada pelas duas barragens existentes acrescidas pelas quatro barragens a construir, por um lado, com as necessidades agrícolas e de abastecimento, por outro lado, na situação actual e a curto, médio e longo prazo, foi estudado num modelo de gestão dos recursos hídricos do Algarve.

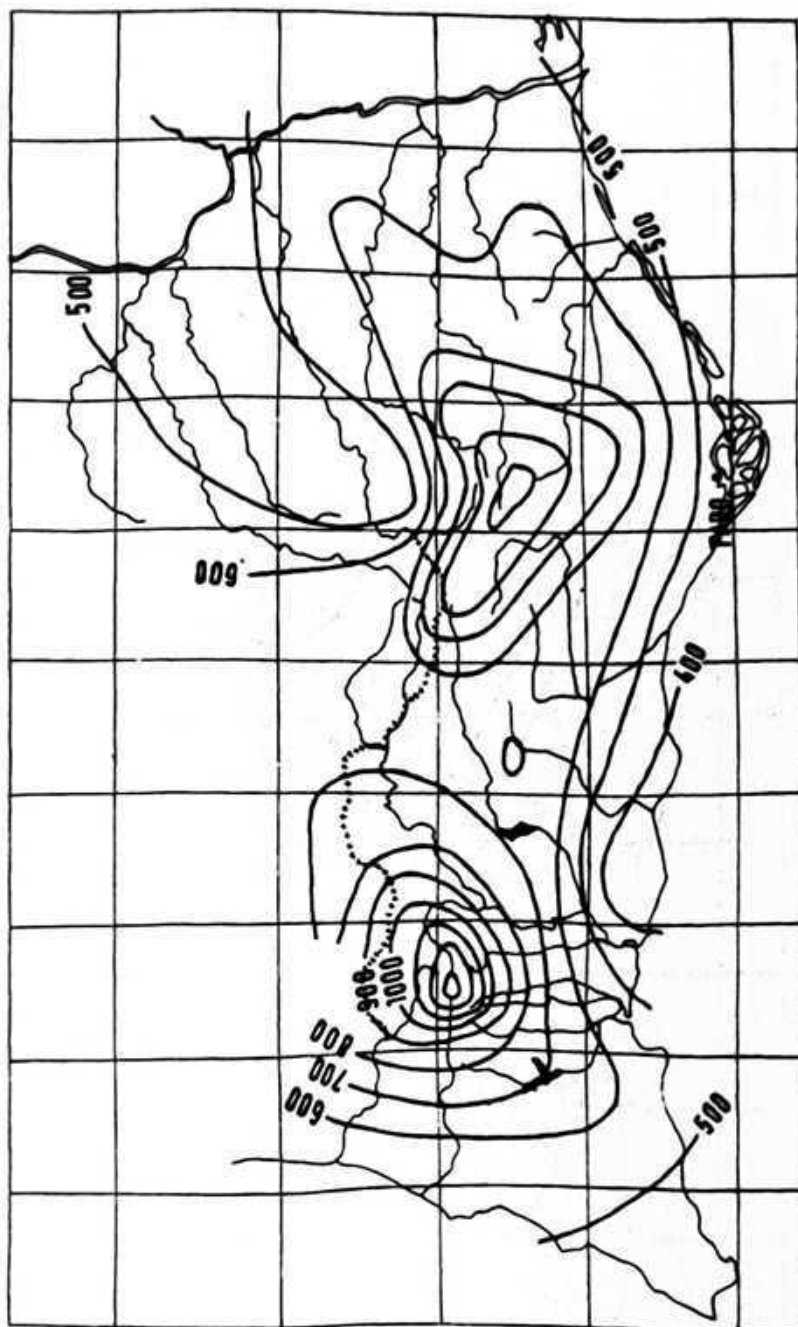
Procedeu-se, nesse modelo, a numerosas simulações (à escala mensal) para determinar as contribuições de cada uma das barragens e dos aquíferos, face às funções que lhe devem caber, o que foi aperfeiçoado por um processo iterativo.

O sistema de gestão dos recursos hídricos do Algarve elaborado tem como características principais ser simples, dinâmico e flexível, para poder enquadrar o diálogo e a comunicação entre todas as partes envolvidas no problema de água da região e poder adaptar-se às modificações do contexto socioeconómico regional e nacional. O sistema fornece soluções concretas para compatibilização dos recursos às necessidades, no tempo e no espaço, e sem prejuízo do factor qualidade, tendo como horizontes referenciais de planificação, a curto e médio prazo, o período de 1990-1995, e a longo prazo, o período 2000-2010, segundo dois tipos de crescimento económico, acelerado ou moderado.

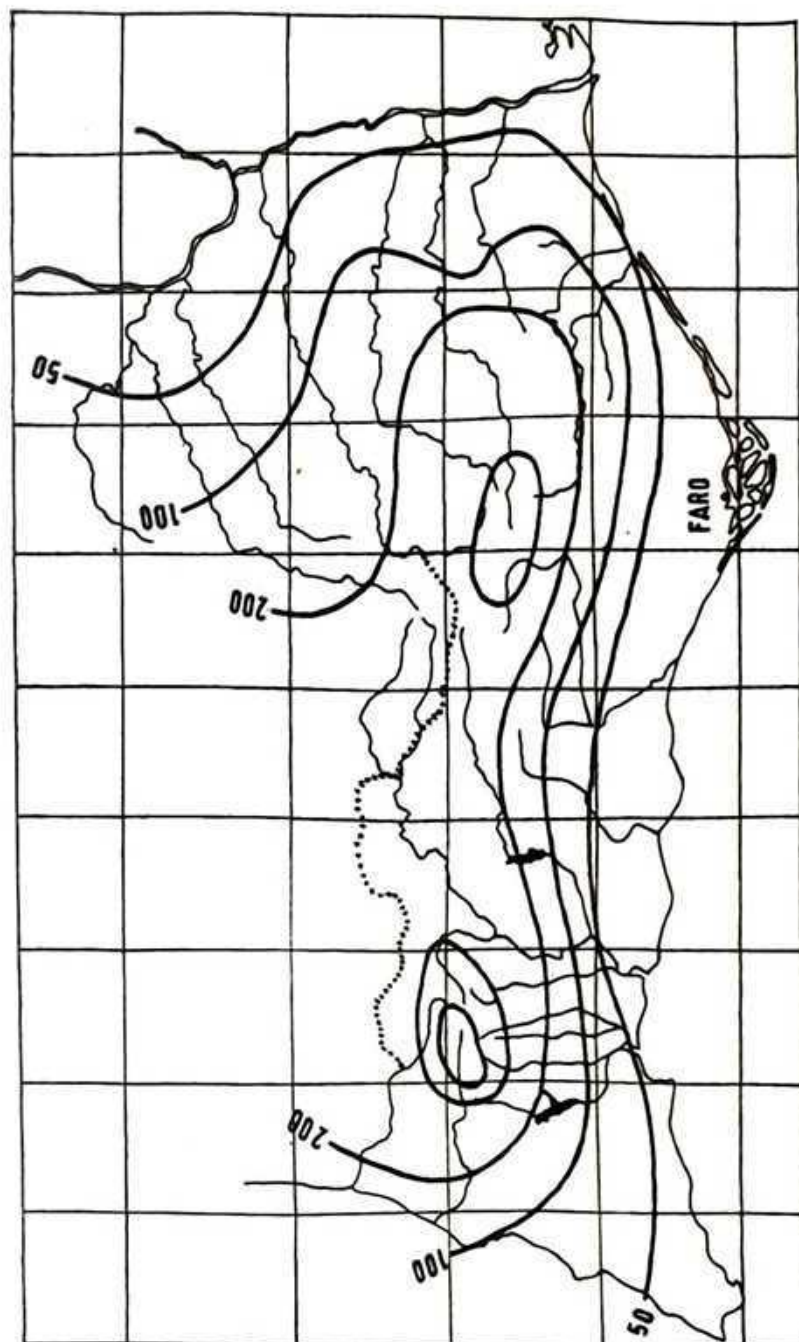
A longo prazo, as necessidades globais da região elevar-se-ão a $500 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, o que corresponderá a menos de metade do potencial hidrológico e hidrogeológico do Algarve.

O projecto demonstra que o problema dos recursos hídricos do Algarve não reside, ou não deverá residir, na falta de água, graças ao planeamento e ao sistema de gestão que foi estabelecido. Isto equivale a dizer que os recursos hídricos não constituem factor limitativo do desenvolvimento socioeconómico da região.

A N E X O S

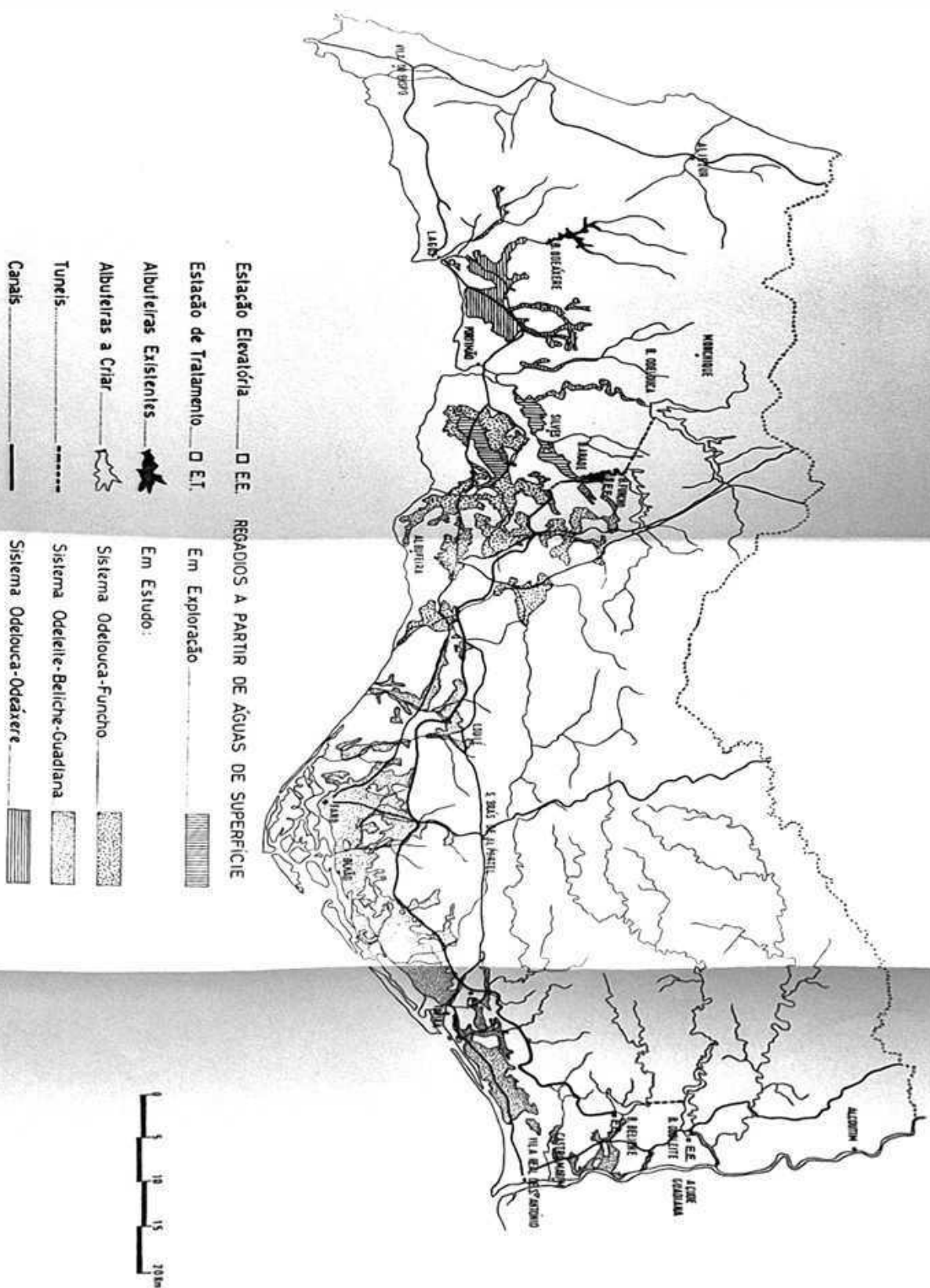


ISOIETAS MÉDIAS ANUAIS
Período 1941-42 a 1973-74 (33 anos)



ISOLINHAS DO ESCOAMENTO
MÉDIO ANUAL (mm) 1941-42 / 1973-74

DIRECÇÃO GERAL DOS RECURSOS E APROVEITAMENTO HIDRÁULICOS
ESQUEMA GERAL DOS APROVEITAMENTOS HIDRÁULICOS DO ALGARVE



INVENTARIAÇÃO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ALGARVE

SUB-TEMA VII

A ÁGUA NA INDÚSTRIA CERVEJEIRA

Por F. A. Garcês

RESUMO

Tenta-se apresentar, muito resumidamente, os aspectos mais importantes no que respeita à utilização da água na indústria cervejeira, em especial nos domínios de determinadas propriedades físico-químicas e bacteriológicas, tais como a dureza, composição iónica, alcalinidade e processos de correcção. Apresenta-se, ainda, uma ligeira panorâmica da influência específica dos iões em solução sobre o processo de fabricação e qualidade final do produto acabado.

* Engenheiro Agrónomo, Director de Produção da UNICER, União Cervejeira EP, Loulé.

ÍNDICE

	Pág.
1. Introdução.....	90
2. Composição normal das águas.....	90
2.1. Composição iônica.....	90
2.2. Aspecto bacteriológico.....	91
2.3. Dureza.....	91
3. Influência dos diferentes iões da água sobre a cerveja.....	93
3.1. Ião Sulfato.....	93
3.2. Ião Cálcio (Ca^{2+}).....	93
3.3. Ião Magnésio (Mg^{2+}).....	94
3.4. Ião Cloro (Cl^-).....	94
3.5. Ião Ferro (Fe^{2+}).....	94
3.6. Ião Nítrito (NO_2^-).....	94
3.7. Ião Nitrato (NO_3^-).....	94
3.8. Ião Sódio (Na^+).....	95
3.9. Ião Potássio (K^+).....	95
3.10. Ião Sílica (SiO_2^-).....	95
4. Correção das águas.....	95
4.1. Neutralização pelos ácidos.....	95
4.2. Adição de CaSO_4 ou CaCl_2	96
4.3. Descarbonatação da água pela cal.....	96
4.4. Permutadores de iões.....	97
4.4.1. Descarbonatação.....	97
4.4.2. Adoçamento.....	98
5. Tipos de águas célebres.....	99
6. Outras utilizações da água na indústria cervejeira.....	100
6.1. Malteria.....	100
6.2. Produção de vapor.....	100
6.3. Torres de refrigeração.....	100
6.4. Lavagens.....	100
7. Esterilização da água.....	101

1. INTRODUÇÃO

A cerveja que, por definição, "é uma bebida que se obtém a partir da fermentação alcoólica dum extracto aquoso de cereais germinados ao qual se junta lúpulo" tem como principal matéria prima, do ponto de vista quantitativo, a água.

Mas no aspecto qualitativo a água exerce também uma marcada influência ao longo de todo o processo de fabricação, com forte incidência na qualidade organoléptica da cerveja. E tanto assim é que os tipos de cerveja mais famosos do mundo devem a sua celebridade inicial à composição da água. Estão, neste caso, as cervejas do tipo Pilsen, Munich, Pale Ale de Burton-on-Trent, Dortmund, etc.

Esta influência dos sais da água não se faz sentir directamente sobre o gosto, mas dum modo indirecto sobre as reacções enzimáticas que acontecem durante a fabricação da cerveja.

Foi só no fim do século passado que os químicos começaram a interpretar a influência de certos iões sobre a composição da cerveja. Hoje, graças a estes conhecimentos e aos consequentes métodos de correcção das águas, pode-se adaptar qualquer água ao tipo de cerveja que se quizer fabricar.

2. COMPOSIÇÃO NORMAL DAS ÁGUAS

As águas naturais contêm, em média, cerca de 500 mg/l de resíduo seco. Porém, como veremos mais adiante, este número pode variar de algumas dezenas de mg/l a várias centenas.

Dado o seu elevado grau de diluição na água, os sais minerais encontram-se quase sempre ionizados. Daí o poder dizer-se, com certa propriedade, que não existem sais na água, mas sim catiões ou aniões, conforme o sinal da sua carga, em equilíbrio. Deste modo, se uma água contém, por exemplo, iões de cloro ou sulfato, cálcio ou sódio, não se pode dizer que ela contém cloreto de sódio, ou sulfato de cálcio, ou cloreto de cálcio ou sulfato de sódio: ela contém muito simplesmente iões Cl^- , SO_4^{--} , Ca^{++} e Na^+ .

2.1. Composição iónica

Nas águas naturais correntes encontram-se sempre os seguintes iões:

<u>Catiões</u>	<u>Aniões</u>
H^{+}	OH^{-}
Ca^{2+}	HCO_3^{-}
Mg^{2+}	SO_4^{2-}
Na^{+}	Cl^{-}
K^{+}	SiO_3^{-}
Fe^{2+}	NO_3^{-}
Al^{3+}	NO_2^{-}
Mn^{2+}	

Destes iões alguns aparecem em doses elevadas, outros apenas vestígios. A forma como eles aparecem expressos nos boletins de análise varia, segundo o laboratório, mas dum modo geral ainda se usam os óxidos (CaO , MgO , Na_2O , etc.) para os catiões e os anidridos para os aniões (SO_3 , SiO_2 , etc.).

De qualquer modo, o que importa é que nos boletins de análise venha expresso sob que forma é que os resultados se apresentam.

2.2. Aspecto bacteriológico

A água contém, quase sempre, uma certa quantidade de matéria orgânica que, em percentagens elevadas, indica poluição e, portanto, um perigo na sua utilização.

Uma água para ser considerada potável deve satisfazer as seguintes condições:

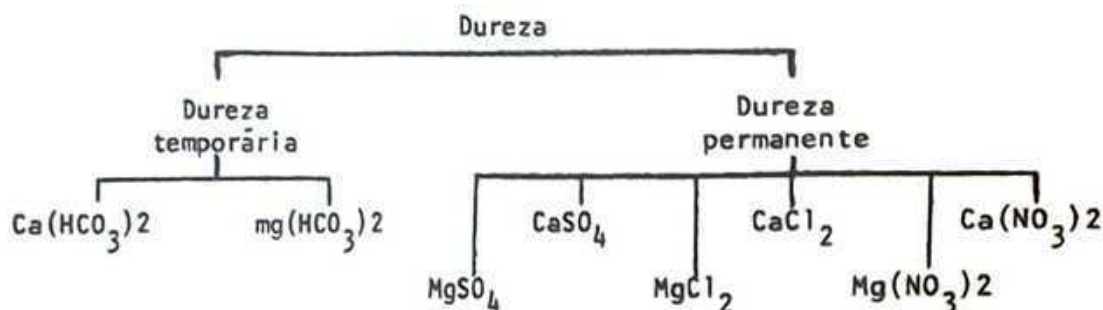
- não conter organismos parasitas ou patogêneos,
- não conter, quer se trate de água tratada ou não tratada, *Escherichia Coli* e *Streptococcus fecais*. O *Clostridium* é tolerável numa água tratada, desde que se apresente em pequeno número.

Estas condições são absolutamente indispensáveis numa água para fabricação de cerveja.

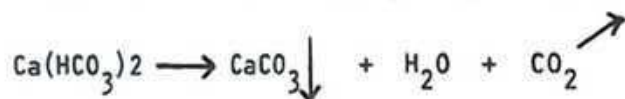
2.3. Dureza

Um outro aspecto que interessa focar é o da dureza das águas. Esta é medida pelo seu teor em sais alcalinos-terrosos (cálcio e magnésio) e chama-se dureza porque estes sais provocam incrustações duras quando a água é aquecida.

Esta dureza pode ser temporária ou permanente, conforme desaparece ou não pelo calor, e pode ser representada esquematicamente do seguinte modo:



A dureza temporária, que é a que mais nos interessa, é devida, como se vê, aos bicarbonatos alcalino-terrosos que precipitam pelo calor, segundo a reacção



ou, sob a forma iônica,



Pelo calor, portanto, os iões bicarbonato decompõem-se originando carbonatos que precipitam e anidrido carbônico que se volatiliza.

Os sais neutros, tais como o CaSO_4 , CaCl_2 , MgSO_4 , etc., não originam normalmente incrustações duras pelo calor, e são eles que constituem a dureza permanente. Só em casos excepcionais em que a sua concentração aumente exageradamente, por evaporação, de modo que o seu grau de solubilidade seja ultrapassado, é que poderá haver lugar a precipitações.

A dureza duma água mede-se, normalmente em graus alemães ou franceses. As águas podem ser consideradas doces, de dureza média ou duras, de acordo com os seguintes valores:

<u>Dureza da água</u>	°F	°D
águas doces	0 - 14	0 - 8
águas médias	14 - 32	8 - 18
águas duras	32 - 54	18 - 30

3. INFLUÊNCIA DOS DIFERENTES IÕES DA ÁGUA SOBRE A CERVEJA

A acção mais importante dos iões da água é a que se faz sentir sobre o pH do mosto e da cerveja.

Com efeito, um valor do pH elevado desfavorece, duma maneira sensível, uma série de reacções muito importantes durante a extracção do mosto: a sacarificação não se completa, a filtração é mais lenta e o mosto apresenta-se turvo, a coagulação das substâncias azotadas ao nível da ebulição não se faz convenientemente e o mosto mostra tendência a aumentar de coloração, a extracção dos princípios amargos do lúpulo é imperfeita e perde em qualidade e o rendimento, naturalmente, ressent-se. As cervejas com pH elevado mostram uma tendência ao desenvolvimento dos fermentos lácticos.

Além da acção alcalinizante, muito importante e muito complexa, os diversos iões da água exercem uma influência muito específica sobre a marcha da fabricação e a qualidade da cerveja. Embora esta acção se encontre, ainda, mal conhecida há, no entanto, dados conhecidos que vamos, em síntese, apresentar:

3.1. Ião Sulfato (SO_4^{2-})

Em grandes quantidades atrasa e provoca irregularidades na germinação da cerveja durante a maltagem. Dadas as suas características ácidas, o ião sulfato melhora a degradação das proteínas e do amido e melhora a filtração do mosto facilitando a eliminação da turvação do mosto.

Actuando sobre o carbonato de magnésio, origina o sulfato de magnésio que é amargo.

Imprime à cerveja um gosto seco, característico das cervejas inglesas fortemente lupuladas.

Dá, portanto, cervejas secas e mais amargas.

3.2. Ião Cálcio (Ca^{2+})

Estimula as enzimas proteolíticas (proteases) melhorando o rendimento. Protege a α -amilase contra o calor, o que favorece a liquefação do amido durante a empastagem. Dado o seu carácter acidificante, a sua presença baixa o pH durante a fabricação o que favorece a precipitação de substâncias azotadas em excesso e indesejáveis, ao mesmo tempo que provoca uma extracção mais perfeita das substâncias azotadas do malte e das resinas do lúpulo. Dificulta, ainda, a extracção de substâncias corantes e adstringentes das matérias primas.

A presença do ião Ca^{2+} torna o mosto mais brilhante e facilita a sua filtração. Durante a ebulição do mosto, ajuda à coagulação das substâncias azotadas em excesso.

Na fermentação, é favorável à floculação da levedura e na guarda ajuda à clarificação da cerveja, melhorando o seu gosto e sua estabilidade.

3.3. Ião Magnésio (Mg^{2+})

A sua acção acidificante, que é duas vezes mais fraca que a do Ca^{2+} , é mais evidente a quente que a frio, dado que sob a acção do calor o fosfato de magnésio secundário se transforma em primário e terciário.

A presença do ião Mg^{2+} na água desfavorece o gosto da cerveja e tem acção negativa sobre a estabilidade da espuma e o próprio amargo é mais adstringente.

3.4. Ião Cloro (Cl^-)

Actua sobre o carbonato de magnésio, que imprime mau gosto à cerveja, e transforma-o em cloreto de magnésio que é inactivo.

Em doses normais, originam cervejas mais "moelleuses", isto é, encorpadas e doces. Facilita a clarificação da cerveja na guarda e melhora a sua estabilidade.

3.5. Ião Ferro (Fe^{2+})

Encontra-se no estado ferroso que, em presença do oxigénio, se transforma em férrico e precipita por ser insolúvel. A sua presença é nefasta durante o processo de fabricação, prejudicando a sacarificação, a filtração do mosto, atrasa o trabalho da levedura ou mesmo destruindo-a ou degenerando-a.

Todas estas más influências conduzem a uma cerveja sem qualidade, vazia, sem corpo e com espuma de cor acastanhada.

3.6. Ião Nítrico (NO_2^-)

É um autêntico veneno para a levedura. A sua presença augere a infiltração de águas residuais.

3.7. Ião Nitrato (NO_3^-)

A sua influência, quando presente em águas duras, é consideravelmente redu

zida. Deste modo, até um teor de 25mg/l de NO_3^- a sua acção sobre a fabricação é nula, mas se o teor aumentar de 25 até 50 mg/l de NO_3^- , a água pode ser, ainda, utilizada com certas reservas e sob determinadas condições, tais como aumento da dose de levedura, bom arejamento do mosto etc.

Um teor de NO_3^- superior a 50 mg/l, torna a água totalmente desaconselhada para a fabricação da cerveja.

Os nitratos podem ser reduzidos a nitritos por certas leveduras, daí advindo o característico gosto a fenol.

Dá, normalmente, um mau gosto à cerveja.

3.8. Ião Sódio (Na^+)

A sua presença na água dá sempre origem a cervejas pouco agradáveis ao gosto. As águas sódicas são fortemente alcalinizantes e mesmo quando neutralizadas, as cervejas nunca são finas.

3.9. Ião Potássio (K^+)

Em doses importantes, que nunca devem ultrapassar 10 mg/l, pode ter acção laxativa e construir um perigo para as enzimas. Dá um gosto salgado à cerveja.

3.10. Ião Sílica (SiO_2)

Em doses superiores a 30 mg/l pode provocar perturbações na marcha da fermentação, turvações coloidais e imprimir um gosto impuro à cerveja.

Facilita as turvações ao nível da pasteurização e visto que a sua solubilidade é muito instável, pode ser a causa de turvações e depósitos nas garrafas.

4. CORRECÇÃO DAS ÁGUAS

Por tudo o que acabamos de ver, as águas precisam, geralmente, de ser corrigidas para que todo o processo de fabricação decorra com normalidade e que a qualidade do produto final - a cerveja - não saia prejudicada.

4.1. Neutralização pelos ácidos

É a operação que consiste em eliminar a alcalinidade das águas pela adição de ácidos. Destes, os mais utilizados são o ácido sulfúrico, o ácido clorídrico,

o ácido fosfórico e o láctico.

A adição pode fazer-se directamente na água ou no próprio fabrico. No primeiro caso, cuja operação é muito simples, há os inconvenientes de os sais neutros ficarem livres na água, o que não convém para certos tipos de cerveja, e o de libertar o anidrido carbónico dos bicarbonatos tornando a água muito agressiva, com reflexos directos na corrosão de reservatórios, tubagens e válvulas.

No segundo caso, isto é, a adição do ácido no próprio mosto, aqueles inconvenientes não se verificam. É o processo mais lógico de actuação e certamente o mais utilizado, dado que se pode regular a dose de ácido segundo o pH que se pretende para o mosto.

4.2. Adição de CaSO_4 ou CaCl_2

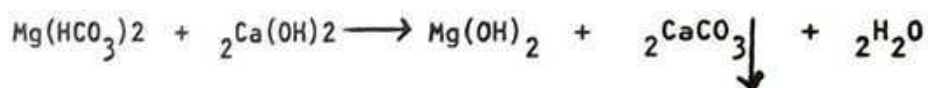
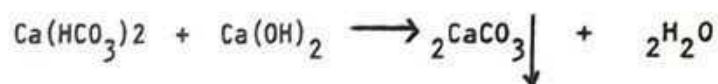
A acção acidificante do cálcio é, desde há muito, utilizada para melhorar a qualidade da cerveja. Junta-se à água ou directamente no mosto, o sulfato de cálcio, sob a forma de gesso solúvel hidratado ou cloreto de cálcio. Quando esta prática é utilizada, deve ter-se muita atenção sobre a marcha da fermentação, visto que o fosfato, elemento essencial naquela fase, pode ser precipitado pelo cálcio.

A esta operação chama-se, geralmente, a "Burtonização" das águas visto que as aproxima das águas de Burton-on-Trent que são ricas em sulfato de cálcio e que dão origem às célebres cervejas inglesas.

4.3. Descarbonatação da água pela cal

Trata-se aqui duma precipitação dos bicarbonatos alcalino-terrosos, visto que são os únicos precipitáveis.

A adição da cal, sob a forma de leite de cal ou de hidróxido de cálcio, precipita os bicarbonatos segundo as reacções:



Esta descarbonatação tem a vantagem de eliminar os bicarbonatos alcalino-terrosos sem os substituir por sais neutros, como acontece com a neutralização pelos ácidos. Na Alemanha por exemplo, é proibida a adição de ácidos na correcção das águas de fabricação.

Além dos bicarbonatos, este tratamento elimina também quase todo o ferro da água e bem assim certos micro-organismos, parte da matéria orgânica e sólida.

O CO_2 livre deve ser também eliminado segundo a reacção



4.4. Permutadores de iões

Mais modernamente, e de acordo com a composição que se pretende para a água, utiliza-se os chamados permutadores de iões - catiões ou aniões - que funcionam sempre à base de resinas sintéticas.

As três principais aplicações do tratamento da água sobre permutadores de iões são:

- a descarbonatação
- o adoçamento
- a desmineralização total

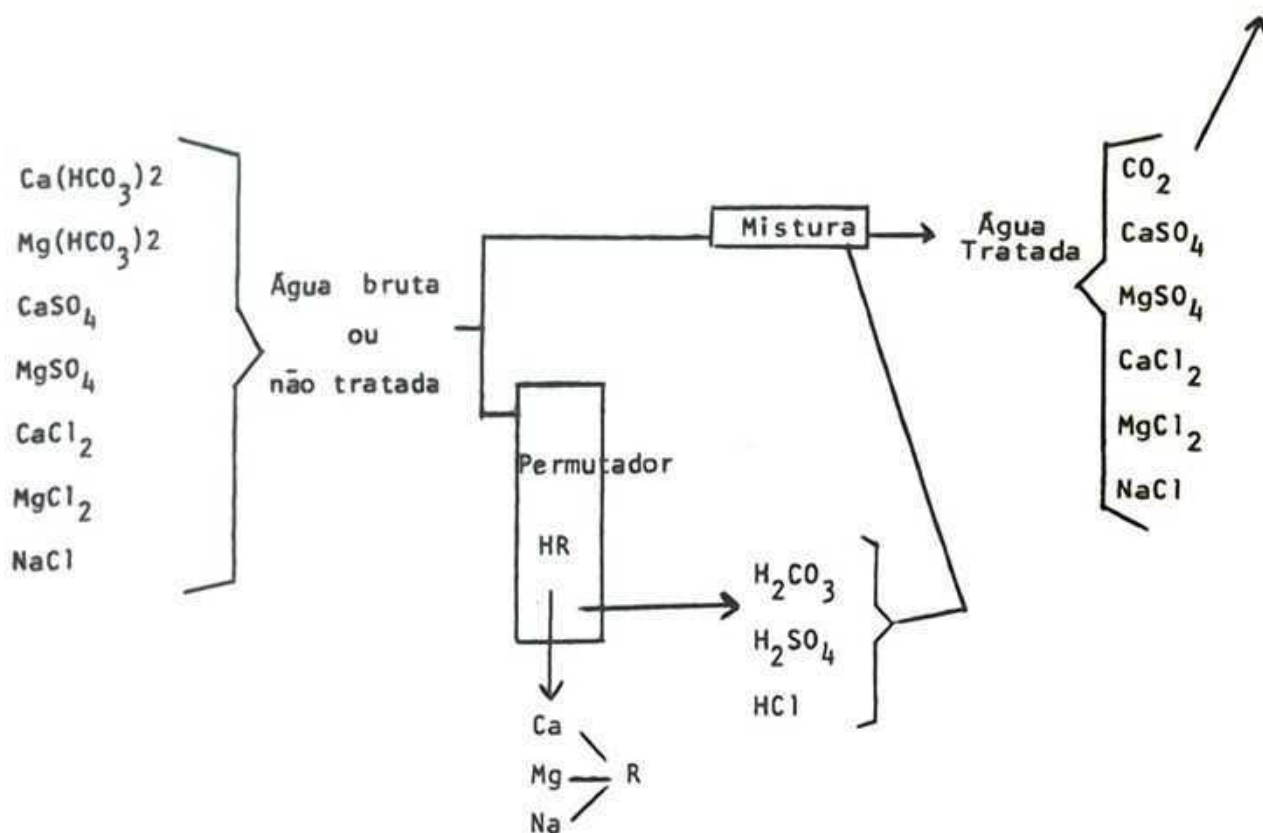
Porque são as operações mais correntes e porque as executamos na nossa fábrica, vamos apresentar em síntese as duas primeiras efectuadas em permutadores de catiões, caracterizados por possuírem radicais de função ácida, do tipo HSO_3 ou HCO_2 e susceptíveis de fixar os catiões minerais ou orgânicos e de os trocar quer entre si ou com o ião H^+ . No nosso caso utiliza-se o permutador de catiões à base de resinas sulfônicas.

4.4.1. Descarbonatação

Trata-se da eliminação da dureza temporária conferida pelos bicarbonatos alcalino-terrosos por fixação dos iões através de resinas sulfônicas. Os permutadores utilizados para este fim são regenerados, após o tratamento de determinado volume de água, com uma solução de ácido clorídrico.

Por este processo os catiões são fixados sobre a resina mas os aniões continuam em solução sob a forma de ácidos que têm de ser neutralizados. Esta operação é feita mediante a adição de água chamada bruta, com bicarbonatos, até à neutralização total dos ácidos clorídrico e sulfúrico, como se pode ver no esquema abaixo apresentado.

O ácido carbônico é eliminado fazendo passar ar através da água numa torre construída para esse efeito.



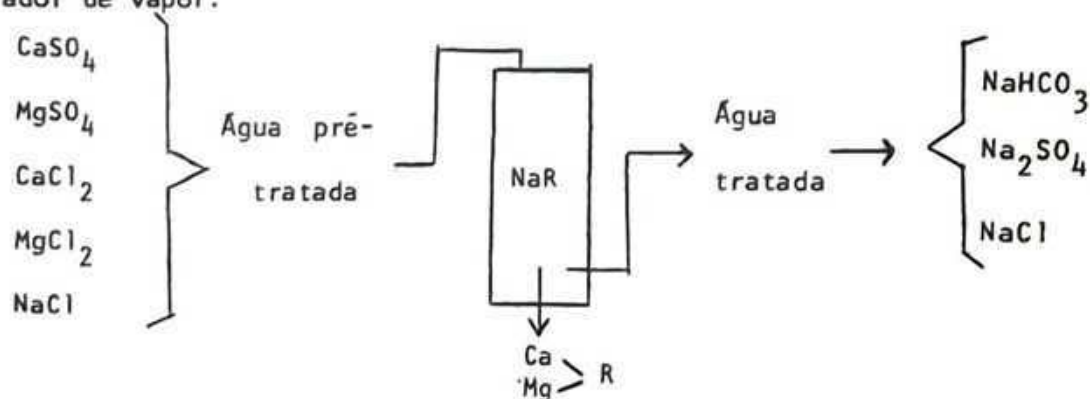
A água tratada assim obtida apresenta uma alcalinidade nula e uma dureza igual à dureza não carbonatada da água bruta. É evidente que aqui, podemos empregar à água a dureza que quizermos, de acordo com a fracção de água bruta que se juntar.

4.4.2. Adoçamento

No nosso caso esta operação é efectuada sobre a água já tratada. Trata-se aqui de uma substituição pura e simples dos catiões Ca^{2+} e Mg^{2+} pelo catião Na^+ .

Utiliza-se um permutador de catiões que é regenerado através duma solução de cloreto de sódio.

A dureza da água tratada é nula. Na nossa fábrica esta água é utilizada no gerador de vapor.



5. TIPOS DE ÁGUAS CÉLEBRES

Como já dissemos, a composição da água exerce uma influência decisiva sobre o tipo de cerveja, de tal modo que as cervejas mais célebres do mundo devem o seu renome às águas que lhes servem de suporte.

Vejam os alguns números relativos à composição dessas águas:

ÁGUA DE:

	PILSEN	DORTMUND	MUNICH	BURTON
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Resíduo seco	51	1.110	284	1.226
Ca ²⁺	7,14	262,27	75,75	267,98
Mg ²⁺	2,41	22,92	18,09	62,11
HCO ₃ ⁻	14,03	282,39	151,51	280,13
SO ₄ ²⁻	4,80	289,16	9,60	638,30
NO ₃ ⁻	vestígios	vestígios	vestígios	31,00
Cl ⁻	5,00	107,00	2,00	36,00
Dureza total °D	0,50	13,17	4,64	16,25
Dureza temporária °D	0,41	4,15	4,45	4,14
Dureza permanente °D	0,09	9,02	0,19	12,11

A água de Pilsen caracteriza-se, como se vê, por uma composição muito fraca em sais. É uma composição deste gênero que se deve obter na fabricação de cervejas pálidas, de fermentação baixa e fortemente lupuladas - cerveja tipo Pilsen.

A água de Dortmund, pelo contrário, já é muito mais carregada.

A cerveja de Dortmund, que também é de fermentação baixa mas menos lupulada que a de Pilsen, suporta uma água muito mais rica em sais.

Também muito pobre em sais, em especial cloretos e sulfatos, é a água de Munich que está na origem da célebre cerveja alemã da Baviera. Na sua composição aparecem quase em exclusivo os bicarbonatos alcalino-terrosos, conferindo à água uma certa alcalinidade que é, aliás, neutralizada em parte pelos maltes de côr carregada Munich, muito mais ácidos que os maltes de côr pálida. Por outro lado

como estas cervejas são pouco lupuladas, suportam melhor a alcalinidade ao contrário das muito lupuladas. Estas águas não são, pois, descarbonatadas.

Finalmente temos a água de Burton-on-Trent, uma localidade próxima de Londres, que deu renome mundial às cervejas Pale Ale inglesas. É uma água muito carregada, em especial, de sulfatos de cálcio e magnésio. Daqui resulta uma acidez no mosto que permite o uso em abundância de lúpulo, característica destas cervejas. Os sulfatos imprimem, aliás, a estas cervejas um "bouquet" especial, seco ao gosto.

6. OUTRAS UTILIZAÇÕES DA ÁGUA NA INDÚSTRIA CERVEJEIRA

Temos vindo a falar da água para fabricação de mosto, o que representa apenas uma pequena parte das necessidades que temos de água numa fábrica de cerveja.

Em termos genéricos podemos afirmar que para cada litro de cerveja precisamos de 10 litros de água.

6.1. Malteria

É aqui que a cevada é transformada em malte, após germinação. A água utilizada deve ser alcalina porque facilita a dissolução das substâncias amargas das glumelas. É de evitar as águas que contenham ferro, apenas porque conferem ao malte uma coloração acastanhada. Apreciável consumo de água.

6.2. Produção de vapor

É um ponto de bom consumo de água. Esta deve ser reduzida a zero, no que respeita a dureza, como vimos a propósito do adoçamento da água.

6.3. Torres de refrigeração

Os condensadores de máquinas frigoríficas são, normalmente, arrefecidos por meio de água. Esta não deve ser dura para se evitar incrustações nos aparelhos, evitando-se, assim, frequentes lavagens e consequente aumento de consumo de água. Além disso, as incrustações reduzem a transmissão de calor, diminuindo o rendimento.

6.4. Lavagens

Nas lavagens em geral e, em especial, dos locais ou recipientes que de qual

quer modo entrem em contacto com o mosto ou cerveja, exige-se água biologicamente pura sendo necessário, portanto, esterilizá-la.

7. ESTERILIZAÇÃO DA ÁGUA

Dum modo geral, as águas, quer tenham ou não sofrido tratamento prévio, e mesmo quando se apresentam absolutamente límpidas, encontram-se contaminadas por microorganismos mais ou menos perigosos para o homem.

Os principais agentes de esterilização utilizados na indústria cervejeira são:

- o cloro e seus derivados
- o ozono
- os raios ultra-violetas

Sendo o cloro o produto de maior e mais fácil utilização no tratamento das águas em geral, apresentamos algumas notas sobre a sua aplicação e eficácia.

O cloro é de longe o produto mais utilizado na esterilização da água devido à facilidade de aplicação e sua grande eficácia em doses fracas. Ao seu emprego na água também se chama "verdunização" devido a ter sido utilizado, com grande sucesso e pela primeira vez, na batalha de Verdun durante a 1.^a guerra mundial, como se sabe.

É um produto dotado de grande poder oxidante favorável, portanto, à destruição da matéria orgânica e, porque elimina as diastases vitais aos germens microbianos, apresenta, também, poder microbicida.

É utilizado normalmente sob a forma gasosa ou de hipoclorito de sódio ou cálcio - água de Javel.

A esterilização é mais perfeita em meio ácido que alcalino e quanto maior for o contacto com a água maior será a sua eficácia.

INVENTARIAÇÃO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ALGARVE

SUB-TEMA VII

UTILIZAÇÃO DA ÁGUA EM ABASTECIMENTO DOMÉSTICO NA REGIÃO DO ALGARVE

José Aníbal Vilarinho*

RESUMO

No Algarve existem três sistemas distintos de abastecimento de água para uso doméstico, sendo o sistema público o mais importante, pois fornece cerca de $21,6 \times 10^6$ m³ ano; a ele se segue o sistema semi-público, com $1,1 \times 10^6$ m³ ano e, por último, o sistema privado ou particular com $0,8 \times 10^6$ m³ ano.

Destes, o primeiro possui um programa de vigilância sanitária, que é efectuado pelos Serviços de Saúde, em duas fases complementares:

- 1 - Colheita de amostras, feita pelos técnicos sanitários.
- 2 - Análises químicas e bacteriológicas, executadas no Laboratório de Saúde Pública de Faro.

Contudo, esta acção torna-se insuficiente, pois a entidade responsável pela água nem sempre dá a sequência adequada às falhas detectadas, tais como, de infecção e, sobretudo, no verão, a permeabilidade nas condutas, que, aliada à falta de caudais gera situações de insalubridade.

Daqui se conclui que se torna necessário uma acção concertada e eficaz de todas as entidades responsáveis pelo abastecimento de água para uso doméstico, não só no campo da distribuição, mas também, no campo da captação, protegendo os caudais extraíveis destas.

* Engenheiro Civil e Sanitarista do Centro de Saúde Distrital de Faro.

ÍNDICE

	Pág.
1. Introdução.....	105
2. Sistemas de abastecimento.....	105
3. Sistemas públicos.....	106
4. Redes.....	107
5. Sistemas semi-públicos.....	108
6. Sistemas privados.....	108

1. INTRODUÇÃO

Como responsável pela vigilância da qualidade da água nesta região desde o ano de 1975, aproveito a oportunidade para demonstrar publicamente o meu apreço pelo trabalho dos técnicos sanitários que incansavelmente vêm dando o melhor do seu esforço para que essa vigilância se faça o mais correctamente, tanto no aspecto qualitativo como quantitativo.

Por outro lado existem em Faro técnicos de laboratório que garantem a continuidade do trabalho exercido nos concelhos, executando as análises e fornecendo os seus resultados.

Este trabalho reveste-se de grande importância nesta região, por dois motivos:

Primeiro, as águas captadas nem sempre são de qualidade garantida, e as redes de distribuição não funcionam por vezes em condições sanitárias aceitáveis.

Segundo, como depois demonstrarei, as águas vigiadas representam, em termos quantitativos, mais de 90% do total da água consumida em uso doméstico.

2. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

A água que é utilizada em consumo doméstico pode provir de três sistemas:

Sistema público

Sistema semi-público

Sistema privado

No primeiro caso existem uma rede e uma captação em que a qualidade e a quantidade são da responsabilidade de um serviço público, Câmaras ou Serviços Municipalizados.

É a estes sistemas que os Serviços de Saúde dão apoio quanto à vigilância sanitária da qualidade da água servida, tanto química como bacteriológica.

No segundo sistema existe a captação e, às vezes, uma diminuta rede de fontanários, pertença da Câmara ou da Junta de Freguesia, não havendo neste caso pagamento directo pelos utentes da água consumida. Não possui geralmente vigilância sanitária.

Por último, todos os outros sistemas e que são pertença directa dos consumidores, que tanto pode ser uma família como um empreendimento turístico.

3. SISTEMAS PÚBLICOS

Captações

As captações de água para uso doméstico no Algarve são todas elas de águas subterrâneas, na maioria através de furos. Está concluída uma estação de tratamento de águas superficiais para Portimão, mas ainda não funciona.

Uma das captações actuais, a de Odeceixe, está localizada no conselho de Odemira, distrito de Beja, mas está em vias de cessar a sua actividade, pois procede-se à execução de uma nova rede de distribuição, a partir de Aljezur.

As captações mais importantes em termos de caudais são formadas por núcleos de dois ou mais furos de pequeno diâmetro distando entre si da ordem da centena de metros e às vezes nem isso.

Existem ao todo 35 captações distintas, sendo 7 por meio de mina, 4 por poço e as restantes 24 por furos de pequeno diâmetro.

A quantidade de água bombeada nestas captações é de difícil estabelecimento, pois não existem contadores de caudais instalados que através de uma simples leitura nos forneça esses elementos, havendo contudo algumas Câmaras que fazem uma estimativa através das horas de bombagem e dos caudais indicados pelo fornecedor do equipamento de bombagem.

Contudo, pela ideia que possuo das redes, se atribuirmos uma capitação uniforme de 200 l/hab. e dia poderemos estimar a quantidade bombeada ao longo do ano

em $21,6 \times 10^6 \text{ m}^3$, número que, repito, é uma estimativa, pois não são feitas leituras dos caudais bombeados, nem o somatório dos caudais vendidos anualmente.

Na realidade, se estas duas leituras fossem efectuadas teríamos resultados interessantes, que levariam muitas Câmaras a adoptar medidas de "controlo" de fugas, o que resultaria numa melhoria não só da quantidade disponível como da qualidade.

4. REDES

Se as captações são já de si um número elevado, as redes de distribuição são quase o dobro, pois existem sistemas com várias redes "dependuradas" como é o caso, por exemplo, do concelho de Vila do Bispo.

Devido à falta de capacidade financeira, as redes existentes estão em grande parte não só velhas como até com a sua capacidade de transporte saturada, pois onde ontem eram prédios térreos hoje existem grandes unidades habitacionais; por outro lado, as redes nem sempre cresceram como deviam crescer, programadas, mas sim por simples remendos.

Isto representa não só um mau serviço em termos de quantidade como de qualidade, pois sendo a procura superior à oferta produzem-se na rede sucções, que aproveitando roturas não detectadas são pontos de inquinação já comprovados através de análises bacteriológicas, mas cuja resolução a cargo da entidade exploradora em muitos casos tarda ou mais frequentemente não aparece.

De acordo com o enunciado anterior é de toda a conveniência dotar os serviços de abastecimento de água do equipamento necessário ao "controlo" e protecção da água que é introduzida nas nossas casas. Aliás, é incompreensível esta situa-ção pois todos somos unânimes em exigir um "controlo" apertado à higiene dos ali-mentos e esquecemo-nos de que a água é a sua rainha.

Hoje em dia posso afirmar com certo orgulho que a vigilância sanitária sistemática feita pelos Serviços de Saúde às águas de uso doméstico domiciliário produziu palpáveis resultados, primeiro levando os serviços responsáveis a instalar aparelhos de desinfecção, e, posteriormente, através do "controlo" desta, a que as águas das redes possam ser consideradas como de qualidade bacteriológica garantida, à excepção das redes de Vila Real de S. António, Castro Marim e Albufeira.

5. SISTEMAS SEMI-PÚBLICOS

Torna-se bastante mais difícil falar destes sistemas por falta de elementos que nos permitam ajuizar da sua importância na região. Contudo, podemos afirmar que com base num inquérito há tempos efectuado pelos Serviços de Saúde existe mais de um milhar de poços públicos, sendo um número significativo o de aqueles que se encontram beneficiados, isto é, protegidos sanitariamente. Pena é que o seu equipamento não seja mantido em boas condições de funcionamento, cabendo a responsabilidade tanto ao poder local como às populações por ele servidas e que vai desde poucas dezenas até alguns milhares de poços.

Em face dos elementos que possuo, estimo esta população na ordem dos 75.000 habitantes.

A quantidade de água captada por este sistema, se atendermos a que estas captações são bastante menores que as de um abastecimento domiciliário, cerca de 40 l/hab. dia, é da ordem dos $1,1 \times 10^6 \text{ m}^3$ ano.

Para estes sistemas não existe actualmente nenhuma vigilância por falta de capacidade, quer humana, quer de meios.

6. SISTEMAS PRIVADOS

Finalmente, a restante população é possuidora do seu próprio sistema abastecedor de água para uso doméstico, e que coincide com o sistema de rega, de um modo geral.

É de longe um consumo muito menor, pois interessa a uma parte pequena da população, se bem que com uma tendência para aumentar. Aqui arrisco um número e que é de $0,8 \times 10^6 \text{ m}^3$ ano.

Finalmente teremos:

Sistema Público	21 600 000 m^3 ano
Sistema Semi-Público	1 100 000 " "
Sistema Privado	800 000 " "

INVENTARIAÇÃO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ALGARVE

SUB-TEMA VIII

A UTILIZAÇÃO DA ÁGUA NA AGRICULTURA ALGARVIA

Por Alberto M. Quadros*

RESUMO

1. REGADIOS ACTUAIS

1.1. De iniciativa estatal

Presentemente há dois perímetros regados de iniciativa estatal: um beneficiado pela albufeira da barragem de Silves regando mais de 2.000 ha (do que o aproveitamento previsto) nos blocos de silves e Lagoa e outro beneficiado pela albufeira da barragem da Bravura e que rega cerca de 1.000 ha, pouco mais de 50% do aproveitamento previsto no projecto.

1.2. De iniciativa particular o regadio actual no Algarve deve atingir de 10 a 15.000 ha

De referir que pelo menos 90% de água dos aproveitamentos de iniciativa particular, é obtida através de poços de profundidade muito variáveis entre 10 e mais de 100m e em número que deve ser superior a 5.000. As barragens, embora em número muito avultado (no concelho de Silves existem quase 2.000) regam em geral áreas deminutas.

2. REGADIOS FUTUROS

- Mapa do MOP com aproveitamento em estudo
- Recursos do Guadiana pelo aproveitamento dos caudais de ponta; Beliche e Odeleite.
- Prespectiva: cerca de 40.000 ha com boa aptidão para o regadio.
- A previsão do MOP aponta para 1990 como o ano a partir do qual será ne-

* Chefe do Projecto de Rega da Província do Algarve.

cessária a água do Sotavento para reforço da água de rega. Até lá, Funcho, Odelouca e pequenos aproveitamentos.

- Entretanto o conjunto dos aproveitamentos obedecerá a um sistema de aproveitamento para fins múltiplos em que as prioridades imediatas serão dadas aos abastecimentos de água às populações, à indústria turística e ao regadio.
- Para já iniciaram-se os estudos do projecto integrado de adaptação ao regadio na zona a beneficiar pela barragem do Funcho e/ou Odelouca.

Este projecto irá abranger uma área de 1.500 a 2.000 ha e representará um projecto piloto para os projectos seguintes e apoio aos regadios existentes.

3. MÉTODOS DE REGA UTILIZADOS NO ALGARVE

3.1. Regadios de superfície

- Sulcos
- Faixas
- Caldeiras

3.2. Outros métodos

- Aspersão
- Gota a gota
- Micro rega
- Outros

4. PRINCIPAIS PROBLEMAS DE REGA NO ALGARVE

De referir em especial:

- Custo da água
- Controlo da água de rega
- Qualidade da água de rega

INVENTARIAÇÃO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ALGARVE

SUB-TEMA IX

EROSÃO E RECURSOS HÍDRICOS

Por Maria João Botelho*

Maria Julieta Macedo**

RESUMO

O Serviço de Estudos do Ambiente tem em curso o estudo do Ordenamento Biofísico do Algarve cuja 1.^a fase se encontra concluída e que visava a determinação na escala 1/100.000 da Rede de Conservação da Natureza e Protecção da Paisagem ao abrigo do Dec.-Lei 613/76.

Inserida neste estudo analisou-se o problema da erosão na região algarvia quer sob o ponto de vista qualitativo quer quantitativo e a sua repercussão nos recursos hídricos.

* Arquitecta Paisagista do Serviço de Estudos do Ambiente

** Geóloga do Serviço de Estudos do Ambiente

ÍNDICE

	Pág.
1. Introdução.....	113
2. Caracterização do Problema.....	114
3. Factores que influenciam a erosão.....	115
4. Consequências da erosão.....	118
5. Medidas a tomar.....	118
6. Análise dum caso concreto: o Algarve.....	120

1. INTRODUÇÃO

Retirar do solo os alimentos suficientes para a sua subsistência tem constituído desde sempre um dos objectivos do Homem e tem, até há pouco, sido baseado na lógica simples e "à priori" evidente que o aumento da superfície cultivada, a intensificação do trabalho e a adopção de novas tecnologias aumentariam proporcionalmente as reservas de alimentos.

Durante milhares de anos o Homem aprendeu a retirar da natureza os produtos indispensáveis à sua subsistência, alargando progressivamente a superfície agricultada e destruindo a floresta primitiva que cobria os continentes.

A alteração profunda dos sistemas naturais, ultrapassando por vezes os seus limites de regeneração, tem conduzido progressivamente à redução da produtividade do solo pela erosão, ao abaixamento do seu fundo de fertilidade, à má gestão do ciclo da água e ao acelerar do processo de desertificação.

São essencialmente os modelos sociais e económicos incompatíveis com os limites naturais duma região que têm levado o homem quer por ignorância, inconsciência, ânsia de poder ou de riqueza a destruir as bases da sua própria subsistência, conduzindo os equilíbrios naturais existentes, a situação de ruptura.

Passaremos em seguida a tecer algumas considerações um pouco mais detalhadas sobre os problemas relacionados com a gestão de dois recursos naturais de primordial importância para o homem - o solo e a água - analisando em especial o problema da erosão do solo e sua relação com a gestão dos recursos hídricos de uma região.

Apresentaremos ainda o estudo concreto que temos vindo a desenvolver no âmbito do Ordenamento Biofísico do Algarve, em curso no Serviço de Estudos do Ambiente, e no qual foi feita uma análise do problema da erosão no Algarve através de métodos de quantificação e determinação da intensidade relativa do fenómeno, entre as diferentes áreas, bem como a proposta de criação, ao abrigo do Dec. Lei 613/76, de uma Rede de Conservação da Natureza e Protecção da Paisagem com vista à gestão racional dos recursos naturais da região.

2. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Se a água que cai em determinada região caísse na época mais conveniente para as culturas aí praticadas e na quantidade adequada à permeabilidade do solo, iria não só responder às exigências da vegetação nele existente, como iria ainda alimentar o lençol freático, as restantes reservas de água subterrânea e a rede fluvial dessa região. Esta situação é no entanto a ideal.

Na verdade parte da água que cai não se infiltra e escorre sobre a superfície do solo, arrastando consigo grandes quantidades de materiais sólidos constituintes da camada superficial, originando o processo de EROSAO e conduzindo a um empobrecimento das reservas de água subterrâneas.

A erosão é pois um fenómeno que consiste na desagregação das partículas constituintes do solo e das rochas e no transporte deste material pela acção de determinados agentes tais como a água, o vento, o gelo, a gravidade, etc.

O impacto das gotas de chuva no solo e os cursos de água são os principais agentes de desagregação, constituindo o escoamento da água e o vento os principais agentes de transporte. As partículas transportadas são depositadas à medida que encontram algum obstáculo por perda de velocidade da água, ou são arrastadas até às linhas de água, lagoas, lagos, albufeiras, oceanos, etc. onde irão contribuir para o seu assoreamento.

A erosão eólica atinge dimensões preocupantes sobretudo nas regiões desérticas e nas faixas arenosas litorais sendo contudo a erosão hídrica aquela que no nosso país mais graves preocupações levanta e aquela que iremos analisar.

Diferentes tipos de erosão hídrica podem ter lugar, desde a erosão laminar em que se verifica a remoção de delgadas camadas de solo, atingindo mais ou menos uniformemente toda uma superfície, até à erosão por sulcos, ravinas e torrentes.

A erosão laminar resulta da desagregação dos elementos terrosos pelo impacto das gotas da chuva e pela acção do escoamento, deslizando o conjunto água-ter

ra ao longo das encostas como uma lâmina, de forma quase imperceptível e conduzindo a grandes transportes de sedimentos.

Este tipo de erosão é por vezes difícil de denunciar sobretudo na fase inicial do processo e tem lugar em maior ou menor grau sempre que a água escorre em solos desprovidos de vegetação, sobretudo se apresentam pouca coesão, baixo teor de matéria orgânica e fraca permeabilidade e agrava-se quando assentes em sub-solo impermeável.

3. FACTORES QUE INFLUENCIAM A EROSÃO

Inúmeros são os factores que originam e condicionam o fenómeno da erosão podendo considerar-se o tipo de solo, relevo, clima e coberto vegetal os factores fundamentais que regem o fenómeno, não esquecendo o factor determinante de todo o processo, que é o Homem.

Só a partir da intervenção do homem a erosão, que constitui um processo natural complexo, perfeitamente integrado no funcionamento normal dos ecossistemas, começa a adquirir proporções verdadeiramente preocupantes.

- Função da textura, estrutura, porosidade, teor em matéria orgânica e permeabilidade, cada solo apresenta uma maior ou menor capacidade de infiltração e armazenamento de água bem como uma maior ou menor resistência ao seu arrastamento.

- O relevo por sua vez influencia o fenómeno da erosão através de dois parâmetros que actuam interdependentemente: - DECLIVE/COMPRIMENTO DAS ENCOSTAS.

Um declive muito acentuado numa pequena extensão pode ter consequências menos graves no que respeita à erosão do que um declive moderado em encostas de grande comprimento.

Por sua vez nas zonas planas o deslocamento das partículas do solo, provocada pelo impacto das gotas de chuva, faz-se em todos os sentidos, existindo deste modo uma compensação mútua e sendo a erosão mínima.

- Quanto ao clima, actua em cada região função das variações climáticas sazonais e sobretudo das variações climáticas diárias.

Acentuadas amplitudes térmicas diárias e variações bruscas do grau de humidade do ar contribuem para acelerar o processo de meteorização das rochas e evolução do solo, cabendo à precipitação o papel mais directo no fenómeno. O impacto das gotas de chuva no solo bem como o escoamento superficial da água não retida, desempenham papel importante, tal como já referimos, respectivamente nos processos

de degradação e transporte dos materiais sólidos.

Num país de características mediterrânicas como é o nosso, em que a concentração da chuva se faz na época fria e com carácter torrencial na maior parte dos casos, assumem especial importância os fenómenos da erosão e paralelamente o da recarga dos aquíferos subterrâneos. A grande concentração de água caída em pequenos períodos e na época em que as carências hídricas da maior parte da vegetação são mais reduzidas, conduz a que grande parte da água que cai não se infiltre e escorra, perdendo-se em última instância para os oceanos e escasseando consequentemente na época estival.

- O coberto vegetal actua no processo de erosão através de dois aspectos complementares: por um lado fornecendo matéria orgânica ao solo e alterando as suas características intrínsecas, por outro protegendo o solo do impacto das gotas de chuva.

O coberto vegetal exerce um papel determinante na intensidade com que a erosão se faz sentir nas diferentes áreas, variando esta em função do tipo de vegetação existente, da densidade de coberto e da sua variação sazonal.

Consoante se trata de uma área florestal ou agrícola, de vegetação arbórea, arbustiva ou herbácea, teremos influências distintas no processo de erosão.

A floresta, quando constituída por espécies climáticas, isto é, correctamente adaptadas às condições edafo-climáticas de cada região e quando contém os estratos de vegetação que a devem integrar: arbóreo, arbustivo e herbáceo é, sem dúvida, o tipo de coberto vegetal que melhor protecção dá ao solo. Nesta situação poderemos considerar que a erosão se encontra reduzida à erosão natural que existiria sem a intervenção do homem.

Nas áreas florestais, segundo alguns autores referem, a velocidade das águas reduz-se aproximadamente de 1/4 ou seja a energia cinética, causa fundamental do processo erosivo, reduz-se consequentemente de 1/16. Além disso nestas áreas o entrelaçamento das raízes proporciona uma grande consistência ao solo e aumenta a capacidade de infiltração desse solo.

A vegetação arbustiva e herbácea espontânea, vulgarmente designadas por mato, quando não degradado, proporciona um grau de protecção do solo contra a erosão muito semelhante ao da floresta.

As pastagens permanentes são também um coberto que protege bem o solo da erosão, desde que o declive do terreno não ultrapasse determinados valores, sendo o coberto vegetal das zonas agrícolas aquele que piores resultados dá. Alguns autores referem que a diferença de infiltração nos solos agrícolas e florestais por

de chegar a alcançar uma relação de 2 a 100.

O Homem exerce um papel determinante em todo o processo da erosão dado que possui tecnologias que lhe permitem actuar de forma brusca e violenta sobre quase todos os aspectos atrás referidos, provocando-lhes profundas transformações.

O homem moderno impermeabiliza extensões enormes de solo nas cidades, originando a concentração das águas pluviais noutras áreas, impermeabiliza as margens e leitos dos cursos de água, constrói grandes obras de hidráulica, destrói a floresta, pratica agricultura em áreas com declive acentuado, utiliza práticas agrícolas incorrectas, compacta o solo através de maquinaria agrícola e do pastoreio excessivo, provoca o fogo conduzindo à destruição do coberto vegetal e à formação de solos que repelem a água, etc.

Muitos outros aspectos haveria ainda a referir sendo no entanto fundamental que o Homem se aperceba que a erosão e a gestão dos recursos hídricos duma região são processos complexos que dependem de múltiplos factores e que só a partir duma actuação integrada que parta dum conhecimento tão aprofundado quanto possível de todos os parâmetros, do seu funcionamento e das inter-relações existentes poderá controlar esses processos.

Cita-se a título de exemplo algumas das consequências resultantes da incorrecta implantação de uma barragem:

- Na área a montante, devido à redução da velocidade das águas os materiais sólidos arrastados vão-se depositando indo reduzir a capacidade do leito do rio, podendo o seu curso tornar-se divagante e inundar os terrenos ribeirinhos, causando danos nas culturas, vias de comunicação ou aglomerados populacionais.

- A jusante da barragem, as águas desprovidas de grande parte da sua carga sólida dispõem de maior capacidade de transporte e rompem o perfil de equilíbrio do rio existente antes da construção, ocasionando processo de erosão mais ou menos intensos no leito e margens do rio até que seja estabelecido um novo equilíbrio.

O aprofundamento do leito do rio conduz a um abaixamento do nível do lençol freático dos terrenos circunvizinhos e consequentemente das captações existentes na área.

Paralelamente a albufeira da barragem vai sofrendo um assoreamento progressivo motivado pela erosão a montante, sendo de referir que, de acordo com os dados obtidos em 98 albufeiras, o Serviço de Conservação dos Solos dos E.U.A. concluiu que:

- 39% das barragens prestam menos de 50 anos de serviço

- 25% entre 50 e 100 anos
- 21% entre 100 e 200 anos
- 15% mais de 200 anos.

4. CONSEQUÊNCIAS DA EROSÃO

Não iremos referir de forma exaustiva todas as consequências resultantes da erosão do solo, mas tão somente aquelas que nos parecem mais importantes:

- perda da camada superior do solo fértil e perda de nutrientes
- degradação da zona arável do solo
- assoreamento dos rios e estuários arruinando os habitats aí existentes
- assoreamento de albufeiras reduzindo o seu tempo de vida e capacidade de armazenamento
- assoreamento de condutas e captações
- poluição das águas pelos produtos químicos absorvidos pelas partículas do solo erodido
- etc.

Em conclusão: os efeitos de erosão não são apenas a perda de solo em si , mas também os custos que tal facto acarreta.

5. MEDIDAS A TOMAR

Combater ou pelo menos atenuar na medida do possível o processo de erosão, tendo em vista a manutenção dos dois recursos naturais - SOLO-ÁGUA, constitui uma preocupação actual.

Uma falsa imagem de "progresso" tem conduzido a acções antrópicas verdadeiramente comprometedoras, verificando-se actualmente que a ruptura do equilíbrio dos ecossistemas das zonas quentes e de baixa precipitação tem originando o desaparecimento progressivo da vida nessas regiões, o avanço do deserto e com ele da erosão, o aumento das probabilidades de cheias na estação chuvosa e das carências hídricas na época seca.

Determinadas medidas devem, portanto, ser tomadas e encaradas, sobretudo a

dois níveis distintos:

- Por um lado há que definir as áreas fundamentais ao equilíbrio biofísico de cada região, através do estabelecimento das redes de Conservação da Natureza e Protecção da Paisagem.

Estas redes englobariam as áreas mais importantes a nível regional para a gestão correcta dos recursos naturais e, aliadas à definição das aptidões potenciais do espaço para as diferentes actividades do Homem, iriam permitir que as acções se fundamentem nas capacidades de carga dos diferentes sistemas naturais.

- Por outro lado há que definir as tecnologias mais adaptadas a cada caso concreto.

Todas as acções devem contudo ter em vista:

- Criação de uma paisagem diversificada capaz de responder às variações climáticas;
- Repovoamento florestal sobretudo das áreas de maior declive, sujeitas a maiores riscos de erosão, excluindo destas zonas as espécies vegetais exóticas;
- A criação de um coberto vegetal adequado nas zonas de maior infiltração e cabeceiras das linhas de água;
- Execução dos trabalhos de preparação dos terrenos e de plantação segundo as curvas de nível;
- Armação do terreno em sucalcos para implantação de agricultura nas áreas compatíveis com essa actividade mas que apresentam já declive acentuado;
- Determinação de encabeçamentos correctos;
- Estabelecimento de redes de drenagem adequadas ao tipo de solo, que atenuam a erosão, permitem a implantação de coberto vegetal adequado e evitam a salinização progressiva das águas de rega;
- Implantação de pequenas barragens para regularização dos cursos de água de características mais torrenciais.

Indicar as medidas a tomar e as acções a desenvolver aos diferentes níveis, não é contudo suficiente, dado que é fundamental, por um lado prever modelos de desenvolvimento regional integrado, que adoptem soluções compatíveis com as características e potencialidades do seu território e não sejam as de estratégia económico-políticas inadequadas, tal como aconteceu no nosso país no início deste século com a campanha do trigo, já para não falar da mais recente campanha do eucalipto e muitas outras.

6. ANÁLISE DUM CASO CONCRETO - O ALGARVE

No âmbito do estudo de Ordenamento Biofísico do Algarve, em curso no Serviço de Estudos do Ambiente e no sentido de detectar os problemas de erosão existentes e encontrar soluções para a sua minimização, desenvolveram-se a nível de toda a área diferentes tipos de análise nos quais se pretendem:

- definir os riscos potenciais de erosão de cada zona;
- quantificar a erosão a nível de cada bacia hidrográfica;
- definir, a nível do litoral, o grau de sensibilidade à erosão das diferentes áreas.

Quanto à definição dos riscos potenciais de erosão, classificaram-se e cartografaram-se em 5 classes as diferentes áreas do território (desde zonas com riscos muito elevados, nomeadamente na zona de serra, até zonas onde os riscos de erosão são praticamente inexistentes), com base no tipo de solo, densidade de drenagem do substrato, declive e pluviosidade.

Optou-se pela não introdução nesta fase do estudo, na escala 1/100.000, dos dados referentes ao coberto vegetal, dado que na altura não dispunhamos ainda de informação com rigor suficiente para este tipo de trabalho.

Quanto à quantificação da erosão a nível de cada bacia hidrográfica, uma vez que não existem medições do caudal sólido em nenhuma das bacias do Algarve, optou-se pela sua determinação através do método de Fournier. Este método tem dado resultados muito satisfatórios quando aplicado a regiões de características mediterrânicas como é o caso, contrariamente à equação Universal que não deve ser aplicada a estas regiões dado possuírem solos normalmente pouco evoluídos ou quase inexistentes, como acontece na maioria da serra existente.

Com base na fórmula de Fournier:

$$\log. E = 2,65 \log \frac{p^2}{P} + 0,46 \log \bar{H} \operatorname{tg} x - 1,56$$

E - erosão específica

p - precipitação máxima mensal

P - precipitação média anual

$\bar{H}$ - altura média da bacia hidrográfica

$\operatorname{tg} x$ - coeficiente de massividade (quociente entre a altura média da bacia e a sua superfície em projecção horizontal)

utilizando dados da D.G.R.A.H. para as características físicas da bacia e do I.N. M. Geofísica para os valores de precipitação, determinou-se a erosão específica (E) em $\text{ton/Km}^2/\text{ano}$ e a erosão real (e) em (ton/ano) existentes nas diferentes bacias hidrográficas.

Quanto à definição dos diferentes graus de sensibilidade do litoral à erosão, esta baseou-se essencialmente nos aspectos litológicos presentes (rochas coerentes e não coerentes), diastrofismo e influência da dinâmica marinha e eólica.

Com base nestas análises detectou-se que:

- os principais problemas de erosão estão localizados na zona de serra e dentro desta, apresentam maior incidência na zona de Barlavento;
- nas zonas de barrocal e planície litoral os riscos de erosão são de um modo geral baixos ou muito baixos;
- no litoral propriamente dito os problemas de erosão ocorrem essencialmente na zona de barlavento e dentro desta sobretudo nas falésias carbonatadas da costa Meridional;
- a erosão específica apresenta valores muito elevados (entre 600 e 800 $\text{ton/Km}^2/\text{ano}$), nas bacias das ribeiras de Aljezur, Torre e Quarteira e do rio Arade, atingindo o valor mais elevado na bacia hidrográfica da ribeira de Seixe, onde ultrapassa as 800 $\text{ton/Km}^2/\text{ano}$.
- a erosão específica apresenta valores baixos na maior parte das bacias das ribeiras que drenam para a Ria de Faro e algumas bacias das ribeiras do litoral Ocidental, com valores inferiores a 200 $\text{ton/Km}^2/\text{ano}$ e um pouco mais elevado nas bacias hidrográficas que drenam para o Guadiana, com valores abaixo das 400 $\text{ton/Km}^2/\text{ano}$.
É curioso referir que a ribeira de Quarteira apresenta uma erosão específica muito baixa e que, de acordo com bibliografia consultada, o leito da ribeira de Quarteira atingiu já, no seu troço de juzante, o perfil de equilíbrio;
- é muito elevada a quantidade de detritos sólidos drenada para:
 - . Portimão (276.236,231 ton/ano)
 - . foz da Ribeira de Seixe (211.017,80 ton/ano)
 - . foz das ribeiras da Foupana e Odeleite (202.710,85 ton/ano)
 - . ria do Alvor (115.841,183 ton/ano)

com base nesta informação, aliada às conclusões de outras análises efectuadas si-

multaneamente à mesma escala, foi-nos possível detectar as áreas fundamentais ao equilíbrio biológico da paisagem e à manutenção dos recursos naturais do Algarve, englobadas na proposta de Rede de Conservação da Natureza e Protecção da Paisagem a criar ao abrigo do Decreto-Lei 613/76.

Nesta proposta foram definidas as seguintes áreas:

- ÁREAS AGRÍCOLAS ESPECIAIS, embora em fase posterior deste estudo a efectuar na escala 1/25.000, estas áreas venham possivelmente a ser alargadas, os elementos disponíveis permitiram-nos apenas englobar os solos de elevada capacidade de uso agrícola, defendidos ao abrigo do Decreto-Lei 308/79.
- ÁREA FLORESTAL ESPECIAL - abrange desde as áreas onde os riscos de erosão são mais elevados, até alguns maciços de espécies de vegetação climática e alguns habitats com interesse para a fauna de vertebrados da serra.
- ÁREA ECOLÓGICA ESPECIAL - abrange desde os ecossistemas costeiros de alta sensibilidade, até aspectos da flora, fauna e hidrogeologia, com interesse para o equilíbrio da paisagem regional.
- PATRIMÓNIO NATURAL/CONSTRUIDO - nestas designações englobam-se ocorrências naturais com interesse científico e/ou paisagístico como sejam áreas de carsificação (grutas, algares, campos de lapies, etc.), fenómenos de vulcanismo (chaminé vulvânica de Ferrarias) etc. e ainda locais com interesse arqueológico e histórico.
- RESERVAS PROPOSTAS - as reservas propostas para as regiões de Sagres, Monchique, Alvor e Naves correspondem a áreas que reúnem aspectos com interesse sob os diferentes pontos de vista em que incidiu a nossa análise.

No caso concreto da reserva localizada na confluência das ribeiras da Fourpana e Odeleite trata-se de uma proposta de "Reserva Zoológica".

A nível mais pontual propõe-se também a criação de "Reservas Naturais Integrais" nas seguintes grutas:

- Gruta Amarela
- Gruta de Monte Clérigo
- Grutas de Ibna-Hammar
- Gruta de Igrejinha de Soidos
- Gruta da Rocha da Pena

- Gruta da Salusteira Grande
- Gruta da Salusteira Pequena
- Gruta dos Arrifes

Esta proposta baseia-se no facto destas grutas apresentarem interesse sob o ponto de vista geológico e por serem também locais de abrigo de importantes colónias de quirópteros, cujas espécies são particularmente sensíveis à presença humana.

INVENTARIAÇÃO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ALGARVE

PALAVRAS DE ENCERRAMENTO

Por: M. Gomes Guerreiro*

Constituiu êxito o painel sobre hidrologia que, em boa hora, o Prof. Santos Júnior, presidente da Direcção Regional do Sul da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, teve a feliz iniciativa de promover em Faro e que a Universidade do Algarve gostosamente acolheu e patrocinou. Tratou-se do problema da água, um dos mais graves do nosso tempo. Tratou-se da inventariação e da gestão dos Recursos Hídricos do Algarve, factor que juntamente com o saber tem constituído os grandes, os maiores estrangulamentos da vida algarvia que há muito travam o seu normal desenvolvimento.

Foi descrito e quantificado o clima, a hidrografia e a hidrogeologia; foi anunciada a forma de avaliar e gerir os recursos hídricos disponíveis à superfície e em profundidade, e adiantado um balanço entre as necessidades e as disponibilidades a que se poderá chegar tendo em vista uma melhor economia da água.

Foi feita uma descrição de como é utilizada a água pelo homem em sua casa, na agricultura, na indústria, nos serviços e seu impacte na preservação do Ambiente que é das maiores riquezas do Algarve. Terminaram os trabalhos com a apresentação de uma política global de utilização dos recursos hídricos no condicionalismo ecológico e humano anteriormente caracterizados.

Em qualquer que seja a região, a falta de água não permite que funcionem as actividades que caracterizam as sociedades modernas: a agricultura, a indústria, a vida doméstica, o saneamento básico e, no Algarve, o volumoso e luxuoso equipamento hoteleiro anarquicamente distribuído no litoral e em que se apoia o turismo.

Na região algarvia, de autonomia ecológica definida pelas bacias das suas ribeiras, como aqui foi dito, a água armazenada no solo dos 340 mil hectares da serra, nas albufeiras construídas e em projecto, e no sistema aquífero do litoral, constitui um potencial quantitativamente suficiente para garantir a qualidade e o elevado nível de vida do litoral populoso. Contudo, o regime em que se processa o

* Presidente da Comissão Instaladora da Universidade do Algarve

seu ciclo e a forma como se faz a alimentação das albufeiras e dos mananciais, são de tal forma variáveis ao longo do ano, e dos anos, que exigem a construção de um modelo que permita a avaliação constante dos potenciais e a sua correcta gestão, de forma a que o capital hídrico se mantenha ao longo do tempo, portanto em equilíbrio entre as entradas e as saídas, se possível com aproveitamento escalonado, de acordo com os declives.

O funcionamento de qualquer sistema, natural ou não, exige, além de outros elementos complementares, energia e água. Foi dito que o Algarve recebe enormes quantidades de energia do Sol; foi afirmado que o Algarve tem água suficiente para irrigar perto de 100 mil hectares do litoral. Num País sem energia fóssil e que importa um quarto da energia alimentar para manter a sua população, essa é uma situação privilegiada que é criminoso deixar em poiso. Para a mobilizar e utilizar na agricultura bastará criatividade, culturas adequadas, estudo, tecnologia, profissionalismo, empresa familiar monobloco, trabalho qualificado e algum capital. Captar e armazenar energia do Sol sob a forma de biomassa, em condições de ser utilizada pelo Homem, constitui a actividade que mais apoio deve merecer de todos nós. Mas nessa actividade promissora deve impedir-se que se resvale para uma estrutura fundiária injusta onde o produto acabaria por compensar prioritariamente o capital.

A própria indústria, em pequenas e médias unidades, orientada para a utilização de energia-fluxo, bem abastecida de água, poderá dar uma contribuição poderosa para a produção de bens que satisfaçam as necessidades de conforto e de cultura do algarvio e dos seus hóspedes no semestre do turismo.

A vida familiar poderá usufruir dos benefícios da água na alimentação, na higiene, no recreio, no desporto e no saneamento, permitindo melhorar a qualidade de vida das comunidades.

Com água e profissionalismo até se pode admitir o turismo de qualidade que tanto se apregoa e tão pouco se pratica.

Há que saber avaliar e há que gerir os recursos hídricos. A abertura de furos não pode continuar a fazer-se na irresponsabilidade e pela mão dos maus vedores; as barragens de armazenamento e de alimentação de aquíferos têm que se fazer; a serra tem que se arborizar; o problema da água tem que se resolver na sua diversidade e globalidade biofísicas.

A Universidade do Algarve, com os olhos postos no desenvolvimento da região, terá como ponto de honra contribuir para o estudo das melhores soluções para o problema dos recursos hídricos, com iniciativas como esta, reunindo na mesma sala, ou na mesma mesa, especialistas e entidades que a este assunto dedicam os seus

estudos.

O Algarve poderá ter água suficiente como aqui foi afirmado. Mas se a serra não for cuidadosamente preparada para constituir a grande bacia de apanhamento da precipitação, se não forem feitas as obras que garantam o armazenamento da água de forma a torná-la útil ao homem antes de chegar ao mar e se o seu consumo não for gerido com saber e ponderação, tenhamos a certeza de que o futuro do Algarve poderá tornar-se sombrio.

De vós, homens da hidrologia, depende grande parte da tarefa de criar prosperidade a esta bela região, tão esquecida dos centros de decisão, e que, se convidada a nela repousar também convida a nela habitar e a trabalhar.

Uma palavra final de agradecimento à Assembleia Distrital, por nos ter acolhido nas suas instalações, e a todos os prelectores e intervenientes; um obrigado à Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos na pessoa do presidente da Direcção Regional do Sul, Prof. Santos Júnior, e, principalmente, um agradecimento sincero e amigo a todos os que, com a sua presença, valorizaram este empreendimento ao ponto dele ter constituído um êxito.

O Algarve agradece-lhes.

IMPRESSO NO SERVIÇO
DE REPROGRAFIA E PUBLICAÇÕES
DA UNIVERSIDADE DE ÉVORA

