

ESTUDOS DE HIDROLOGIA EM POVOAMENTOS DE *QUERCUS SUBER* E CARACTERIZAÇÃO MESOLÓGICA DO ECOSISTEMA

A. P. de Almeida

Estação Florestal Nacional. Rua do Borja 2, 1300 Lisboa. Portugal.

RESUM

El principal objectiu d'aquest treball és l'avaluació dels efectes sobre el règim hídic i la productivitat de diferents models de gestió de la sureda. L'estudi es va realitzar en una conca hidrogràfica de 5,5 ha, en la proximitat de Mora (Portugal). La conca es troba poblada per sureda amb sotabosc en règim de pastura. El projecte va utilitzar l'equació bàsica del balanç hidrològic i es van determinar la precipitació, l'escorriment superficial, l'evapotranspiració, i les variacions del contingut d'aigua del sòl. També es va portar a terme la caracterització dendromètrica de l'arbrat i de les capçades amb la finalitat de avaluar la precipitació sota la coberta i l'escorriment pel del tronc. Així, es va calcular la intercepció per avaluar els seus efectes en la redistribució de la precipitació i en la dinàmica de l'evapotranspiració. La presa de dades es va iniciar l'Octubre de 1988. L'any 1989, l'escorriment fou d'un 10,8 % de la precipitació. En el mateix període l'aigua interceptada per les copes representava el 15,4 % i la precipitació sub-coberta era del 84,6 %. L'escorriment pel tronc era despreciable des del punt de vista quantitatiu. Es va realitzar l'anàlisi estadística de les dades referents al període de Gener-Maig de 1990, que va mostrar la conveniència d'allargar el període d'estudi per confirmar els resultats.

SUMÁRIO

O principal objetivo do projecto é a avaliação dos efeitos de diferentes modelos de condução do montado de sobreiro, no regime hídrico e na produtividade. O estudo teve como suporte físico uma bacia hidrográfica com a área de 5,5 ha, perto de Mora. A bacia é ocupada por um povoamento de sobreiro associado a pastagem natural, que constitui provavelmente a forma mais representativa de exploração do montado na região. O projecto utilizou a equação básica do balanço hidrológico, e foram determinados a precipitação, o escoamento superficial, a evapotranspiração e as variações dos teores de água no solo. Foi também feita uma caracterização dendrométrica do povoamento e das copas, com vista à avaliação da precipitação sob-coberto e do escoamento ao longo do tronco. Foi ainda calculada a intercepção, para avaliar os seus reflexos na redistribuição da precipitação no montado e na dinâmica da evapotranspiração. A colheita de dados de campo iniciou-se em 1 de Outubro de 1988. Em 1989, o escoamento foi de 10,8% da precipitação. No mesmo período, a intercepção pelas copas representou 15,4%, e a precipitação sob-coberto foi 84,6% da precipitação. O escoamento pelo tronco foi desprezável em termos quantitativos. Procedeu-se à análise estatística dos dados relativos ao período compreendido entre Janeiro e Maio de 1990, que revelou a conveniência em dilatar o período de realização do estudo, a fim de se poder testar ou confirmar com maior consistência as primeiras tendências reveladas pelo mesmo.

ABSTRACT

The main objective of the project is to assess the effect of different types of soil management under cork-oak tree stands on water use and cork productivity. The study utilized a 5.5 ha watershed near the town of Mora, center of Portugal. The watershed contained scattered cork-oak with natural pasture, which is probably the most representative form of land use in the region.

The project used the basic water balance equation, being evaluated incident rainfall, runoff, evapotranspiration and changes in soil water storage. Measurements of the tree stands and canopies were included for the characterization of throughfall and stemflow. Interception was estimated to evaluate its effects on rainfall redistribution and on the dynamics of evapotranspiration. Collection of data for the intensive hydrologic study begun in October 1, 1988. During 1989, surface runoff was 10.8 percent of annual rainfall. For the same period, canopy interception by the *Quercus suber* stand was 15.4 percent and throughfall accounted for 84.6 percent of annual rainfall, as stemflow was considered negligible. Statistical analysis of data related to the period January, 1990 to May, 1990 is now being undertaken. It is apparent, however, from the study, that the data sets should be extended through further research to confirm the tentative hydrological trends of the first period.

Key words: cork-oak, land use, pasture, productivity, water balance.

INTRODUÇÃO

O conhecimento dos efeitos da água na produção suberícola e na qualidade da cortiça é ainda muito escasso. Afigurou-se assim de interesse o estudo da componente hidrológica, no projecto interdisciplinar sobre o montado de sobreiro, iniciado em Outubro de 1988 e concluído em Setembro de 1990, em Mora, Alto Alentejo, numa região de características semiáridas com acentuados défices hídricos na estação seca. O projecto, intitulado «Melhoria da Produtividade em Montado de Sobreiro», incluiu também estudos sobre Melhoramento, Protecção Integrada e Técnicas de Instalação e Redução do Período Pré-Produção em Sobreiro, e beneficiou de apoio financeiro da CEE.

O projecto de Hidrologia visou a avaliação dos efeitos sobre a economia da água e sua utilização, dos modelos mais usuais de condução do montado, e surgiu na sequência de investigação já realizada nessa matéria, em bacias hidrográficas localizadas na região de Odemira, no Baixo Alentejo, de 1983 a 1988 (Almeida 1989, 1990).

As modalidades ou tratamentos a estudar seriam, em princípio os seguintes: povoamento de sobreiro com mato, com pastagem natural, com pastagem melhorada e com cultura agrícola.

A correcta execução do projecto exigiria no entanto, para que permitisse a obtenção de dados com alguma consistência, e para além do necessário suporte físico consubstanciado na utilização de bacias hidrográficas que apresentassem idênticas características mesológicas, um horizonte de realização de, pelo menos, 4 a 5 anos, período mínimo considerado indispensável para a realização de estudos deste tipo. Assim, e por força das limitações de tempo impostas pelo contrato, foram eliminados alguns dos tratamentos inicialmente previstos, acabando o estudo por ficar limitado à caracterização hidrológica de uma bacia ocupada com povoamento de sobreiro associado a pastagem natural, que se afigurou ser de todas as situações propostas, a de maior interesse e representatividade na região. Desta forma, e uma vez que não seja possível proceder à renovação do contrato, o que se afigura duvidoso, o projecto perderá inevitavelmente parte do seu impacto. Os estudos agora realizados constituirão pois uma primeira fase, que deverá ser completada com a implementação de novas acções nesta área, a curto ou médio prazo, em condições que assegurem uma maior continuidade e consistência aos trabalhos a realizar.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área experimental

Os trabalhos decorreram numa bacia hidrográfica situada na Herdade da Chaminé, concelho de Mora, com ocupação de montado de sobre e pastagem natural (Fig. 1). A bacia tem uma área de cerca de 5.5 ha, e assenta sobre o complexo argilo-gresoso de Coruche do Miocénico, constituído no local por grés argiloso acastanhado com seixos. A altitude varia entre 123 e 136 metros, sendo a exposição predominantemente ao quadrante Norte. O declive é pouco acentuado, oscilando entre 3% e 12%.

Segundo a classificação de Koppen, o clima é mesotérmico húmido com ocorrência de uma estação seca, quente e extensa, no verão. A precipitação média anual é de cerca de 700 mm, com uma temperatura média anual de aproximadamente 16°C (Manique e Albuquerque, 1954). O quociente pluviotérmico K de Emberger é de cerca de 65, pelo que o clima pode ser classificado como mediterrâneo sub húmido

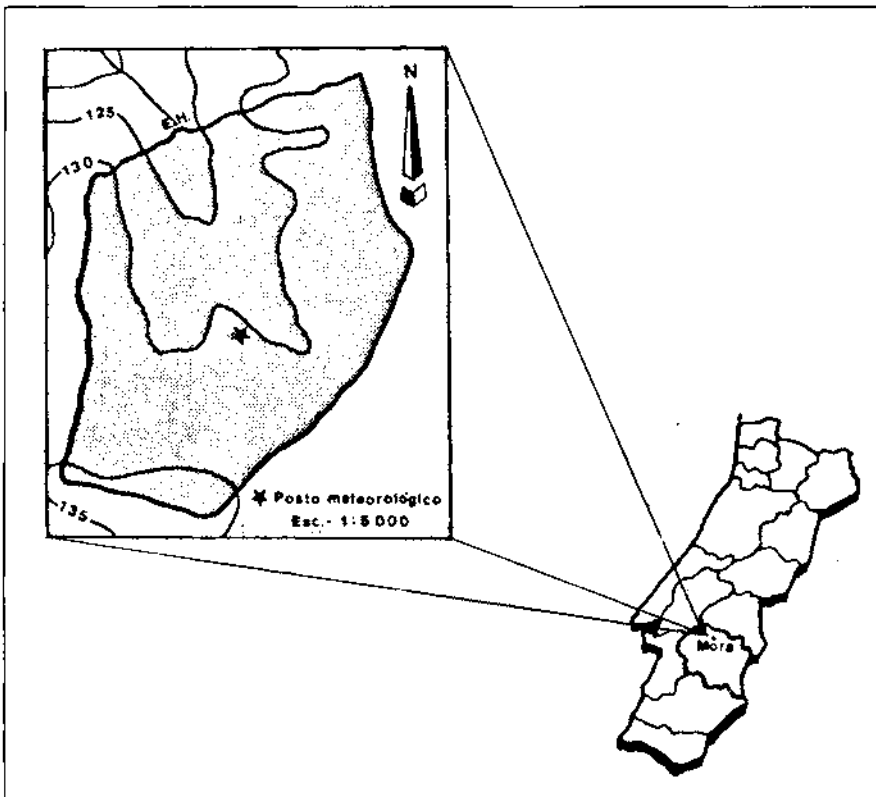


Figura 1.- Localização da bacia hidrográfica.

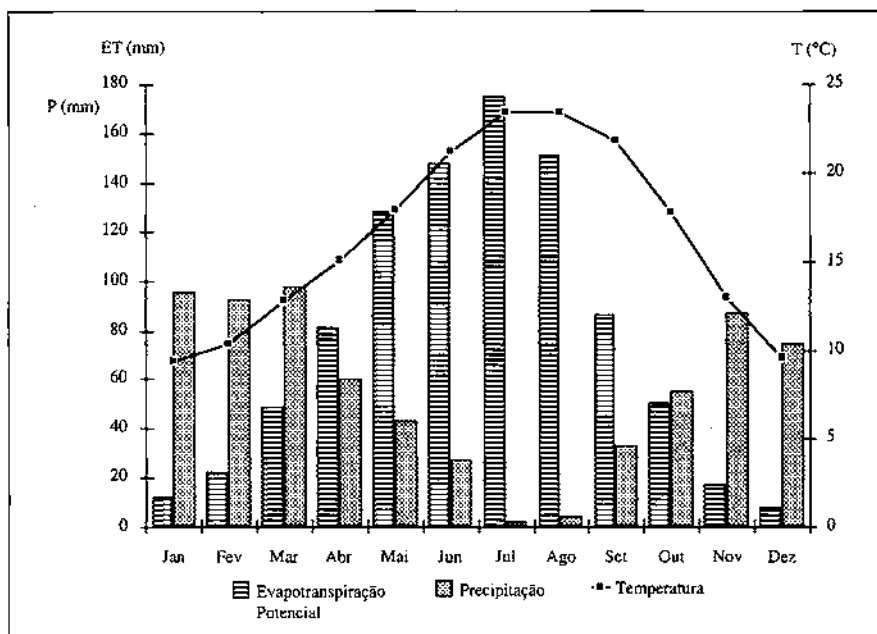


Figura 2.- Médias climáticas de Mora para o período 1941-70.

($50 < K < 100$). Na Fig. 2 podem observar-se as médias climáticas de Mora para o período 1941-70 (Mendes e Bettencourt, 1980).

No que respeita à pedologia, são dominantes os solos litólicos não húmicos normais de arenitos e conglomerados, apresentando por vezes uma fase espessa. Verifica-se ainda na zona a ocorrência de solos mediterrâneos pardos de materiais não calcários, que nos locais de acumulação de materiais arrastados pela erosão podem evoluir para solos hidromórficos. Nota-se ainda com alguma frequência a existência de solos podzolizados com surraipa, e de regossolos nas cotas mais baixas, no sopé das vertentes (Carta de Solos de Portugal, 1963).

Estudo efectuado no local permitiu definir os seguintes aspectos, que influenciam a dinâmica hídrica dos solos: Aos solos litólicos correspondem texturas grosseiras, de arenosa a arenosa-franca, com aumento da fracção argilosa na transição para os arenitos, sendo frequente a formação de um horizonte de acumulação de argila. Esta característica arenosa do perfil do solo, com espessura por vezes superior a 1 metro, origina boa permeabilidade dos solos, conseqüente taxa de infiltração elevada e acentuado escoamento lateral subsuperficial. Assim, embora sejam visíveis os sulcos de erosão e a nítida acumulação de materiais de arrastamento na linha de saída natural das águas, o processo erosivo atenua-se, em parte como conseqüência da redução do escoamento superficial, não obstante os solos se encontrarem desprovidos de vegetação natural. Nos solos mediterrâneos vermelhos a característica arenosa limita-se a uma pequena camada superficial. Nas camadas subjacentes evidencia-se

o carácter argiloso destes solos, que se apresentam contudo bem estruturados, com boa permeabilidade e drenagem internas, e com elevada capacidade de retenção de água. Os solos mediterrâneos pardos para-hidromórficos devem a sua génese a dois aspectos: por um lado localizam-se nas formas côncavas do relevo, normais receptáculos das águas escoadas das vertentes, e por outro lado desenvolvem-se sobre um nível freático formado por arenitos, em condições que levam ao encharcamento temporário destes solos e por vezes à ocorrência de processos hidromórficos.

Com vista a um estudo mais pormenorizado dos solos, uma empresa privada procedeu à elaboração da Carta de Solos de uma parcela de 200 ha da Herdade da Chaminé, na escala 1: 5 000. Este estudo é parte integrante da caracterização mesológica do ecossistema, e constitui um suporte pedológico indispensável ao conjunto do projecto.

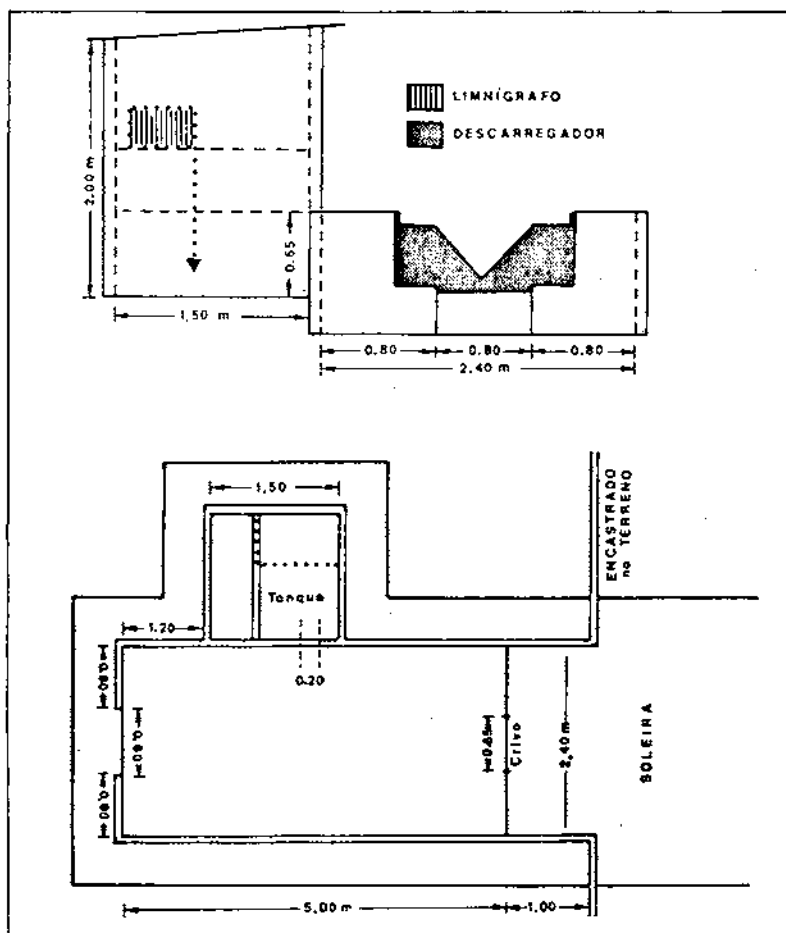


Figura 3.-Estação hidrométrica da Chaminé (Mora): Alçados e planta.

Metodologia das medições hidrológicas

O balanço hidrológico da bacia foi calculado por meio da equação:

$$P = Q + ET \pm \Delta S \quad (1)$$

em que P representa a precipitação total, ou seja, o «input» do sistema, Q é o escoamento, ET representa a evapotranspiração e ΔS é equivalente às variações dos teores de humidade no solo ao nível da zona radicular.

Uma vez que o parâmetro ΔS se considera desprezável à escala anual (Costin e Dooge, 1973), a equação do balanço hidrológico anual da bacia hidrográfica pode ser representada da seguinte forma:

$$P = Q + ET \quad (2)$$

Na medida em que as influências dos diversos tipos de vegetação na precipitação são insignificantes (Penman, 1963; Lee, 1980), a análise desta equação permite inferir que as influências dos diferentes tipos de coberto vegetal na produção de água, são uma resultante directa dos valores correspondentes da evapotranspiração (Rego, 1986).

Mediante a explicitação de ET da equação anterior, obtém-se:

$$ET = P - Q \quad (3)$$

o que demonstra que, para P constante, reduções em ET traduzir-se-ão num aumento dos valores do escoamento superficial; inversamente acréscimos em ET resultarão numa diminuição dos valores do escoamento.

Data a finalidade do projecto, deu-se especial ênfase na metodologia adoptada à análise da infiltração da água no solo e da sua utilização, pelo recurso ao método de reflexão de neutrões. Uma avaria entretanto verificada na sonda inviabilizou o cálculo directo dos teores de humidade no solo, pelo que se procedeu à avaliação da evapotranspiração com base nos índices meteorológicos, de acordo com a metodologia corrente.

Para implementação do projecto procedeu-se à instalação de uma estação hidrométrica no local de saída da água, onde se fez a determinação do escoamento superficial e dos carrejos depositados. Implementaram-se também os dispositivos para medição da precipitação através das copas (throughfall) e do escoamento pelos troncos (stemflow). Procedeu-se ainda à instalação de um posto meteorológico para determinação dos parâmetros da evapotranspiração potencial pelo método de Penman, bem como da precipitação total na bacia.

A precipitação e o escoamento foram medidos directamente, enquanto que a evapotranspiração foi calculada por via indirecta, como valor residual na equação do balanço hidrológico, e incluiu como tal todos os erros experimentais. O cálculo de ET pelo método de Penman, foi efectuado fundamentalmente para efeitos de controlo e calibragem.

O projecto incluiu ainda a determinação dos índices de campo necessários à caracterização do povoamento e das copas, que serão elementos-base indispensáveis à futura modelação do comportamento hidrológico do montado.

Procedeu-se também ao estudo da intercepção I , estimada a partir da equação:

$$I = P - (P_t + P_s) \quad (4)$$

onde P é a precipitação total, P_t representa a fracção da precipitação que atinge o solo através das copas (throughfall) e P_s é o escoamento ao longo dos troncos (stemflow). A análise desta variável deve ser feita à luz dos seus reflexos na dinâmica da evapotranspiração e da redistribuição da precipitação no montado.

As variáveis da equação (1) foram determinadas da seguinte forma: i) A precipitação P foi medida num udómetro padrão com boca à altura de 1.50 m, de acordo com as normas portuguesas, no posto meteorológico instalado na bacia hidrográfica. ii) O escoamento superficial Q foi medido na estação hidrométrica, provida de um descarregador de soleira delgada, depois de apurada a respectiva equação de vazão (Figura 3). iii) Os teores de água no solo deveriam ser determinados periodicamente pelo método de reflexão de neutrões, segundo metodologia adequada à finalidade do estudo, em 12 locais casualizados correspondentes a diferentes situações topográficas dentro da bacia (Berglund, 1981; Bowman e King, 1965). As medições foram no entanto suspensas mais tarde, por avaria no equipamento.

A intercepção I não é mensurável directamente (Lee, 1980). Por essa razão o seu cálculo foi feito por via analítica, por meio da equação (4). As variáveis desta equação foram determinadas do seguinte modo: i) A precipitação através das copas P_t foi medida em 12 udómetros instalados ao acaso dentro do povoamento, reflectindo assim diferentes situações relativamente ao coberto do montado. ii) O escoamento ao longo do tronco P_s foi medido em depósitos colocados no extremo inferior de tubos de borracha, adaptados em espiral aos troncos de 12 árvores-amostra seleccionadas casualmente.

O projecto inclui ainda a caracterização dendrométrica das árvores-amostra, indispensável ao cálculo da intercepção da precipitação pelas copas, a prospecção dos solos da bacia e a caracterização climática da zona, segundo a classificação de Thornthwaite e de Köppen.

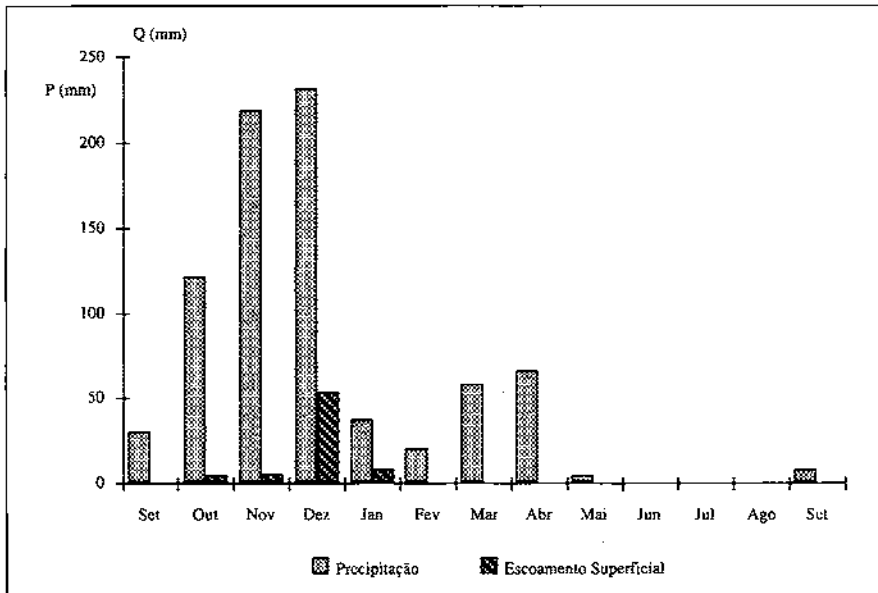


Figura 4.- Distribuição da precipitação e do escoamento superficial.

Quadro 1. - Distribuição da precipitação e do escoamento superficial

Período	Precipitação (mm)	Esco. Superf. (mm)
1989		
18 Fevereiro a 4 Março	57.6	-
4 Março a 6 Abril	38.5	-
6 Abril a 6 Maio	45.5	-
6 Maio a 1 Junho	96.2	-
1 Junho a 1 Julho	0.0	-
1 Julho a 1 Agosto	0.0	-
1 Agosto a 1 Setembro	0.0	-
1 Setembro a 30 Setembro	30.2	0.0 (*)
30 Setembro a 2 Novembro	121.4	4.0
2 Novembro a 7 Dezembro	219.1	5.1
7 Dezembro a 3 Janeiro	231.5	53.2
1990		
3 Janeiro a 30 Janeiro	37.3	
30 Janeiro a 2 Março	20.3	8.0
2 Março a 3 Abril	57.9	0.1
3 Abril a 1 Maio	66.0	0.2
1 Maio a 5 Junho	4.4	0.0
5 Junho a 30 Junho	0.0	0.0
30 Junho a 31 Julho	0.0	0.0
31 Julho a 31 Agosto	0.0	0.0
31 Agosto a 3 Outubro	8.3	0.0
1 Set. 1989 a 5 Junho 1990	796.4	70.6
(*) Início de funcionamento da estação hidrométrica		

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A recolha de dados de campo para o estudo hidrológico foi iniciada em 18 de Fevereiro de 1989, tendo-se procedido nessa data às primeiras medições da precipitação no posto meteorológico, e simultaneamente as determinações da precipitação sob coberto e do escoamento ao longo do tronco, respectivamente nos udómetros e árvores-amostra seleccionadas para o efeito.

As medições do escoamento superficial foram iniciadas em 1 de Setembro de 1989, após construção da estação hidrométrica e instalação e calibragem da aparelhagem necessária, tendo-se prolongado até 30 de Setembro de 1990, termo do

Quadro 2. - Dados da precipitação, throughfall e intercepção

Período	Precipitação (mm)	Throughfall (mm)	Intercepção (mm)
1989			
18 Fevereiro a 4 Março	57.6	35.2	22.4
4 Março a 6 Abril	38.5	34.8	3.7
6 Abril a 6 Maio	45.5	38.9	6.6
6 Maio a 1 Junho	96.2	79.6	16.6
1 Junho a 1 Julho	0.0	0.0	0.0
1 Julho a 1 Agosto	0.0	0.0	0.0
1 Agosto a 1 Setembro	0.0	0.0	0.0
1 Setembro a 30 Setembro	30.2	16.5	13.7
30 Setembro a 2 Novembro	121.4	105.6	15.8
2 Novembro a 7 Dezembro	219.1	197.9	21.2
7 Dezembro a 3 Janeiro	231.5	212.0	19.5
1990			
3 Janeiro a 30 Janeiro	37.3	32.0	5.3
30 Janeiro a 2 Março	20.3	14.0	6.3
2 Março a 3 Abril	57.9	47.6	10.3
3 Abril a 1 Maio	56.0	58.2	7.8
1 Maio a 5 Junho	4.4	0.5	3.9
5 Junho a 30 Junho	0.0	0.0	0.0
30 Junho a 31 Julho	0.0	0.0	0.0
31 Julho a 31 Agosto	0.0	0.0	0.0
31 Agosto a 3 Outubro	8.3	1.9	6.4
18 Fev. 1989 a 30 Set. 1990	1035.2	874.2	159.5
(*) Início de funcionamento da estação hidrométrica			

contrato. O projecto teve pois um período efectivo de execução de cerca de 16 meses, abrangendo um ano hidrológico completo.

No Quadro 1 indicam-se os valores da precipitação e do escoamento superficial, para o período de duração do projecto. Deve referir-se que, por não ter sido possível colher dados diários da precipitação, os valores apresentados não são coincidentes com os dados mensais.

Na Fig. 4 representa-se esquematicamente a distribuição da precipitação e do escoamento superficial para o mesmo período.

O Outono de 1989 foi particularmente chuvoso, tendo-se registado nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro uma precipitação de 572 mm, valor que se

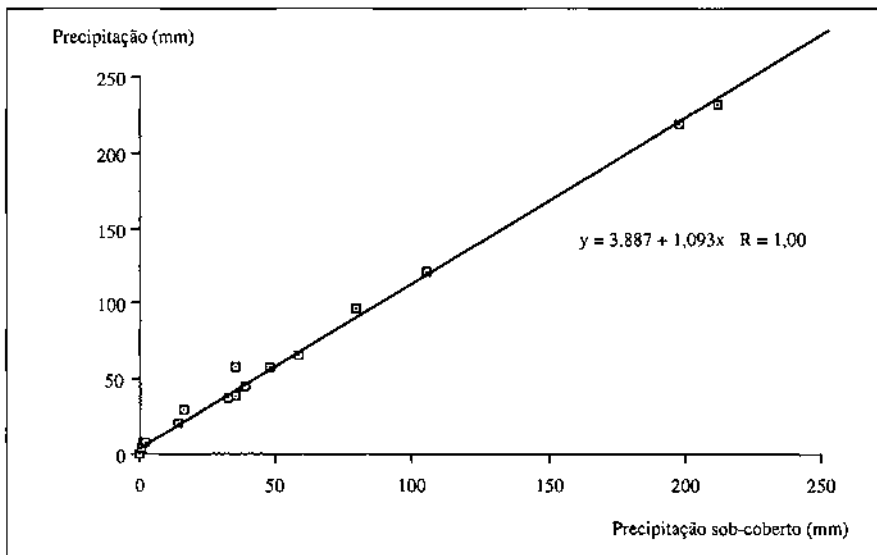


Figura 5.- Correlação linear entre a precipitação total e a precipitação sob-coberto.

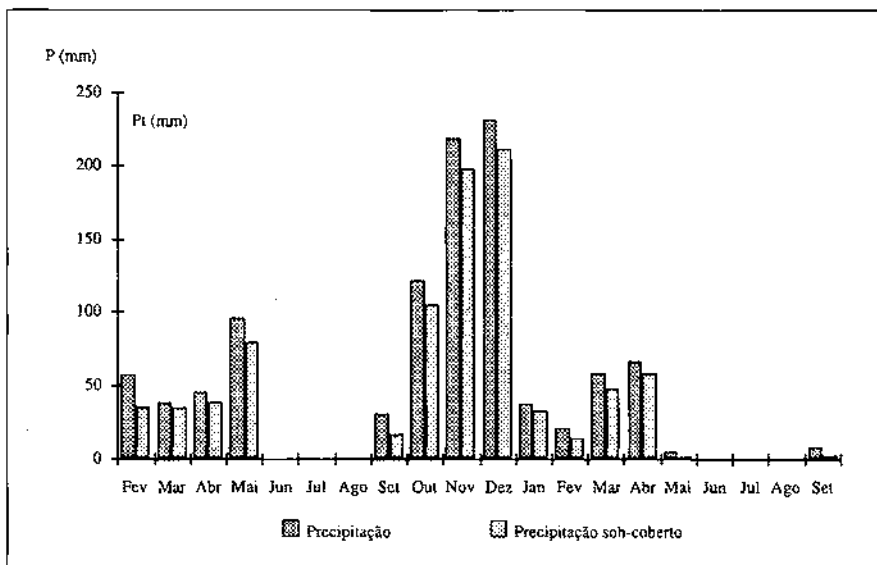


Figura 6.- Distribuição da precipitação total e da precipitação sob-coberto.

aproximou da média anual para a região. Nesse período, que coincidiu com o início do funcionamento da estação hidrométrica, verificou-se um escoamento de 62.3 mm, correspondente a 10.9% da precipitação. Para a globalidade do estudo, o escoamento representou 9% da precipitação.

O Inverno de 1990 foi comparativamente pouco chuvoso. Para o período compreendido entre 3 de Janeiro e 3 de Abril de 1990, em que se verificou a ocorrência de escoamento superficial, este foi equivalente a 7.2% da precipitação.

No Quadro 2 indicam-se os dados da precipitação, precipitação sob coberto (throughfall) e intercepção, para os períodos em referência. Os valores medidos do escoamento pelo tronco (stemflow) foram muito baixos, em média inferiores a 1% da precipitação, e têm pouco significado em termos quantitativos, no curto prazo de realização do projecto. Como tal, não foram considerados no cálculo da intercepção.

Como base nos dados do Quadro 2, pode constatar-se que a precipitação através das copas e a intercepção representaram, respectivamente, 84.6% e 15.4% da precipitação total.

A partir destes dados, foi estabelecida uma correlação linear entre a precipitação total Y e a precipitação sob coberto X (Figura 5) traduzida pela equação:

$$Y = 3.887 + 1.093 X \quad (5)$$

$$R = 1.00$$

Na Fig.6 representa-se a distribuição da precipitação total e da precipitação sob coberto, para os períodos considerados.

A relação entre a precipitação sob coberto e a intercepção é representada por meio da Fig. 7, onde se pode observar a distribuição percentual destas variáveis para o período de execução do projecto.

Foi colhido um total de 1 720 Kg de carrejos na estação hidrométrica, indicando-se o peso em seco e a granulometria no Quadro 3.

Quadro 3. - Peso total de carrejos por fracções granulométricas.

Data	Peso da amostra Kg	Terra grossa		Total Kg	Terra fina Kg			
		>10 (mm)	>2<10 (mm)		Areia		Limo	Argila
		%	%		Grossa	Fina		
		2-0.2 mm	0.2-0.02 mm	0.2-0.002 mm	< 0.002 mm			
8/11/89	107	4.60	35.3	67.1	5.4	32.9	24.1	4,7
26/6/90	1680	23.5	252.0	1 404.5	1 095.5	168.5	56.2	84.3
31/7/90	1480	74.00	222.0	1 184.0	1 089.3	23.6	35.5	35.5
Total	3267	102.1	509.3	2 655.6	2 190.2	225.0	115.8	124.5

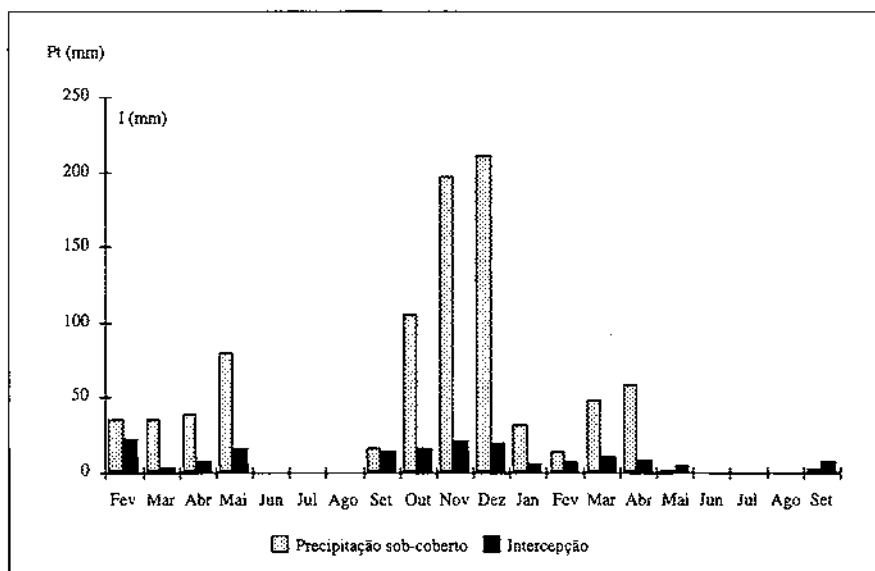


Figura 7.- Distribuição da precipitação sob-coberto e da intercepção.

CONCLUSÕES

O presente trabalho foi elaborado com base em dados obtidos num estudo intensivo sobre o comportamento hidrológico de um povoamento de sobreiro, associado a pastagem natural, na região de Mora. O estudo refere-se ao período compreendido entre 1 de Outubro de 1988 e 30 de Setembro de 1990, embora a colheita de dados de campo só tenha sido iniciada em meados de Fevereiro de 1989.

Os resultados obtidos neste estudo revelam um efeito claro do clima sobre o regime hídrico, sendo quase toda a precipitação utilizada na recarga do défice de água no solo. Só ocasionalmente a precipitação se traduziu em escoamento significativo, o que ocorreu no Outono de 1989, devido às fortes chuvadas então registadas.

Estes dados vêm confirmar o conhecimento experimental já adquirido em bacias hidrográficas ocupadas com floresta no centro interior e sul de Portugal, onde a relação precipitação/escoamento reflecte as características semiáridas do clima daquelas regiões. Nessas condições climáticas, caracterizadas pela ocorrência de uma estação quente e seca muito prolongada, o nevoeiro e o orvalho representam um papel importante no crescimento das plantas.

Ressalta ainda da análise dos resultados, que haveria conveniência em se proceder à renovação do contrato, por forma a dilatar o horizonte de realização do projecto. Seria assim possível testar ou eventualmente confirmar as tendências já reveladas pelo estudo, tendo sempre presente a sua interligação com os outros temas deste projecto interdisciplinar.

Finalmente, e porque o estudo respeita a uma zona geográfica restrita, julga-se

que se revelaria de grande utilidade a sua extensão a novas áreas ecológicas de montado, o que permitiria correlacionar a produção e a qualidade da cortiça com diferentes situações do ponto de vista dos recursos hídricos.

Agradecimentos

Agradece-se a colaboração dos engenheiros silvicultores Luís Brito Canhão e Alberto Macedo Azevedo Gomes, do Departamento de Solos da Estação Florestal Nacional, respectivamente na elaboração do projecto da estação hidrométrica, e no estudo e caracterização dos solos da bacia experimental. Agradece-se ainda a colaboração prestada pelo engenheiro agrónomo António Pires Lombá e pelos engenheiros técnicos agrários Alberto Manuel Pires e Joaquim Inês Martins.

Referencias

- ALMEIDA, A.P. & RIEKERK, H. 1989. The water balance of *Eucalyptus globulus* and *Quercus suber* forest stands in the south of Portugal. University of Florida. Gainesville, 26 pp.
- ALMEIDA, A.P. 1990. O eucalipto e o consumo de água. Comparação de parcelas de eucaliptal e sobreiral no concelho de Odemira. Tecnologias agrárias. *Revista de resumos. INIA*, II(8):10-17.
- BERGLUND, E.R. 1981. Water balance analysis of *Eucalyptus Camaldulensis* in the Bandia Forest, Senegal. Research Project implementation plan. Preliminary draft. U.S. Agency for International Development. Dakar, Senegal.
- SERVIÇOS DE RECONHECIMENTO E ORDENAMENTO AGRÁRIO. 1963. Carta de Solos de Portugal, 31D. Ministério da Economia. Secretaria de Estado da Agricultura. Lisboa.
- COSTIN, A.B. e DOOGE, J.C.I. 1973. Balancing the effects of man's actions on the hydrological cycle. In «Man's influence on the hydrological cycle». Irrigation and Drainage Paper 17, FAO. Roma, pp. 19-51.
- LEE, R. 1980 *Forest Hydrology*. Columbia Univ. Press, New York.
- MANIQUE, M. & ALBUQUERQUE, J.P.M. 1954. Carta ecológica de Portugal. Direcção-Geral dos Serviços Agrícolas. Lisboa, 58 pp.
- MENDES, C. & BETTENCOURT, M.L. 1980. Elementos para a classificação climática em Portugal Continental obtidos com base nos valores de evapotranspiração potencial avaliados pelo método de Penman. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. Lisboa, 81 pp.
- PENMAN, H.L. 1963. Vegetation and Hydrology. Commonwealth Agric. Bur., Technical Communication N° 53, Bucks, England.
- REGO, Z.C.; DAVID, J.S. & HENRIQUES, M.O. 1986. Os efeitos hidrológicos dos eucaliptos. Instituto Superior de Agronomia, Departamento de Engenharia Florestal. Lisboa, 26 pp.