Nº de ordem:_____-2005 Ano de 2005

ESTÁGIO CIENTÍFICO

Apresentado na
UNIVERSIDADE DA MADEIRA

Para obtenção do grau de LICENCIATURA

CELSO ORLANDO NEVES FIGUEIRA

Quantificação da Precipitação Oculta sob o Urzal de Substituição e Laurissilva do Til na Vertente Norte do Paul da Serra, Ilha da Madeira

Defendido em 11 do mês de Julho de 2005

Júri: Prof. Doutor Thomas Dellinger (Presidente)
Prof. Doutor Manfred Kaufmann (Vogal Arguente)
Prof. Doutora Susana Prada (Orientadora)
Prof. Doutor Miguel Sequeira (Co-orientador)

Departamento de Biologia
Universidade da Madeira
Pólo Tecnológico da Penteada, Funchal

RESUMO

A vertente Norte do Paul da Serra encontra-se exposta a condições favoráveis à ocorrência de nevoeiros que, desde que na presença de vegetação, estão na origem do fenómeno da precipitação oculta. Pretendeu-se quantificar esta sob Urzal de Substituição e Laurissilva do Til, utilizando para tal, a comparação entre valores de *throughfall* e de precipitação bruta na área. A variação espacial da vegetação arbóreo-arbustiva foi também analisada, encontrando-se em recuperação em direcção às associações climácicas, estando mais desenvolvida nas cotas mais baixas. Durante o ano de estudo, a precipitação bruta foi de 1856,1 mm. A intercepção vegetal foi de 59,3% no urzal e de 51,6% na laurissilva. Durante o período de Junho a Outubro de 2004, a precipitação oculta média durante os dias de nevoeiro, foi 1,7 mm/dia nevoeiro no urzal e 2,7 mm/dia nevoeiro na laurissilva, o que correspondeu respectivamente a 8% e 33,8% do *input* hídrico nesse período, valores que deverão subestimar os reais.

ABSTRACT

Exposed to optimal fog conditions, the Paul da Serra northern slope was the aim of a study concerning the measurement of occult precipitation under different types of vegetation. They were the Heather Substitution Wood and the Til's Laurel Forest. The throughfall – gross precipitation comparison method was used. Spatial variation of the vegetation in the area was also studied and it was found to be recovering towards the climax. Lower altitudes have the most developed forests. During the analysed year gross precipitation was 1856,1 mm. Canopy interception values were 59,3% on heather's wood and 51,6% on laurel forest. Between June and October of 2004 the average occult precipitation was 1,7 mm/fog day under the heathers (8% of the period's total water input) and 2,7 mm/fog day under the laurel forest (33,8% of the period's total water input). These values are discussed and may have been underestimated.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO....4

1.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO....5

1.2 GEOLOGIA DA MADEIRA....6

1.2.1 Geologia geral da ilha da Madeira....6

1.2.2 Geologia da área em estudo....7

1.3 CLIMATOLOGIA....7

1.3.1 Caracterização climatológica geral da ilha....7

1.3.2 Caracterização climatológica da área de estudo....9

1.4 PRECIPITAÇÃO OCULTA....10

1.4.1 Quantificando a precipitação oculta na área de estudo....11

1.5 VEGETAÇÃO DA ILHA DA MADEIRA....12

1.5.1 Origem e evolução da Flora madeirense....12

1.5.2 Fitossociologia e bioclimatologia da área em estudo....13

2. MATERIAL E MÉTODOS....16

2.1 PRECIPITAÇÃO OCULTA....16

2.1.1 Determinação da precipitação pluvial na área....17

2.1.1.1 Cálculo das falhas de valores diários no posto do Chão dos Louros....18

2.1.2 Quantificação da precipitação oculta....18

2.2 VEGETAÇÃO E FLORA....19

3. RESULTADOS....22

3.1 PRECIPITAÇÃO BRUTA NA ÁREA....22

3.2 PRECIPITAÇÃO OCULTA....24

3.2.1 Resultados nas estações Urzal e Laurissilva....24

3.2.2 Variação entre estações....27

3.3 VARIAÇÃO DA VEGETAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO....29

4. DISCUSSÃO....31

4.1 ANÁLISE DA VEGETAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO....31

4.2 DADOS MENSAIS (CORRELAÇÃO DE NOVEMBRO DE 2003 A OUTUBRO DE 2004).31

4.3 DADOS DIÁRIOS (JUNHO A OUTUBRO DE 2004)....33

4.3.1 Comparação com estudos anteriores....37

5. CONCLUSÕES....39

6. PERSPECTIVAS FUTURAS....40

7. AGRADECIMENTOS....41

8. BIBLIOGRAFIA....42

9. ANEXOS....44

9.1 COMPARANDO A ESTAÇÃO CHUVA COM OS POSTOS DA BICA DA CANA, CHÃO DOS LOUROS, E A MÉDIA DESTAS: CORRELAÇÃO LOGARÍTMICA, LINEAR, POTENCIAL E POLINOMIAL DE 2º GRAU....44

9.2 CATÁLOGO FLORÍSTICO DOS QUADRANTES....45

9.3 INVENTÁRIOS DOS QUADRANTES....48

1 – INTRODUÇÃO

A presença e disponibilidade de água numa dada região, tem sido, desde sempre, da maior importância para a fixação e desenvolvimento das populações humanas. Com mais de 240 000 habitantes, são consumidos anualmente na ilha da Madeira, cerca de 185 000 000 m^3 de água proveniente, na sua grande maioria, dos seus recursos subterrâneos (Prada *et al*., 2003). Torna-se, desta forma, pertinente o estudo dos processos directa ou indirectamente envolvidos na sustentação e condicionamento destes mesmos recursos.

Devido às suas características morfológicas, geológicas e climáticas, o planalto do Paul da Serra é considerado a principal zona de recarga subterrânea da Madeira, sendo de inquestionável importância no abastecimento de água às populações da metade ocidental da ilha e de parte dos concelhos do Funchal e Câmara de Lobos, bem como na produção de energia hidroeléctrica (Nascimento, 1990; Prada, 2000). Estudos recentes (Prada, 2000; Prada *et al*., 2003), sugerem que a água proveniente da chuva, é insuficiente para assegurar a descarga subterrânea verificada na zona, assumindo-se que a recarga na ilha da Madeira é complementada por uma importante parcela de água proveniente dos nevoeiros sob a forma de precipitação oculta, isto é, a capacidade que a vegetação tem de, por um processo de impacto ou colisão, fazer precipitar as minúsculas gotículas de água existentes no nevoeiro e que na sua ausência se perderiam para a atmosfera. Este processo pode atingir em determinadas zonas altas da ilha, com condições atmosféricas favoráveis (Bica da Cana) e sob indivíduos de *Erica arborea* (cujas folhas possuem características muito favoráveis à captação de gotículas do nevoeiro), valores três vezes e meia superiores à precipitação média anual local (10 500 mm/ano versus 3000 mm/ano segundo Prada, 2000).

O Paul da Serra, em especial as suas encostas expostas a Norte e Nordeste, encontra-se numa posição privilegiada no que diz respeito à ocorrência de condições favoráveis à formação de nevoeiros. A ocorrência de precipitação oculta poderá também possuir uma importância ecológica ainda não determinada, no desenvolvimento, evolução e sustentabilidade da vegetação local, não sendo, no entanto, objectivo deste trabalho a sua determinação.

Inserido no projecto AQUAMAC – *Técnicas e Métodos para a Gestão Sustentável da Água na Macaronésia*, co-financiado pelo fundo comunitário *INTERREG III-B, Madeira – Açores – Canárias*, pretendeu-se com este trabalho contribuir para um melhor conhecimento dos valores de precipitação oculta captados por manchas florestais de Laurissilva do Til e de Urzal de Substituição dentro da faixa dos nevoeiros na encosta norte do Paul da Serra, mais concretamente na zona do Montado dos Pessegueiros e Achada do Cedro. Paralelamente, analisou-se a distribuição espacial das espécies arbóreo-arbustivas dominantes na vegetação encontrada ao longo do percurso de forma a melhorar os conhecimentos sobre esta.

1.1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo (fig. 1) compreende o percurso de vereda entre a cota dos 1455 m s.m.[1] no lado Oeste do pico da Achada do Cedro (Paul da Serra) e a cota dos 1035 m s.m. no Montado dos Pessegueiros (encosta Norte do Paul da Serra).

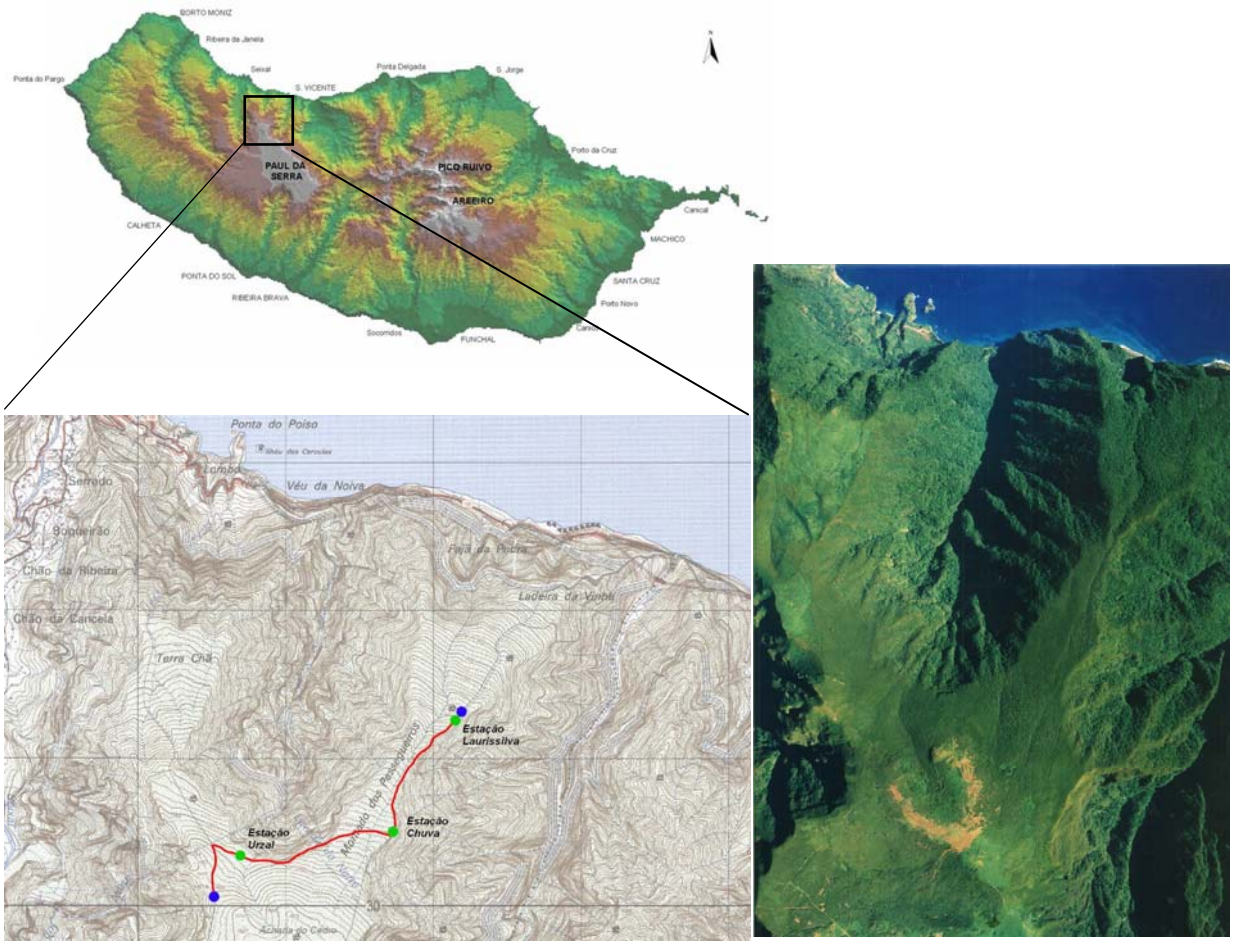

Figura 1 – Localização da área de estudo no contexto da ilha da Madeira (adaptado de Prada *et al.*, 2003). Identificação do percurso, localização dos locais de montagem das estações udográficas e fotografia aérea da zona (fonte: IGeoE[2])

Esta zona foi escolhida, em primeiro lugar, por se situar na vertente Norte (mais húmida) do Paul da Serra, a maior zona de recarga de águas subterrâneas da ilha. Determinantes foram também os factos de, num mesmo percurso, ocorrerem os dois tipos de vegetação sobre os quais incidiu o estudo e o terreno ser, na sua maioria, exposto a Nordeste e aos ventos dominantes deste quadrante. Por ser de difícil acesso e estar integrada no Parque Natural da Madeira, é muitíssimo pouco frequentada, protegendo-se assim os aparelhos de actos de vandalismo.

[1] m s. m. – metros acima do nível médio das águas do mar
[2] IGeoE – Instituto Geográfico do Exército

1.2 – GEOLOGIA DA MADEIRA

1.2.1 – Geologia geral da ilha da Madeira

Situada no Atlântico Norte, entre os paralelos 32º 28'N e 32º 52'N e os meridianos 16º 39'W e 17º 16'W (fig. 2), a ilha da Madeira não é mais que a parte emersa de um imenso edifício vulcânico com cerca de 5,5 km de altura, que se ergue a partir de uma vasta planície submarina no interior da placa africana (Prada *et al.*, 2003). Trata-se de um exemplo de magmatismo oceânico intraplaca (7% do magmatismo actual), consensualmente designado "hot-spot" (zona pontual caracterizada por um fluxo de calor anómalo, cuja consequência mais evidente é a ocorrência de vulcanismo - Prada, 2000). Supõe-se que emergiu pela primeira vez no Miocénico superior, há mais de 5,2 Ma, tendo-se prolongado a sua formação até há cerca de 6450 anos BP (Geldmacher *et al.* 2000). Os arquipélagos das Canárias, Cabo Verde e Hawai'i, são outros exemplos deste tipo de fenómeno.

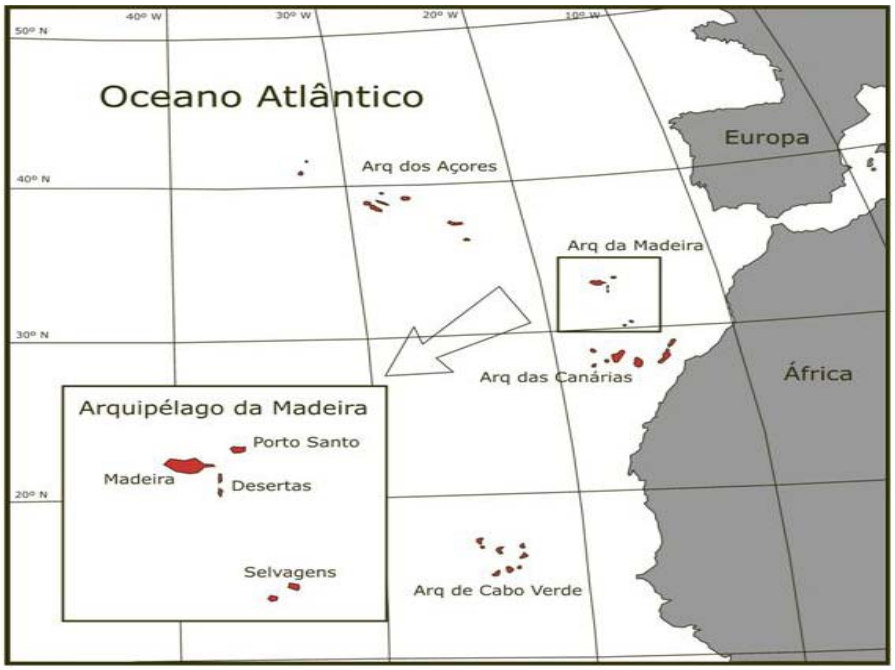

Figura 2 – Situação geográfica do Arquipélago da Madeira no Atlântico Norte

A sua formação não esteve associada a um único aparelho vulcânico, mas sim a um conjunto de vários tipos de aparelhos com crescimento múltiplo e variado (cones e filões), como sugere o seu perímetro alongado e irregular (Prada, 2000). A Madeira, como hoje a conhecemos, é fruto de diversos episódios vulcânicos, que contribuíram para o seu aumento de volume, intercalados por períodos de inactividade, em que a erosão recortou vales, recuou arribas e rebaixou cumes, dando origem a uma ilha, hoje, com uma altitude de 1861 m s.m. no seu ponto mais alto, largura e comprimento máximo de 23 km por 58 km e cerca de 737 km^2 de área. Estes fenómenos levaram à formação de diferentes unidades geológicas, distintas entre si, e que de seguida se encontram ordenadas da mais antiga para a mais recente, segundo Prada (2000):

1 – Complexo Vulcânico Antigo (≥ 5,2 Ma)

2 – Calcários Marinhos dos Lameiros – S. Vicente (≅ 5,2 a ≅ 4,5 Ma)

3 – Depósito Conglomerático – Brechóide (≅ 4,5 Ma a ≅ 4,07 Ma)

4 – Complexo Vulcânico Principal Inferior (≅ 4,07 a ≅ 2,19 Ma)

5 – Complexo Vulcânico Principal Superior (≅ 1,81 a ≅ 1,71 Ma)

6 – Complexo Vulcânico S. Roque/Paul (≅ 1,5 a ≅ 0,38 Ma)

7 – Episódios Vulcânicos Recentes (≅ 120 000 a ≅ 6450 anos)

8 – Depósitos de vertente, Fajãs, Quebradas, Depósitos de enxurrada recentes, Areias de praia, Dunas fósseis, Terraços e Aluviões (actualidade)

1.2.2 – Geologia da área em estudo

Estendendo-se entre os 1455 m s.m. na encosta da Achada do Cedro e os 1035 m s.m. no Montado dos Pessegueiros, a área encontra-se sobre escoadas basálticas relativamente recentes do Complexo Vulcânico S. Roque/Paul (Prada, 2000). Ricardo e colaboradores (1992) descrevem a maior parte dos solos da área como Andossolos Úmbricos (solos que derivam principalmente de rochas basálticas, com desenvolvimento normalmente superior a 50 cm, textura fina, compacidade baixa e abundância de matéria orgânica de origem vegetal) apesar de pontualmente aparecerem alguns Terrenos Acidentados Dístricos (correspondem a perfis pedregosos e/ou delgados de andossolos úmbricos), em especial junto às escarpas e ao longo da cumeada do Montado dos Pessegueiros, por onde passa parte do percurso.

1.3. – CLIMATOLOGIA

1.3.1 – Caracterização climatológica geral da ilha

Prada e colaboradores (2003) caracterizam o clima na ilha da Madeira como sendo em grande medida influenciado pela intensidade e localização do anticiclone subtropical dos Açores, tendo, no entanto, a configuração e orientação do relevo e a altitude um efeito de diferenciação climática local. O anticiclone é responsável pelo transporte de ar tropical marítimo subsidente, especialmente na parte oriental, onde os fenómenos de subsidência são frequentes e intensos e ocorrem os ventos de Nordeste (Alísios) na baixa troposfera, predominando durante todo o ano. O facto do relevo apresentar uma orientação perpendicular à direcção predominante do vento dá origem a que a temperatura e quantidade de precipitação à mesma cota mas em encostas com diferentes exposições aos ventos dominantes possam ser bastante diferentes.

Os valores anuais médios de precipitação aumentam com a altitude, sendo normalmente superiores na encosta Norte. Apesar de ocorrer precipitação durante todo o ano, esta concentra-se, principalmente, entre os meses de Outubro e Abril, sendo o valor

mensal mais elevado obtido em Dezembro (Prada, 2000). As precipitações variam entre um mínimo de 513 mm/ano na zona do Funchal (± 50 m s.m), e um máximo de 2966,5 mm/ano aos 1560 m s.m., na Bica da Cana, decrescendo a partir desta cota. O valor médio anual da humidade relativa do ar situa-se entre os 75 e 90% para quase toda ilha (Húmido) com excepção do Funchal, Lugar de Baixo e Areeiro com valores entre os 55 e 75% (Prada *et al.*, 2003).

A temperatura média do ar, regra geral, diminui com a altitude e é mais baixa na costa Norte do que na costa Sul à mesma cota. Os valores médios anuais podem variar entre os 19,4ºC do Lugar de Baixo (costa sul, ±10 m) e os 8,6ºC das zonas altas da ilha (Prada, 2000), sendo comum a ocorrência de temperaturas negativas e a queda de neve pelo menos uma vez por ano, embora este seja um fenómeno de curta duração. Quanto ao vento, os de Nordeste são predominantes, soprando entre 56 a 58% das vezes entre Abril e Setembro. Os ventos de Oeste ocorrem entre 20 a 22% e estão associados a abundantes quedas de chuva. O vento de Norte, que sopra essencialmente no Inverno entre 10 a 12% das vezes, é extremamente tempestuoso, sendo responsável pela queda de neve nas zonas altas. Mais raros são os ventos de Sul e de Leste, que são de pouca duração, fazendo a temperatura passar dos 30ºC e transportando consigo, muitas vezes, areia do deserto do Sahara (Prada *et al*, 2003).

No que à nebulosidade diz respeito, os seus valores são mais altos sobre a Madeira do que sobre o mar na região em que está situada. Isto sucede devido à formação de nuvens e nevoeiros orográficos, ou seja, o ar húmido transportado no vento, ao encontrar a barreira montanhosa da ilha (que se estende como uma muralha de Este a Oeste) é forçado a subir, arrefecendo adiabaticamente e condensando-se em pequenas partículas que se encontram em suspensão na atmosfera, constituindo-se nuvens e nevoeiros (fig. 3).

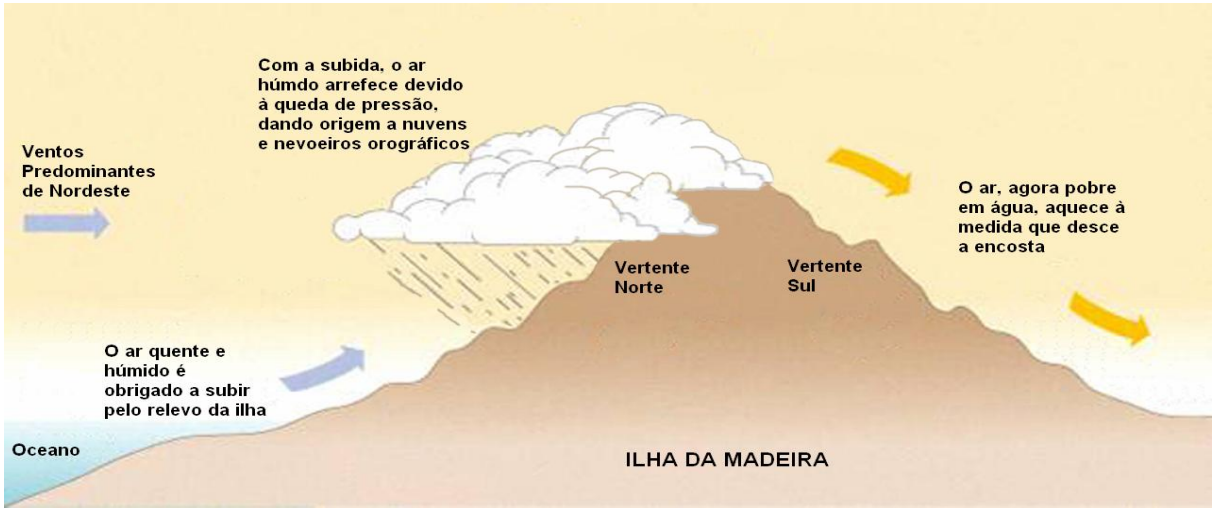

Figura 3 – Esquema do mecanismo de formação das nuvens e nevoeiros orográficos na Madeira.

A sua ocorrência é claramente beneficiada pelo facto da orientação da cordilheira insular ser perpendicular à direcção dos ventos húmidos dominantes de Nordeste (Prada *et al*, 2003). Localmente este fenómeno é denominado *capacete* ou *mar de nuvens* (fig. 4).

Figura 4 – O "mar de nuvens" na ilha da Madeira. Pico do Areeiro (esquerda); Fanal (direita)

Na Madeira os nevoeiros são quase exclusivamente orográficos, formando-se a barlavento da elevação, com tendência para se dissiparem a sotavento, sendo a variação anual da frequência pouco nítida. Atingem, na Bica da Cana (Paul da Serra), 235 dias/ano e no Pico do Areeiro (Maciço Central), 229 dias/ano (Prada *et al.*, 2003). Ainda segundo os mesmos autores, a cobertura nebulosa fixa-se entre os 600-800m e os 1600m no Inverno, descendo mais abaixo no Verão. O seu conteúdo em água varia, segundo Frisch e colaboradores (1994), entre os 0,25 g/m^3 no centro da nuvem e os 0,01 g/m^3 na base e os 0,1 g/m^3 no topo.

Apesar de, por vezes, este fenómeno também ocorrer na costa sul, a sua frequência é muito menor e o nevoeiro apresenta-se menos denso (logo com menor quantidade de água). É no interior deste *mar de nuvens*, desde que na presença simultânea de vegetação (principalmente a arbóreo-arbustiva), que ocorre o fenómeno da precipitação oculta. A ocorrência de condições favoráveis à formação de nevoeiros, frequência e duração destes, bem como o seu conteúdo em água líquida, tamanho das gotículas, velocidade do vento e presença de vegetação arborescente, são factores que influenciam este fenómeno. Igualmente importante é a velocidade do vento e as características da vegetação (tipo de folha, altura, densidade e localização em relação aos ventos predominantes – Prada, 2000).

1.3.2 – Caracterização climatológica da área de estudo

A zona em questão encontra-se na encosta Norte do Paul da Serra, numa área exposta aos ventos dominantes de Nordeste e dentro da faixa de ocorrência do mar de nuvens. A evaporação e evapotranspiração são relativamente reduzidas devido à frequência da nebulosidade que diminui os valores de insolação e temperatura (Prada, 2000). A precipitação média anual varia entre os 2400 mm/ano nas cotas mais baixas e valores superiores a 2800 mm/ano nas partes mais elevadas (Prada *et al*, 2003), ocorrendo assim um clima classificado como Excessivamente Chuvoso, segundo Prada (2000). Quanto à

temperatura, esta decresce com o aumento da altitude, variando aproximadamente entre os 12,1ºC e os 9,3ºC, variando a classificação do clima de Temperado a Frio (Prada, 2000).

1.4 - PRECIPITAÇÃO OCULTA

Apesar da aparente importância da precipitação oculta nos processos hidrológicos da ilha, a sua quantificação torna-se difícil não só pela falta de instrumentação automática estandardizada, mas também pela falta de conhecimento sobre os vários mecanismos e condições de intercepção de nevoeiro em ambientes naturais (González, 2000). Segundo a mesma autora, a quantificação pode ser efectuada através da utilização de colectores artificiais de nevoeiro ou por comparação entre os valores de precipitação medida debaixo da copa das árvores (precipitação líquida) e uma área próxima a céu aberto (precipitação bruta). Apesar do primeiro método fornecer boas indicações quanto ao contributo relativo da água do nevoeiro numa dada área, não se conseguem estimar relações entre os colectores artificiais e a vegetação arbórea-arbustiva, em grande medida devido às características únicas e locais destas comunidades. A segunda abordagem geralmente dá-nos uma estimativa da quantidade de água interceptada pela floresta, mas circunscrita apenas às áreas próximas da zona estudada. No único estudo efectuado sobre o fenómeno na ilha da Madeira (Prada, 2000), estes dois métodos foram utilizados, tendo sido obtidos valores de precipitação oculta debaixo da vegetação superiores aos obtidos pelo colector artificial (SFC), o que pode ser facilmente explicado pela maior superfície de captação da árvore estudada em relação à do colector. No entanto, o fenómeno foi medido debaixo de árvores individuais sem indivíduos contíguos, não havendo nenhum registo, para a ilha, do que ocorre sob a cobertura contínua duma floresta.

Apesar destes métodos serem, tradicionalmente, os mais utilizados, Bruinjzeel (2001) refere como alternativa a utilização das diferenças de concentração de alguns componentes químicos entre a água do nevoeiro e a água da chuva, nomeadamente o sódio e o cloro, cuja concentração é geralmente mais elevada no nevoeiro que na chuva na mesma área (Asbury *et al.*, 1994; Clark *et al.*, 1998, citados por Bruinjzeel, 2001), e o enriquecimento na concentração dos isótopos ambientais ^{2}H e ^{18}O da água do nevoeiro em relação à chuva à mesma cota (Clark & Fritz, 1997; Dawson, 1998). Bruinjzeel (2001) refere ainda a monitorização das variações de peso em massas conhecidas de musgos epífitos vivos e a recente utilização de modelos informáticos baseados na distribuição física das árvores em relação à topografia do terreno e a outras variáveis com influência directa ou indirecta na ocorrência de intercepção da água do nevoeiro.

1.4.1 – Quantificando a precipitação oculta na área de estudo

Neste estudo utilizou-se o método de comparação entre os valores de precipitação sob a floresta e os valores de precipitação da chuva num ponto próximo a "céu aberto".

Durante episódios de precipitação pluvial, precipitação oculta ou ocorrência simultânea de ambos, a água não chega ao solo de uma floresta de forma homogénea como numa área descoberta (Bruijnzeel, 2001). Segundo Crockford e Richardson (2000), a água reparte-se, de forma heterogénea, por três fracções (fig. 5):

- Intercepção vegetal, água que é retida pela vegetação e é evaporada durante ou após a ocorrência de precipitação;
- Escorrência dos troncos, água que é encaminhada para o solo através dos troncos ou ramos em contacto com o chão;
- *Throughfall*, a água que pode ter ou não estado em contacto com a vegetação e que cai no solo através dos seus variados componentes (ramos, folhas, etc.)

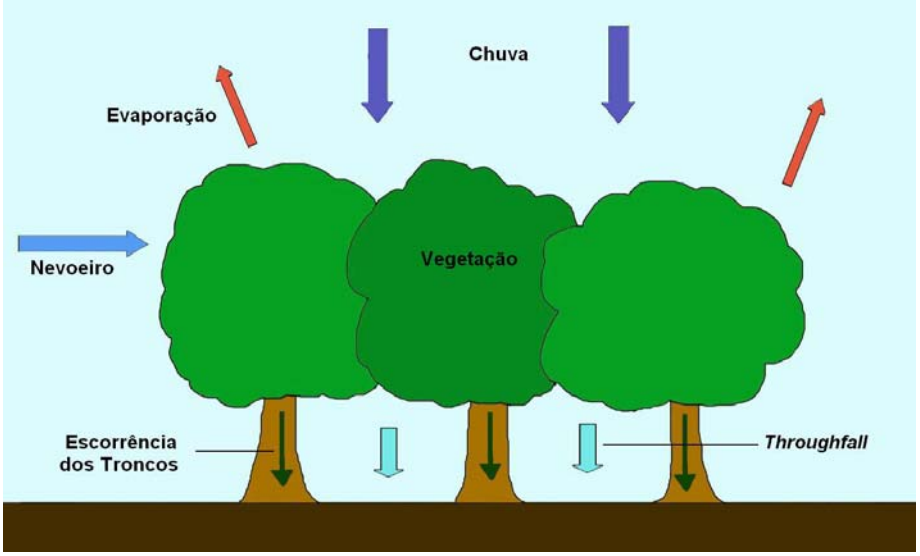

Figura 5 – Repartição da precipitação em intercepção vegetal (evaporação), *throughfall* e escorrência dos troncos numa floresta

Esta repartição é geralmente expressa pela equação:

$$I = P - TF - SF$$

em que *I* é o valor da intercepção vegetal, *P* é o valor de precipitação bruta (medida no aparelho a "céu aberto"), *TF* é o valor de *throughfall*, e *SF* é o valor de escorrência dos troncos. À soma de *TF* e de *SF* dá-se o nome de precipitação líquida (P_{liq}), logo:

$$I = P_{bruta} - P_{liq}$$

Por motivos de ordem logística, neste estudo não foram medidos os volumes de escorrência dos troncos (geralmente bastante inferiores aos de *throughfall*), considerando-se assim, o valor de *throughfall* igual à precipitação líquida.

Debaixo da copa de uma floresta, existe sempre intercepção que é influenciada pelo tipo de cobertura vegetal (como a capacidade de armazenamento da copa e sua variação com as estações e espécies, o índice de superfície da folha, ângulo e cobertura foliar; capacidade de armazenamento ao nível arbustivo e epifítico e hidrofobia das várias partes aéreas das plantas) e também por factores climáticos como a quantidade, intensidade e duração da chuva, velocidade e direcção do vento durante o episódio pluvial e a temperatura e humidade do ar (Crockford & Richardson, 2000). Devido a isso, uma estação em espaço aberto recebe, normalmente, maior quantidade de precipitação (precipitação bruta) que uma estação debaixo de vegetação (precipitação líquida), tendo a intercepção vegetal, um valor positivo. No entanto, quando o valor de precipitação líquida é superior ao valor de precipitação bruta (intercepção vegetal de valor negativo), considera-se que a água adicional provém do nevoeiro interceptado pela copa (Holder, 2003).

A precipitação oculta não é, no entanto, exactamente igual à diferença entre a precipitação líquida e a bruta quando a primeira excede a segunda, uma vez que a evaporação e a armazenagem desta pela cobertura da floresta durante o processo de intercepção vegetal, não é tida em conta na equação, devido à grande dificuldade na sua quantificação. Assim sendo, o valor de precipitação oculta é subestimado (Holder, 2003), pois considera-se que apenas houve contributo da água do nevoeiro nos dias em que os valores de precipitação líquida superam os da precipitação bruta. Desta forma ignora-se o volume de precipitação oculta que possa estar presente nos dias em que o valor de intercepção vegetal é positivo, bem como o volume que compensou o valor da intercepção vegetal da chuva nos dias em que a intercepção vegetal foi negativa. Desta forma quantifica-se aquilo a que Bruinjzeel (2001), chama de precipitação oculta líquida (neste estudo denominada apenas de precipitação oculta).

1.5 - VEGETAÇÃO DA ILHA DA MADEIRA

1.5.1 - Origem e evolução da Flora madeirense

A vegetação actual da Madeira deve a sua especificidade ao posicionamento geográfico da ilha em relação aos restantes arquipélagos atlânticos e às massas continentais de África, da Europa e até da América. O facto dos quatro arquipélagos que formam a Macaronésia (Cabo Verde, Açores, Canárias e Madeira) formarem uma cadeia de ilhas oceânicas moderadamente distantes entre si, dispostas de forma sequencial e aproximadamente paralela e próxima ao continente africano, condicionou todos os eventos de colonização, dispersão e especiação da flora macaronésica (Capelo *et al.*, 2004).

A rica variedade e originalidade dos endemismos macaronésicos, segundo Capelo e colaboradores (2004) é tradicionalmente considerada de origem reliquial (paleo-endémica), isto é, representa o remanescente da vegetação boreo-tropical terciária que outrora dominava a bacia ocidental do oceano arcaico *Thetys*, onde hoje se encontra, o

Mediterrâneo. As profundas crises ambientais ocorridas no final do Terciário e posteriormente durante o Pleistocénico conduziram a um desaparecimento quase total deste tipo de vegetação, tendo algumas manchas sobrevivido nas ilhas devido a uma maior estabilidade climática. No entanto, esta origem parece ser consensual apenas para parte dos elementos arbóreos (como as lauráceas e representantes do género *Ilex*, *Dracaena*, *Clethra*, etc) e pteridófitos (devido à sua antiguidade e carácter cosmopolita no Terciário). Sendo assim, e segundo os mesmos autores, os restantes endemismos (como os representantes insulares dos géneros *Echium*, *Euphorbia*, *Sonchus*, etc) seriam de origem recente (neo-endémica), representando uma tendência evolutiva comum nas ilhas oceânicas. Estes neo-endemismos provêm na sua grande maioria da zona mediterrânica (como *Echium*). No entanto, alguns táxones são originários de outras zonas, como os casos de *Silene* e *Saxifraga*, de origem eurossiberiana, e de *Pericallis*, que parece descender de um antepassado norte-americano.

De forma resumida, podemos organizar os grandes grupos paleo-biogeográficos presentes na flora madeirense do seguinte modo (Capelo *et al.,* 2004):

1. Flora paleo-endémica de origem boreo-tropical artho-terciária thetysiana, à qual corresponde a maioria das árvores dominantes nos meios florestais (ex: lauráceas, *Clethra*, *Ilex*) e os pteridófitos florestais e epifíticos;
2. Flora neo-endémica arbustiva, arborescente e caulirosulada, proveniente de colonizações no Terciário final e início do Quaternário com origem continental e de outros arquipélagos e forte radiação adaptativa na ilha (ex: *Aeonium*, *Echium*, *Sonchus*, *Muschia*, *Monizia*)
3. Flora paleo-mediterrânica xerofítica, esclerófila e termófila comum à área circum-mediterrânica (ex: *Olea*, *Maytennus*, *Myrtus*);
4. Flora neo-mediterrânica malacófila (ex: *Cistus*, *Teline*, *Genista*);
5. Flora de origem antrópica ou sinantrópica, plantas introduzidas pelo Homem quer de forma intencional como cultivo (ex: *Castanea* e *Pinus*), quer acidentalmente, como plantas associadas a culturas ou escapes de jardins (ex: *Erigeron*, *Ulex*, *Edychium*, *Cytisus*).

1.5.2 - Fitossociologia e bioclimatologia da área em estudo

Segundo Capelo e colaboradores (2004), a zona em estudo encontra-se situada na área de ocorrência de duas séries de vegetação climatófila potencial. Nas cotas inferiores a cerca de 1400 metros ocorre a série *Clethra arboreae – Ocoteo foetentis sigmetum*, sendo as zonas de altitude superior ocupadas pela série *Polysticho falcinelli – Erico arboreae sigmetum*. Cada uma destas séries é composta por várias associações vegetais de porte

sucessivamente maior, que evoluem para uma associação climácica final que, na ausência de factores externos de mudança, forma uma comunidade vegetal estável.

A zona entre o Montado dos Pessegueiros e a vertente Norte da Achada do Cedro, especialmente a maiores altitudes perto do chão do Paul da Serra, encontra-se em recuperação, após os últimos incêndios a que esteve sujeita (como prova a presença de carvões na área) e à retirada do gado que lá pastava desregradamente. Devido a isso apenas nalgumas zonas se encontram as séries vegetais no seu clímax. Dentro da área de estudo ocorrem as seguintes associações vegetais (descritas segundo Costa e colaboradores, 2004b), distribuídas da menor para a maior altitude:

- *Clethra arboreae – Ocoteetum foetentis* (Laurissilva temperada do Til), associação climácica da série *Clethra arboreae – Ocoteo foetentis sigmetum*, esta é uma floresta que pode atingir os quarenta metros de altura, em que no estrato arbóreo ocorrem *Ocotea foetens* (til), *Laurus novocanariensis* (loureiro), *Clethra arborea* (folhado), etc. Possui também um rico sub-bosque nemoral (como *Sibthorpia peregrina*, *Diplazium caudatum*, *Pteris incompleta*, etc.) e algumas lianas, como *Rubia agostinhoi*, *Rosa mandoni* e *Hedera maderensis*. Presente apenas nas zonas mais baixas (fig. 6);

Figura 6 – Laurissilva do Til. Aspecto do interior da floresta (esquerda); sub-bosque nemoral (direita)

- ***Vaccinio padifolii – Ericetum maderinicolae* (urzal de substituição)**, pertencente à série *Clethra arboreae – Ocoteo foetentis sigmetum*, é caracterizada por matagais, frequentemente de porte arbóreo-arborescente de *Erica platycodon* subsp*. maderincola, Vaccinium padifolium* e *Erica arborea*. Apesar de poder surgir como vegetação potencial em posições primárias edafo-xerófilas, este tipo de comunidade constitui, normalmente, segundo Capelo e colaboradores (2004), uma etapa de substituição que precede a associação climácica *Clethra arboreae – Ocoteo foetentis* (Laurissilva temperada do Til), podendo também ocorrer como vegetação natural da orla desta floresta. Parece ocupar a maior parte da área, principalmente as altitudes intermédias (fig. 7);

Figura 7 – Urzal de Substituição. Aspecto do interior da floresta.

- **Comunidade de *Erica maderinicola* e *Erica arborea*.** Não está descrita como associação apesar de ser incluída na série *Polysticho falcinelli – Erico arboreae sigmetum* (Capelo *et al.*, 2004). Muito semelhante à associação anterior. Em zonas rochosas ou locais de maior altitude devastados por fogos frequentes, antecedendo a associação climácica *Polysticho falcinelli – Ericetum arboreae*. Caracteriza-se pelo seu carácter arbustivo onde abundam as duas espécies que dão nome à comunidade e ausência de espécies nemorais, como o *Polysticho falcinellum*, a *Sibthorpia peregrina*, o *Teucrium francoi*, entre outras. Ocupa as partes mais altas da área (fig. 8).

Figura 8 – Comunidade de *Erica maderinicola* e *Erica arborea*. O seu carácter arbustivo é evidente.

Apesar destas associações vegetais serem discerníveis entre si no terreno, a sua distribuição e evolução ao longo do percurso estudado, não é conhecida em pormenor, sendo então um dos objectivos deste trabalho proceder à caracterização da distribuição espacial das espécies arbóreo-arbustivas dominantes na área de forma a melhorar os conhecimentos sobre esta.

Quanto à bioclimatologia, Mesquita e colaboradores (2004) distinguem na Madeira dois macrobioclimas – *mediterrânico* e *temperado* – cada qual dividido em vários intervalos – termotipos (regime de temperaturas) e ombrotipos (regime de precipitação) – podendo estes últimos ser subdivididos em horizontes inferior e superior. Segundo Capelo e

colaboradores (2004) e Mesquita e colaboradores (2004), as características bioclimatológicas aos 1035 m s.m correspondem a macrobioclima Temperado, termotipo Mesotemperado Inferior e ombrotipo Hiperhúmido Inferior. Aos 1455 m s.m., o macrobioclima continua o mesmo, ocorrendo, no entanto, alterações no termotipo, que evolui para Mesotemperado Superior, e no ombrotipo, que passa a ser Hiperhúmido Superior.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – PRECIPITAÇÃO OCULTA

Na medição de precipitação utilizaram-se udógrafos aerodinâmicos *Environmental Measurements Ltd.*, modelo *ARG100*, com um contador magnético digital *Data Taker 5* (*Data Electronics,* Austrália) montados num suporte de PVC (fig. 9). O seu funcionamento baseia-se no movimento oscilatório de um recipiente que recolhe a água que cai na superfície de captação do aparelho. De cada vez que o recipiente pende para um lado, o seu movimento é registado pelo contador digital através de um íman. As contagens foram contabilizadas em intervalos de tempo definidos (de hora a hora todos os dias). Os dados foram transferidos por um cabo de porta paralela para um computador portátil (sistema operativo *Windows 95*), utilizando para o efeito, o programa *DT5Win* v.4.35 da *Innovonics Pty Ltd.*, utilizado também para configurar o contador digital. Cada contagem foi calibrada para uma queda de precipitação de 0,2 mm. O diâmetro do funil de colecção é de 25,4 cm obtendo-se assim uma área de captação de 0,05 m^2 por cada aparelho. O bordo do funil tem 3 cm de altura vertical.

Figura 9 – Aspecto do interior do udógrafo montado no suporte de PVC. O computador encontra-se ligado ao contador digital pelo cabo paralelo.

Efectuaram-se saídas de campo para manutenção e recolha de dados das estações em intervalos de cerca de dois meses.

2.1.1 – Determinação da precipitação pluvial na área

Inicialmente, pretendeu-se utilizar o posto udográfico do LREC (Laboratório Regional de Engenharia Civil) no Fanal, situado a uma cota intermédia e a cerca de 4km a Oeste das estações sob a vegetação, como estação de controlo, na qual seria registada a precipitação bruta ocorrida na área de estudo. No entanto, e devido às sucessivas falhas e perdas de dados deste posto, resolveu-se colocar um udógrafo numa zona descoberta no percurso entre os dois locais de amostragem. Esta nova estação de controlo designou-se *Chuva*. Situou-se aos 1295 m s.m. de altitude, numa clareira exposta a Nordeste e dentro da área de macrobioclima temperado, com ombrótipo húmido inferior e termótipo mesotemperado superior. O local foi escolhido por ser o único, ao longo do percurso entre as estações *Urzal* e *Laurissilva*, sem uma cobertura arbóreo-arbustiva que interferisse nas medições do aparelho (fig. 10).

Figura 10 – Estação *Chuva*

A estação foi instalada a 20 de Maio de 2004, procedendo-se à recolha de dados diários de 1 de Junho a 31 de Dezembro de 2004. Quanto ao período em que não se recolheram dados (Novembro de 2003 a Maio de 2004), inferiu-se o valor de precipitação total mensal através da aplicação de modelos de regressão entre os valores de precipitação na estação *Chuva* com um outro posto udográfico relativamente próximo (adaptado de metodologias da *IGA – Investimentos e Gestão da Água* para situações semelhantes).

Os modelos de regressão tornam possíveis a transferência de informação, entre uma ou mais séries de registos de variáveis hidrológicas desde que exista correlação entre as referidas séries e que esta seja a mais alta possível. Admite-se que para valores do coeficiente de correlação iguais ou superiores a 0,7, é aceitável proceder à transferência de informação (Pombo, 1998). Na utilização de séries de variáveis hidrológicas, torna-se necessário garantir a aleatoriedade das séries de registos (se os respectivos elementos forem independentes e identicamente distribuídos). De acordo com Quintela (1996) as séries de precipitação diárias não podem ser consideradas aleatórias, tendo, por isso, sido utilizadas para efectuar as correlações, as séries de precipitação mensal.

Para a aplicação dos modelos de regressão utilizou-se o Excel 2003, e comparou-se graficamente com os totais mensais, entre Junho de 2004 e Dezembro de 2004, da estação *Chuva* com os valores do posto da *Bica da Cana*, do posto do *Chão dos Louros* e da média dos postos *Bica da Cana – Chão dos Louros* (pertencentes ao *IGA*), para o mesmo período.

A partir destes dados, calculou-se a linha de tendência logarítmica, linear, potencial e polinomial de 2º grau para cada comparação, e seleccionou-se a que apresentava uma equação com coeficiente de correlação (R^2) mais próximo de 1 (maior relação entre os valores das estações). Utilizou-se essa equação para calcular os valores de chuva mensais na estação *Chuva* para todos os meses do ano em estudo.

Consideraram-se os valores de precipitação obtidos por esta estação, como uniformes para toda a área.

2.1.1.1 – Cálculo das falhas de valores diários no posto do Chão dos Louros

Apesar de, na generalidade, as séries de precipitação neste posto estarem completas, alguns dias não tinham registo de valores devido a problemas técnicos. Isto aconteceu de 27 a 29 de Dezembro de 2003, de 2 a 8 e de 18 a 22 de Julho de 2004 e de 1 a 7 e de 20 a 21 de Outubro de 2004. Devido à necessidade destes valores no cálculo da precipitação total mensal no local, os mesmos foram substituídos pela média aritmética dos valores obtidos nos dois postos mais próximos deste – *Bica da Cana* e *Encumeada (casa da EEM)* – para esses dias.

2.1.2 – Quantificação da precipitação oculta

De acordo com o objectivo principal deste trabalho, escolheram-se dois locais do percurso representativos das associações vegetais *Vaccinio padifolii – Ericetum maderinicola* (urzal de substituição) e *Clethra arboreae – Ocoteo foetentis* (Laurissilva do Til). Estes denominaram-se estação *Urzal* e estação *Laurissilva*, respectivamente.

Como condicionantes à sua localização estiveram os limites de ocorrência do mar de nuvens e a exposição aos ventos predominantes de Nordeste.

De forma a quantificar o *throughfall*, colocaram-se 2 udógrafos sob a vegetação em cada estação, sendo um colocado sob a zona mais densa de ramos e folhagem junto ao tronco de uma árvore, e outro sob a zona menos densa de convergência de ramos entre duas árvores. Pretendeu-se assim representar a heterogeneidade de exposição à precipitação do solo de uma floresta.

A estação *Urzal* (fig. 11) ficou situada a uma cota de 1385 m s.m., numa zona caracterizada pelo macrobioclima temperado, termótipo mesotemperado superior e ombrótipo hiperhúmido inferior. A estação *Laurissilva* (fig. 11) foi montada aos 1055 m s.m, também numa zona influenciada pelo macrobioclima temperado e por ombrótipo hiperhúmido inferior, mas de termótipo mesotemperado inferior. Os valores de cada estação foram obtidos através da média aritmética das contagens dos dois aparelhos em cada local. Montaram-se estas estações a 10 de Outubro de 2003 prolongando-se o período de recolha de dados ao longo de um ano completo (1 de Novembro de 2003 a 31 de Outubro de 2004).

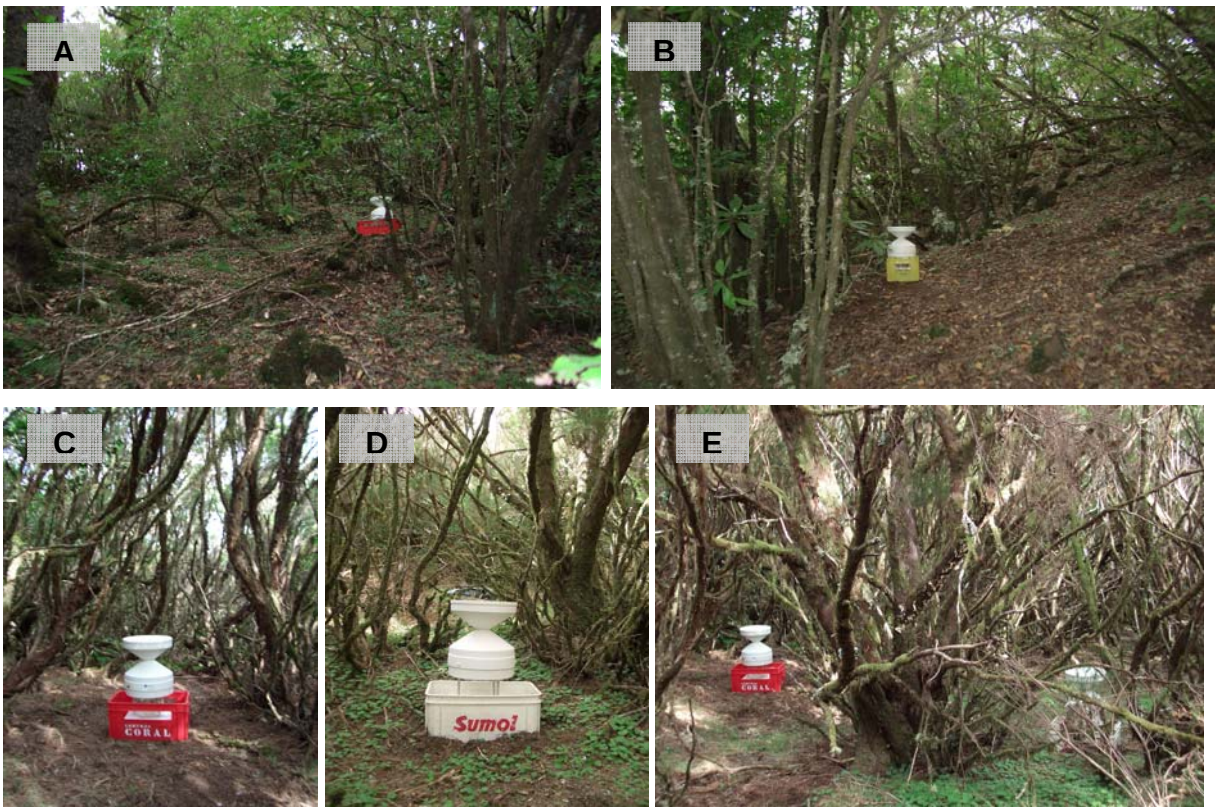

Figura 11 – Udógrafos nas estações *Laurissilva* (A e B) e *Urzal* (C, D e E)

A determinação dos valores de precipitação oculta só foi possível no período em que existiram dados diários de comparação entre as estações debaixo da vegetação e a estação de controlo (1 de Junho a 31 de Outubro de 2004). Para tal utilizou-se a equação para a intercepção vegetal (*I*):

I = Pbruta – Throughfall

Nos dias em que a intercepção vegetal foi negativa, considerou-se que ocorreu precipitação oculta e que o valor desta foi igual ao módulo de *I*. Através da média dos módulos da intercepção vegetal nesses dias (em que se considerava haver nevoeiro), deduziram-se os valores de *input* de precipitação oculta no ecossistema, segundo a fórmula:

Poculta = média |valor de I nos dias em que é negativa|

2.2 – VEGETAÇÃO E FLORA

Procedeu-se à análise da variação espacial das principais espécies arbóreo-arbustivas na área, através da inventariação de 23 quadrantes, cada um com 200 m^2 de área (10x20 m). Estes foram seleccionados ao longo do percurso (fig. 12), de acordo com um gradiente de altitude de 20 m, começando aos 1035 m s.m. e terminando aos 1455 m s.m., com a excepção do quadrante 1385m (diferença de 10 m em relação aos quadrantes adjacentes), por se situar neste, a estação *Urzal* (tab. 1).

Tabela 1 – Quadrantes efectuados para o estudo da vegetação

Refª	Quadrante	Data de inventariação	Localização e Descrição
1	**1035m**	03-03-2005	Montado dos Pessegueiros. Exposto a NE. Laurissilva com altura superior a 25 m.
2	**1055m**	03-03-2005	Montado dos Pessegueiros. Exposto a NE. Laurissilva com altura superior a 25 m. Estação *Laurissilva*
3	**1075m**	03-03-2005	Montado dos Pessegueiros. Exposto a NE. Laurissilva com altura até ± 15 m.
4	**1095m**	03-03-2005	Montado dos Pessegueiros. Exposto a NE. Urzal com altura até ± 5 m. Várias espécies típicas da Laurissilva (ETL) arbóreas até ± 5 m
5	**1115m**	23-03-2005	Montado dos Pessegueiros. Exposto a NE. Urzal com altura até ± 5 m. Várias ETL arbóreas até ± 5 m
6	**1135m**	23-03-2005	Montado dos Pessegueiros. Exposto a NE. Cumeada entre a escarpa da Ribeira do Inferno e um pequeno ribeiro. Urzal com altura até ± 3 m. ETL até ± 5 m
7	**1155m**	23-03-2005	Montado dos Pessegueiros. Exposto a NE. Cumeada entre a escarpa da Ribeira do Inferno e um pequeno ribeiro. Urzal com altura até ± 3 m. ETL até ± 5 m
8	**1175m**	23-03-2005	Montado dos Pessegueiros. Exposto a NE. Cumeada entre a escarpa da Ribeira do Inferno e um pequeno ribeiro. Urzal com altura até ± 3 m. ETL até ± 5 m
9	**1195m**	23-03-2005	Montado dos Pessegueiros. Exposto a NE. Urzal com altura até ± 5 m. ETL de porte arbustivo e herbáceo em crescimento
10	**1215m**	23-03-2005	Montado dos Pessegueiros. Exposto a NE. Urzal com altura até ± 5 m. ETL de porte arbustivo e herbáceo em crescimento
11	**1235m**	21-04-2005	Montado dos Pessegueiros. Exposto a NE. Urzal com altura até ± 5 m. Várias ETL arbóreas até ± 5 m
12	**1255m**	21-04-2005	Montado dos Pessegueiros. Exposto a NE. Urzal com altura até ± 5 m. Várias ETL arbóreas até ± 5 m
13	**1275m**	21-04-2005	Montado dos Pessegueiros. Exposto a NE. Urzal de substituição até ± 3 m. Domínio do porte arbustivo. ETL de pequeno porte.
14	**1295m**	21-04-2005	Transição Montado dos Pessegueiros – Achada do Cedro. Exposto a NE. Terreno rochoso. Urzal de substituição até ± 1-2 m. Domínio do porte arbustivo. ETL de pequeno porte. Estação *Chuva*.
15	**1315m**	21-04-2005	Achada do Cedro. Exposto a NE. Urzal de substituição até ± 4 m. Poucas ETL e de pequeno porte.
16	**1335m**	21-04-2005	Achada do Cedro. Exposto a NE. Urzal de substituição até ± 4m. Poucas ETL e de pequeno porte.
17	**1355m**	21-04-2005	Achada do Cedro. Exposto a NE. Urzal de substituição até ± 4m. Poucas ETL e de pequeno porte.
18	**1375m**	25-02-2005	Achada do Cedro. Exposto a NE. Urzal de substituição até ± 4m. Loureiros de pequeno porte.
19	**1385m**	25-02-2005	Achada do Cedro. Exposto a NE. Urzal de substituição até ± 4m. Loureiros de pequeno porte. Estação *Urzal*
20	**1395m**	25-02-2005	Achada do Cedro. Exposto a NE. Urzal de substituição até ± 4 m. Loureiros de pequeno porte.
21	**1415m**	25-02-2005	Achada do Cedro. Exposto a NE. Urzal de substituição até ± 4 m. Loureiros de pequeno porte.
22	**1435m**	25-02-2005	Achada do Cedro. Exposto a NE. Mudança para comunidade de urzes com ± 1,5-2 m. Forte domínio do porte arbustivo.
23	**1455m**	25-02-2005	Achada do Cedro. Exposto a NE. Mudança para comunidade de urzes com ± 1,5-2 m. Forte domínio do porte arbustivo.

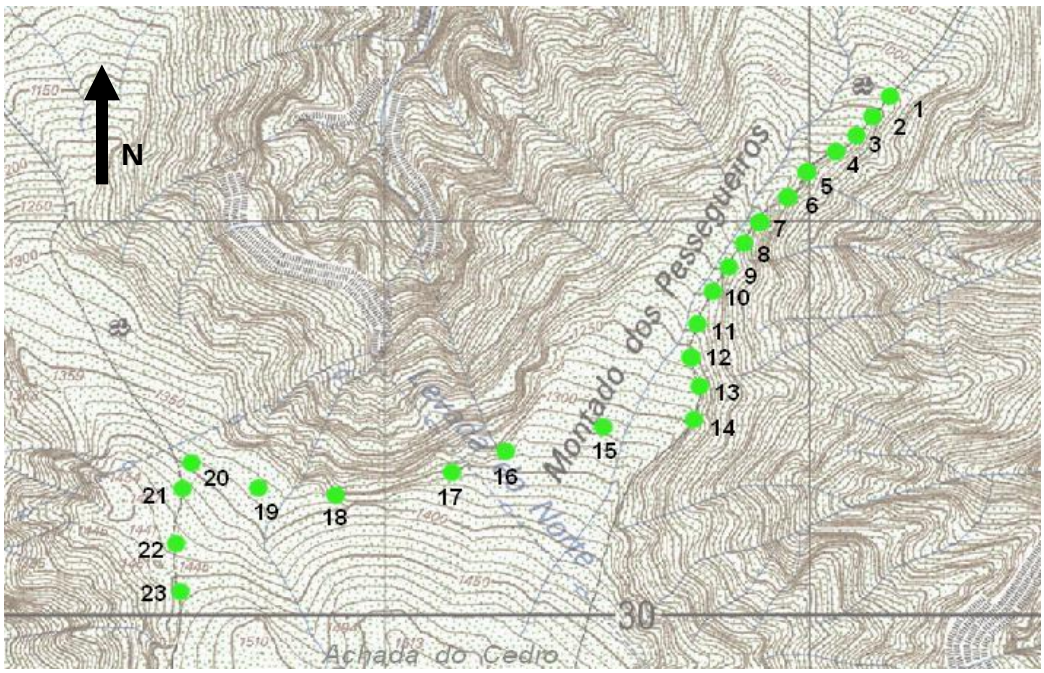

Figura 12 – Distribuição dos quadrantes ao longo do percurso. Estes encontram-se identificados pelos números de referência fornecidos pela tabela 1.

Em cada quadrante procedeu-se à determinação das percentagens totais de cobertura arbórea (a partir de ± 3 m de altura), arbustiva (entre ± 3 m e ± 0,5m de altura) e herbácea (plantas anuais ou perenes até ± 0,5 m de altura), bem como à identificação das espécies vegetais vasculares presentes e a sua percentagem em cada estrato (adaptado de Kent & Coker, 1992 e Capelo, 2003). Registaram-se ainda a exposição, altitude e tipo de habitat de cada quadrante (tab. 1). As plantas que não puderam ser identificadas no campo, ou sobre as quais recaíam dúvidas quanto à sua determinação, foram recolhidas (com atenção a todas as suas partes reprodutivas e vegetativas), e acondicionadas num rolo de plástico para o transporte até ao laboratório. Posteriormente foram identificadas até à categoria taxonómica máxima possível. Utilizaram-se para o efeito as chaves de identificação da *Flora of Madeira* (Press & Short, 1994). Todas as plantas identificadas nos quadrantes foram sujeitas a actualizações taxonómicas pelo *Catálogo florístico do Arquipélago da Madeira* (Costa *et al.*, 2004a).

Apenas seis espécies (*Erica arborea*, *Erica platycodon* subsp. *maderincola*, *Vaccinium padifolium*, *Laurus novocanariensis*, *Ocotea foetens* e *Clethra arborea*) foram analisadas quanto à sua variação espacial, uma vez que por serem as mais representativas no estrato arbóreo-arbustivo da área, são também as que mais influenciam o fenómeno da precipitação oculta no local.

Obteve-se um catálogo florístico (em anexo) das espécies inventariadas nos vários quadrantes analisados, onde se referem as suas condições de endémicas (Press & Short, 1994; Jardim & Francisco, 2000), autóctones ou introduzidas (Press & Short, 1994).

3. RESULTADOS

3.1 – PRECIPITAÇÃO BRUTA NA ÁREA

No período em que houve dados na estação *Chuva* (nos 5 meses entre Junho e Outubro de 2004) a precipitação total na área de estudo foi de 493,8 mm (desvio padrão de ± 9,98 mm). O valor da chuva foi de 0 mm em 68 dias e atingiu um máximo de 83,6 mm a 18 de Outubro (fig. 13). Este último foi também o mês mais chuvoso com 56% do valor total de precipitação. Junho foi o mais seco com 1,1% do total.

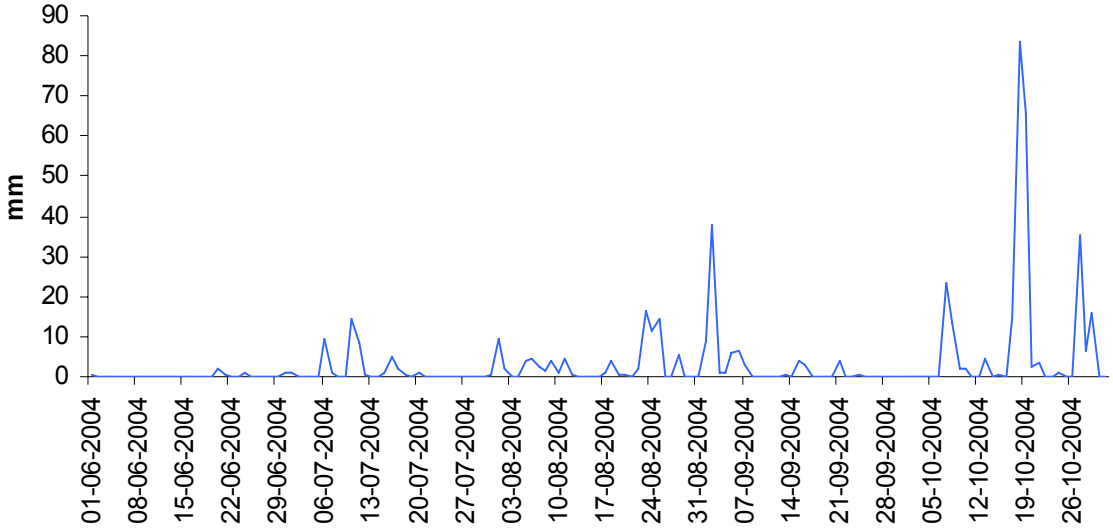

Figura 13 – Precipitação bruta diária na área de estudo, registada pela estação *Chuva*, entre Junho e Outubro de 2004

Para os restantes sete meses (entre Novembro de 2003 e Maio de 2004), calcularam-se apenas os valores totais mensais a partir de um modelo de regressão entre os valores da estação *Chuva* e uma estação próxima (comparação de dados de Junho a Dezembro de 2004). Após a análise das correlações entre a estação *Chuva* e os postos de comparação (em anexo), foi escolhida a equação polinomial de grau dois que correlaciona o posto da *Bica da Cana* com a estação *Chuva* por possuir a linha de tendência com o coeficiente de correlação (R^2) mais próximo de 1 (fig. 14).

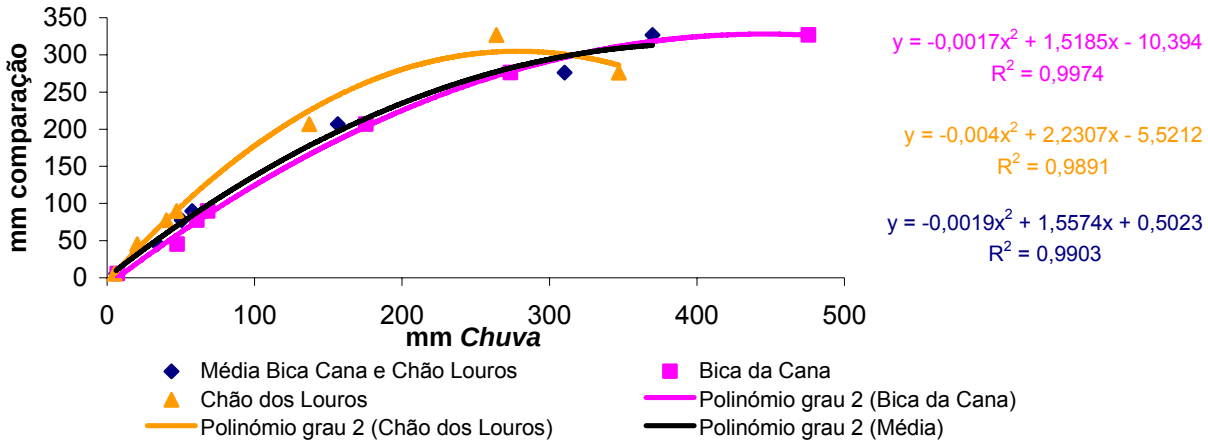

Figura 14 – Linhas de tendência e respectivas equações polinomiais de 2º grau entre os valores da estação *Chuva* e os valores das estações utilizadas para calcular a melhor correlação.

Como o coeficiente de correlação é bastante elevado (0,9974), foram calculadas as médias mensais (tab. 2), utilizando a equação da linha de tendência:

$$y = -0{,}0017x^2 + 1{,}5185x - 10{,}394$$

Tabela 2 – Correlação entre os valores de precipitação total mensal na Bica da Cana e na estação *Chuva*, e diferença entre a correlação e os valores reais de precipitação nesta última

Mês	Bica da Cana (mm)	Estação *Chuva* (mm)	Estação *Chuva* (correlação - mm)	Diferença (mm)
Nov 03	297,8	-	291,1	-
Dez 03	214,9	-	237,4	-
Jan 04	55,6	-	68,8	-
Fev 04	199,2	-	224,6	-
Mar 04	129	-	157,2	-
Abr 04	178,4	-	206,4	-
Mai 04	144,2	-	173,2	-
Jun 04	7	5,4	0,2	5,2
Jul 04	47,6	45	58	13
Ago 04	68,4	90	85,5	4,5
Set 04	61	77,4	75,9	1,5
Out 04	273,6	276	277,8	1,8
Nov 04	175,4	206,8	203,7	3,1
Dez 04	475,8	326,6	327,3	0,7

As diferenças entre os valores de correlação e os valores reais são diminutas variando entre um máximo de 13 mm e um mínimo de 0,7 mm.

O total anual dos valores de precipitação correlacionados foi de 1856,1 mm (desvio padrão de 95,4 mm). A precipitação ocorreu de forma irregular ao longo do ano, sendo Janeiro um mês relativamente seco (68,8 mm) em comparação com os restantes meses

invernais. O mês mais chuvoso foi o de Novembro, com 15,7% da precipitação total anual e o mais seco, o de Junho, com apenas 0,011% do total. Observa-se também uma concentração da pluviosidade nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro, ocorrendo neste último 43,4% da precipitação total anual correlacionada (fig. 15).

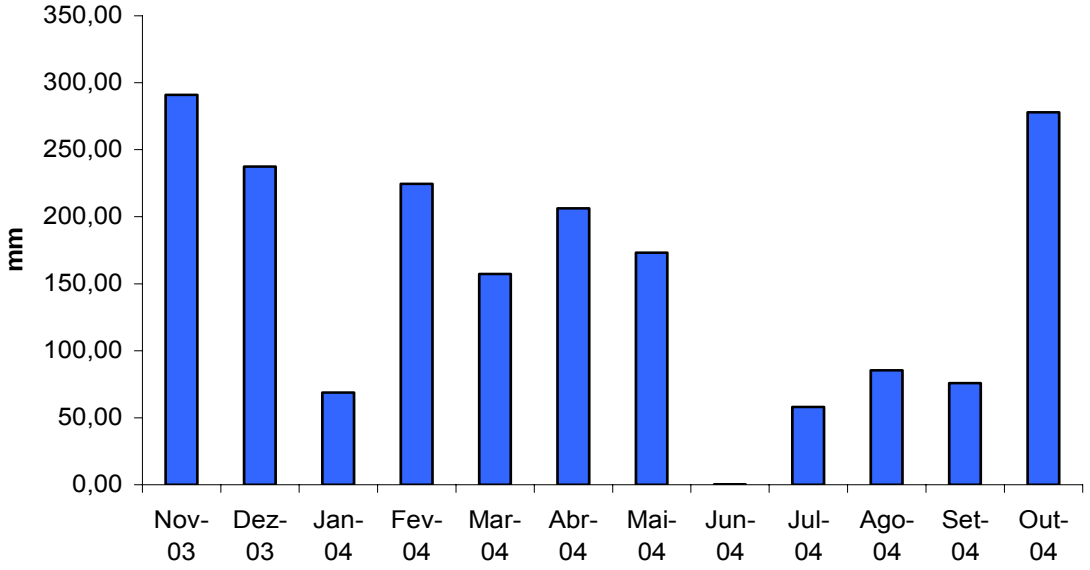

Figura 15 – Valores mensais totais correlacionados da precipitação bruta na área de estudo, ao longo do ano (Nov 03 – Out 04). Dados obtidos a partir dos valores obtidos na estação *Chuva*.

3.2 – PRECIPITAÇÃO OCULTA

A precipitação oculta só foi inferida no período em que foi possível a comparação diária dos valores de *throughfall* com os valores de precipitação bruta registados pela estação Chuva (Junho a Outubro de 2004).

3.2.1 – Resultados nas estações *Urzal* e *Laurissilva*

Na estação *Urzal*, o valor total de *throughfall* foi de 253,2mm, sendo superior à precipitação bruta em 12 dias e inferior em 73. Em 68 dias não se registou qualquer queda de água sob a vegetação. O valor máximo de *throughfall* foi de 44,8 mm a 19 de Outubro (fig. 16).

Na estação *Laurissilva*, o valor total *throughfall* registado nos 153 dias em análise foi de 167,3 mm, sendo superior à precipitação bruta em 21 dias e inferior em 81. Não ocorreu qualquer queda de água sob a vegetação em 51 dias. O valor máximo de *throughfall* foi de 27,8 mm, a 18 de Outubro. No mês de Agosto, não ocorreu praticamente nenhuma precipitação (fig. 17).

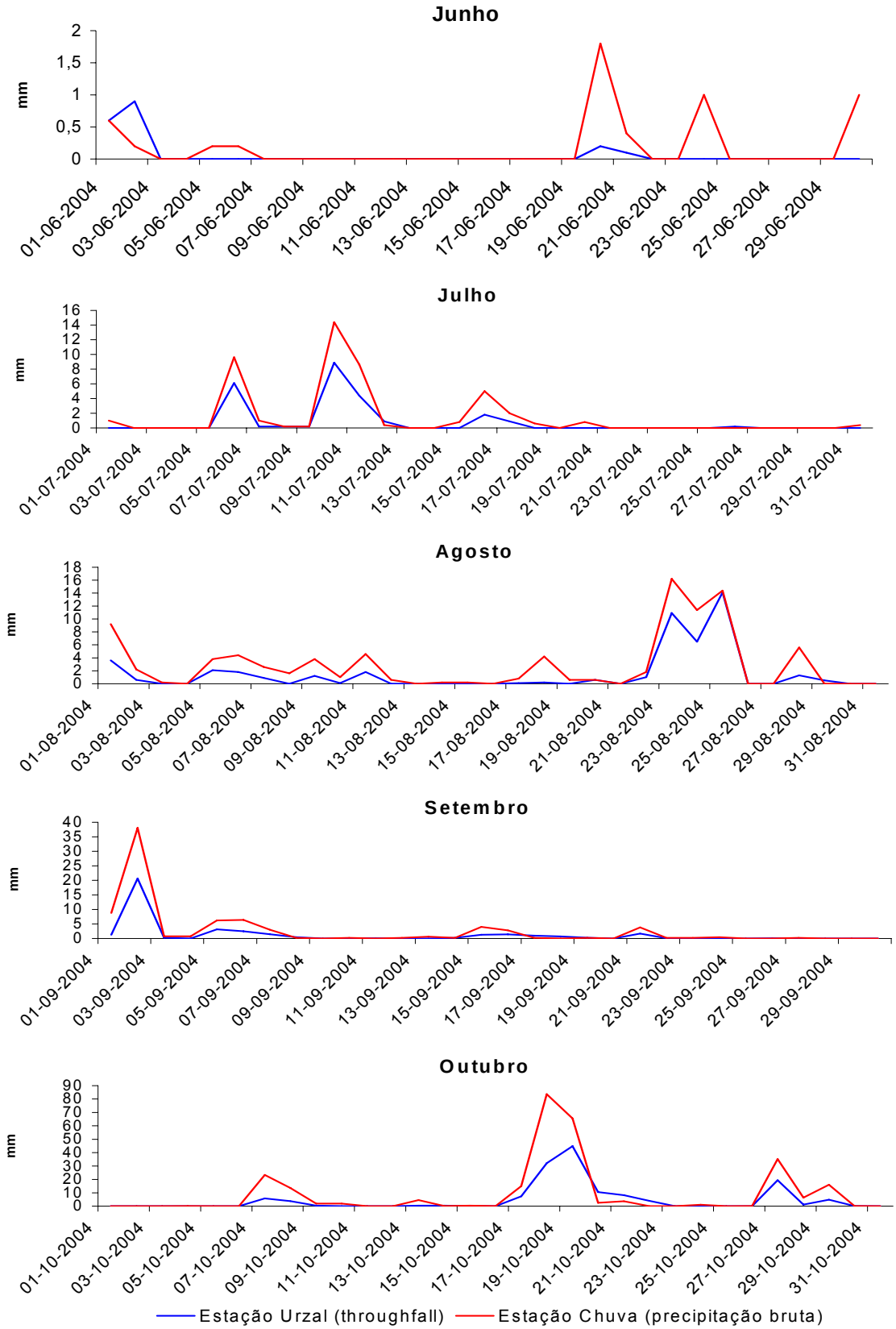

Figura 16 – Comparação entre os valores diários de *throughfall* na estação *Urzal* e de precipitação bruta na área de estudo (estação *Chuva*). Os valores de intercepção vegetal são negativos quando o *throughfall* é superior à precipitação bruta. Período de Junho a Outubro de 2004.

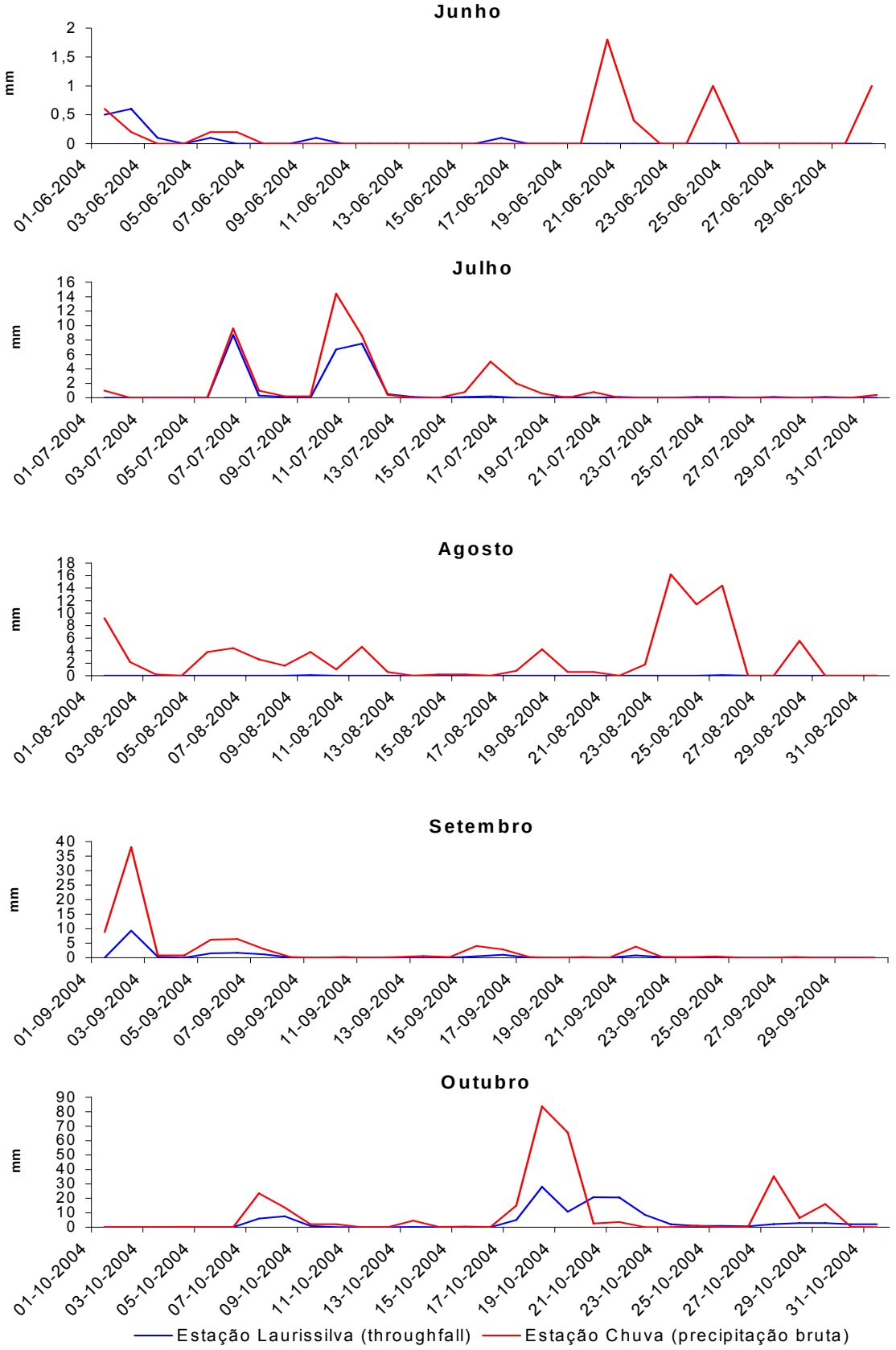

Figura 17 – Comparação entre os valores diários de *throughfall* na estação *Laurissilva* e de precipitação bruta na área de estudo (estação *Chuva*). Os valores de intercepção vegetal são negativos quando o *throughfall* é superior à precipitação bruta. Período de Junho a Outubro de 2004.

Na estação *Urzal* o valor da intercepção vegetal foi negativo em 12 dias, sendo o valor total da precipitação oculta de 20,4 mm (8% do volume total de *throughfall*), enquanto a estação *Laurissilva* registou 21 dias de intercepção negativa, que deram origem a um total de 56,5 mm de precipitação oculta (33,8% do volume total de *throughfall*). A média diária da precipitação oculta nos dias em que a intercepção vegetal era negativa foi de 1,7 mm/dia na estação *Urzal* (desvio padrão de 2,4 mm) e de 2,7 mm na estação *Laurissilva* (desvio padrão de 5,26 mm) – tabela 3.

Tabela 3 – Valores obtidos nos 153 dias entre 1 de Junho e 31 de Outubro de 2004.

Estação	*Urzal*	*Laurissilva*	*Chuva*
Volume total de água captado (mm)	253,2	167,3	493,8
Precipitação oculta total (mm) [1]	20,4	56,5	-
Dias em que a *intercepção vegetal* foi negativa	12	21	-
Média de precipitação oculta diária (mm/dia nevoeiro) [2]	1,7	2,7	-

O valor médio da intercepção vegetal ao longo deste período foi, na estação *Urzal*, de 48,7% da precipitação bruta, e de 66,1% na estação *Laurissilva*.

3.2.2 – Variação entre estações

O *input* total de água da precipitação oculta na estação *Laurissilva* foi quase três vezes superior ao da estação *Urzal*. O número de dias com intercepção vegetal negativa foi quase o dobro na primeira. Os valores médios de intercepção vegetal foram superiores na estação *Laurissilva* em relação à estação *Urzal*.

Os valores mensais totais de precipitação permitiram a comparação entre a precipitação bruta ocorrida ao longo do ano de estudo na estação *Chuva* (valores correlacionados) e o *throughfall* total mensal nas estações *Urzal* e *Laurissilva* (fig. 18).

[1] Obtido pela soma do módulo dos valores da intercepção vegetal nos dias em que esta era negativa.
[2] Média obtida através da divisão do valor da precipitação oculta total pelo número de dias de intercepção vegetal negativa do período analisado.

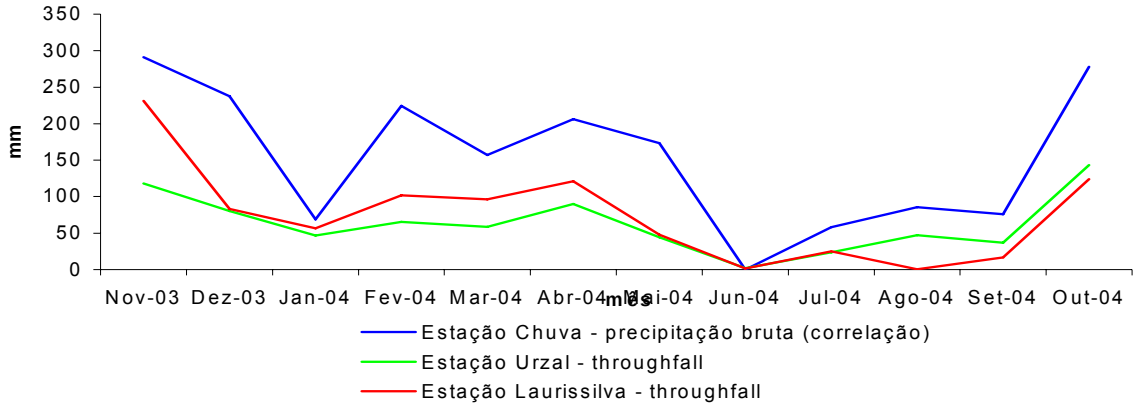

Figura 18 – Comparação entre os valores de precipitação bruta mensal na estação *Chuva* (correlação) e os valores mensais de *throughfall* obtidos pelas estações debaixo da vegetação, ao longo do ano em estudo.

O *throughfall* total mensal captado pelos postos debaixo da vegetação foi sempre inferior à precipitação bruta obtida pelo controlo, com a excepção do mês de Junho em que foi superior. Na estação *Laurissilva* os valores foram superiores aos da estação *Urzal* nos sete primeiros meses e em Julho de 2004, invertendo-se a situação nos restantes quatro meses. As percentagens de intercepção vegetal mensal nas estações debaixo da vegetação variam bastante conforme o mês em questão. Na estação *Urzal* esta atinge um valor de 59,3% durante o ano, enquanto na estação *Laurissilva* fica-se pelo valor anual de 51,6%. Durante o período de Novembro de 2003 a Outubro de 2004, a precipitação bruta total na área foi de 1856,1 mm, enquanto na estação *Urzal* o valor total de *throughfall* foi de 756,2 mm e na estação *Laurissilva* foi de 905,5 mm (tab. 4).

Tabela 4 – Valores totais de água captada nas três estações ao longo do ano e respectiva percentagem de intercepção vegetal

Mês	Estação *Chuva* (correlação - mm)	Estação *Urzal* (mm)	Estação *Laurissilva* (mm)	Intercepção vegetal na estação *Urzal* (%)	Intercepção vegetal na estação *Laurissilva* (%)
Nov 03	291,1	117,9	231,3	59,5	20,5
Dez 03	237,4	80,4	83,2	66,1	65
Jan 04	68,8	46,8	56,7	32	17,5
Fev 04	224,6	65,5	101,8	70,8	54,7
Mar 04	157,2	58,4	96,2	62,9	39
Abr 04	206,4	89,8	121,2	56,5	41,7
Mai 04	173,2	44,2	47,8	74,5	72,4
Jun 04	0,2	1,8	1,5	- 900	-750
Jul 04	58	23,8	24,8	59	57,2
Ago 04	85,5	47,3	0,2	44,7	99,8
Set 04	75,9	36,8	16,8	51,3	77,8
Out 04	277,8	143,5	124	48,3	55,4
Total	1856,1	756,2	905,5	59,3	51,6

3.3 – VARIAÇÃO DA VEGETAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO

Os quadrantes elaborados demonstram que a vegetação da área se encontra em recuperação, e mais próxima do clímax nas cotas inferiores:

1. Entre os 1035 m s.m. e os 1055 m s.m. a floresta é dominada no estrato arbóreo por *O. foetens*, *L. novocanariensis* e *C. arborea*, enquanto que no estrato arbustivo, o *V. padifolium* e a *C. arborea* são os mais abundantes. Com a subida, observa-se uma transição. Aos 1075 m s.m., a *C. arborea* passa a ser a espécie arbórea dominante, enquanto no estrato arbustivo abunda não só o *V. padifolium*, como também já se nota uma quantidade apreciável de *E. platycodon* subsp. *maderincola*.

2. Entre os 1095 e os 1275 m s.m. a Laurissilva em estado clímax dos primeiros dois quadrantes, deu já lugar a uma vegetação mista em que as espécies próprias da Laurissilva, parecem regenerar a partir de zonas florestais dominadas por *E. platycodon* subsp. *maderincola* e *V. padifolium*. Esta é provavelmente uma área outrora destruída que foi ocupada por urzal de substituição e que agora evolui para a vegetação climácica (Laurissilva do Til).

3. Aos 1295 e 1315 m s.m. a floresta dá lugar a um matagal em terreno pedregoso, maioritariamente composto por *E. platycodon* subsp. *maderincola*, *V. padifolium* e *E. arborea*. Corresponde à transição entre a vertente norte da Achada do Cedro e o topo do Montado dos Pessegueiros.

4. Entre os 1335 e os 1415 m s.m. estamos perante um urzal de substituição, de altura uniforme, completamente dominado por *E. platycodon* subsp. *maderincola* e *V. padifolium*. A única espécie típica da Laurissilva com porte arbóreo-arbustivo presente é o *L. novocanariensis*, mas com uma percentagem de cobertura baixa. De referir que no estrato herbáceo destes quadrantes (em Anexo) foram inventariados vários exemplares de *C. arborea*, *L. novocanariensis* e, menos frequentemente, *O. foetens*, o que parece indicar que no futuro esta área evoluirá para Laurissilva.

5. Entre o quadrante 1415m e o 1435m, ocorre uma mudança súbita de vegetação, sendo a associação *Vaccinio padifolii – Ericetum maderinicolae* substituída pela comunidade de *Erica maderincola* e *Erica arborea*, predecessora da associação climácica que domina estas altitudes – a associação *Polysticho falcinelli – Ericetum arboreae*. A presença de carvões na área indica que esta foi sujeita a incêndios que terão sido responsáveis pela sua destruição, estando agora em processo de regeneração.

A figura 19 reproduz graficamente a variação espacial e altitudinal das seis principais espécies arbóreo-arbustivas presentes na área.

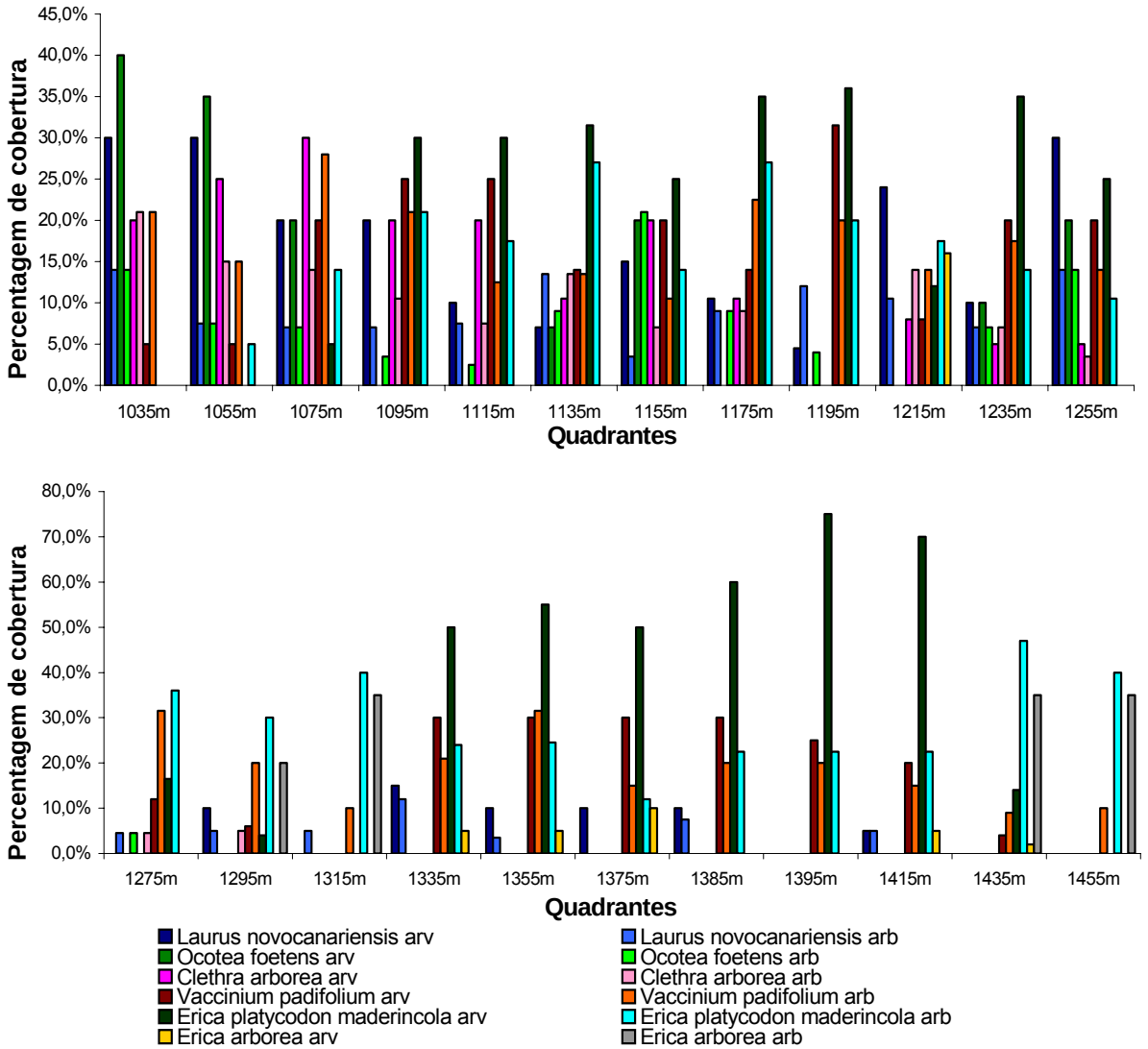

Figura 19 – Variação nos quadrantes 1035m a 1455m da abundância das 6 espécies arbóreo-arbustivos dominantes na área de estudo. A terminação "arv" indica porte arbóreo, enquanto a terminação "arb" refere-se ao porte arbustivo.

O catálogo florístico das espécies identificadas dentro dos quadrantes e os resultados completos da inventariação destes encontram-se em Anexo.

4 – DISCUSSÃO

4.1 – ANÁLISE DA VEGETAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para o estudo da vegetação da área foram catalogadas todas as plantas presentes dentro dos quadrantes. No entanto, apenas a variação espacial ao longo do percurso das espécies arbóreo-arbustivas dominantes foi alvo de análise. Uma vez que estas representam a quase totalidade dos estratos arbóreo e arbustivo, são também as principais intervenientes no fenómeno de captação de água do nevoeiro. De forma geral, podemos dizer que a vegetação autóctone está em franca recuperação em toda a área de estudo e que, na ausência de factores destruidores (como fogos), deverá evoluir para a respectiva associação climácica potencial.

4.2 – DADOS MENSAIS (CORRELAÇÃO DE NOVEMBRO DE 2003 A OUTUBRO DE 2004)

A correlação para os meses do ano em que não houve registo de precipitação bruta na área, foi efectuada através da comparação com duas estações (*Bica da Cana* e *Chão dos Louros*) e a média entre ambas, isto por, apesar de próximas da estação *Chuva*, possuírem uma diferença de altitude relativamente grande em relação a esta (cerca de 400 e 300 metros, respectivamente). Desta forma, pretendeu-se determinar o posto que melhor se relaciona com a estação *Chuva*, aumentando a fiabilidade dos resultados. Foram feitas correlações mensais e não diárias porque os valores mensais representam uma série de dados aleatórios, o que já não acontece com as séries diárias (Quintela, 1996).

Através do programa *Excel*, analisou-se a correlação logarítmica, exponencial, linear e polinomial de 2º grau entre as estações, utilizando para o efeito a equação da linha de tendência e o respectivo coeficiente de correlação. A partir daqui, concluiu-se que as correlações expressas por uma equação polinomial de 2º grau, eram as que melhor expressavam os valores obtidos na estação *Chuva*, nos meses em que esta esteve em funcionamento, e que a estação de comparação que apresentava o coeficiente de correlação mais elevado com esta, era a da *Bica da Cana*. Desta forma, os dados mensais em falta na estação *Chuva* (Novembro de 2003 a Maio de 2004), foram completados a partir da equação de correlação com esta estação. Apesar de para situações semelhantes, o número de valores utilizados para efectuar uma correlação normalmente superar os quinze (Perestrelo, comunicação pessoal), neste estudo só se utilizaram sete valores por serem os únicos disponíveis, obtendo-se no entanto, um elevado coeficiente de correlação.

Quanto à comparação entre valores mensais reais e valores mensais correlacionados na estação *Chuva*, a variação entre estes não é significativa (Prada, comunicação pessoal). O desvio situou-se entre os 0,7 mm em Dezembro de 2004 e os 13

mm de Julho do mesmo ano. A chuva concentrou-se, principalmente, nos meses de Novembro a Maio e no mês de Outubro, apesar de no primeiro período ter valores abaixo do normal nessa época do ano (Prada, 2000), especialmente Janeiro, que apresenta um valor semelhante ao dos meses de Verão. A explicação poderá estar na seca que atingiu a ilha durante os primeiros meses do ano em análise. A área em estudo recebe uma média anual de precipitação superior a 2400 mm (Prada *et al.*, 2003), enquanto neste ano recebeu pouco mais de 1850 mm (cerca de 77% do valor normal).

Comparando os valores totais de precipitação mensal captados nas estações *Urzal*, *Laurissilva* e *Chuva* (correlação), nota-se que o único mês em que os valores de precipitação das estações sob a vegetação foi superior ao do controlo, foi Junho e apenas porque o valor correlacionado da estação *Chuva* é inferior ao real, fazendo com que as estações *Urzal* e *Laurissilva* obtivessem uma maior quantidade de água. Nos restantes meses o *throughfall* foi sempre inferior à precipitação bruta. A diferença entre estes valores está, principalmente, relacionada com o fenómeno da intercepção vegetal já descrito na "Introdução". No entanto, o facto de a estação *Chuva* ter sido montada numa clareira de pequena área (não mais de 5 metros de diâmetro), poderá ter levado a um aumento dos valores de água registados, devido à possibilidade do vento ter arrastado água da vegetação circundante, para o funil de captação do aparelho, o que poderá ter levado a uma sobrestimação dos valores de precipitação bruta (Thimonier, 1998).

Tanto a estação *Laurissilva*, como a estação *Urzal*, parecem não possuir uma relação entre os vários valores mensais de intercepção vegetal, o que sugere, segundo Crockford & Richardson (2000), uma grande variabilidade temporal de factores climáticos como a intensidade do período de precipitação (quanto mais intensa for a chuva, maior percentagem de água atinge o solo, uma vez que a escorrência pelos troncos e o tempo em que a água se encontra exposta à evaporação é menor), a intensidade do vento (vento forte pode levar a que durante as chuvas, maior quantidade de água atinja o solo, pois reduz a retenção de água pela copa, mas também pode facilitar a evaporação no período a seguir à chuvada) e a continuidade do episódio pluvioso (se a precipitação não for contínua, mesmo com intervalos pequenos durante o episódio, o valor de intercepção vegetal aumenta). Em futuros estudos, deverá ser considerada a medição destes factores.

Quanto à variação de valores entre as duas estações sob a vegetação, nota-se que nos primeiros sete e nono meses do período de estudo, o *throughfall* foi superior na laurissilva, invertendo-se a situação nos restantes. Este fenómeno poderá estar relacionado com as condições de seca e calor nos primeiros meses do ano, o que terá levado à falta de chuva e nevoeiro e a uma maior evaporação da água depositada sobre a vegetação. Como a faixa dos nevoeiros se situa em altitudes mais baixas durante períodos quentes como o Verão, o mesmo poderá ter ocorrido durante este período seco. Se assim foi, a estação *Urzal*, por se situar a maior altitude, poderá ter ficado acima do limite superior dos nevoeiros,

ficando, assim, sujeita a taxas de evaporação mais elevadas do que a estação *Laurissilva* que se encontra em permanência dentro dos limites estivais e invernais do mar de nuvens. Nos meses finais do ano e com a situação de seca já ultrapassada, a quantidade de *throughfall* que ocorreu no urzal foi superior à da Laurissilva.

Apesar de, por motivos práticos, o valor da precipitação bruta em toda a zona de estudo ter sido considerado igual ao valor de precipitação registada na estação *Chuva*, não será de excluir a existência de uma variação espacial significativa dos valores de precipitação bruta pela área, o que poderá ter introduzido desvios importantes no cálculo das intercepções vegetais em cada local.

4.3 – DADOS DIÁRIOS (JUNHO A OUTUBRO DE 2004)

A determinação de valores de precipitação oculta só foi possível no período em que pudemos estabelecer uma comparação diária entre os valores de precipitação debaixo da vegetação (*throughfall*) e a precipitação a "céu aberto" (bruta), uma vez que os valores totais mensais de *throughfall* mascaram o contributo da precipitação oculta no ecossistema. Isto aconteceu porque a média mensal diluiu os valores dos dias em que a intercepção vegetal foi negativa, uma vez que estes ocorreram em menor número.

A estação *Laurissilva*, situada aos 1055 m s.m., ficou perto do limite inferior da faixa dos nevoeiros. A esta altitude o conteúdo em água das nuvens tende a ser mais baixo que a altitudes superiores (Frisch *et al.*, 1994). O tipo de folhas que a vegetação dominante na área da estação *Laurissilva* possui não é o mais favorável à intercepção do nevoeiro (González, 2000). Os seus ramos cobrem de forma densa e contínua maiores áreas. A entrada do nevoeiro neste tipo de estrutura é difícil, ocorrendo a intercepção das suas gotículas preferencialmente no perímetro exterior da copa, o que leva a taxas mais baixas de precipitação oculta. As suas folhas grandes, largas e dispostas horizontalmente, podem sustentar as gotas de chuva e nevoeiro mais pequenas, diminuindo a quantidade de água que atinge o solo, uma vez que a maior exposição atmosférica facilita a evaporação. Também podem facilitar a escorrência para os troncos, fazendo com que, caso não encontre outros obstáculos, a água atinja o solo através destes (Crockford & Richardson, 2000).

Em comparação, a estação *Urzal*, situada aos 1385 m s.m., encontra-se a uma altitude em que o conteúdo de água nas nuvens é superior. Aqui, as folhas aciculares da espécie dominante (*Erica platycodon* subsp. *maderincola*) facilitam a intercepção do nevoeiro (Prada, 2000). A cobertura vegetal não é tão densa como na Laurissilva, o que facilita a entrada do vento nas copas, expondo as gotículas do nevoeiro a uma maior superfície foliar. O facto da cobertura dos ramos ser menos densa e sem folhas com grande superfície que protejam o solo, parece explicar porque é que o volume total de *throughfall* medido nesta estação foi superior ao da estação *Laurissilva* no período de Junho a Outubro

de 2004 (Crockford & Richardson, 2000). No entanto, o valor total e percentual da precipitação oculta foi inferior nesta última estação. Inicialmente, e devido aos factores atrás descritos, esperava-se que os valores de precipitação oculta fossem superiores aos 1385 m s.m. Várias razões poderão estar na origem desta situação:

1. A Laurissilva é uma floresta altamente estratificada, cujo coberto apresenta uma altura heterogénea, com espécies como a *Ocotea foetens* (fig. 20), que pode alcançar os 40 metros de altura, a *Clethra arborea* que não ultrapassa os 12 metros e o *Vaccinium padifolium*, que raramente atinge os 6 metros (Press & Short, 1994). Segundo González (2000), isto pode levar à formação de turbulência no fluxo do vento, o que poderá aumentar a taxa de intercepção do nevoeiro através do desvio do vento da parte superior da cobertura vegetal, para o interior da floresta. O mesmo não parece acontecer nas áreas com urzal de substituição. Como o próprio nome indica, trata-se de uma associação de substituição, em que as espécies nela presente têm, normalmente, uma idade próxima entre si. O facto da diversidade de espécies dominantes ser pouca e com alturas médias semelhantes (*E. platycodon* subsp. *maderincola* e *V. padifolium* atingem os 3 a 5 metros), dá origem a uma aparente homogeneização da altura das copas nas áreas cobertas por esta associação. Esta monotonia da altura da floresta leva a que o fluxo do vento que passa sobre o coberto, não seja desviado para dentro deste, dificultando, muito provavelmente, a intercepção do nevoeiro.

Figura 20 – Til (*Ocotea foetens*)

2. Outro factor a ter em conta nesta variação dos valores de precipitação oculta entre as duas estações do estudo, é a presença de epífitos, normalmente musgos, líquenes e, menos frequentemente e em zonas de Laurissilva, alguns fetos e crassuláceas (fig. 21).

Figura 21 – Epífitos sobre troncos. Líquenes (esquerda); Musgos (centro); Crassuláceas (*Aichryson divaricatum*) e fetos (direita).

Os musgos são, devido à sua abundância, os epífitos mais importantes, estando a sua abundância relacionada com a ocorrência dos nevoeiros (Bruijnzeel, 2001). Segundo Veneklaas e colaboradores (1990) citado por González (2000), os musgos além de poderem interceptar a água do nevoeiro, podem armazenar até seis vezes o seu peso seco em água. Segundo Bruijnzeel (2001) os musgos são mais abundantes nas cotas mais elevadas, onde as temperaturas são mais baixas e a humidade superior, o que parece ser verdadeiro no Montado dos Pessegueiros uma vez que o local onde foi colocada a estação *Urzal* apresentava muito maior quantidade de briófitas epífitas do que o local da estação *Laurissilva*.

Assim sendo, e como a quantidade de musgos é maior na estação *Urzal*, será lógico admitir, que estes poderão armazenar água, principalmente a proveniente do nevoeiro, uma vez que o fluxo deste tipo de precipitação é fraco em comparação com os fluxos de água originados por um aguaceiro. Durante uma chuvada, uma grande quantidade de água precipita num curto espaço de tempo (o que leva a uma rápida saturação do musgo, fazendo com que a água excedente precipite para o solo da floresta), enquanto que durante a intercepção do nevoeiro, pequenos volumes de água são captados ao longo de um intervalo de tempo maior (Crockford & Richardson, 2000 e Bruijnzeel, 2001). Desta forma os musgos libertam a água (quando esta excede a sua capacidade de armazenamento) de forma lenta, podendo aumentar a evaporação e escorrência pelos troncos (que não foi medida).

3. O facto dos valores de escorrência dos troncos não terem sido quantificados, poderá ter contribuído de forma significativa para o registo de um valor menor de precipitação oculta no urzal de substituição em relação à Laurissilva. Crockford e Richardson (2000) referem que a escorrência pelo tronco pode ser desviada, por obstáculos como os epífitos, e precipitar como *throughfall*. Nos episódios de chuva intensa, isto acontece com musgos, líquenes, fetos e crassuláceas. No entanto, nos episódios de menor intensidade (como a intercepção do nevoeiro), apesar dos fetos e crassuláceas continuarem a ser obstáculos que desviam a escorrência (não acumulam água), os musgos, ao armazenarem e libertarem a água de forma lenta, facilitam o regresso desta (quando libertada e desde que não seja evaporada) ao tronco, facilitando a escorrência por estes para o solo.

   A arquitectura típica das árvores de cada local pode também influenciar a escorrência dos troncos (fig. 22). Devido a características fisiológicas, as urzes na estação *Urzal* possuem uma copa na qual os ramos se encontram erectos e orientados para cima. A água que os atinge, qualquer que seja a sua proveniência, tende a confluir em direcção ao tronco, escorrendo por este até ao solo e reduzindo a percentagem de *throughfall*. As árvores presentes na estação *Laurissilva* têm uma estrutura diferente, na qual os ramos

se dispõem de forma tendencialmente horizontal, o que evita que a água conflua em direcção ao tronco, diminuindo a escorrência por estes e aumentando os valores de *throughfall* (Sequeira, comunicação pessoal).

Figura 22 – Aspecto da arquitectura da Laurissilva (esquerda) e do Urzal de Substituição (direita).

4. Por fim deverão ser tidos em conta os erros na amostragem. De facto, as áreas de captação dos aparelhos não terão sido as ideais para este tipo de estudo (Thimonier, 1998). Os dois udógrafos montados sob a vegetação, em cada estação, possuíam uma área de captação conjunta de 0,1 m^2. Esta área poderá ter sido insuficiente para representar a variedade de condições das copas das árvores no interior da floresta, tanto nos locais, como entre os locais. Devido ao facto do volume da copa das urzes ser muito menor que o das árvores típicas da Laurissilva, e tendo em conta que a área de captação dos aparelhos foi a mesma nas duas estações, a dimensão da área amostrada foi proporcionalmente superior na estação *Urzal* em relação à estação *Laurissilva*. A estação *Laurissilva* possui um "erro de amostragem" maior, ou seja, a probabilidade dos aparelhos terem sido instalados em locais de "gotejamento" (locais onde a água captada pela vegetação tende a convergir, precipitando depois para o solo) foi superior à dos aparelhos no urzal de substituição, que por terem sido colocados num local onde a amostra era proporcionalmente maior, foram sujeitos a um "erro de amostragem" menor (Sequeira, comunicação pessoal).
   Holder (2003) utilizou um grande número de udógrafos (36 e 58 aparelhos em cada local estudado pelo autor), enquanto que Scholl e colaboradores (2004) utilizaram colectores de *throughfall* de grande superfície (em que a água do *throughfall* é captada por canos compridos cortados ao meio e dispostos ao longo do chão da floresta) de forma a compensar a variabilidade espacial das condições da copa e a diferença de amostragem entre diferentes tipos de vegetação.

Este último factor deverá ser também levada em consideração na comparação das estações *Laurissilva* e *Urzal* com a estação *Chuva*. A possibilidade da área de captação dos aparelhos sob a vegetação não ter sido a mais adequada à heterogeneidade da cobertura

vegetal aliada à não medição dos valores da escorrência dos troncos, poderá ter levado a uma subestimação importante dos reais valores de água precipitados no solo, proveniente tanto da chuva, como do nevoeiro. No futuro, metodologias que contemplem a correcção destas lacunas deverão ser aplicadas de forma a confirmar ou rejeitar os valores obtidos neste estudo.

4.3.1 – Comparação com estudos anteriores

Em comparação com os valores obtidos através de um método semelhante, por Prada (2000) na Bica da Cana, o volume de precipitação oculta registada neste estudo nos dois tipos de vegetação, é manifestamente inferior (média de 44,55 mm/dia nevoeiro sob urzes molares (fig. 23) na Bica da Cana versus 1,7 mm/dia neveiro no urzal de substituição e 2,7 mm/dia nevoeiro na Laurissilva). Estes valores demonstram, de forma explícita, que inferir valores de precipitação oculta numa área florestal a partir de valores obtidos em árvores isoladas, deverá ser evitado. As condições atmosféricas a que uma árvore isolada está sujeita, são completamente diferentes das que ocorrem numa área com uma cobertura florestal contínua. O nevoeiro arrastado pelo vento atravessa mais facilmente uma árvore isolada, ficando exposto a uma maior superfície foliar, o que aumenta as taxas de intercepção de água deste. A exposição a velocidades de vento superiores e a maiores taxas de saturação do ar, também incrementam o volume de precipitação oculta captada pelas árvores isoladas ou em margens florestais (González, 2000).

Figura 23 – Urze molar (*Erica arborea*)

A localização da zona de estudo da autora a cerca de 1600 m s.m. favorece a obtenção de elevadas taxas de precipitação oculta. Uma vez que as nuvens e nevoeiros tendem a formar-se a partir dos 600 m de altitude, a Bica da Cana encontra-se mais perto do centro da nuvem, onde o conteúdo em água pode atingir os 0,25 g/m^3, enquanto que as altitudes das estações *Urzal* e *Laurissilva* se afastam em direcção ao limite nebuloso inferior, onde os conteúdos de água se situam nos 0,01 g/m^3 (Frisch *et al.*, 1994).

As diferenças morfológicas entre as diferentes estruturas das copas, deverão também ser tidas em conta, uma vez que a intercepção de água do nevoeiro está fortemente dependente deste factor (Prada, 2000). As urzes molares (*Erica arborea*) estudadas pela autora em 2000, parecem possuir uma estrutura de ramos e folhas (copa de ramos entrelaçados e pequenas folhas aciculares dispostas densamente sobre estes e que actuam como uma rede) que facilita a intercepção do nevoeiro.

As espécies arbóreo-arborescentes dominantes nos tipos de vegetação estudadas, apesar de também interceptarem o nevoeiro, não parecem ser tão eficientes como a

primeira (fig. 24). No caso do urzal de substituição, apesar da *E. platycodon* subsp. *maderincola* também ser uma urze com folhas aciculares, estas, ao contrário da *E. arborea*, distribuem-se de forma mais espaçada entre si, sendo a densidade das suas copas relativamente baixa, o que leva a menor superfície de captação, bem como a uma redução da turbulência necessária à deposição das gotículas de nevoeiro (González, 2000). A outra espécie co-dominante neste tipo de vegetação, o *V. padifolium*, ao contrário das urzes, possui pequenas folhas elípticas, que se encontram dispostas de forma relativamente densa sobre os ramos. Este tipo de copa é observado também nas espécies mais comuns da Laurissilva do Til, como o loureiro (*Laurus novocanariensis*), o til (*Ocotea foetens*) e o folhado (*Clethra arborea*), embora estas possuam folhas bem maiores. Um futuro estudo comparativo sobre as capacidades destas espécies em interceptar a água do nevoeiro deverá também ser considerado.

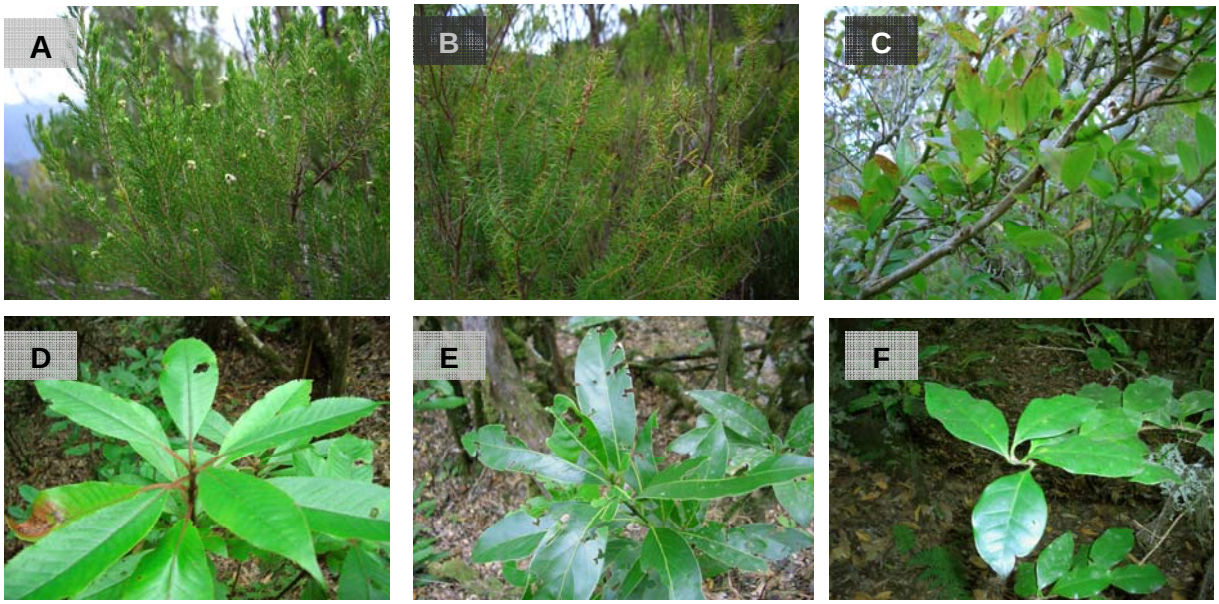

Figura 24 – Aspecto das folhas das espécies dominantes da área. A – *E. arborea*; B – *E. platycodon* subsp. *maderincola*; C – *V. padifolium*; D – *C. arborea;* E – *L. novocanariensis*; F – *O. foetens*.

Por fim as distintas condições climatéricas ocorridas durante o período de recolha de dados nos dois estudos poderão ter também contribuído para estas diferenças de valores. O ano seco que ocorreu durante este estudo (1856,1 mm de precipitação anual na área contra uma média normal superior a 2400 mm anuais – Prada, 2003) poderá ter contribuído para os baixos volumes de precipitação oculta medidos nas estações *Urzal* e *Laurissilva*, uma vez que as condições terão sido menos favoráveis à ocorrência de nevoeiros do que no trabalho anterior.

Os volumes obtidos neste estudo são mais próximos dos obtidos por Holder (2003) que estabelece valores para uma floresta tropical das nuvens da Guatemala, que podem alcançar 1 mm/dia. A precipitação oculta referida pelo autor variou entre <1% e 7,4% do total do *input* de água na floresta e o incremento na percentagem deu-se com o aumento de altitude. No entanto, no Montado dos Pessegueiros, obteve-se aos 1055 m s.m., sob floresta

Laurissilva, uma percentagem de precipitação oculta no *input* total, superior à ocorrida sob o urzal de substituição situado a uma cota mais elevada (33,8% contra 8%). As diferenças nos tipos de vegetação, as condições climáticas, geográficas e latitudinais nas duas regiões de estudo, bem como a duração do período de registo de dados e de método, poderão estar na base desta diferença de resultados.

5 – CONCLUSÕES

O posto udográfico do *IGA,* na Bica da Cana, foi o que melhor se correlacionou, através de uma equação polinomial de 2º grau, com os resultados da estação *Chuva* (R^2 = 0,9974).

A vegetação da área encontra-se no clímax apenas nas cotas mais baixas. Na restante área, a vegetação está a regenerar e, se não for afectada por nenhum factor externo como os incêndios, deverá evoluir para as associações vegetais climácicas correspondentes. As espécies dominantes locais são a *O. foetens*, *L. novocanariensis*, *C. arborea*, *E. platycodon* subsp. *maderincola*, *E. arborea* e *V. padifolium.*

A precipitação anual total na área de estudo, conforme os resultados correlacionados da estação *Chuva*, foi de 1856,1 mm. Os valores totais anuais de *throughfall* nas estações *Urzal* e *Laurissilva* foram de 756,2 mm e 905,5 mm, respectivamente. Desta forma, a intercepção vegetal atingiu percentagens de 59,3% na estação *Urzal* e 51,6% na estação *Laurissilva*.

Durante o período de Junho a Outubro de 2004, a precipitação bruta total na área foi de 493,8 mm, enquanto nas estações *Urzal* e *Laurissilva* o volume de *throughfall* foi de 253,2 mm e 167,3 mm respectivamente. O *input* total de água na Laurissilva, durante este período, conteve uma maior percentagem de água do nevoeiro (33,8%) em relação ao urzal de substituição (8%). O número de dias de nevoeiro (em que o valor de *throughfall* ultrapassou o da precipitação bruta – intercepção vegetal negativa) foi de 12 no urzal e de 21 na Laurissilva. A média da precipitação oculta ocorrida nesses dias foi de 1,7 mm/dia nevoeiro na estação *Urzal* e 2,7 mm/dia nevoeiro na estação *Laurissilva* o que significou um acréscimo de água no *input* hídrico de 33,8% sob laurissilva e de 8% sob urzal. Os valores da precipitação oculta deverão ter sido subestimados.

6 – PERSPECTIVAS FUTURAS

Os valores de precipitação oculta obtidos neste estudo deverão ser alvo de confirmação. Deverá ser considerada a medição do volume de água que escorre pelos troncos, bem como a instalação de estações que possuam uma maior área de captação de *throughfall*. Deverá ser considerada igualmente a escolha de outros locais para a montagem das estações, de forma a que seja possível a instalação de controlos em clareiras mais abertas e mais próximas dos locais analisados. O período de recolha de dados deverá ser também mais extenso.

Neste estudo apenas se considerou como precipitação oculta, o valor absoluto da intercepção vegetal, quando esta era negativa, não sendo quantificado o volume que colmatava a intercepção vegetal da chuva, nem o que ocorria nos dias em que a intercepção vegetal era positiva. De forma a quantificar as percentagens de água do nevoeiro e chuva no *throughfall*, deverá ser considerado o recurso à análise isotópica de Deutério e ^{18}O na água captada sob a vegetação, e também na água utilizada pelas plantas, conforme Dawson (1998).

A avaliação das taxas de intercepção do nevoeiro das diferentes espécies vegetais dominantes, poderá também vir a contribuir para uma mais correcta avaliação dos valores de precipitação oculta captados pela vegetação.

Uma análise mais aprofundada às comunidades vegetais da área não só será útil para uma melhor compreensão da variação da precipitação oculta na área, como também poderá lançar as bases para um estudo mais abrangente sobre a ecologia das séries de vegetação na área, sua sucessão e possível relação evolutiva com a presença do nevoeiro e intercepção da água deste.

7 – AGRADECIMENTOS

Agradeço:

À Professora Doutora Susana Prada pela sua orientação, apoio, disponibilidade e amizade ao longo do estágio;

Ao Professor Doutor Miguel Sequeira pelo apoio e prontidão com que me orientou na análise da vegetação e pelas opiniões e críticas construtivas ao restante trabalho;

Ao *IGA – Investimentos e Gestão da Água* pelo facultamento das séries de precipitação dos seus postos e em especial à Eng.ª Alexandra Perestrelo pela orientação e revisão do tratamento de dados da precipitação;

Ao *LREC – Laboratório Regional de Engenharia Civil*, em especial ao Eng.º Carlos Magro pelo apoio técnico e facultamento dos udógrafos utilizados neste estudo;

Ao Dr. Roberto Jardim pelo apoio logístico nas saídas de campo;

À Polícia Florestal pela disponibilização de meios e em especial ao Guarda Mendes, pela ajuda imprescindível durante as saídas de campo;

À Énia Ribeiro pelo apoio, ajuda, carinho e compreensão ao longo deste percurso;

À Ana Isabel Nunes pela companhia, amizade e ajuda durante o estágio;

À minha família por tudo o que fizeram e sacrificaram para que eu hoje possa estar aqui;

A todos aqueles que omiti e que directa ou indirectamente contribuíram para a realização deste trabalho;

O meu MUITO OBRIGADO!

8 - BIBLIOGRAFIA

Bruijnzeel, L. A., 2001. Hydrology of tropical montane cloud forests: A Reassessment. *Land Use and Water Resources Research* 1, 1.1-1.18.

Capelo, J., 2003. Conceitos e Métodos da Fitossociologia – Formulação Contemporânea e Métodos Numéricos de Análise da Vegetação, Estação Florestal Nacional – Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais.

Capelo, J., Sequeira, M., Jardim, R., Costa, J.C., 2004. Guia da Excursão Geobotânica dos V Encontros ALFA 2004 à Ilha da Madeira, *Quercetea* 6, 5-43.

Clark, I., Fritz, P., 1997. Environmental isotopes in Hydrogeology. Lewis Publishers. EUA.

Costa, J. C., Capelo, J., Jardim, R., Sequeira, M., 2004a. Catálogo Florístico do Arquipélago da Madeira. *Quercetea* 6, 187-200.

Costa, J. C., Capelo, J., Jardim, R., Sequeira, M., Espírito-Santo, D., Lousã, M., Fontinha, S., Aguiar, C., Rivas-Martínez, S., 2004b. Catálogo sintaxonómico e florístico das comunidades vegetais da Madeira e Porto Santo. *Quercetea* 6, 61-183.

Crockford, R. H., Richardson, D. P., 2000. Partitioning of rainfall into throughfall, stemflow and interception: effect of forest type, ground cover and climate. *Hydrol. Process.* 14, 2903-2920.

Dawson, T. E., 1998. Fog in the California redwood forest: ecosystem inputs and use by plants. *Oecologia* 117, 476-485.

Frisch, A. S., Lenschow, D. H., Fairall, C. W., Snider, J. B., 1994. Stratus cloud liquid water and turbulence profiles using a K_{α} – band Doppler radar and a microwave radiometer. *Second International Conference on Air – Sea Interaction and on Meteorology and Oceanography of the Coastal Zone* – American Meteorological Society.

Geldmacher, J., Boggard, P. van den, Hoernle, K., Schminke, H., 2000. Ar age dating of the Madeira Archipelago and hotspot track (eastern North Atlantic). *Geochem. Geophys. Geosyst.,* 1: Paper number 1999GC000018

González, J., 2000. Monitoring cloud water interception in a tropical montane cloud forest of the south-western Colombian Andes. *Adv. Environ. Monitoring and Modelling* 1, 97-117

Holder, C. D., 2003. Fog precipitation in the Sierra de las Minas Biosphere Reserve, Guatemala. *Hydrol. Process.* 17, 2001-2010.

Jardim, R., Francisco, D., 2000. Flora Endémica da Madeira, *Múchia Publicações*. Funchal.

Kent, M., Coker, P., 1992. Vegetation Description and Analysis. A Practical Approach, John Wiley & Sons, Chichester.

Mesquita, S., Capelo, J, Sousa, J., 2004. Bioclimatologia da Ilha da Madeira: abordagem numérica, in Capelo, J., 2004. A paisagem vegetal da Ilha da Madeira, *Quercetea* 6. 47-58.

Nascimento, S., 1990. Estudo hidrogeológico do Paul da Serra. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre. Universidade de Lisboa.

Pombo, S., 1998. Avaliação de relações entre a precipitação e o escoamento. Aplicação à simulação da produção energética em pequenos aproveitamentos hidroeléctricos. *Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos*, Instituto Superior Técnico. Lisboa.

Prada, S., Gaspar, M. A., Silva, M. O., Cruz, J. V., Portela, M. M., Hora, G. R., 2003. Recursos hídricos da ilha da Madeira. *Comun. Inst. Geol. e Mineiro* t.90, 125-142.

Prada, S., Silva, M. O., 2001. Fog precipitation on the island of Madeira (Portugal). *Environmental Geology* 41, 384-389.

Prada, S. N., 2000. Geologia e Recursos Hídricos Subterrâneos da Ilha da Madeira. *Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Geologia*, Universidade da Madeira. Funchal.

Press, J.R., Short, M.J., 1994. Flora of Madeira. HMSO. London

Quintela, A. C., 1967. Recursos de Águas Superficiais em Portugal Continental. *Tese de Doutoramento.* Instituto Superior Técnico. Lisboa

Ricardo, R.P., Câmara, E.M.S., Ferreira, M.A.M., 1992. Carta dos Solos da Ilha da Madeira. Região Autónoma da Madeira. Governo Regional, Secretaria Regional da Economia, Direcção Regional de Agricultura. Lisboa.

Scholl, M., Gingerich, S., Loope, L., Giambelluca, T., Nullet, M., 2004. Quantifying the importance of fog drip to ecosystem hydrology and water resources in windward and leeward tropical montane cloud forests on East Maui, Hawaii. *Venture Capital Project Final Report*. USGS. EUA.

Thimonier, A., 1998. Measurement of atmospheric deposition under forest canopies: some recommendations for equipment and sampling design. *Environmental Monitoring and Assessment* 52, 353-387.

9 – ANEXOS

9.1 – COMPARANDO A ESTAÇÃO *CHUVA* COM OS POSTOS DA *BICA DA CANA*, *CHÃO DOS LOUROS*, E A MÉDIA DESTAS: CORRELAÇÃO LOGARÍTMICA, LINEAR, POTENCIAL E POLINOMIAL DE 2º GRAU

A comparação entre a estação *Chuva* e os postos foi feita com base nas correlações logarítmica, linear, potencial e polinomial de 2º grau entre estas. A partir da análise dos vários coeficientes de correlação (R^2), verificou-se que o da correlação polinomial de 2º grau entre a estação *Chuva* e a *Bica da Cana* era o mais fiável, por ser o mais próximo de 1 (figuras 25, 26, 27 e 28).

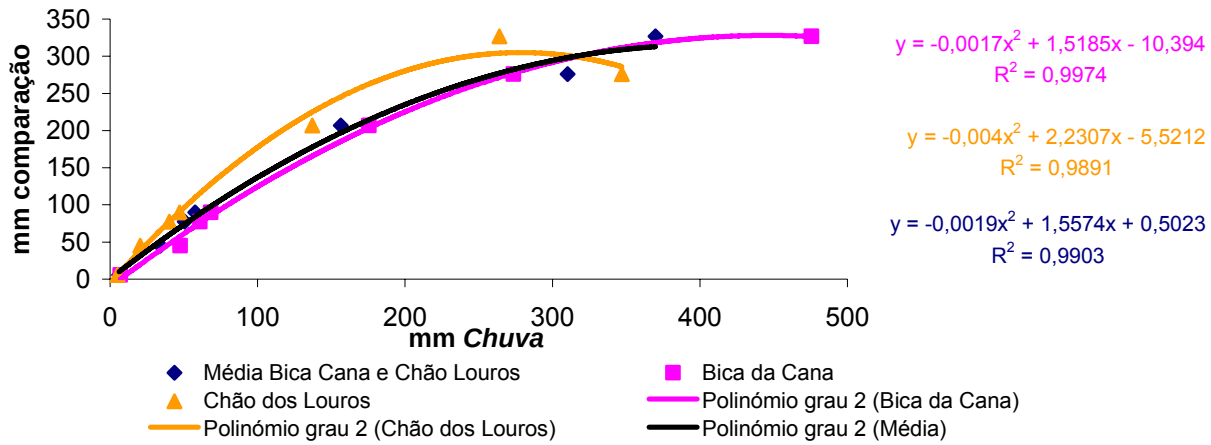

Figura 25 – Correlação polinomial de 2º grau entre a estação *Chuva* e os postos da *Bica da Cana*, *Chão dos Louros* e média *Bica da Cana – Chão dos Louros*.

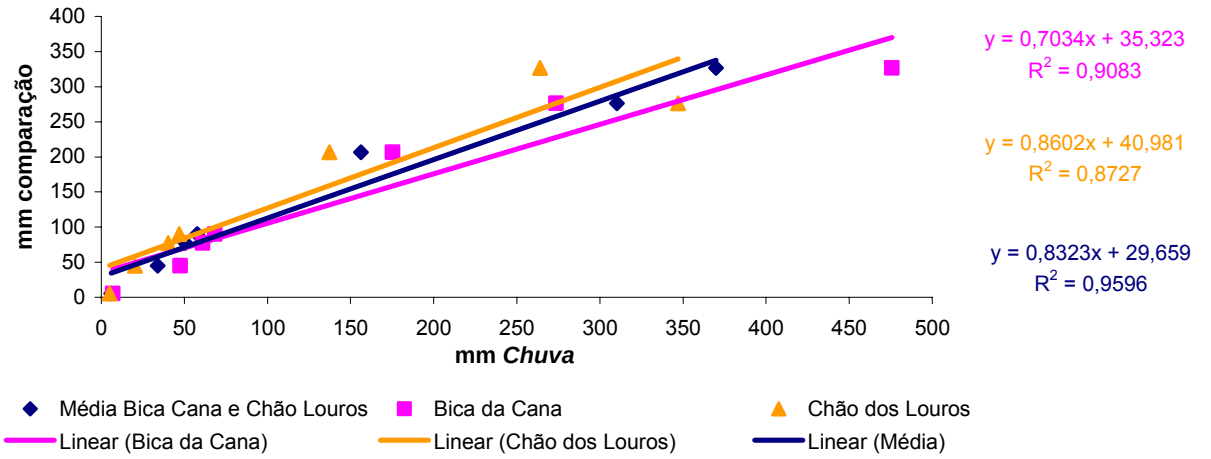

Figura 26 – Correlação linear entre a estação *Chuva* e os postos da *Bica da Cana*, *Chão dos Louros* e média *Bica da Cana – Chão dos Louros*.

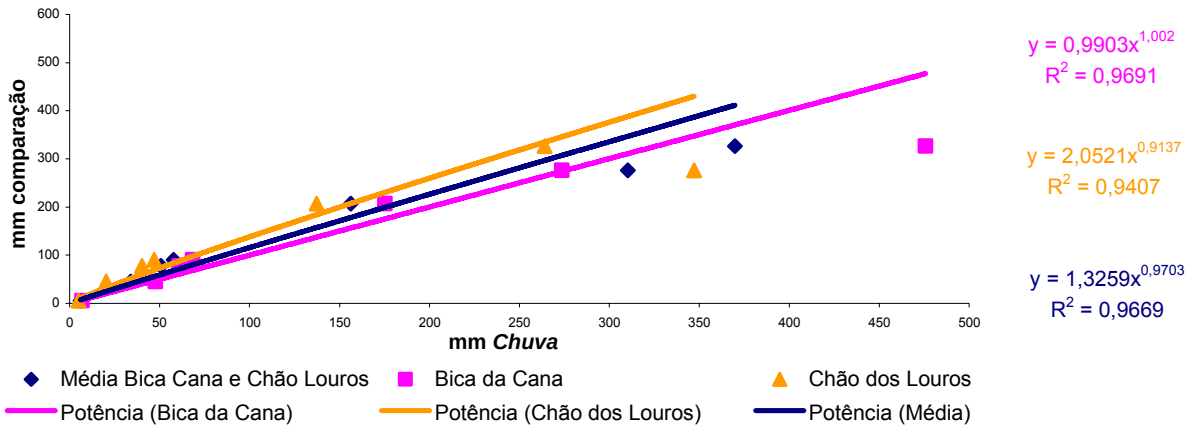

Figura 27 – Correlação potencial entre a estação *Chuva* e os postos da *Bica da Cana*, *Chão dos Louros* e média *Bica da Cana – Chão dos Louros*.

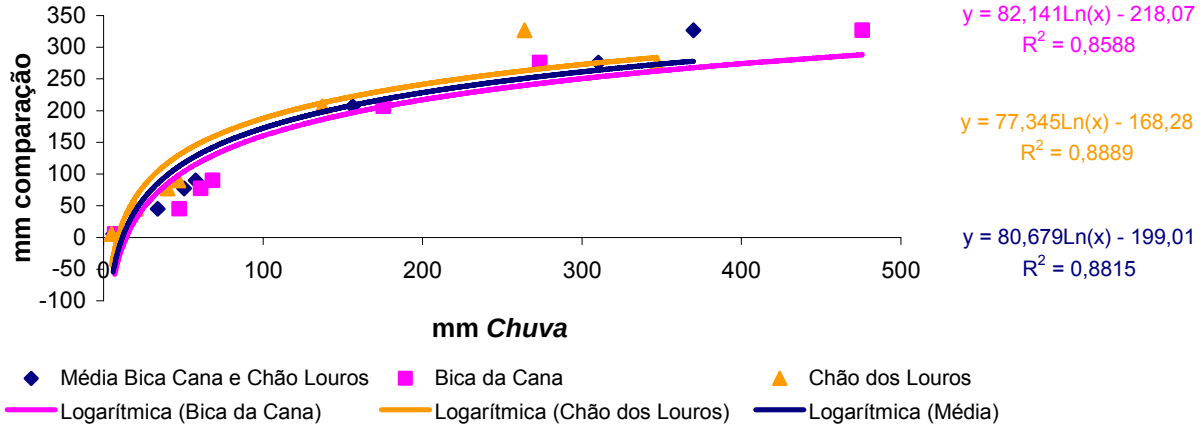

Figura 28 – Correlação logarítmica entre a estação *Chuva* e os postos da *Bica da Cana*, *Chão dos Louros* e média *Bica da Cana – Chão dos Louros*.

9.2 – CATÁLOGO FLORÍSTICO DOS QUADRANTES

As espécies inventariadas neste catálogo encontram-se separadas em *Spermatophyta* (plantas com flor) e *Pteridophyta* (fetos). As várias famílias encontram-se ordenadas alfabeticamente e as plantas estão identificadas até à categoria máxima possível. À frente do nome de cada espécie encontra-se a condição de endémica (Madeira ou Madeira e outras ilhas do arquipélago e/ou da Macaronésia), autóctone ou introduzida (neste último caso referindo-se a origem).

PTERIDOPHYTA

BLECHNACEAE

Blechnum spicant L.; Autóctone

DENNSTAEDTIACEAE

Pteridium aquilinum (L.) Kuhn; Autóctone

DRYOPTERIDACEAE

Dryopteris aemula (Aiton) Kuntze; Autóctone

Dryopteris affinis (Lowe) Fraser-Jenk. subsp. *affinis*; Autóctone

Polystichum falcinellum (Sw.) C. Presl; Endémica da Madeira

Polystichum setiferum (Forskäl) Woynar; Autóctone

HYMENOPHYLACEAE

Hymenophyllum tunbrigense (L.) Sm.; Autóctone

PTERIDACEAE

Pteris incompleta Cav.; Autóctone

SPERMATOPHYTA

AQUIFOLIACEAE

Ilex perado Aiton; Endémica da Madeira

ASTERACEAE (Compositae)

Leontodon taraxacoides (Vill.) Merat subsp. *longirostris* Finch & P.D. Sell; Autóctone

Taraxacum sp;

BRASSICACEAE (Cruciferae)

Teesdalia nudicaulis (L.) R. Br.; Autóctone

CARIOPHYLACEAE

Cerastium fontanum Baumg. subsp. *vulgare* (Hartm.) Greuter & Burdet; Autóctone

CLETHRACEAE

Clethra arborea Aiton.; Endémica da Madeira

CRASSULACEAE

Aichryson divaricatum (Aiton) Pragaer; Endémico da Madeira

CYPERACEAE

Carex peregrina Link; Autóctone

ERICACEAE

Erica arborea L.; Autóctone

Erica platycodon (Webb & Berthel.) Rivas Mart., Wildpret, Del Arco, O. Rodríguez, P. Pérez, Garcia-Gallo, Acebes, T.E. Díaz & Fern. Gonz. subsp. *maderincola* (D.C. McClint.) Rivas-Mart., Capelo, J. C. Costa, Lousã, Fontinha, Jardim & M.Seq; Endémica da Madeira

Vaccinium padifolium Sm. Ex Rees; Endémica da Madeira

FABACEAE (Leguminosae)

Cytisus scoparius (L.) Link subsp *scoparius* (L.) Link; Introduzida da Europa

LAURACEAE

Laurus novocanariensis Rivas Mart., Lousã, Fern. Prieto, E. Días, J. C. Costa, & C. Aguiar; Endémica Madeira – Canárias

Ocotea foetens (Aiton) Benth. & Hook.f.; Endémica de Madeira – Canárias

MYRICACEAE

Myrica faya Aiton; Endémica de Madeira – Canárias – Açores

OLEACEAE

Picconia excelsa (Aiton) DC.; Endémica de Madeira – Canárias

ORCHIDACEAE

Goodyera macrophylla Lowe; Endémica da Madeira

Neotinea maculata (Def.) Stearn.; Autóctone

POACEAE (Gramineae)

Festuca donax Lowe; Endémica da Madeira

RANUNCULACEAE

Ranunculus cortusifolius Willd. var. *minor* Lowe; Endémica da Madeira

ROSACEAE

Rubus grandifolius Lowe; Endémica da Madeira

RUBIACEAE

Gallium sp.

SCROPHULARIACEAE

Digitalis purpurea L.; Autóctone

Odontites holliana (Lowe) Benth.; Endémica da Madeira

Sibthorpia peregrina L.; Endémica da Madeira

VIOLACEAE

Viola riviniana Rchb.; Autóctone

9.3 – INVENTÁRIOS DOS QUADRANTES

Enquanto que nos resultados as coberturas das espécies arbóreo-arbustivas são apresentadas em percentagem de forma a dar uma ideia melhor da sua cobertura, os resultados completos da inventariação dos quadrantes são aqui expressos pela escala de Braun – Blanquet descrita por Capelo (2003), de modo a facilitar a leitura. Nesta escala, os símbolos significam:

- r : indivíduos raros ou isolados;
- + : indivíduos pouco abundantes ou com fraca percentagem de cobertura;
- 1 : indivíduos abundantes, cobrindo até 5% da superfície;
- 2 : indivíduos abundantes, cobrindo entre 5-25% da superfície;
- 3 : indivíduos em qualquer número, cobrindo entre 25-50% da superfície;
- 4 : indivíduos em qualquer número, cobrindo entre 50-75% da superfície;
- 5 : indivíduos em qualquer número, cobrindo mais de 75% da superfície.

Os inventários efectuados aos quadrantes encontram-se descritos na tabela 5.

Tabela 5 - Inventários completos dos quadrantes analisados neste estudo

Quadrante	1035m	1055m	1075m	1095m	1115m	1135m	1155m	1175m	1195m	1215m	1235m	1255m	1275m	1295m	1315m	1335m	1355m	1375m	1385m	1395m	1415m	1435m	1455m
Altitude (m s.m.)	1035	1055	1075	1095	1115	1135	1155	1175	1195	1215	1235	1255	1275	1295	1315	1335	1355	1375	1385	1395	1415	1435	1455
Área (m2)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Exposição	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Laurus novocanariensis	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2	+	2	-	-
Ocotea foetens	4	3	3	2	1	2	3	2	2	+	2	3	2	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Clethra arborea	3	3	4	2	3	3	3	2	+	2	2	2	2	2	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Vaccinium padifolium	3	2	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	2	4	4	3	4	3	3	2	2
Ilex perado	2	2	2	1	2	-	-	-	3	2	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Myrica faya	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erica platycodon subsp. *maderincola*	-	2	2	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	3	5	5	4	5	5	5	4	3
Erica arborea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	3	2	-	2	-	-	2	3	3
Picconia excelsa	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cytisus scoparius	-	-	-	2	1	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2	2
Sibthorpia peregrina	3	2	2	1	-	-	+	-	+	1	2	1	-	+	-	1	1	1	2	1	+	+	-
Gallium sp.	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-
Rubus grandifolius	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-
Aichryson divaricatum	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carex peregrina	2	1	1	+	1	+	+	+	1	1	1	1	1	+	-	+	1	+	2	1	+	+	-
Festuca donax	2	1	-	1	2	1	1	1	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Viola riviniana	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1
Dryopteris aemula	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-
Dryopteris affinis	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polystichum falcinellum	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Polystichum setiferum	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
Hymenophyllum tunbrigense	1	1	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pteris incompleta	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Blechnum spicant	2	1	1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
Pteridium aquilinum	+	+	1	1	1	1	1	1	1	+	2	1	1	1	1	1	1	+	2	1	1	1	1
Goodyera macrophylla	-	-	-	+	1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teesdalia nudicaulis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Leontodon taraxacoides subsp. *longirostris*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Thymus micans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Odonthites holliana	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Digitalis purpurea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	r	-	-	-
Taraxacum sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Neotinea maculata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	r	r	-	-
Ranunculus cortusifolius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	r	-	-	-	-	-
Cerastium fontanum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-