

## SEÇÃO: TEMAS CORRELATOS

---

### DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO SOLO PELO MICROASPERSOR ED<sub>2</sub><sup>1</sup>

JOANA D'ARC FREIRE DE MEDEIROS<sup>2</sup>, RICARDO AUGUSTO LOPES BRITO<sup>3</sup>, HAMILTON MEDEIROS DE AZEVEDO<sup>4</sup>,  
FERNANDO MONTE A. SALES SAMPAIO<sup>4</sup>

**RESUMO** – O trabalho teve como objetivo determinar, sob condições de campo, alguns parâmetros do microaspersor ED<sub>2</sub> como, área superficial molhada, formação do bulbo úmido e eficiência de aplicação. O estudo foi conduzido num Regosolo Eutrófico com Fragipan e consistiu na aplicação de três volumes de água (300, 450 e 600 litros) com o acompanhamento da distribuição de água no solo. A área superficial molhada pelo microaspersor ED<sub>2</sub> foi 11,89; 12,79 e 13,43 m<sup>2</sup>, para os volumes de água aplicados de 300, 450 e 600 litros, respectivamente, mostrando alta sensibilidade à velocidade do vento. A análise do conteúdo de água no solo mostrou que, para os 300, 450 e 600 litros de água aplicados, o bulbo efetivo alcançou as profundidades médias de 8, 12 e 19 cm e a frente de umedecimento, as profundidades médias de 31, 40 e 48 cm, respectivamente. Nas condições de clima estudado, a eficiência de aplicação média foi de 82,51% com uma perda, por evaporação, de 17,49%.

*Palavras-chave:* microaspersão, bulbo, água superficial, distribuição de água, umidade do solo.

### WATER DISTRIBUTION IN THE SOIL WITH MICRO-SPRINKLER ED<sub>2</sub>

**ABSTRACT** – This study was carried out with the objective to study the micro-sprinkler ED<sub>2</sub>, under field conditions, such as the wetted surface area, wet bulb pattern into soil profile, and the application efficiency. The field work was conducted in an Eutrophic Regosol with Fragipan soil, and consisted in applying three volumes of water (300, 450 and 600 l), with accompaniment of water distribution in the soil. The superficial area wetted by the micro-sprinkler was 11.89, 12.79 and 13.43 m<sup>2</sup>, for the respective water volumes of 300, 450 and 600 liters. This micro-sprinkler showed high sensibility to wind speed. The analysis of water contents in the soil showed that the effective wet bulb reached the average depths of 8, 12 and 19 cm, and the wetting front reached a depth of 31, 40 and 48 cm, for 300, 450 and 600 liters of water, respectively. Application efficiency had an average of 82.51% with an evaporation loss of 17.49%.

*Key words:* water distribution, micro-sprinkler, wet bulb, soil humidity.

---

1. Parte do trabalho de dissertação de mestrado do primeiro autor.  
2. Eng. de Irrigação e Drenagem, M. Sc. – EMPARN, Caixa Postal 77,  
59300-000 Caicó, RN.  
3. Eng. Agríc., Ph. D. -EMBRAPA.  
4. Eng. Agr., M. Sc., Prof. – Departamento de Engenharia Agrícola, UFPB.

## INTRODUÇÃO

O Nordeste do Brasil apresenta 52% de sua superfície na região semi-árida (SUDENE, 1977), caracterizando-se por apresentar altos índices de evaporação e precipitações escassas e irregulares, resultando em situações de déficit hídrico.

Nas regiões semi-áridas, onde a água é fator limitante ao desenvolvimento das culturas, BERNARDO (1985) recomenda que as irrigações sejam planejadas em termos de máxima produção por unidade de água aplicada. Neste sentido, o método de irrigação localizada vem despertando grande interesse, pois compatibiliza economia de água com aumento na produção das culturas.

A irrigação localizada compreende vários sistemas. Entre eles, a microaspersão que, segundo ESTADOS UNIDOS (1978), é a aplicação de água por um pequeno jato ou neblina na superfície do solo. Vem se apresentando muito viável na irrigação de fruteiras e hortaliças no Nordeste, principalmente em solos arenosos, pois molha uma superfície maior e necessita de um número menor de emissores por área.

Os equipamentos utilizados num sistema de irrigação por microaspersão são normalmente importados do exterior e/ou de outras regiões do país e são, muitas vezes, incompatíveis com a realidade sócio-econômica da região.

Levando em conta estes fatores, o Laboratório de Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Paraíba, desenvolveu o microaspersor ED<sub>2</sub>, que apresentou boas características hidráulicas quando testado em laboratório (RÊGO, 1985).

O presente trabalho teve como objetivo determinar alguns parâmetros do microaspersor ED<sub>2</sub>, como: área do solo superficialmente molhada, formação do bulbo úmido e eficiência de aplicação, em condições de campo.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 1. Localização e Características da Área:

O trabalho foi conduzido no Sítio Prensa, município de Souza-PB, na microrregião denominada Depressão do Alto Piranhas, no período de setembro a dezembro de 1985. Geograficamente, a região está localizada a 6°54'18" de latitude Sul, 38°13'42" de longitude Oeste e a uma altitude de 225 m acima do nível do mar.

O solo da área é um Regossolo Eutrófico com Fragipan, que apresenta uma camada compactada com muitos poros pequenos, a aproximadamente 22 cm de profundidade. As características físicas deste solo são mostrados na Tabela 1, e as curvas de retenção de água no solo na Figura 1.

TABELA 1. Características físico-hídricas do Regossolo Eutrófico de Souza-PB. 1985

Profundidade	Distribuição das Partículas			Densidade do solo (g/cm <sup>3</sup> )	Capacidade de Campo (%)
	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)		
0-25	10,22	20,95	68,82	1,56	11,58
25-30	9,58	23,81	66,61	1,60	12,30
50-75	2,77	33,70	63,53	1,55	14,17
75-100	3,56	38,17	58,27	1,65	15,66

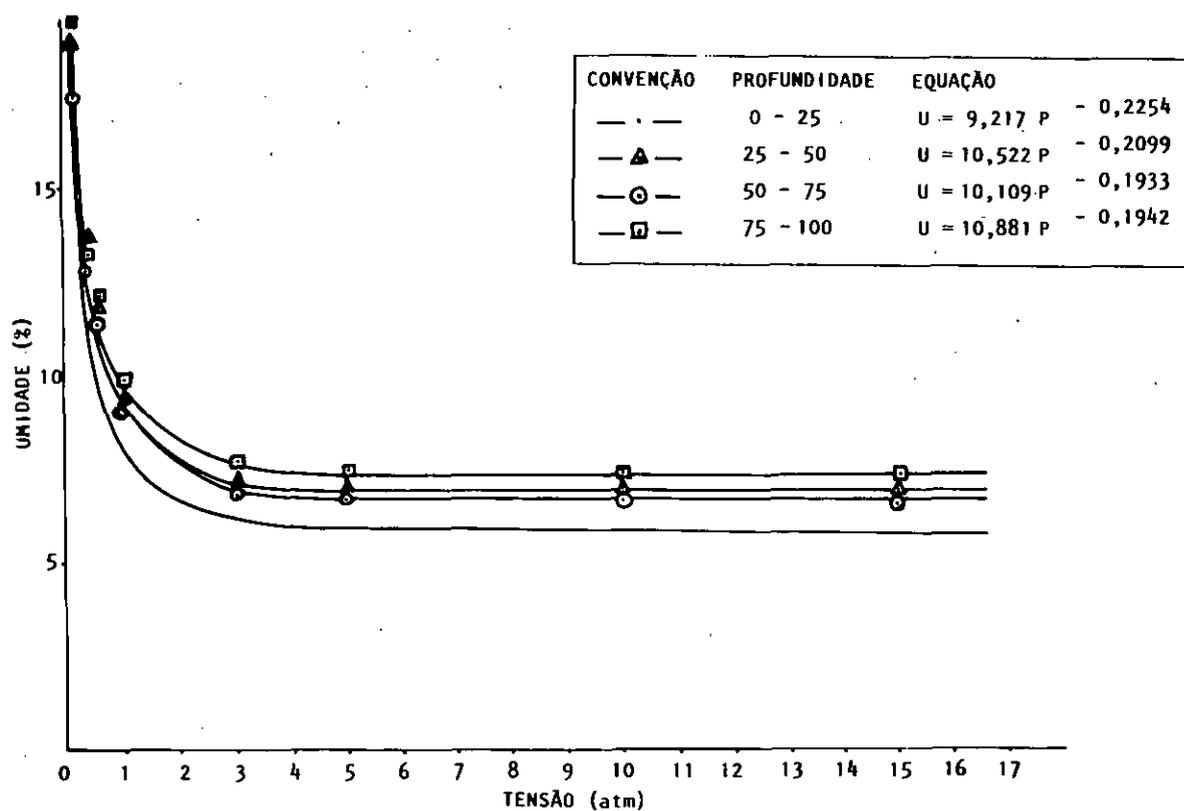


Figura 1 Curvas de retenção de umidade do solo para as profundidades de 25, 50, 75 e 100 cm

FIGURA 1 – Curvas de retenção de umidade do solo para as profundidades de 25, 50, 75 e 100 cm

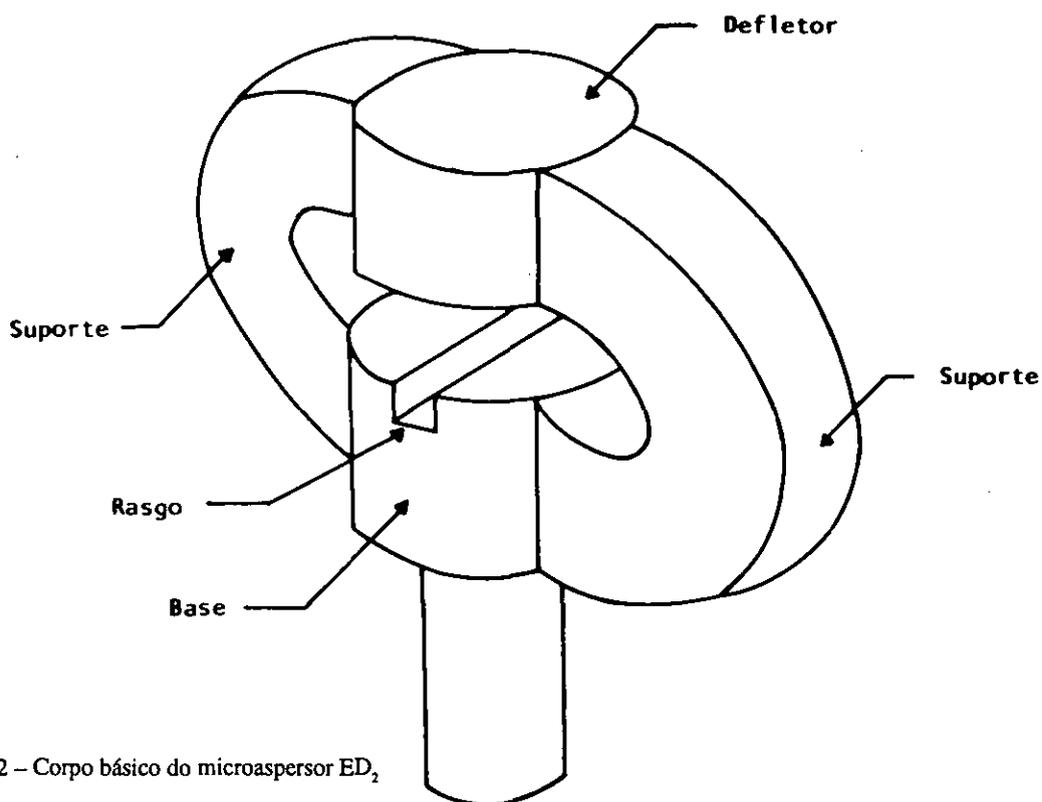


FIGURA 2 – Corpo básico do microaspersor ED<sub>2</sub>

## 2. Características do Emissor:

O emissor utilizado no experimento foi o microaspersor ED<sub>2</sub>, com distribuição setorial em leque duplo, composto basicamente por três partes: a base, o defletor e os suportes (Figura 2).

Este microaspersor, trabalhando com uma pressão de 6 m.c.a. apresentou, em condições de laboratório, uma vazão de 62,13 l/ha, uma área superficial molhada de 9,40 m<sup>2</sup> e um coeficiente de uniformidade de Christiansen de 74,24 e 77,09 para os espaçamentos entre emissores de 1,20 e 1,50 m, respectivamente (RÊGO, 1985).

## 3. Organização Experimental:

O estudo consistiu na aplicação de três volumes de água (300, 450 e 600 litros), com três repetições, em nove unidades experimentais. Cada unidade experimental tinha 4,20 m de comprimento e 3,60 m de largura, com uma área de 15,12 m<sup>2</sup>. Esta área foi dividida em quadrículas de 60 x 60cm, no centro das quais foram retiradas as amostras para determinação do conteúdo de água. Um esquema do delineamento experimental é mostrado na Figura 3.

As irrigações foram realizadas sempre pela manhã (das 7 às 11 horas). O horário foi

definido com base na baixa velocidade do vento e da taxa de evaporação, que são os principais fatores que afetam a eficiência de aplicação e a uniformidade de aplicação num sistema de irrigação por microaspersão.

Após a aplicação do volume estabelecido, a irrigação foi suspensa e a unidade experimental coberta com plástico para evitar perdas por evaporação. Após 24 horas, foram retiradas amostras de solo no centro das quadrículas para a determinação do conteúdo de água em incrementos de 25 cm, pelo método gravimétrico, até a profundidade de 100 cm.

O controle da pressão e da vazão do microaspersor ED<sub>2</sub> foi efetuado, antes e depois de cada irrigação, através de um manômetro de mercúrio (pressão) e do método volumétrico (vazão). Usou-se a pressão de 6 m.c.a. por ser, entre as pressões estudadas por RÊGO (1985), a que apresentou os maiores coeficientes de uniformidade de Christiansen.

O comportamento dos ventos, na área, foi caracterizado através de medições da velocidade e direção do vento (Tabela 2), realizadas no local. Estas medições foram feitas durante todo o tempo de irrigação, em intervalos de 10min, com a ajuda de um anemômetro de concha, portátil, com leitura digital.

TABELA 2. Velocidade média e direção predominante do vento

Volume de Água (l)	Repetição	Velocidade Média (m/s)	Direção Predominante
300	I	1,84	Nordeste
	II	1,37	Nordeste
	III	2,50	Sudoeste
	Média	1,90	
450	I	2,62	Sudoeste
	II	1,28	Sudoeste
	III	1,80	Sudoeste
	Média	1,90	
600	I	2,54	Oeste
	II	1,31	Sudoeste
	III	2,03	Sudoeste
	Média	1,96	

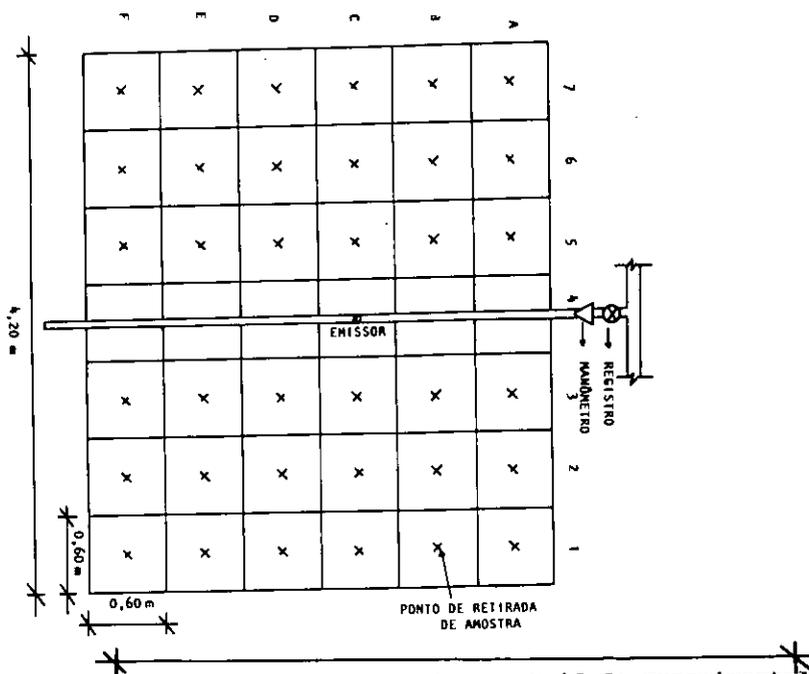


FIGURA 3 – Esquema de uma unidade experimental

#### 4. Análise dos Dados de Campo:

Para caracterizar a distribuição da água no solo, foram traçados os limites do bulbo efetivo e da frente de umedecimento em perfis de solo, apresentados nas seções 4 e item C (Figura 2). Foi considerado como bulbo efetivo, os contornos da área em corte transversal do solo em capacidade de campo e frente de umedecimento, os contornos da área transversal do solo umedecido durante a irrigação (SAMPAIO, 1976).

No cálculo do volume de água infiltrado no solo durante a irrigação, dividiu-se o solo em estudo em quadrículas de 60 x 60 cm de lado e 25cm de profundidade. Para a determinação do conteúdo de água foram usadas duas amostras de solo por quadrícula e o valor médio tomado como representativo de toda a quadrícula.

A eficiência de aplicação do sistema foi obtida, conforme definição apresentada por LOPEZ (1983), pela expressão:

$$E_f = \frac{V_{in} \times 100}{V_{ap}}$$

onde:  $E_f$  = eficiência de aplicação (%)

$V_{in}$  = volume de água infiltrado e armazenado no solo (l)

$V_{ap}$  = volume de água aplicado (l)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1. Superfície Molhada

Os contornos da área superficial molhada pelo microaspersor ED<sub>2</sub>, para os volumes de água aplicados de 300, 450 e 600 litros, são mostrados na Figura 4. A distribuição de água do microaspersor em forma de duplo leque, provoca uma contração da superfície molhada na seção perpendicular à direção do jato de água, abaixo do microaspersor.

Os valores médios da água superficial foram de 11,89; 12,79 e 13,43 m<sup>2</sup> para os volumes de 300, 450 e 600 litros, respectivamente. Estes valores são, em média, 35% superiores ao apresentado por RÉGO (1985). Isto se deve à presença do vento, pois os testes realizados por este autor foram em condições de ausência de vento.

Analisando as distorções na superfície molhada, causadas pelo vento (Tabela 3), observa-se que velocidades de vento relativamente baixas (2,62 m/s) provocam distorções bem acentuadas (255,82%), o que caracteriza uma grande pulverização do jato de água.

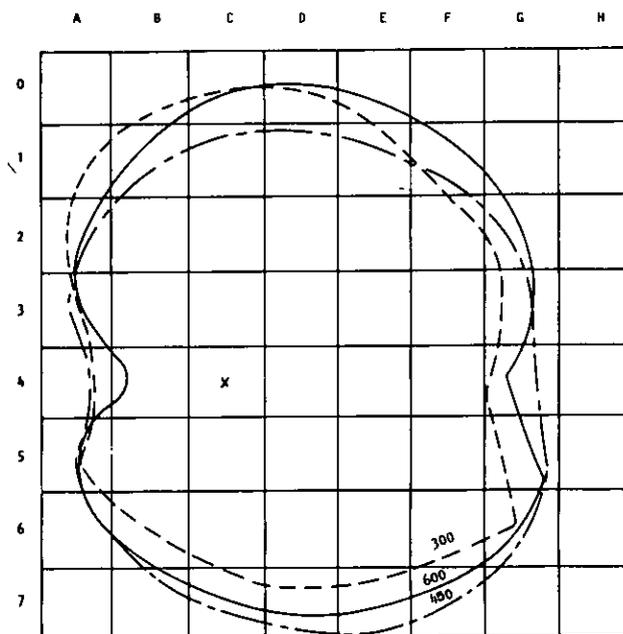


FIGURA 4 – Área superficial molhada pelo microaspersor ED<sub>2</sub> para 300, 450 e 600 litros de água aplicados

TABELA 3. Distorções na área superficial molhada provocada pelo vento, em porcentagem

Velocidade do Vento (m/s)	Distorções (%)
1,84	67,74
1,37	24,60
2,50	200,91
2,62	255,82
1,29	96,64
1,80	110,04
2,54	201,70
1,31	72,83
2,03	177,54

## 2. Volume de Água Infiltrado

Apesar da frente de umedecimento ser comumente usada para descrever a extensão da distribuição de umidade do solo, ela não fornece informações a respeito da distribuição quantitativa da água no solo, ou seja, da quantidade de água acumulada a diferentes profundidades de distâncias do emissor. Para se ter uma idéia desta distribuição, os volumes de água armazenada por quadrícula, expressos em porcentagem, são mostrados na Tabelas 4, 5 e 6. Estas tabelas foram construídas de forma a representar a planta baixa da unidade experimental (Figura 2), onde o encontro de uma coluna com uma linha representa uma determina-

da quadrícula.

Analisando estas tabelas, observa-se que, em média, 75% da água infiltrada ficou armazenada em 50% da área superficial molhada. Isto mostra uma tendência que fica mais evidenciada, quando se analisa a variação da precipitação do microaspersor ED<sub>2</sub> de aplicar mais água próximo ao centro em relação à periferia. Esta tendência fica mais evidenciada, quando se analisa a variação da precipitação do microaspersor com a distância (Figura 5). Para ESTADOS UNIDOS (1978), esta baixa taxa de aplicação, na periferia da área molhada, é considerada normal num sistema de irrigação por microaspersão.

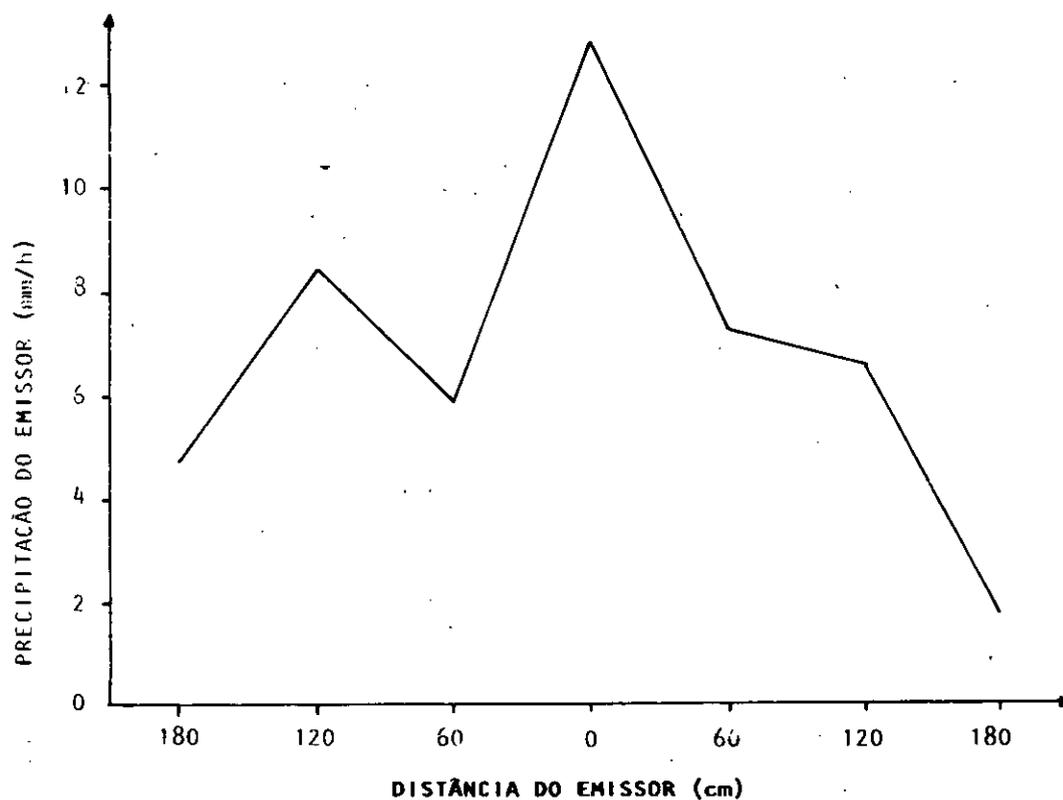


FIGURA 5 - Variação da precipitação do microaspersor ED<sub>2</sub> com a distância

TABELA 4. Distribuição percentual de água acumulada em cada quadrícula com 300 litros de água aplicados

Quadrícula	A	B	C	D	E	F	G	Total
0	0	0,04	0,42	0,19	0,02	0	0	0,67
1	0,15	2,99	4,92	3,71	2,05	0,06	0	13,88
2	0,71	4,23	5,53	5,31	4,65	2,55	0	22,98
3	0,10	3,17	3,77	3,90	4,12	3,29	0	18,35
4	0,40	3,50	8,57	4,83	3,37	1,07	0	21,74
5	0,12	2,00	3,00	3,82	3,96	2,91	0	15,81
6	0	0,43	1,80	2,48	1,41	0,36	0,02	6,50
7	0	0	0,01	0,04	0,02	0	0	0,07
TOTAL	1,48	16,36	28,02	24,28	19,60	10,24	0,02	100

TABELA 5. Distribuição percentual de água acumulada em cada quadrícula com 450 litros de água aplicados

Quadrícula	A	B	C	D	E	F	G	Total
1	0	0,15	2,32	1,93	0,54	0,05	0	4,99
2	0,19	3,67	4,75	5,72	4,03	1,98	0,10	20,42
3	0,63	3,66	4,72	4,77	4,57	2,65	0,36	21,36
4	0,05	1,68	6,28	3,66	3,19	2,41	0,98	17,75
5	0,52	3,48	4,58	4,62	3,89	3,27	0,69	21,05
6	0	1,42	2,90	3,05	2,66	2,23	0,39	12,65
7	0	0	0,22	1,23	0,27	0,06	0	1,78
TOTAL	1,39	14,06	25,77	24,98	19,13	12,65	2,02	100

**TABELA 6. Distribuição percentual de água acumulada em cada quadrícula com 600 litros de água aplicados**

Quadrícula	A	B	C	D	E	F	G	Total
0	0	0	0,20	0,21	0,07	0	0	0,48
1	0	0,64	2,87	3,00	2,27	0,56	0	9,34
2	0,33	3,41	4,33	4,70	4,24	2,92	0,20	20,13
3	0,20	2,62	3,94	2,78	4,23	2,39	0,10	16,26
4	0	1,13	5,88	3,95	3,18	2,01	0,11	16,26
5	0,20	3,15	4,44	4,45	5,04	2,63	0,43	20,34
6	0,03	0,54	4,08	5,02	4,16	2,18	0,25	16,26
7	0	0	0,06	0,60	0,24	0,03	0	0,93
<b>TOTAL</b>	<b>0,76</b>	<b>11,49</b>	<b>25,8</b>	<b>24,71</b>	<b>23,43</b>	<b>12,72</b>	<b>1,09</b>	<b>100</b>

### 3. Eficiência de Irrigação

A eficiência de aplicação do sistema foi de 82,51% com uma perda, por evaporação, em torno de 17,49%. O valor da perda por evaporação pode ser considerado elevado, mesmo quando se considera que o uso de microaspersores pressupõe um aumento nas perdas por evaporação, que, segundo ABEU et al. (1987) podem ser estimadas entre 5 e 15%. Este valor elevado, na perda por evaporação, pode ser explicado pela grande pulverização do jato de água, pela presença de ventos fortes e pela ausência de culturas (solo nu).

### 4. Distribuição da Água no Solo

Os limites do bulbo efetivo e da frente de umedecimento, para os volumes de água aplicados de 300, 450 e 600 litros, nas seções 4 e C, são mostrados nas Figuras 6, 7 e 8.

Analisando estas figuras pode-se fazer as seguintes observações:

a) As profundidades médias alcançadas pelo bulbo efetivo foram de 8, 12 e 19 cm, com valores máximos de 22, 31 e 37 cm, para os volumes de água aplicados de 300, 450 e 600 litros, respectivamente. A profundidade máxima ocorreu sempre no ponto localizado abaixo do microaspersor;

b) As profundidades médias da frente de umedecimento, para os volumes de água aplicados de 300, 450 e 600 litros, foram de 31, 40 e

48 cm, respectivamente, com valores máximos de 66, 68 e 70 cm, localizados abaixo do emissor;

c) Tanto o bulbo efetivo, como a frente de umedecimento sofreram distorções provocadas pelo vento;

d) Existe, em todos os perfis, uma grande distância entre os limites do bulbo efetivo e da frente de umedecimento. Isto se deve a dois fatores: a presença no solo de uma camada adensada de pouca espessura, a aproximadamente 22 cm de profundidade, que, por apresentar muitos poros pequenos, dificultou o movimento da água no solo, e a pequena precipitação do microaspersor (média de 4,26 mm/h), determinando que o movimento de água no solo fosse mais influenciado pelo potencial matricial e, conseqüentemente, que a frente de umedecimento (movimento de água por microporos) se deslocasse mais rapidamente que o bulbo efetivo (movimento de água predominantemente por macroporos).

Este fenômeno, apesar de acentuado pelos fatos acima citados foi também observado por LEVIN et al. (1979). Estes autores, estudando a distribuição da água no solo a partir de uma fonte pontual, observaram que o conteúdo de umidade dentro de uma distância apreciável, atrás da frente de umedecimento, não foi significativamente diferente do inicial. Isto levou-os a questionar a utilização da frente de umedecimento, para descrever a extensão da distribuição de umidade no solo.

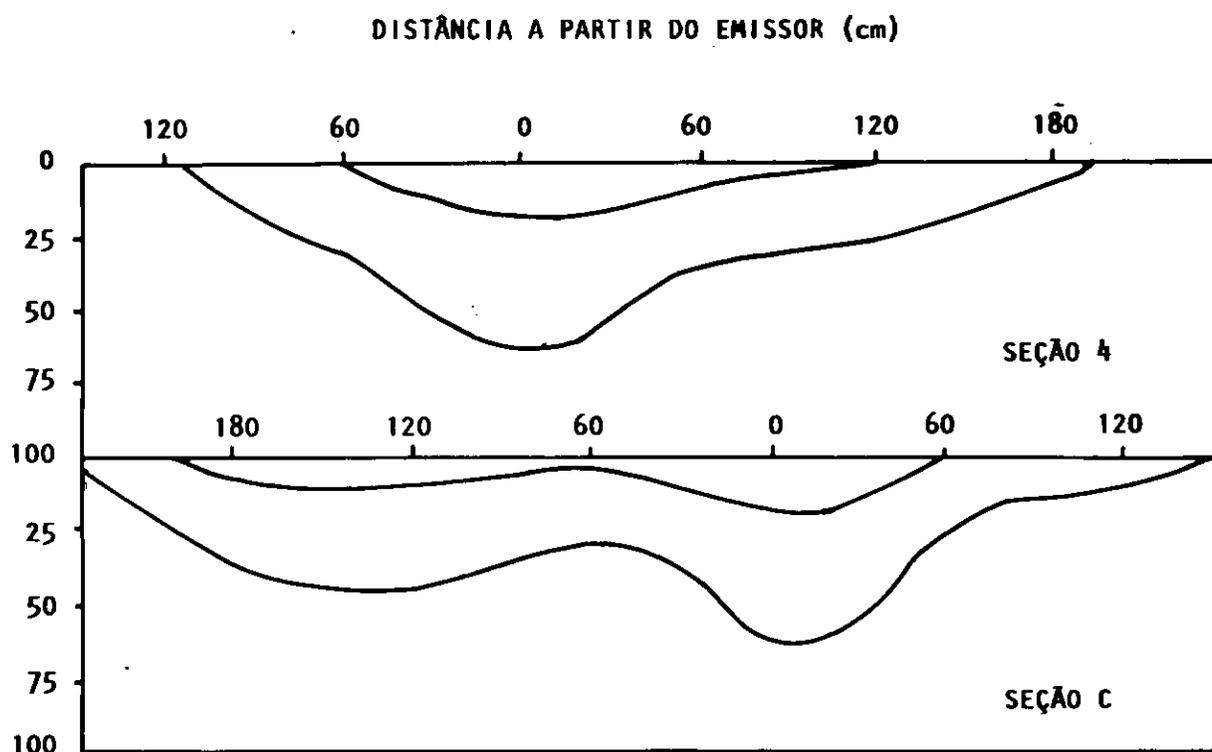


FIGURA 6 – Limites do bulbo efetivo e da frente de umedecimento para 300 litros de água aplicados nas seções 4 e C

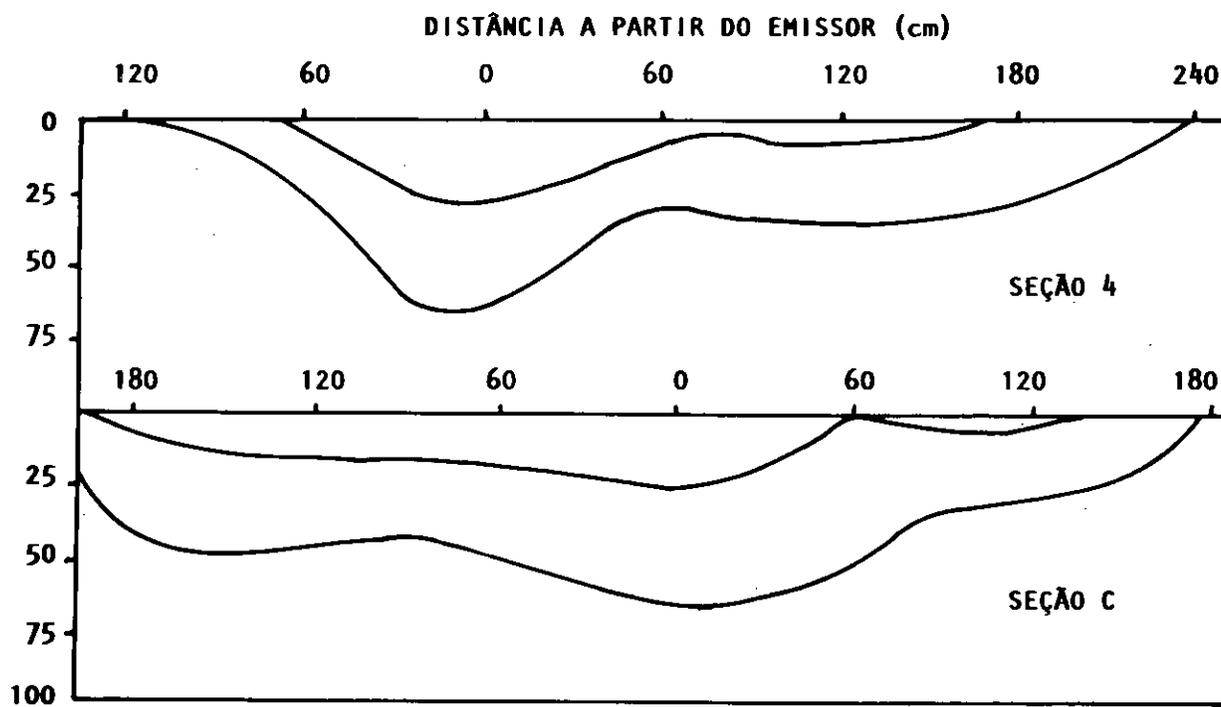


FIGURA 7 – Limites do bulbo efetivo e da frente de umedecimento para 450 litros de água aplicados nas Seções 4 e C