



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA

CAMPUS II – CAMPINA GRANDE – PB

ESTÁGIO SUPERVISIONADO



**CENTRO NACIONAL DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
(CENGA) SOROCABA – SP.**

JOSE WALLACE B. DO NASCIMENTO
MAT. 8011341-8

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
AVENIDA APRÍGIO VELOSO, 882 - Cx. Postal 518
TELEX: 0832211 - FONE: (083) 321.7222
58.100 - CAMPINA GRANDE – PB
BRASIL



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

INDICE

Agradecimentos	01
Introdução	02
Apresentação	03
Objetivo	04
Conclusão	05 e 06
1 - Instalação dos ensaios	07
1.1 - Características do campo de ensaio	07
1.2 - Descrição e localização dos aspersores	07
1.3 - Descrição e localização dos medidores meteo- rológicos.	07
1.4 - Localização e instalação do aspersor	08
1.5 - Duração do ensaio	08
2 - Determinação do ensaio	08
2.1 - Pressão	08
2.2 - Vazão	09
2.3 - Tempo de rotação	09
2.4 - Velocidade e direção do vento	09
2.5 - Temperatura do bulbo úmido e bulbo seco	10
2.6 - Volume de água nos coletores	10
2.7 - Evaporação da água	10
3 - Determinações obtidas com os dados do ensaio	10
3.1 - Coeficiente de uniformidade de Christiansen	10
3.2 - Volume do deficit	11
3.3 - Volume do excesso	12
3.4 - Área super irrigada	12
3.5 - Área sub irrigada	13
3.6 - Eficiência de aplicação	13
3.7 - Eficiência de armazenamento	14 e 15

<i>Bibliografia</i>	16
<i>Ensaio nº W-04</i>	17 a 26
<i>Ensaio nº W-06</i>	27 a 36
<i>Ensaio nº W-08</i>	37 a 46
<i>Conclusão dos ensaios</i>	47 e 48

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos diretores, técni
cos e funcionários do Centro Nacional de Engenharia Agrícola
(CENEA).

A Pr^o-Reitoria Para Assuntos Comuni
tários, professora Maria Auxiliadora Borba.

Nossos agradecimentos a todos aque
les que colaboraram direta e indiretamente para a realização
deste estágio.

INTRODUÇÃO

O estágio supervisionado foi realizado no Centro Nacional de Engenharia Agrícola (CENEA), sob a orientação do setor de irrigação da Divisão de Ensaaios.

A duração do período de estágio foi de 30 dias, ou seja, de 28.01 a 28.02, perfazendo assim 224 horas.

A principal atividade desenvolvida foi o acompanhamento dos ensaios com aspersores, bem como da pesquisa em andamento coordenada pela Engenheira Agrícola Fátima Conceição Resende, intitulada "Infiltração da água no solo pela Irrigação Superficial (sulco)".

APRESENTAÇÃO

O presente relatório apresenta os resultados obtidos nos ensaios com aspersores durante o período de estágio, no Centro Nacional de Engenharia Agrícola, Sorocaba - SP.

A principal meta do estágio foi colocar em prática os conhecimentos adquiridos no Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Paraíba. Vimos a importância destes conhecimentos adquiridos para a realização de um determinado trabalho de uma empresa ou órgão governamental, a qual poderei estar vinculado, prestando nossos serviços, colocando em prática esses conhecimentos.

Neste relatório estão incluídos todas as experiências práticas realizadas durante o estágio, e consultas aos informes citados na bibliografia.

Este estágio teve como orientador o Professor José Dantas Neto, do Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba.

OBJETIVO

Os ensaios de aspersores para irrigação tem como objetivo básico, verificar as características estruturais e de desempenho dos mesmos, as quais são atribuídas pelo fabricante, tais como:

- . modelo do aspersor
- . diâmetro do bocal
- . pressão do aspersor
- . raio de alcance
- . espaçamento recomendado
- . área útil irrigada
- . precipitação por hora

Em decorrência dos ensaios os projetistas e usuários de equipamentos para irrigação poderão proceder uma seleção criteriosa de um equipamento, bem como definir a faixa operacional de melhor desempenho, eficiência e economia.

Vale ainda salientar que todos os ensaios foram realizados seguindo na íntegra às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - (ABNT), as quais são: 12:02-08-001/1983, 12:02.08-002/1983 e 12:02.08-003 / 1983.

CONCLUSÃO

O estágio foi de grande utilidade para a ampliação de conhecimentos práticos, pois no mesmo, vimos a importância da realização do ensaio de aspersores.

Até pouco tempo atrás, no Brasil, não tinha normas para a realização de ensaios de aspersores, só em 1983 foi que a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), instituiu uma comissão de técnicos especializados em irrigação, com o objetivo de elaborar o projeto de norma, o qual passou a ser as normas de aspersores da ABNT. Como já foi frisado anteriormente, todos os ensaios realizados foram seguindo estas normas.

Com a criação destas normas de ensaio de aspersores, as indústrias só poderão lançar seus produtos no mercado, quando forem realizados os respectivos ensaios pelos órgãos ou empresas autorizadas pelo Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, e os mesmos forem tidos como aptos.

Atualmente, mesmo sem ainda ser obrigatório os ensaios de aspersores, algumas indústrias enviam ao Centro Nacional de Engenharia Agrícola (CENEA), o único local do País que possui um campo de ensaio ideal, para realizar os ensaios e verificar se os aspersores estão com bom desempenho, ou seja, se os mesmos estão atingindo os parâmetros especificados pelos fabricantes, tais como; vazão, raio de alcance, precipitação etc.

Quando os resultados dos ensaios não são satisfatórios, o aspersor é tido como inviável para a comercialização. Daí o fabricante terá que aprimorar seu produto até que o mesmo obtenha bons resultados de ensaios,

que o colocará apto à comercialização

A importância destes ensaios é para que os parâmetros ou dados técnicos dos aspersores sejam realmente verdadeiros dentro das condições citadas pelo fabricante. Com estes dados técnicos os projetistas poderão fazer seus projetos de engenharia de irrigação sem o receio de colocar em risco o funcionamento do sistema projetado, para não ocorrer prejuízos.

Não fizemos só esses ensaios, mas como todos os outros seguiam o mesmo método de ensaio e de cálculos, achamos por bem colocar no relatório os ensaios realizados com a pressão e bocal constante, variando somente o fator climático, vento, o qual foi muito alto, e excelente respectivamente para a realização de ensaio. Isto foi para que nós vissemos como este fator é importante na uniformidade da distribuição da água pelo aspersor e conseqüentemente a eficiência do mesmo.

Estamos convictos que o estágio foi de grande utilidade para ampliação de conhecimentos práticos e a importância que tem os ensaios para a comunidade agrícola que trabalha diretamente com equipamentos de irrigação.

Por fim, acreditamos que realmente os aspersores que estarão no mercado, terão seus dados técnicos de inteira credibilidade dos projetistas quando o "Sistema Nacional de Meteorologia, Normalização e Qualidade Industrial" só autorizar a comercialização de produto que for ensaiado por órgão ou empresa autorizada.

1 - INSTALAÇÃO DOS ENSAIOS

1.1 - Os ensaios foram realizados seguindo as Normas da ABNT, no campo de ensaio de aspersores do Centro Nacional de Engenharia Agrícola (CENEA), o qual tem as seguintes características:

- . Dimensão 160m x 160m (25.600m²)
- . Declividade uniforme de 1%
- . Cobertura de grama com aproximadamente 10cm de altura, tornando a área livre de obstáculo, para não interceptar o jato d'água.
- . Capacidade de ensaios:
 - 9 de aspersores pequenos
 - 4 de aspersores médios
 - 1 de aspersores grandes.

1.2 - Descrição e localização dos aspersores:

O campo de ensaio é composto por coletores (recipientes metálicos) com 14,7cm de altura e 10cm de diâmetro, com disposição quadrangular, tendo os aspersores localizados no centro geométrico, a borda superior está a 30cm acima da superfície do solo, na posição horizontal, e estão espaçados de 3m.

1.3 - Descrição e Localização dos Medidores Meteorológicos.

Parâmetros meteorológicos estão localizados em uma das suas extremidades e é composto de:

- . Rosa dos ventos (direção do vento)
- . Anemômetro

- . Termômetro de bulbo seco
- . Termômetro de bulbo úmido

1.4 - Localização e Instalação do Aspersor

Os aspersores estão instalados numa área livre de obstáculos que impossibilitem a intercepção do jato d'água e/ou a modificação das condições do vento, já que esta área está com uma cobertura vegetal (grama) com aproximadamente 10,0cm de altura.

A haste do aspersor é mantida na posição vertical, a mesma fica localizada no centro geométrico de reticulado de coletores, equidistantemente de quatro coletores adjacentes. O centro do bocal principal (único) do aspersor está a 60,0cm da borda superior do coletor.

1.5 - Duração do Ensaio

O período de ensaio foi de uma hora, o qual é recomendado pela norma da ABNT, e este é o tempo suficiente para os coletores obterem um volume médio representativo.

O ensaio foi encerrado quando o jato de água estava na posição inicial, assegurando com isso a passagem com igual número de vezes a todas as direções de coletores e raios estabelecidos.

2 - DETERMINAÇÃO DO ENSAIO

2.1 - Pressão

A pressão do ensaio é pré-estabelecida, já que o aspersor vai ser ensaiado para a pressão dada

pelo fabricante e foi determinada na base do aspersor com um manômetro, respeitando a distância de cinco vezes o diâmetro da haste. A conexão do manômetro é perpendicular a haste como é descrito pela norma da ABNT.

Para a determinação inicial da pressão da base, faz necessário que o jato d'água fique na direção de um dos quatro raios da área de ensaio, o qual é chamado de (raio morto). É verificado a cada 15 minutos durante o ensaio para ver se a pressão permanece igual à pré-estabelecida.

2.2 - Vazão

A vazão do aspersor é determinada à pressão de ensaio, utilizando o método gravimétrico. É medida no início e no final do ensaio.

2.3 - Tempo de rotação

O tempo de rotação é determinado para cada quadrante e para o círculo completo. Foi efetuado quatro determinações, a intervalos regulares, ou seja, a cada 15 minutos durante o ensaio.

2.4 - Velocidade e direção do vento

A velocidade e direção do vento foram determinados em intervalos regulares de 10 minutos, durante o período de ensaio.

A velocidade do vento foi determinada com o anemômetro e a direção dos ventos com a rosa-dos-ventos.

2.5 - Temperatura de Bulbo Úmido e Bulbo Seco

As temperaturas de bulbo úmido e bulbo seco foram determinadas em intervalos regulares de 10 minutos durante o período de ensaio e suas determinações foram determinadas pelos termômetros "bulbo úmido e bulbo seco" respectivamente.

2.6 - Volumes de Água nos Coletores

Após o encerramento do ensaio foi coletado em cada coletor o seu respectivo volume de água, o mesmo foi determinado através de uma proveta e em seguida anotado na ficha de dados (ver anexo).

2.7 - Evaporação da Água

Será determinada pela diferença entre os volumes iniciais e finais de água contida nos coletores instalados para este propósito. Os coletores são semelhantes aos que são utilizados no ensaio e seus volumes iniciais são constantes e são respectivamente: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100cm^3 . (ver anexo)

3 - Determinações obtidas com os dados do ensaio:

3.1 - Coeficiente de Uniformidade de Christiansen

A uniformidade de distribuição da água pelo aspersor é encontrada pela equação de J. E. Christiansen, a qual é recomendada pelas normas da "ABNT", o valor de 80% é o valor mínimo aceitável para um desempenho normal do aspersor, e a equação é expressa da seguinte

te maneira:

$$CUC = 100 \left(\frac{1 - \sum_{i=1}^n \frac{X_i - \bar{X}}{n \bar{X}}}{n \bar{X}} \right) \quad (1)$$

Onde:

CUC = Coeficiente de uniformidade de Christiasen, em %

\bar{X}_i = Precipitação observada em cada pluviômetro

\bar{x} = Média das precipitações

n = Número de pluviômetros

Os coeficientes apresentados neste relatório foram encontrados para o espaçamento 12 x 18m, que foi recomendado pelo fabricante.

3.2 - Volume de deficit

Para se calcular os itens 3.2 a 3.7, foi necessário lançar mão do artifício de fazer uma superposição de lâminas admencionais. Para isso, dividimos todas as lâminas encontradas na superposição pela lâmina média, conseqüentemente teremos agora lâminas admencionais.

Lâmina admencional requerida, \bar{e} o nome dado a suposta lâmina requerida do sistema a ser projetado. É expressa pela equação:

$$VD = \frac{\sum (LA < LRA)}{N} \quad (2)$$

Onde:

VD = Volume de deficit

LA = Lâmina admencional da superposição

LRA = Lâmina admencional requerida

N = Número de lâmina admencional menores que a média

O volume de deficit é o somatório de todas as lâminas inferiores a lâmina admencional requerida dividida pelo número de lâminas inferiores à média.

3.3 - Volume de Excesso

É o somatório de todas as lâminas superiores à lâmina admencional requerida dividido pelo número de lâminas superiores à média. É expressa pela equação:

$$VE = \frac{\sum (LA > LRA)}{N} \quad (3)$$

Onde:

VE = Volume de Excesso

LA = Lâmina admencional de superposição

LRA = Lâmina admencional requerida

N = Número de lâminas admencionais maiores que a média

3.4 - Área super irrigada

É formada pelo conjunto de todas sub-áreas que possui lâminas admencionais superiores à lâmina admencional requerida. É expressa pela equação:

$$A_{sup} = \frac{\sum (LA > LRA)}{N} \quad (4)$$

Onde:

- A_{sup} = Área super irrigada (em decimal)
 LA = Lâmina admencional de cada sub-área de superposição
 LRA = Lâmina admencional requerida
 N = Número total da lâmina admencional de cada sub-área na superposição.

3.5 - Área sub-irrigada

É formada pelo conjunto de todas as sub-áreas que possuem lâminas admencionais inferiores à lâmina admencional requerida. A equação é dada pela expressão:

$$A_{sub} = \frac{\sum (LA < LRA)}{N} \quad (5)$$

Onde:

- A_{sub} = Área sub irrigada (em decimal)
 LA = Lâmina admencional de cada sub-área da superposição
 LRA = Lâmina admencional requerida
 N = Número total de lâminas admencionais de cada sub-área na superposição

3.6 - Eficiência de Aplicação

É uma média, da proporção da quantidade de água aplicada que permanece disponível para satisfazer as exigências de evapotranspiração da cultura. Para fazer seus cálculos faz-se as mesmas considerações dos casos anteriores, e sua expressão é a seguinte:

$$EA = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (LA > LRA)}{y} \quad (6)$$

Onde:

EA = Eficiência de aplicação

LA = Lâmina adimensional de cada sub-área da superposição

LRA = Lâmina adimensional requerida

y = Número de sub-áreas com lâminas adimensionais superiores à lâmina adimensional requerida.

N = Número total de lâmina adimensional de cada sub-área da superposição.

3.7 - Eficiência de Armazenamento

É o manejo adequado de qualquer sistema de irrigação; determina que o solo seja efetivamente utilizado como reservatório para atender às necessidades de água das plantas durante o período entre irrigações.

Esta característica pode ser avaliada pela determinação de ES, encontrada pela equação:

$$ES = \frac{\sum_{i=1}^n (LA < LRA)}{y} \quad (7)$$

Onde:

ES = Eficiência de aplicação

LA = Lâmina adimensional de cada sub-área da superposição

LRA = Lâmina adimensional requerida

Y = Número de sub-área com lâminas admencionais inferiores a lâmina admencional requerida infe

N = Número total de lâmina admencional de cada sub-área da superposição

BIBLIOGRAFIA

- . Bernardo, Salasier
Manual de Irrigação
Viçosa - Universidade Federal da Viçosa
Imprensa Universitária - 1982 - 463 P.

- . Olitta, A. F.
Os Métodos de Irrigação
São Paulo - Livraria NOBEL S/A
1ª Ed. 1970 - 267 P.

- . Scaloppi, E.J.
Eficiência e Uniformidade de Irrigação
Piracicaba - Escola Superior Luiz de Queiroz
Imprensa Universitária - 28 P.

ENSAIO DE ASPERSORES

Ensaio: W-04 Responsável: WALLACEData: 06/02/84

HORA	Vento M/Min		UMIDADE RELATIVA		
	Vel. ()	Direção	Bulbo seco	Bulbo úmid	VR %
16:58	281	SE	29,6	24,4	65%
17:08	249	SE	29,6	24,4	65%
17:18	211	SE	28,8	24,8	72%
17:28	152	SE	28,0	24,0	72%
17:38	187	SE	27,6	23,8	72%
17:48	200	SE	27,4	23,6	72%
17:58	174	SE	27,3	23,4	72%
KM/hora					
16,86					
14,94					
12,66					
9,12					
11,22					
12,0					
10,44					
Média	12,46KM/h				

Referência de direção

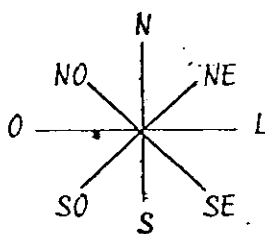


TABELA DE EVAPORAÇÃO	
Início - Final - (m ²)	
10 - 6	60 - 52
20 - 16	70 - 64
30 - 25	80 - 74
40 - 35	90 - 84
50 - 45	100 - 94

CAMPO DE ENSAIO DE ASPERSORES

ensaio nº W - 04 Responsável: WALLACE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7									4	6	4							
8								8	15	84	28	14						
9							3	21	23	61	32	28	11					
10							11	27	22	21	18	17	25					
11							9	30	22	14	8	10	20					
12							1	26	23	11	6	7	15					
13								8	26	16	11	17	13					
14										9	9							
15																		
16																		
17																		
18																		

A) indique os quatro quadrantes utilizados na medida de rotação e velocidade do vento.

B) *Indique a direção dos raios, a partir do aspersor

R1 44 - 83 - 51 - 30 - 23 - 5

R2 21 - 21 - 16 - 10 - 7 - 8 - 8 - 12 - 19 - 11

R3 30 - 31 - 29 - 30 - 29 - 27

R4 23 - 21 - 18 - 10 - 1.

ENSAIO: W - 04

Quadro: 1

Superposição da precipitação (mm)
para aspersores do ensaio espaçados de 12 x 18m.

2,67	3,70	5,6	6,0
1,8	2,1	5,1	5,3
1,4	1,0	4,2	4,8
2,8	1,9	3,2	4,9
11,8	4,7	2,8	1,9
7,7	4,4	6,0	4,3

- Coeficiente de uniformidade de Christiasen (CUC).

$$CUC = 100 \times \left(\frac{41.604}{24 \times 4.184} \right)$$

$$CUC = 58,56\%$$

Quadro: 2

Superposição das "Lâminas Admencio
nais" para aspersores do ensaio espaçados de 12 x 18m

0,639	0,882	1,339	1,430
0,426	0,5176	1,217	1,278
0,334	0,212	1,004	1,156
0,609	0,456	0,760	1,187
2,829	1,126	0,669	0,457
1,857	1,065	1,443	1,034

- Lâmina admencional requerida (LRA): 0,7 e 1,0

- Volume do excesso: para LRA = 0,7

$$VE = \frac{\sum (LA > LRA)}{n}$$

$$VE = \frac{19,607}{15}$$

$$VE = 1,307$$

Para LRA = 1,0

$$\sum(LA > LRA) = 17,96 \text{ e } n = 13$$

$$VE = \frac{\sum(LA > LRA)}{13} \quad VD = \frac{17,96}{13} \quad VD = 1,381$$

Volume do deficit:

Para LRA = 0,7

$$\sum(LA < LRA) = 4,379 \text{ e } n = 9$$

$$VD = \frac{\sum(LA < LRA)}{n} = \frac{4,379}{9}$$

$$VD = 0,486$$

Para LRA = 1,0

$$\sum(LA < LRA) = 6,021 \text{ e } n = 11$$

$$VD = \frac{\sum(LA < LRA)}{n} = \frac{6,021}{11}$$

$$VD = 0,547$$

Área superirrigada:

Para LRA = 0,7

$$A_{sup} = \frac{\sum(LA > LRA)}{n} = \frac{19,607}{24}$$

$$A_{sub} = 0,816$$

Para LRA = 1,0

$$A_{sup} = \frac{\sum(LA > LRA)}{n} = \frac{17,96}{24} \quad A_{sup} = 0,748$$

Área subirrigada:

Para LRA = 0,7

$$A_{sub} = \frac{\sum (LA < LRA)}{n} = \frac{4,379}{24}$$

$$A_{sub} = 0,182$$

Para LRA = 1,0

$$A_{sub} = \frac{\sum (LA < LRA)}{n} = \frac{6,021}{24}$$

$$A_{sub} = 0,250$$

Eficiência de aplicação

Para LRA = 0,7

$$EF = 1 - \frac{\sum (LA > LRA)}{n} = 1 - \frac{1,307}{24}$$

$$EF = 0,945$$

Para LRA = 1,0

$$EF = 1 - \frac{\sum (LA > LRA)}{n} = 1 - \frac{1,381}{24}$$

$$EF = 0,942$$

Eficiência de armazenamento:

Para LRA = 0,7

$$EA = \frac{\sum (LA < LRA)n}{n} = 1 - \frac{0,486}{24} \quad AE = 0,979$$

Para = 1,0

$$EA = 1 - \frac{\sum (LA < LRA)n}{n} = 1 - \frac{0,547}{24} \quad AE = 0,977$$

Quadro: 3

Resumo da Eficiência e Uniformidade de Irrigação:

LRA	CUC	A_{sup}	A_{sub}	EA	ES
0,7	58,56	0,816	0,182	9,945	0,979
1,0	58,56	0,748	0,250	0,942	0,977

A pressão não afetou na distribuição da água pelo aspersor por que a mesma permaneceu constante durante a duração do ensaio. A ação do vento afetou a distribuição da água pelo aspersor, prejudicando grandemente a uniformidade da irrigação. A distorção foi provocada pela alta velocidade do vento, em média 12,4 KM/h, a qual diminuiu o tamanho das gotas de água.

A figura 1 mostra a distorção da água pelo aspersor com velocidade média do vento. Como mostra a figura, o vento fez com que a aplicação de água fosse maior em certas partes da área coberta, enquanto outras partes receberam muito pouca água e ainda, a aplicação da água que seria numa área circular em condições favoráveis de vento tem agora a forma elíptica como mostra a figura 1.

A figura 2 mostra uma avaliação mais rigorosa da uniformidade de distribuição da água pela aspersor, que foi abatida pela construção das isoietas que compreende as linhas de igual valor de lâmina coletadas nos recipientes da área coberta pelo aspersor. Considerando-se que há uma variação de 10% acima e 10% abaixo do valor da lâmina média de aplicação, isso delimita a zona de aplicação média sendo que as outras zonas delimitadas são denominadas zona excedente e zona deficiente, respectivamente.

- . Zona deficiente estā abaixo da lâmina 3,7mm
- . Zona mēdia estā entre as lâminas 3,7 e 4,6mm
- . Zona excedente estā acima da lâmina 4,6mm

Quadro: 4

Resumo da área irrigada

	Área	
	m ²	%
Zona mēdia		
Zona excedente		
Zona deficiente		

W - 04

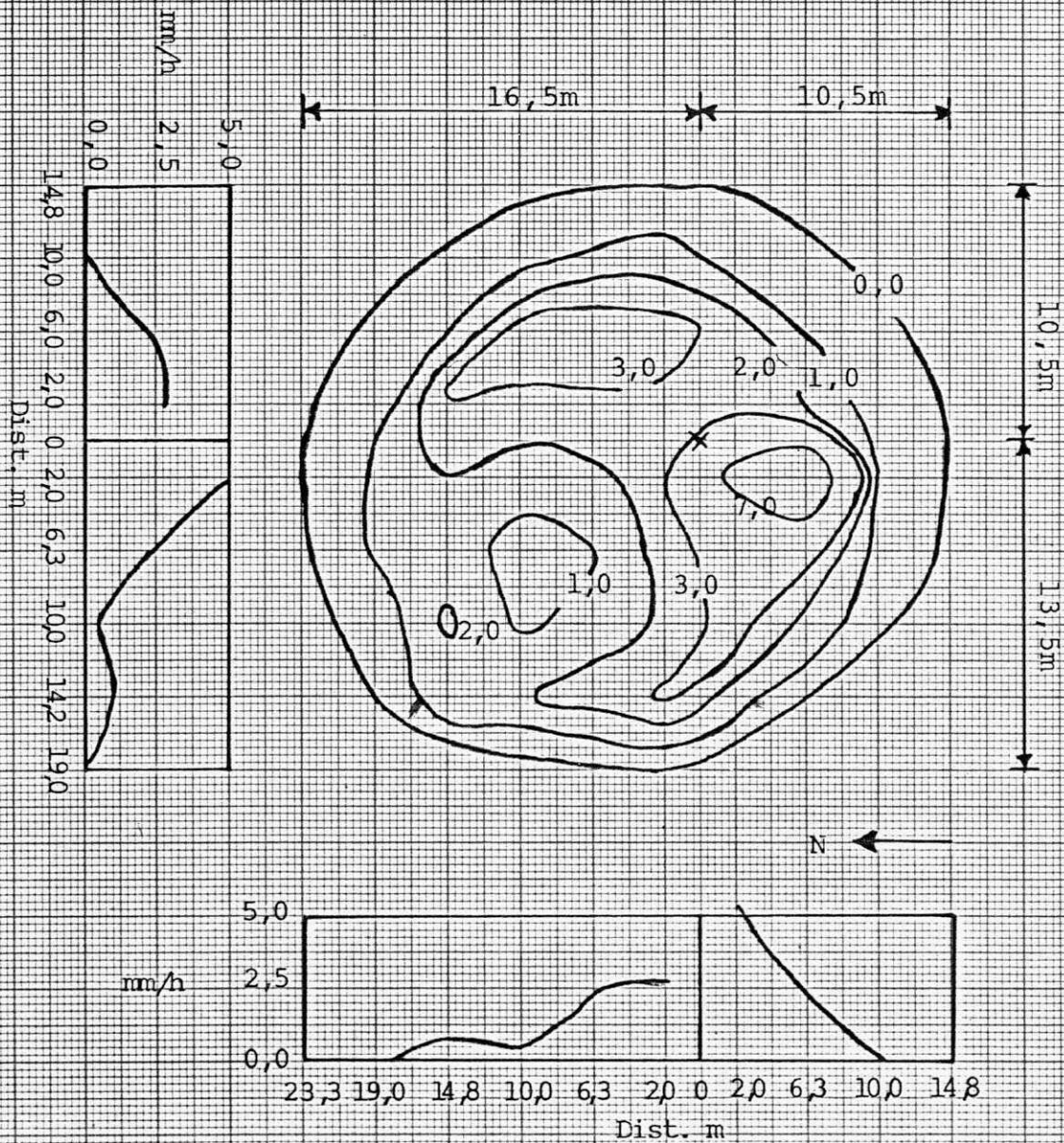


Figura 1: Efeito do vento sobre o perfil de distribuição da água do aspersor.

250

200

150

100

50

Aspersor

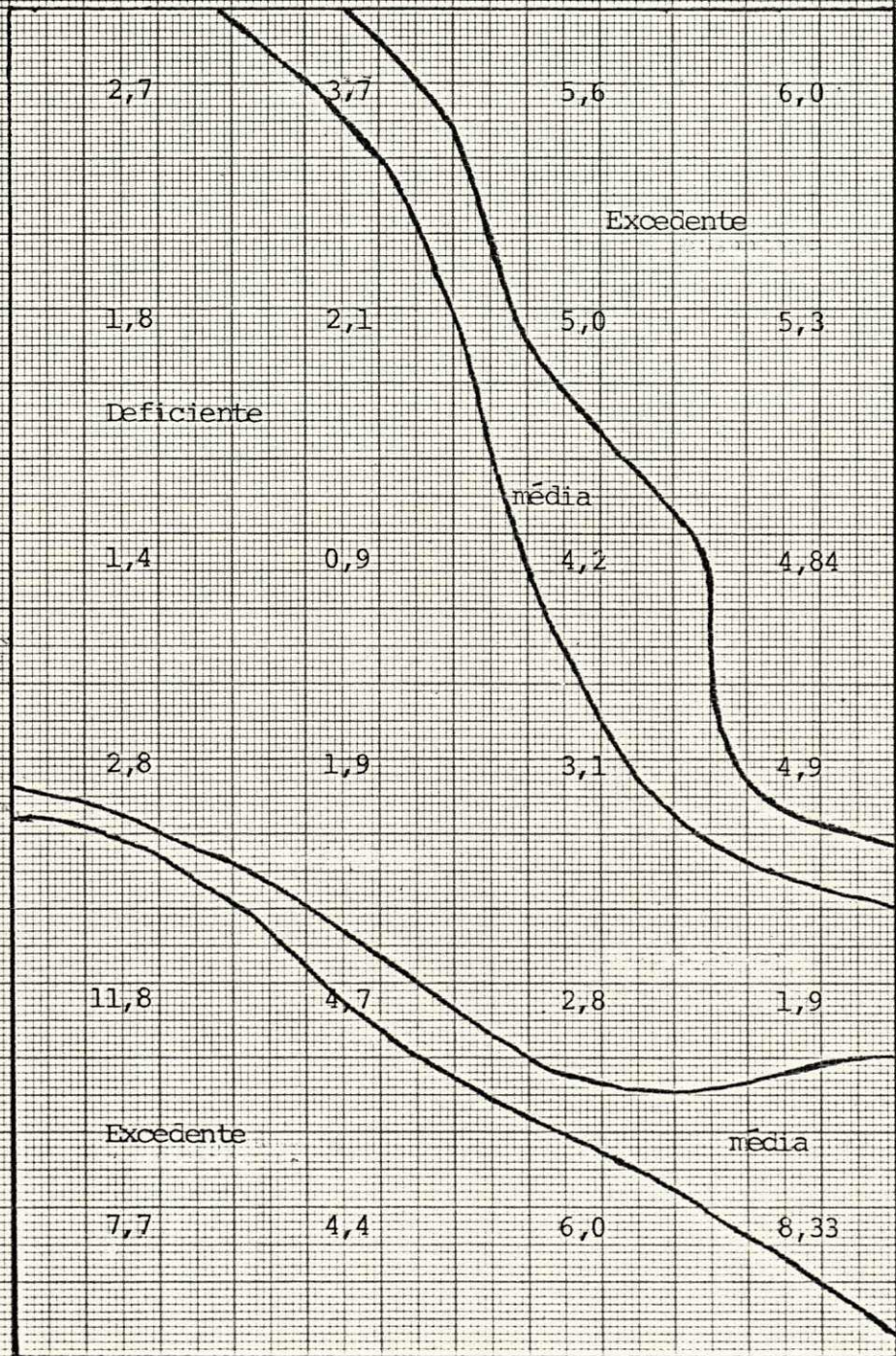


Figura 2: Isoietas da aplicação de água pelos aspersores

ENSAIO DE ASPERSORES

Ensaio: W-06 Responsável: WALLACE Data: 07/02/84

HORA	Vento: M/Min		UMIDADE RELATIVA		
	Vel. ()	Direção	Bulbo seco	Bulbo úmid	VR %
07:51	83	SE	24,4	26,6	81%
08:01	105	SE	24,5	22,0	88%
08:11	94	SE	24,4	22,2	81%
08:21	94	SE	24,5	22,1	88%
08:31	88	SE	24,6	21,9	86%
08:41	139	SE	24,8	22,4	81%
08:51	141	SE	25,0	22,3	82%
KM/Hora					
4,98					
5,64					
5,28					
8,34					
8,46					
Média	6,37 KM/h				

Referência de direção

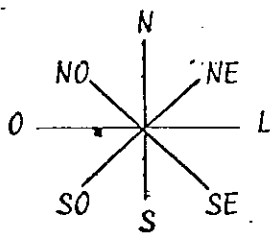


TABELA DE EVAPORAÇÃO	
Início - Final - (m ²)	
10 - 6	60 - 56
20 - 16	70 - 66
30 - 26	80 - 75
40 - 36	90 - 85
50 - 46	100 - 95

CAMPO DE ENSAIO DE ASPERSORES

ensaio nº W - 06 Responsável: WALLACE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6								1	1									
7							2	10	15	24	18	2						
8							9	13	16	25	23	28	5					
9							17	16	14	20	16	17	23					
10							20	22	18	20	9	11	20	1				
11							19	26	18	10	7	8	17	6				
12							4	28	17	11	9	10	17					
13								7	24	20	18	2	5					
14										1	2							
15																		
16																		
17																		
18																		

A) indique os quatro quadrantes utilizados na medida de rotação e velocidade do vento.

B) Indique a direção dos raios, a partir do aspersor

R1	22 - 19 - 18 - 22 - 27 - 20 - 4
R2	20 - 19 - 9 - 7 - 7 - 8 - 10 - 17 - 17 - 2
R3	20 - 21 - 21 - 26 - 29 - 21 - 6
R4	15 - 14 - 13 - 12 - 13 - 9 - 3.

ENSAIO: W - 06

Quadro: 5

Superposição da precipitação (mm)
para aspersores do ensaio espaçados de 12 x 18m

2,7	3,4	4,2	4,8
2,0	3,3	4,3	4,45
1,4	1,60	5,0	4,4
5,6	4,8	2,7	5,6
3,3	4,3	5,2	2,7
2,5	4,2	4,2	4,7

- Coeficiente de uniformidade de Christiasen (CUC).

$$CUC = 100 \cdot x \left(1 - \frac{24,662}{24 \times 3,82} \right)$$

$$CUC = 73,15\%$$

Quadro: 6

Superposição das "Lâminas Admencio
nais" para aspersores espaçados de 12 x 18m.

0,697	0,964	1,098	1,264
0,533	0,864	1,131	1,162
0,365	0,431	1,296	1,162
1,463	1,264	0,697	1,463
0,864	1,131	1,363	0,698
0,663	1,097	1,094	1,230

- Lâmina Admencional requerida (LRA): 0,7 e 1,0

- Volume do excesso: para LRA = 0,7

$$\sum (LA > LRA) = 19,91 \text{ e } n = 17$$

$$VE = \frac{\sum (LA < LRA)}{n} = \frac{19,91}{17} \quad VE = 1,171$$

para $LRA = 1,0$

$$\sum (LA > LRA) = 17,218 \text{ e } \underline{n} = 14$$

$$VE = \frac{\sum (LA > LRA)}{n} = \frac{17,218}{14} \quad VE = 1,229$$

Volume de Deficit, para $LRA = 0,7$

$$\sum (LA < LRA) = 4,084 \text{ e } \underline{n} = 7$$

$$VD = \frac{\sum (LA < LRA)}{n} = \frac{4,084}{7} \quad VE = 0,583$$

para $LRA = 1,0$

$$\sum (LA < LRA) = 6,776 \text{ e } \underline{n} = 10$$

$$VD = \frac{\sum (LA < LRA)}{n} = \frac{6,776}{10} \quad VE = 0,677$$

Área superirrigada

para $LRA = 0,7$

$$A_{sup} = \frac{\sum (LA > LRA)}{N} = \frac{19,91}{24} \quad A_{sup} = 0,829$$

para $LRA = 1,0$

$$A_{sup} = \frac{\sum (LA > LRA)}{N} = \frac{17,21}{24} \quad A_{sup} = 0,717$$

Área subirrigada:

para LRA = 0,7

$$A_{sub} = \frac{\sum (LA < LRA)}{N} = \frac{4,084}{24} \quad A_{sub} = 0,170$$

para LRA = 1,0

$$A_{sub} = \frac{\sum (LA < LRA)}{N} = \frac{6,776}{24} \quad A_{sub} = 0,282$$

Eficiência de armazenamento:

para LRA = 0,7

$$EA = \frac{\sum (LRA < LA) / n}{N} = 1 - \frac{0,583}{24} \quad EA = 0,951$$

para LRA = 1,0

$$EA = \frac{\sum (LRA < LA) / n}{N} = 1 - \frac{0,677}{24} \quad EA = 0,971$$

Eficiência de aplicação:

para LRA = 0,7

$$EF = 1 - \frac{\sum (LA > LRA) / n}{N} = 1 - \frac{1,171}{24} \quad EF = 0,951$$

para LRA = 1,0

$$EF = 1 - \frac{\sum (LA > LRA) / n}{N} = 1 - \frac{1,229}{24} \quad EF = 0,948$$

Quadro: 7

Resumo de eficiência e uniformidade de irrigação.

LRA	CUC	A_{sup}	A_{sub}	EF	EA
0,7	75,15%	0,829	0,170	0,951	0,975
1,0	73,13%	0,717	0,282	0,948	0,971

A descarga e a distribuição da água do aspersor não foi afetada pela pressão de serviço, já que a mesma permaneceu constante durante todo o tempo de ensaio.

A exemplo do caso anterior a ação do vento modificou a distribuição da água do aspersor, conseqüentemente prejudicando a uniformidade da irrigação. Apesar da velocidade do vento neste ensaio ser menor que a do ensaio anterior, a qual foi em média 6,37Km/h, o que ainda é considerado alta, para a irrigação.

O vento fez com que o aspersor aplicasse maior quantidade de água em determinada parte da área, e em outras uma quantidade muito inferior. A figura 3, mostra a desuniformidade de aplicação ou a distribuição da água do aspersor para esta velocidade média de ensaio. Como era de se esperar, a aplicação da água teve forma elíptica, devido as condições desfavoráveis, enquanto que em condições favoráveis esta área deveria ser circular.

Numa avaliação mais rígida da uniformidade de distribuição da água pelo aspersor foi obtida

com a construção das isoietas, como mostra a figura 4, a qual é constituída da linha de igual valor de lâmina coletada nos recipientes. Para isso, considera-se que haja uma variação de 10% acima e 10% abaixo da média de aplicação denominada de aplicação média, e as outras zonas de limitadas são denominadas de zona excedente e zona deficiente, respectivamente.

- . Zona deficiente abaixo da lâmina de 3,4mm
- . Zona média entre as lâminas 3,4mm e 4,2mm
- . Zona excedente, está acima da lâmina de 4,2mm

Quadro: 8

Resumo da área irrigada:

	Área	
	m ²	%
Zona deficiente		
Zona média		
Zona excedente		



Figura 3: Efeito do vento na distribuição da água pelo aspersor em condições de vento forte.

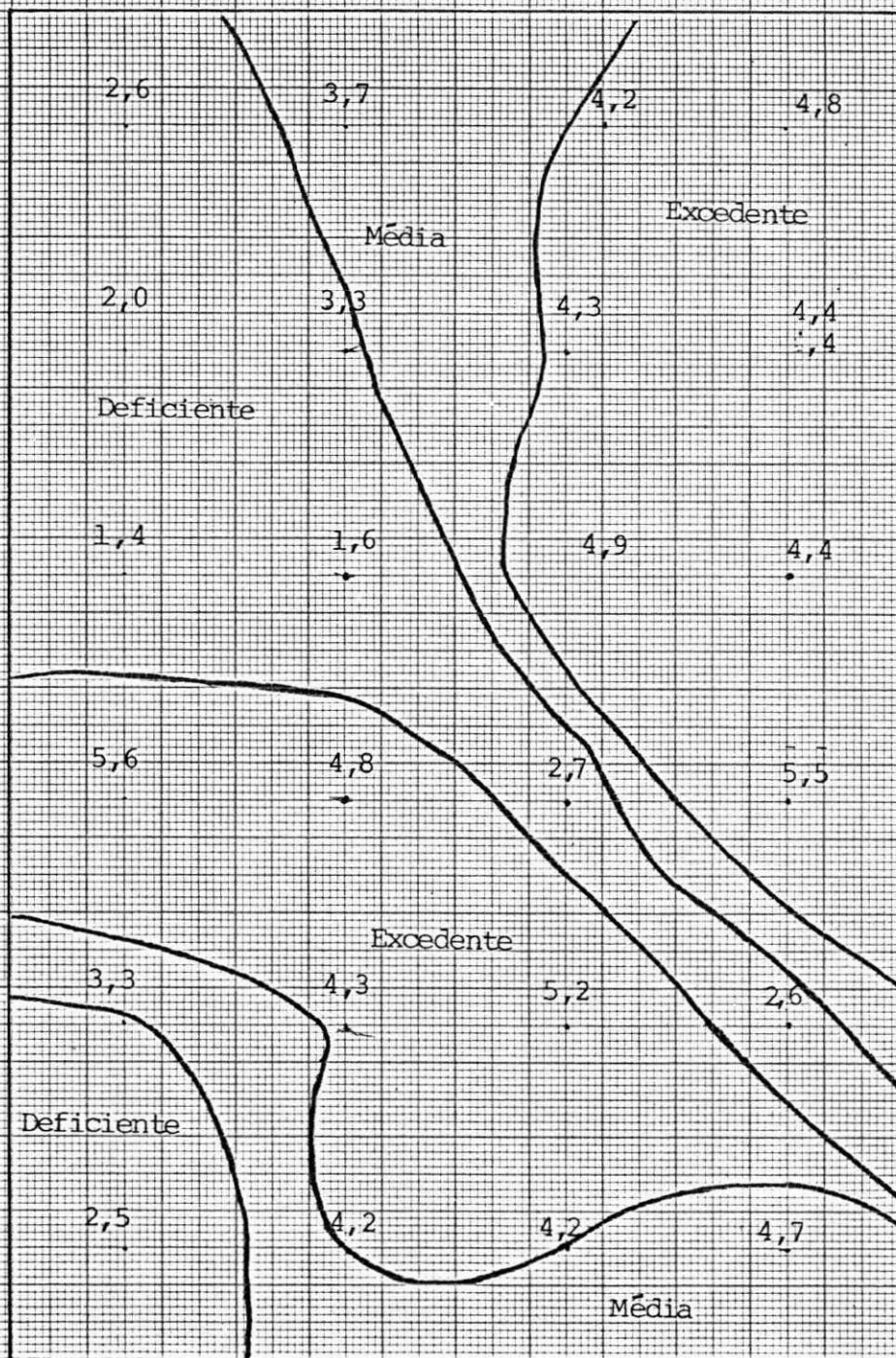


Figura 4: Isoietas da aplicação de água pelo aspersor, com velocidade média do vento média de 6,37Km/h.

CAMPO DE ENSAIO DE ASPERSORES

ensaio nº W - 08 Responsável: WALLACE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																		
2																		
3																		
4																		
5									2	1								
6							3	7	6	6	6	5						
7						1	10	9	3	4	6	11	1					
8						4	8	2	1	4	5	9	10					
9					1	5	7	3	7	8	5	9	10					
10						5	6	2	7	8	5	16	10					
11						6	7	4	2	5	8	13	2					
12						4	4	5	5	7	11	8						
13							2	4	8	10	10							
14									9									
15																		
16																		
17																		
18																		

A) indique os quatro quadrantes utilizados na medida de rotação e velocidade do vento.

B) *Indique a direção dos raios, a partir do aspersor

R1	11 - 6 - 3 - 4 - 8 - 10 - 12 - 7
R2	10 - 6 - 6 - 8 - 10 - 19 - 11 - 1
R3	10 - 6 - 2 - 3 - 5 - 6 - 7 - 7 - 2
R4	10 - 5 - 3 - 3 - 5 - 8 - 11 - 7 - 1.

ENSAIO: W - 08

Quadro: 9

Súperperposição da precipitação em (mm) para aspersores do ensaio espaçado de 12 x 18m.

1,6	1,4	1,32	2,1
1,5	1,90	2,2	0,76
2,10	3,0	3,2	1,4
1,9	3,5	3,0	1,50
1,0	1,6	1,4	2,50
1,6	1,50	1,30	2,4

- Coeficiente de uniformidade de Christiasen (CUC)

$$CUC = 100 \times \left(1 - \frac{13,52}{24 \times 1,94} \right)$$

$$CUC = 70,98\%$$

Quadro: 10

Súperposição das "Lâminas Admencionais" para aspersores espaçados de 12 x 18m.

0,865	0,7295	0,7920	1,125
0,797	0,995	1,1203	0,396
0,838	1,584	1,662	0,729
0,990	1,849	1,584	0,797
0,521	0,865	0,724	1,323
0,865	0,797	0,7920	1,261

Lâminas admencionais requeridas (LRA): 0,7 e 1,0

Volume do excesso:

para LRA = 0,7

$$\sum (LA > LRA) = 23,083 \text{ e } \underline{n} = 32$$

$$VE = \frac{\sum (LA > LRA)}{n} = \frac{23,083}{22} \quad VE = 1,049$$

para LRA = 1,0

$$\sum (LA > LRA) = 11,508 \text{ e } \underline{n} = 8$$

$$VE = \frac{\sum (LA > LRA)}{n} = \frac{11,508}{8} \quad VE = 1,438$$

Volume do deficit

para LRA = 0,7

$$\sum (LA < LRA) = 0,917 \text{ e } \underline{n} = 2$$

$$VD = \frac{\sum (LA < LRA)}{n} = \frac{0,917}{2} \quad VD = 0,458$$

para LRA = 1,0

$$\sum (LA < LRA) = 12,49 \text{ e } \underline{n} = 16$$

$$VD = \frac{\sum (LA < LRA)}{n} = \frac{12,490}{16} \quad VD = 0,780$$

Área superirrigada.

para LRA = 0,7

$$A_{sup} = \frac{\sum (LA > LRA)}{N} = \frac{123,08}{24} \quad A_{sup} = 0,961$$

para LRA = 1,0

$$A_{sup} = \frac{\sum (LA > LRA)}{N} = \frac{11,508}{24} \quad A_{sup} = 0,479$$

Área subirrigada:

para LRA = 0,7

$$A_{sub} = \frac{\sum (LA < LRA)}{N} = \frac{0,917}{24} \quad A_{sub} = 0,038$$

para LRA = 1,0

$$A_{sub} = \frac{\sum (LA < LRA)}{N} = \frac{12,49}{24} \quad A_{sub} = 0,52$$

Eficiência de aplicação:

para LRA = 0,7

$$EF = 1 - \frac{(LA > LRA)/n}{N} = 1 - \frac{1,049}{24} \quad EF = 0,956$$

para LRA = 1,0

$$EF = 1 - \frac{(LA > LRA)/n}{N} = 1 - \frac{1,438}{24} \quad EF = 0,940$$

Eficiência de armazenamento:

para LRA = 0,7

$$EA = 1 - \frac{(LA < LRA)/n}{N} = 1 - \frac{0,780}{24} \quad EA = 0,967$$

Quadro: 11

Resumo da eficiência de uniformidade de irrigação:

LRA	CUC	A _{sup}	A _{sub}	EF	EA
0,7	70,9%	0,829	0,038	0,956	0,98
1,0	70,9%	0,717	0,52	0,940	0,94

A distribuição da água pelo aspersor não sofreu influência da pressão de serviço, porque esta foi aproximadamente constante durante a realização do ensaio.

O vento influenciou um pouco na distribuição da água pelo aspersor devido o mesmo ter mudado muito de direção durante a realização do ensaio. Em relação à velocidade do vento durante o ensaio, foi igual a 1,64Km/h, a mesma é considerada ótima para a realização de irrigação, conseqüentemente a velocidade do vento não afetou a distribuição da água. Apesar da velocidade do vento ser ideal para a realização de ensaio de aspersor, a mudança constante de direção do mesmo, fez com que o aspersor tivesse um mau desempenho, ou seja, aplicasse maior quantidade de água em uma parte e em outras partes quantidades muito inferiores.

A figura 5, mostra graficamente a distribuição da água do aspersor para a velocidade média de ensaio. Devido a variação da direção do vento, a forma do gráfico não foi circular, como se esperava por estar em condições favoráveis. A forma variada do gráfico dá para se observar como foi a variação do vento durante o ensaio.

Para se obter uma avaliação mais representativa da uniformidade de distribuição da água pelo aspersor, foi preciso a construção das isoietas que abrange a linha de igual valor da lâmina coletada nos recipientes. Para isso, faz-se necessário considerar uma variação de 10% abaixo e 10% acima da lâmina média de aplicação denominada de aplicação média, e as outras zonas delimitadas são denominadas de zona excedente e zona deficiente, respectivamente.

A figura 6, mostra que apesar da variação constante da direção do vento durante o ensaio, a concentração de água ficou bem distribuída na área entre os aspersores em relação aos ensaios anteriores.

- . Zona deficiente, abaixo da lâmina 1,7mm
- . Zona média, entre as lâminas 1,7mm e 2,1mm
- . Zona excedente, está acima da lâmina 2,1mm

Quadro: 12

Resumo da área irrigada:

	Área	
	m ²	%
Zona média		
Zona excedente		
Zona deficiente		

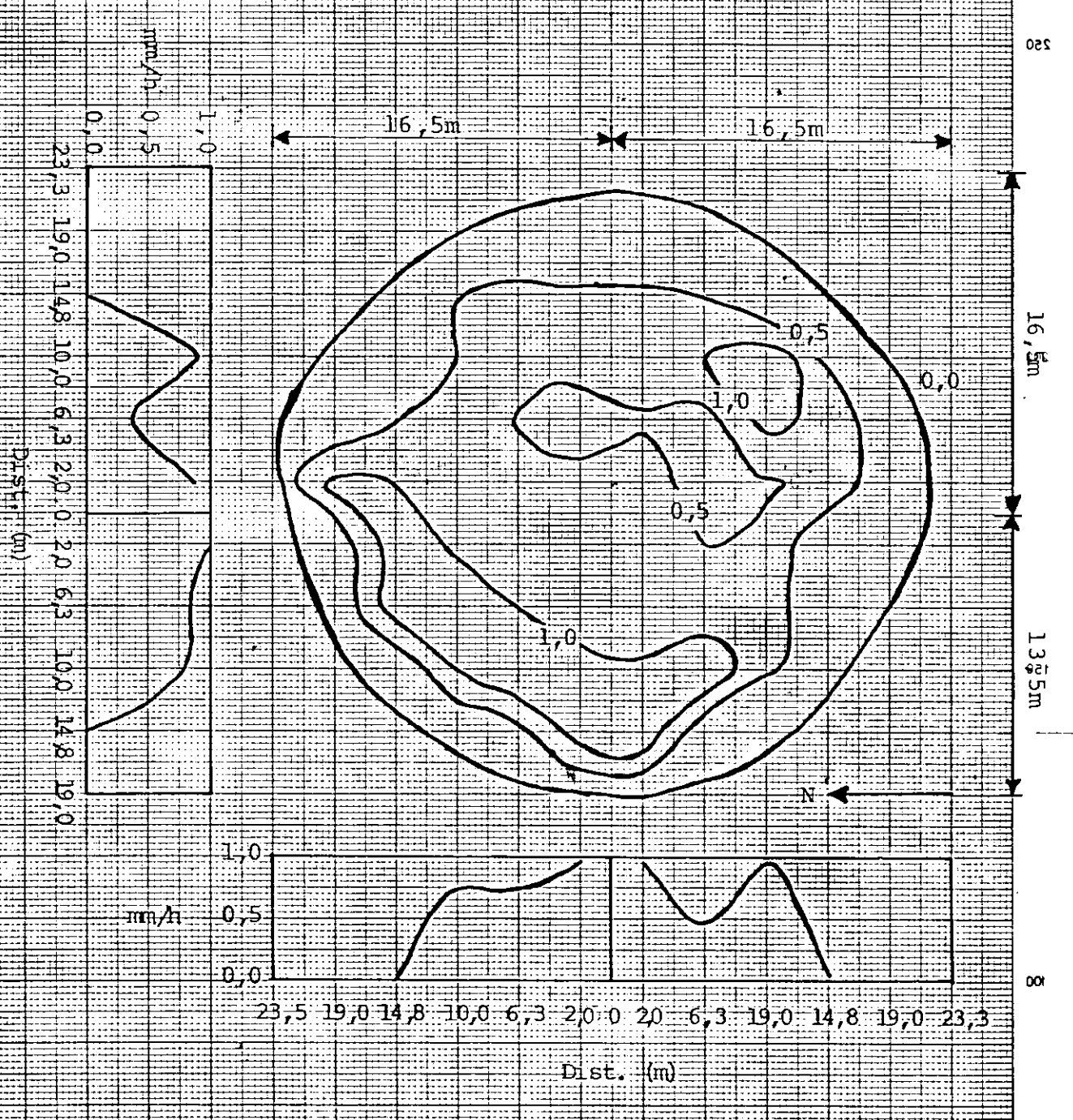


Figura 5: Efeito do vento sobre o perfil de distribuição da água pelo aspersor.

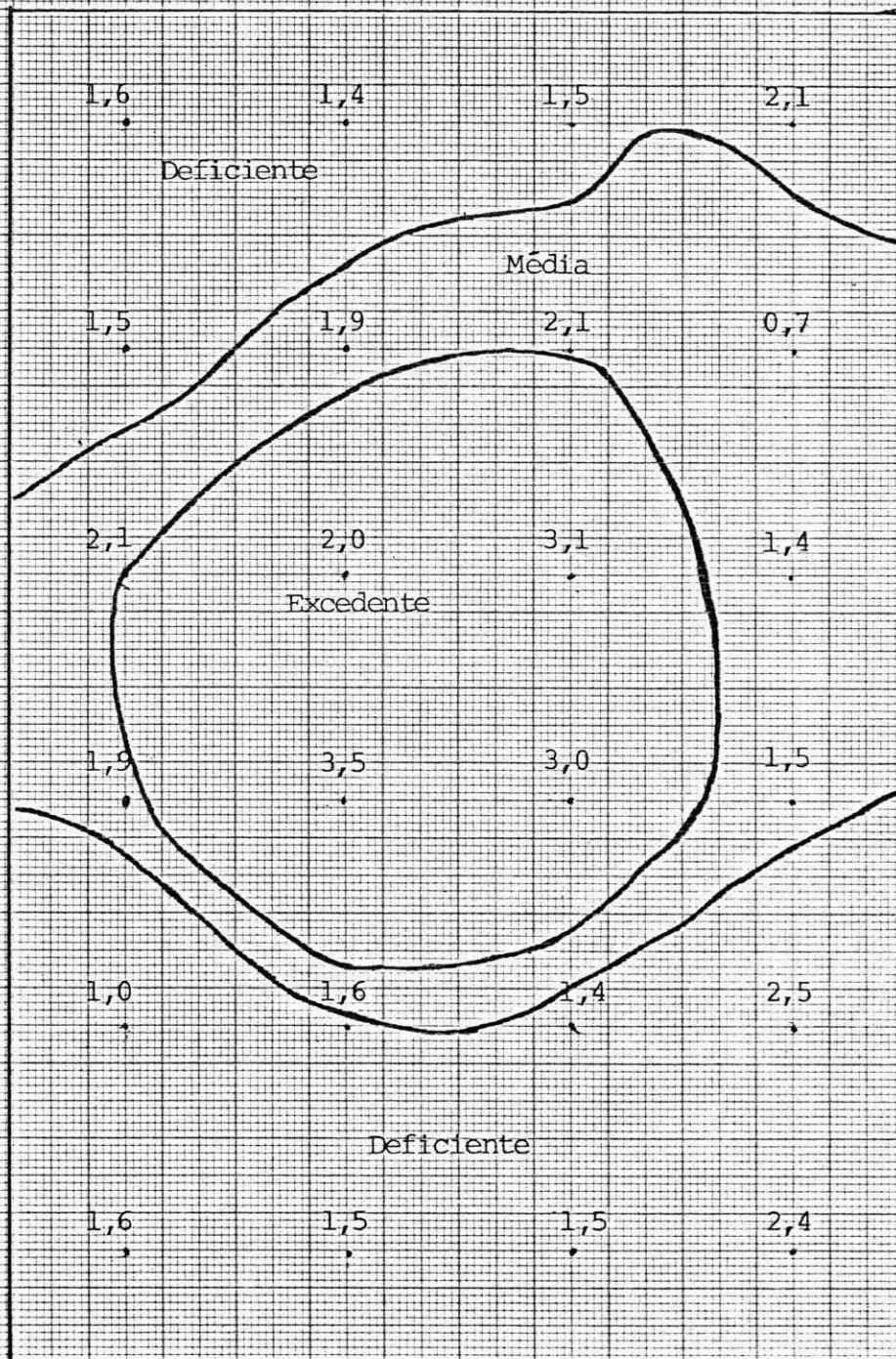


Figura 6: Isoietas da aplicação de água pelo aspersor.

CONCLUSÃO DOS ENSAIOS

Os ensaios foram realizados com o objetivo de observar a influência das velocidades dos ventos, sobre a distribuição da água pelos aspersores. Para isso, fizemos com que o bocal e a pressão fosse constante, portanto, a variação ocorreu nas velocidades dos ventos.

Foram realizados os ensaios para 3 (três) velocidades de ventos diferentes, que são as seguintes: 12,4 Km/h, 6,3 Km/h e 1,6 Km/h respectivamente.

Os coeficientes de uniformidade encontrados, foram os seguintes: 58,5%, 73,1% e 70,1% respectivamente. O primeiro foi baixíssimo devido a alta velocidade média dos ventos, que tornou as gotas de água, em gotículas, com isso aumentou as perdas por evapotranspiração e carregamento. O segundo resultado encontrado foi satisfatório devido a velocidade média dos ventos ainda ser considerada para irrigação, mas, como não houve muita variação na direção dos ventos, o coeficiente é considerado razoável. Já, o terceiro, teve a velocidade média dos ventos ideal para a irrigação, mas, devido a constante variação na direção dos ventos seu coeficiente foi baixo. Isto vem nos mostrar que a baixa velocidade dos ventos não é suficiente para obtenção do bom coeficiente de uniformidade, é preciso, também, que o mesmo tenha sua direção pouco variável durante o ensaio.

Para se obter resultados repre
sentativos, deveria ser realizado ensaios, que a velo
cidade dos ventos fossem baixa a que houvesse pouca
mudança na direção. Daí, poderíamos dizer seguramente
se o aspersor está com bom desempenho ou não. Caso
não estivesse seria devolvido ao fabricante, para se
fazer estudos de melhoramento do funcionamento de mes
mo. -

CONCEITO: EXCELENTE

Nº DE CREDITOS: 7 (SETE)

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Julio', written in a cursive style with a large loop at the end.