

**TÍTULO DO PROJETO: DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS  
HIDRÁULICOS DOS MICROASPESSORES NAAN 7110 E EINDOR  
(LIGHT BLUE)**

**Orientador:** *Prof. Dr. José Dantas Neto*

**Estagiário:** *Euler Soares Franco*

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**Relatório de Estágio Supervisionado.**

**Determinação dos parâmetros Hidráulicos dos Microaspressores  
NAAM 7110 e EINDOR (LIGHT BLUE).**

**Área Experimental - Laboratório de Irrigação e Drenagem.**

**Estagiário: Euler Soares Franco  
Orientador : Prof. Dr. José Dantas Neto**

**Campina Grande  
Setembro - 1997**




Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB


**Determinação dos Parâmetros Hidráulicos dos Microaspressores  
NAAN 7110 e EINDOR (LIGHT BLUE)**

Estágio aprovado em 27/11/1997

**COMISSÃO**

  
\_\_\_\_\_  
**PROF. José Dantas Neto**  
**(Orientador)**

  
\_\_\_\_\_  
**PROF. Hamilton Medeiros de Azevedo**

  
\_\_\_\_\_  
**PROF. Carlos Alberto V. de Azevedo**

**Campina Grande , \_\_\_\_ de Setembro de 1997**

## **AGRADECIMENTOS**

- A Deus , por não permitir que eu fraquejasse em nenhum momento , com isto , me levando a conseguir mais este objetivo.
- Aos professores do Departamento de Eng. Agrícola pelo incentivo em todos os momentos do curso.
- Em especial ao professor José Dantas Neto por sua orientação.
- A Nelson técnico do laboratório de Irrigação e Drenagem por sua atenção e ajuda durante todo este trabalho.
- Aos amigos Clóvis , Hosineide e Sally pela amizade e ajuda durante nossa longa jornada

## **DEDICATÓRIA**

- Aos meus pais Francisco Franco , que em vida me deu todas as condições para que eu pudesse conseguir mais esta vitória , e Izaura Soares Franco , que deu prosseguimento ao que havia começado e fazendo muito mais.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1. Conjunto motor-bomba**

**Figura 2. Carcaça com filtro de disco**

**Figura 3. Balança eletrônica**

**Figura 4. Disposição dos pluviômetros em eixos ortogonais a partir do emissor**

**Figura 5. Curva característica do Microaspersor NAAN 7110 e do Microaspersor EINDOR (light blue)**

**Figura 6. Semi-perfil médio do microaspersor NAAN 7110 para o tempo de uma hora.**

**Figura 7. Semi-perfil médio do microaspersor NAAN 7110 para o tempo de quatro horas.**

**Figura 8. Semi-perfil médio do microaspersor EINDOR (Light Blue) para o tempo de uma hora.**

**Figura 9. Semi-perfil médio do microaspersor EINDOR (Light Blue) para o tempo de quatro horas.**

**Figura 10. Semi-perfil médio do microaspersor EINDOR (Light Blue) com a pressão de 2 atm, para diferentes tempos de aplicação.**

**Figura 11. Semi-perfil médio do microaspersor NAAN 7110 com a pressão de 2 atm, para diferentes tempos de aplicação.**

## TLISTA DE TABELAS

	Páginas
TABELA 1.....	<b>03</b>
TABELA 2.....	<b>03</b>
TABELA 3.....	<b>05</b>
TABALA 4.....	<b>08</b>
TABELA 5.....	<b>09</b>
TABELA 6.....	<b>09</b>

## SUMÁRIO

	Páginas
<b>1. Apresentação.</b> .....	<b>01</b>
<b>2. Objetivo Geral.</b> .....	<b>01</b>
<b>3. Materiais e Métodos.</b> .....	<b>02</b>
<b>3.1 Materiais.</b> .....	<b>02</b>
<b>3.1.0 Equipamentos.</b> .....	<b>02</b>
<b>3.1.1 Tubos e Conexões.</b> .....	<b>02</b>
<b>3.1.2 Emissores.</b> .....	<b>03</b>
<b>3.1.3 Medidores.</b> .....	<b>04</b>
<b>3.1.4 Vazões.</b> .....	<b>04</b>
<b>3.1.5 pressões.</b> .....	<b>04</b>
<b>3.2 Métodos.</b> .....	<b>05</b>
<b>3.2.0 Microaspersor NAAN 7110.</b> .....	<b>05</b>
<b>3.2.1 Microaspersor EINDOR.</b> .....	<b>07</b>
<b>4.0 Resultados e Discurses.</b> .....	<b>07</b>
<b>4.1 Determinação das Vazões do Microaspersor NAAN.</b> .....	<b>07</b>
<b>4.2 Determinação do Coeficiente de Fabricação.</b> .....	<b>09</b>
<b>4.3 Equação Característica do Emissor.</b> .....	<b>09</b>
<b>4.4 Perfil de Distribuição.</b> .....	<b>10</b>
<b>5.0 Conclusões.</b> .....	<b>16</b>
<b>6.0 Referências Bibliográficas.</b> .....	<b>17</b>
<b>7.0 Anexo 1 Tabelas com as vazões mm/h do Microaspersor NAAN.</b>	<b>18</b>
<b>8.0 Anexo 2 Tabelas com as vazões mm/h do Microaspersor Eindor.</b>	<b>23</b>

## 1.0 Apresentação

Nas regiões semi-áridas do Nordeste há uma predominância de altas temperaturas na maior parte do ano, devido a falta de chuvas e conseqüentemente implicando na falta de água, a qual é um fator limitante para o desenvolvimento da agricultura. Por volta de 1800, também pela escassez de água, surge a irrigação localizada, que teve seu desenvolvimento, em Israel, a partir da década de 60. A irrigação localizada compreende a aplicação de água molhando apenas parte ocupada pelo sistema radicular das plantas, em quantidades adequadas e nos momentos apropriados, de forma econômica e eficiente, ou seja, a área máxima molhada não deve ser superior a 55% da área sombreada pela planta, enquanto que a área mínima molhada é de 20% nas regiões úmidas e de 30% em regiões semi-áridas (AZEVEDO, 1986).

Dentre os métodos de irrigação, a irrigação localizada vem ocupando um grande espaço na agricultura nos últimos anos pela sua eficiência na aplicação de, entretanto, para se obter uma boa eficiência na irrigação localizada é necessário que tenhamos um bom rendimento no conjunto motor-bomba e do cabeçal de controle, e uma densa rede de tubulações e emissores.

Em um sistema de irrigação localizada, os emissores são um dos componentes mais importantes, pois eles devem ser capazes de fornecer vazões pequenas e uniformes, por isto, ao se projetar um sistema de irrigação é necessário que se tenha a mão todas as principais características dos emissores, como: regime de fluxo; relação vazão-pressão; vazão nominal; pressão de serviço; coeficiente de variação e vida útil, os quais deverão ser fornecidas pelo fabricante, com isto, a avaliação das características hidráulicas dos emissores após a sua utilização pode fornecer informações úteis tanto para seleção do emissor como para manejo do sistema de irrigação.

A irrigação localizada não deve ser considerada somente como uma nova técnica para suprir água as culturas, mas como parte integrante de um conjunto de técnicas agrícolas nos cultivos de determinadas plantas, sob condições controladas de umidade de solo, adubação, salinidade, doença e variedades selecionadas, de modo que se obtenha efeitos significativos na produção tanto por área cultivada como por água consumida (BERNARDO, 1986).

A realização de testes de desempenho de equipamentos novos ou usados devem ser tarefa permanente e inadiável dos profissionais envolvidos com irrigação. A principal finalidade de ensaios de equipamentos utilizados em sistemas de irrigação consistem na determinação de suas características hidráulicas e análises de seu desempenho (COLOMBO e SCALLOP, 1981).

## 2.0 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho hidráulico dos microaspersores NAAN 7110 e EINDOR (LIGHT BLUE), a fim de melhorar sua eficiência de aplicação e uniformidade nos sistemas de irrigação localizada.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DOS MICROASPERSONS

- Determinar as vazões medias dos microaspersores
- Determinar o coeficiente de variação de fabricação
- Determinar a equação característica dos emissores
- Determinar o perfil de distribuição



### 3.0 MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios foram feitos no laboratório de Engenharia de Irrigação, área experimental (ambiente fechado), do Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba (LEID / DEAg / CCT / UFPB), em Campina Grande.

#### 3.1 MATERIAIS

##### 3.1.0 Equipamentos

O conjunto principal que possibilitou a realização deste experimento é composto de um conjunto motor-bomba, composto de um motor trifásico marca WGE, de 380 volts com uma potência efetiva de 5 c.v. com rotação média de 3500 rpm, com acoplamento monobloco a uma centrífuga marca scheider, modelo 0243 fig.1 .O acionamento do motor era feito por uma chave elétrica automática de 5 c.v. . A água que alimentava o sistema era captada de um reservatório localizado na parte externa do laboratório, com capacidade de 12.500 litros. Toda água utilizada pelo sistema, retorna ao reservatório após a passagem pela seção de teste.



FIGURA 1. Conjunto Motor-bomba

##### 3.1.1 Tubos e Conexões

A tubulação que conduzia a água do reservatório até o sistema é de PVC rígido com diâmetro interno de 48 mm. Primeiro a água chega até o painel de controle, em seguida passa por um filtro de disco (fig.2), de 200 mesh, capaz de filtrar partículas inferiores a 0,08 mm,



logo após o filtro, a tubulação foi reduzida para um diâmetro de 16 mm, linha de teste, precedida de um registro de gaveta.



FIGURA 2. Filtro de disco

### 3.1.2 Emissores

Os emissores estudados foram os microaspersores NAAN 7110 e o EINDOR (LIGHT BLUE), para observarmos suas características hidráulicas e o seu funcionamento, no sentido de solucionar possíveis problemas no dimensionamento de projetos.

De acordo com o fabricante as características hidráulicas dos microaspersores seguem nas tabelas abaixo.

TABELA 1 - Características hidráulicas do microaspersor NAAN 7110 fornecida pelo fabricante.

Pressão (atm.)	Vazão (l/h)	Diâmetro Molhado (m)
1.0	29	5.0
1.5	36	5.6
2.0	41	6.0
2.5	46	6.2
3.0	50	6.4

TABELA 2 - Características hidráulicas do microaspersor EINDOR (LIGHT BLUE), fornecida pelo fabricante.

Pressão (atm.)	Vazão (l/h)	Diâmetro Molhado (m)
1,5	30,0	5,4
2,0	35,0	5,7

### 3.1.3 Medidores.

#### *Vazões*

As vazões coletadas dos microaspersores foram medidas através de leitura direta, para isto, foi colocado um microaspersor em uma cuba, a qual interceptava o jato de água, que era captada em um recipiente de 550 ml, em um intervalo de trinta segundos, foram feitas três repetições para posterior pesagem, e em seguida encontrar o volume de água. As medições foram feitas mediante a instalação de pluviômetros instalados em duas linhas ortogonais, com um emissor instalado na interseção das linhas, para intervalos de tempo de 1, 2 e 4 horas.

As tomadas de tempo eram feitas em um cronômetro com precisão de 0,1 segundos e as pesagens em uma balança eletrônica, com precisão de 0,1 gramas (fig3)

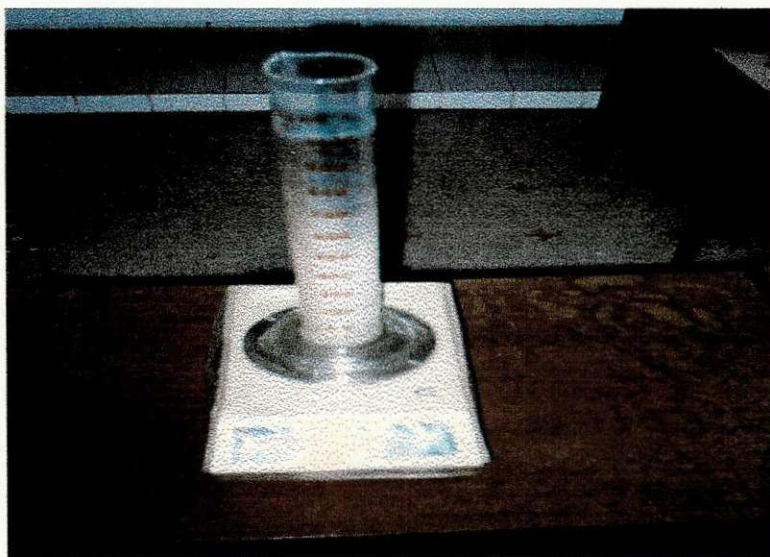


FIGURA 3. Balança eletrônica

#### *Pressões*

Todas as leituras das pressões foram feitas através de um manômetro de mercúrio, com uma escala de 0,5 a 3,5 atm. O manômetro estava instalado na parede em um tubo plástico transparente com diâmetro de 5 mm, fixado a uma distância de 30 cm da conexão do microaspersor.

### 3.2 MÉTODOS

#### *Microaspersor NAAN 7110*

#### Coefficiente de variação de fabricação

Para podermos avaliar as variações que ocorrem na vazão entre os microaspersores devido ao processo de fabricação em série, que por mais precisas que sejam as máquinas, os emissores confeccionados apresentam diferenças milimétricas, cujas conseqüências se refletem nos valores do coeficiente de descarga (kd) e no expoente de descarga(x). Selecionou-se ao acaso vinte microaspersores novos para os testes.

Para obtermos a vazão, cada microaspersor foi submetido a uma pressão de 2 atm., sobre o mesmo foi colocado uma cuba de plástico para com isto interceptar o jato de água, o qual era coletado em um recipiente com capacidade para 550 ml, foram feitas três leituras para cada microaspersor para posterior pesagem e em seguida obtido uma média. Este valor médio em (g) era posteriormente transformado em vazão (l/h). Cada coleta tinha duração de trinta segundos.

Após obtermos os resultados de todas as vazões, calculamos o desvio padrão e a média. O passo seguinte foi calcular o coeficiente de variação de fabricação, dividindo o desvio padrão pela média das vazões. A partir destes resultados selecionou-se 3 microaspersores que obtiveram suas vazões mais próximas da média.

Segundo a ABNT (Projeto 12:02.08-022/1986) os critérios de classificação dos emissores, em função do coeficiente de variação de fabricação (CVF), são os seguintes:

TABELA 3 – Coeficiente de fabricação segundo normas da ABNT (1986)

Tipo de emissão	CVF	Interpretação
Linear e Microaspersão	< 0,10	Bom
	0,10 – 0,20	Médio
	0,20 – 0,30	Marginal
	> 0,30	Inaceitável

O coeficiente de variação de fabricação e o desvio padrão foram calculados a partir das equações 1 e 2 respectivamente.

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

EQUAÇÃO 1

$$CVF = \frac{\delta}{Q_m}$$

EQUAÇÃO 2



### Equação Característica dos Emissores

O comportamento hidráulico de um emissor depende do comprimento, conformação e seção dos seus condutos. A vazão esta relacionada com a pressão da água na entrada do emissor (AZEVEDO 1986), com o objetivo de encontrar uma relação sobre o que foi citado acima, foram selecionados três emissores para este teste.

O ensaio teve início com a instalação do primeiro microaspersor dentro da cuba de plástico, submetendo-o a várias pressões, foram feitas três repetições para cada microaspersor para obter-se uma vazão média. As pressões usadas para determinação da relação vazão pressão foram: 1.0; 1.5; 2.0; 2.5 atm., para um intervalo de tempo de trinta segundos.

Partindo dos resultados coletados, usando os valores medidos de acordo com cada pressão, foi determinada a curva característica vazão-pressão.

Segundo KELLER e KARMELI (1975), VON BERNUTH e SALOMON (1986) ABREU et.al. (1987) a relação vazão pressão de um emissor influencia diretamente no projeto do sistema, de modo que o fluxo de um emissor é caracterizado por uma função potencial, onde a vazão relaciona diretamente com a carga hidráulica na entrada do emissor e é representado pela (eq. 3).

$$Q = Kd * h^x \quad \text{EQUAÇÃO 3}$$

Para KELLER e KARMELI (1975), o expoente  $x$  caracteriza o regime de fluxo e a relação vazão-pressão do emissor, de modo que:  $0 < x < 0,5$  (O regime de escoamento varia de turbulento a totalmente turbulento, e a vazão sofre menos influencia da variação da pressão.

$0,5 < x < 1,0$  (O regime de escoamento varia de instável a laminar, verificando-se maior influência das variações de pressão sobre a vazão.

### Perfil de Distribuição

O objetivo principal deste ensaio é determinar o efetivo e a distribuição pluviométrica do emissor. Todos os testes foram feitos em um ambiente fechado, o que implica não ter havido influência do vento.

Para avaliação deste parâmetro foram instalados duas linhas de pluviômetros, dispostos ortogonalmente, sendo o emissor instalado na interseção dos mesmos. A distribuição dos pluviômetros pode ser vista na fig. 4.

Os pluviômetros eram recipientes de metal, cilíndricos com 8,4 cm de diâmetro e 10,5 cm de altura. O espaçamento entre os coletores era de 30 cm, de acordo com ABNT (1986).

É escolhido um emissor dentre os três mais próximos da média. Em seguida deixa-o ligado por um tempo de uma hora, de acordo com as recomendações da ABNT 1986, para as pressões de 1.0; 1.5; 2.0; 2.5 atm., a água captada em todos os pluviômetros era pesada em

*uma balança eletrônica*

$$P = \frac{V_c * 10 * T}{A}$$

EQUAÇÃO 4

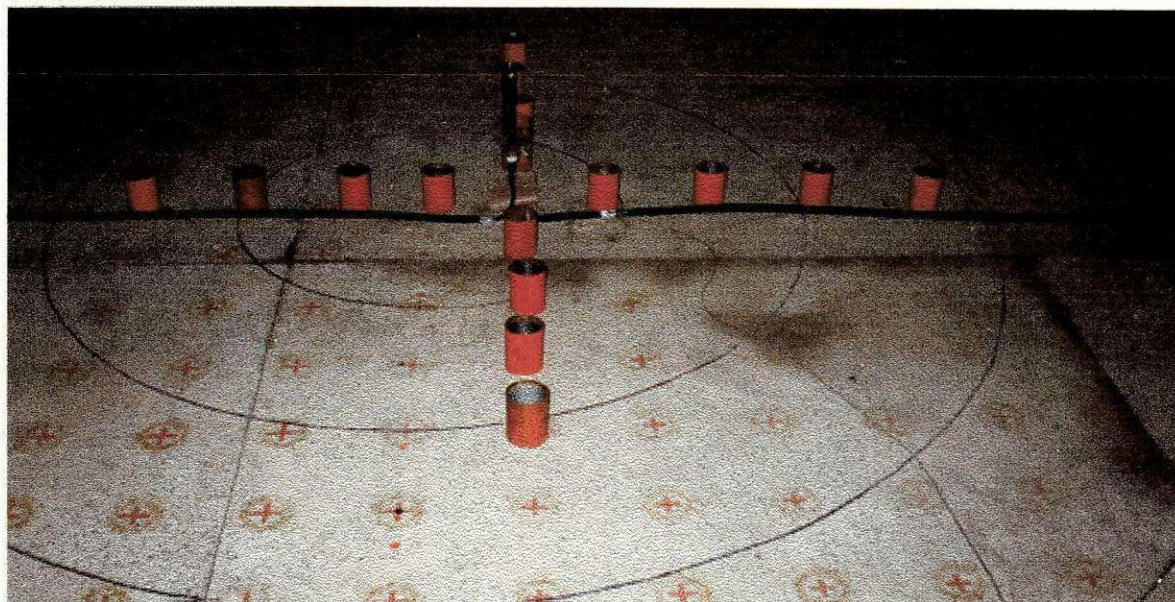


FIGURA 4. Distribuição dos pluviômetros

#### *Microaspersor EINDOR (LIGHT BLUE)*

Todos os procedimentos usados para determinar os parâmetros Coeficiente de Variação de Fabricação, Equação Característica e o Perfil de Distribuição do Microaspersor NAAN 7110, foram também utilizados para encontrar os mesmos parâmetros do microaspersor EINDOR (LIGHT BLUE), inclusive pressão e intervalo de tempo.

## 4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Microaspersores NAAN 7110 e EINDOR (LIGHT BLUE)

#### 4.1 Determinação das vazões dos microaspersores para pressão de 2.0 atm.

Todos os resultados dos cálculos da massa de água e do volume dos vinte

microaspersores selecionados para o teste com a pressão de 2.0 atm. estão descritos nas tabelas abaixo.

O ensaio com cada emissor teve duração de trinta segundos, fez-se três repetições obtendo-se uma vazão média para uma pressão de 2.0 atm., a vazão média para os vinte microaspersores foi de 40,03 (l/h) para o NAAN e 34,57 (l/h) para o EINDOR (LIGHT BLUE).

TABELA 4. DADOS DO EMISSOR NAAN ( 7110 ) E DO EMISSOR EINDOR ( LIGHT BLUE )

Nº	NAAN 7110			EIN-DOR		
	M ( g )	V( cm )	Q ( l/h )	M ( G )	V(CM )	Q(L/H )
1	334	334	40,1	284,0	284,0	34,1
2	338,3	338,3	40,6	282,2	282,2	33,8
3	331,7	331,7	39,8	294,7	294,7	35,4
4	329,8	329,8	39,6	285,2	285,2	34,2
5	332,0	332	39,8	283,2	283,2	34,0
6	334,3	334,3	40,1	292,9	292,9	35,1
7	334,9	334,9	40,2	285,2	285,2	34,2
8	334,8	334,8	40,2	295,1	295,1	35,4
9	334,5	334,5	40,1	289,7	289,7	34,8
10	331,7	331,7	39,8	295,9	295,9	35,5
11	336,1	336,1	40,3	281,7	281,7	33,8
12	333,1	333,1	39,9	286,5	286,5	34,4
13	333,3	333,3	40,0	287,5	287,5	34,5
14	335,2	335,2	40,2	287,0	287,0	34,4
15	333,5	333,5	40,0	286,5	286,5	34,4
16	335,1	335,1	40,2	288,2	288,2	34,6
17	332,8	332,8	39,9	288,0	288,0	34,6
18	334,1	334,1	40,1	284,7	284,7	34,2
19	332,1	332,1	39,8	295,7	295,7	35,5
20	330,7	330,7	39,7	287,7	287,7	34,5
MEDIA	333,6	333,6	40,0	288,1	288,1	34,6

#### 4.2 Determinação do Coeficiente de Variação de Fabricação

A tabela 4 mostra os valores da vazão média, bem como o coeficiente de variação de fabricação para uma pressão de 2.0 atm., nela observa-se, também, que o CVC para os dois micros estudados foi inferior a 5%, classificando-os como excelentes, de acordo com ABNT (1986). MEDEIROS (1996) encontrou CVF de 0,0049 para microaspersor NAAN 7110 enquanto ARAUJO (1994) encontrou CVF de 0,01 vazão fornecida pelo fabricante do NAAN, foi 2,43% maior do que a vazão média encontrada. Enquanto que para o EINDOR foi de 1,14 %

TABELA 5 – vazão determinada em laboratório e vazão fornecida pelo fabricante

Pressão 2,0 atm	NAAN	EINDOR
Vazão determinada E	40,0	34,6
Vazão fornecida (l/h)	41,0	35,0
CVF (%)	0,01	0,03

#### 4.3 Equação Característica do Emissor

Após feitos os testes para encontrar a vazão média e o coeficiente de variação de fabricação, selecionou-se três microaspersores com vazões mais próximas da vazão média para determinação da equação característica, os emissores selecionados foram os de número 1; 15 ; e 18, NAAN e 16; 17 ; e 20, EINDOR (LIGHT BLUE)

A tabela 5 mostra os resultados de massa e volume transformados em vazões (l/h) dos três emissores utilizados para determinação da equação característica e em seguida traçou-se as curvas características que podem ser vistas na figura 5. Com os dados da tabela 5 encontrou-se as equações características dos microaspersores NAAN 7110 e EINDOR (LIGHT BLUE) com seus respectivos coeficientes de determinação  $R^2$ .

TABELA 6 – Vazões encontradas para diferentes pressões

NAAN 7110					
EMISSOR N°	1	15	18	MÉDIA	Q (L/H)
1,0 ATM.	239,80	233,90	228,60	231,10	27,73
1,5 ATM.	287,20	285,00	282,60	285,10	34,21
2,0 ATM.	332,80	329,70	325,50	329,40	39,52
2,5 ATM.	237,10	369,00	366,80	369,60	44,36
EINDOR (LIGHT BLUE)					
EMISSOR N°	16	17	20	MÉDIA	Q (L/H)
1,0 ATM	199,20	198,60	198,00	198,60	23,830
1,5 ATM	246,40	247,10	244,70	246,10	29,530
2,0 ATM	287,60	287,30	288,10	287,70	34,520
2,5 ATM	322,50	324,70	323,70	323,60	38,840



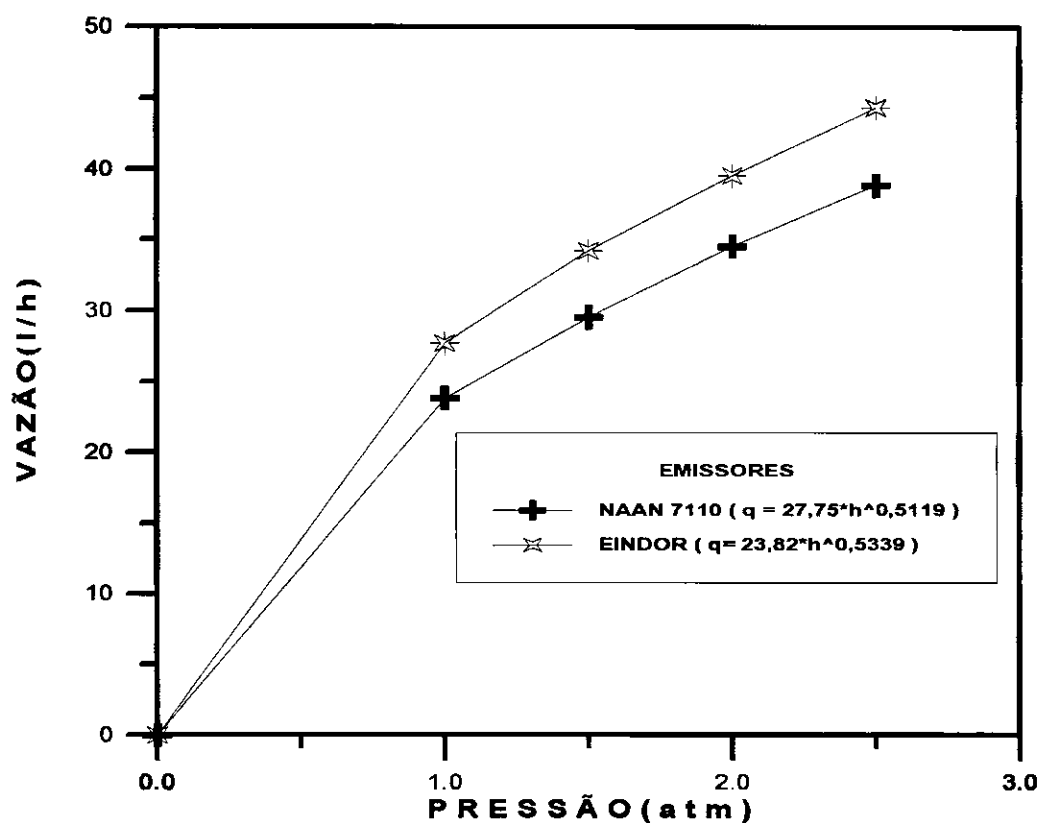


FIGURA 5 – Curvas características dos emissores

#### 4.4 Perfil de Distribuição

Para realizarmos os testes de distribuição de água selecionou-se três emissores de cada tipo de microaspersor com vazões médias mais próximas das médias das vazões, os valores coletados em cada pluviômetro nos seus respectivos semi-eixos são apresentados nos anexos 1 e 2. Os testes foram realizados em uma hora para as pressões de (1.0; 1.5; 2.0; 2.5 atm.), e em duas e quatro horas para as pressões de (1.5; 2.0e 2.5 atm.).

A representação gráfica dos semi-perfis de precipitação dos emissores estudados são mostrados nas figuras de 6 a 11.

No emissor NAAN, figura 6, observa-se que a precipitação coletada aumentou com o aumento da pressão até uma distancia de 135 cm, a partir deste ponto as precipitações tendem a ficar constantes

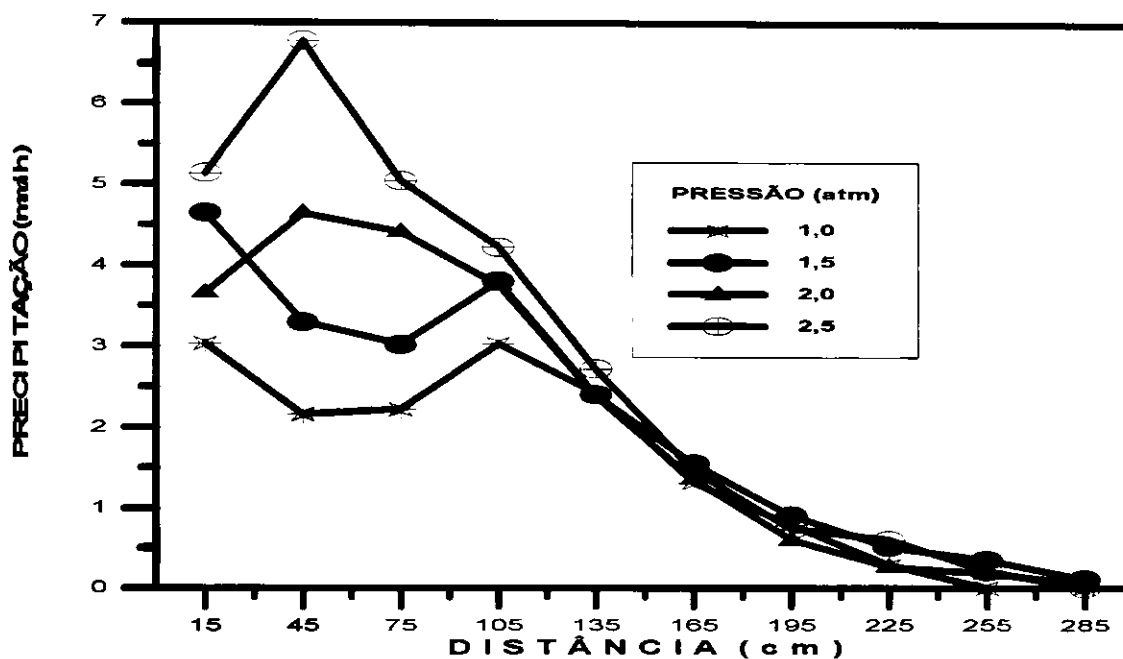


FIGURA 6 – Semi-perfil médio do microaspersor NAAN 7110, com tempo de 1(uma) hora para diferentes pressões

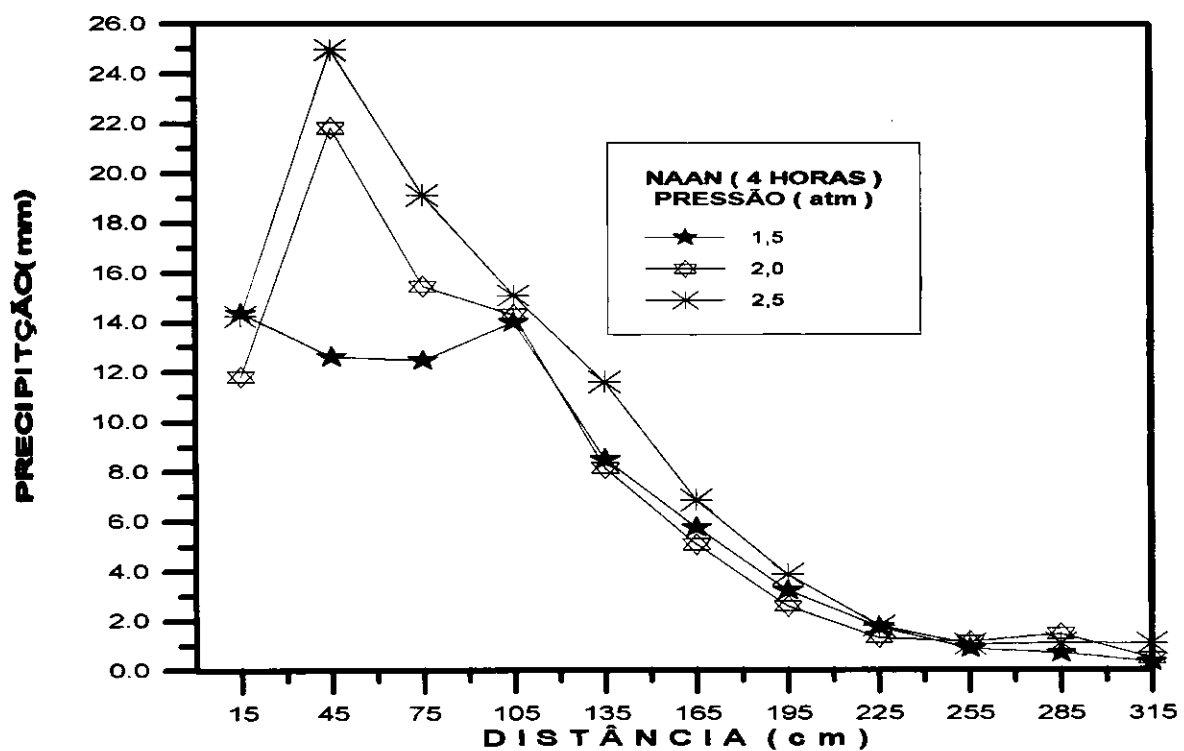


FIGURA 7 – Semi-perfil médio do microaspersor NAAN 7110, com tempo de 4 hora para diferentes pressões

No emissor NAAN, fig 7, para um tempo de quatro horas observou-se que a precipitação coletada aumentou com a pressão, até a distância de 105 cm, e a partir deste ponto as precipitações começaram a cair significativamente, chegando bem próximo de zero a 315 cm distante do emissor.

No emissor EINDOR, fig 8, observou-se que a precipitação coletada aumentou com o aumento da pressão, entretanto, com as pressões de 2,0 e 2,5 atm a precipitação começa a decair a partir de 45 cm, já com as pressões de 1,0 e 1,5 atm as precipitações começam a decair a partir de 15 cm, chegando a uma precipitação zero a uma distância de 315 cm do emissor.

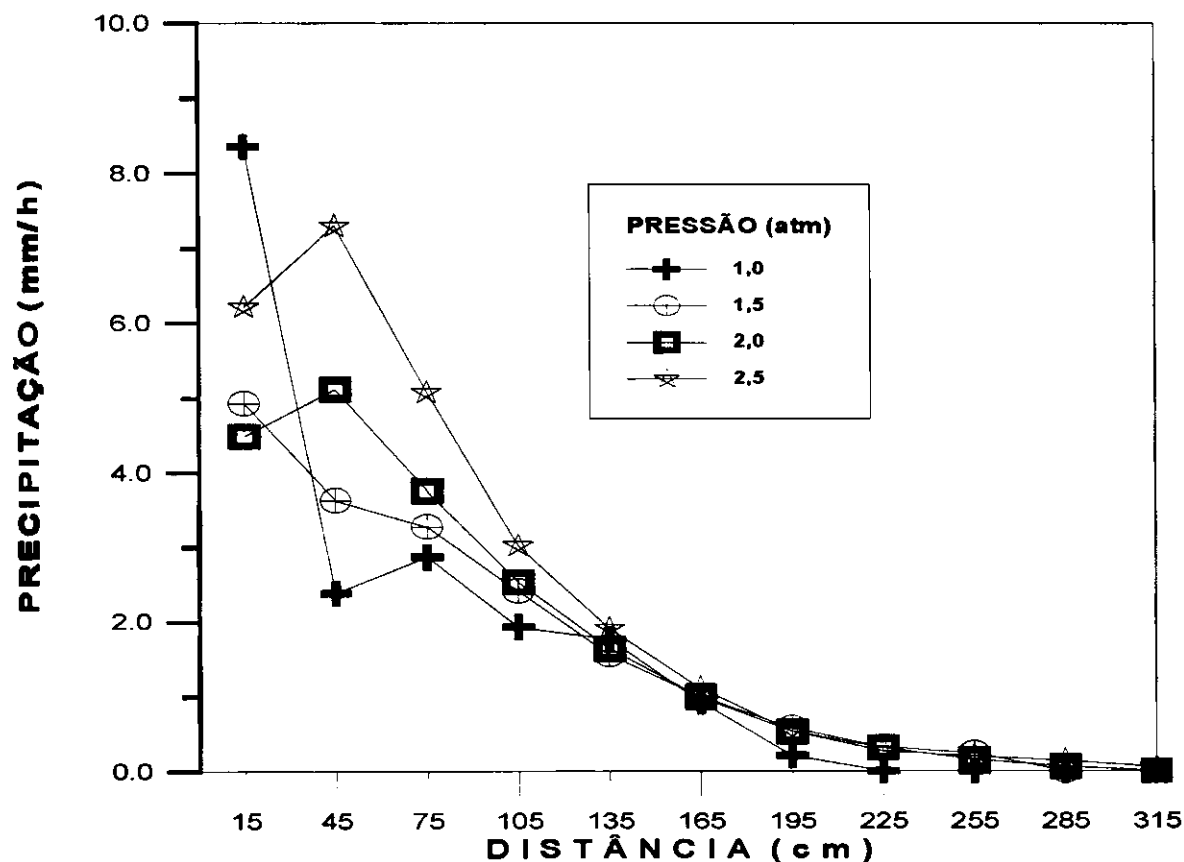


FIGURA 8 – Semi-perfil médio do microaspersor EINDOR (Light blue) ,com o tempo de 1 (uma) hora para diferentes pressões

No emissor EINDOR, fig 9, para um tempo de quatro horas, observou-se que a precipitação coletada aumentou com o aumento da pressão, mas inicia uma queda significativa a partir de 15 cm de distância do emissor tendendo a zero a 315 cm.

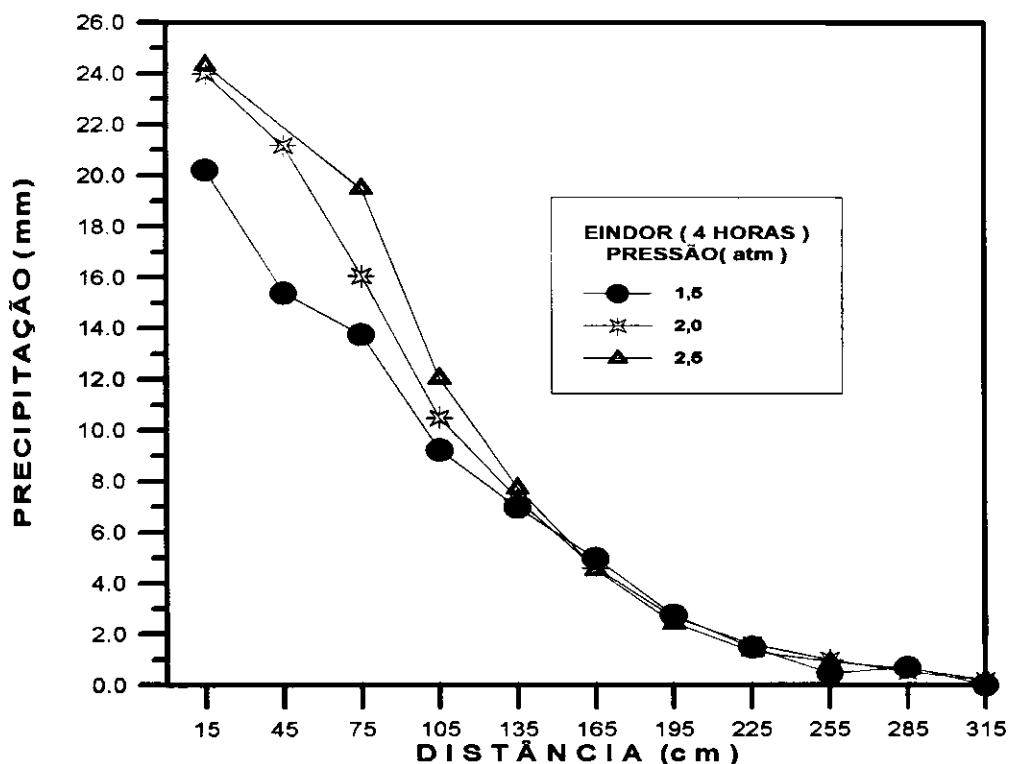


FIGURA 9 – Semi-perfil médio do microaspersor EINDOR (Light blue) ,com o tempo de 4 horas para diferentes pressões

No emissor EINDOR, fig 10, observou-se que com 1 e 2 horas a precipitação coletada teve um ligeiro aumento até um distância de 45 cm, a partir deste ponto ela inicia uma queda que tende a zero a 315 cm de distância do emissor, por outro lado, para um tempo de quatro horas a precipitação coletada foi altíssima a 15 cm do emissor, e em seguida inicia um queda bastante acentuada tendendo a zero a 315 cm do emissor.

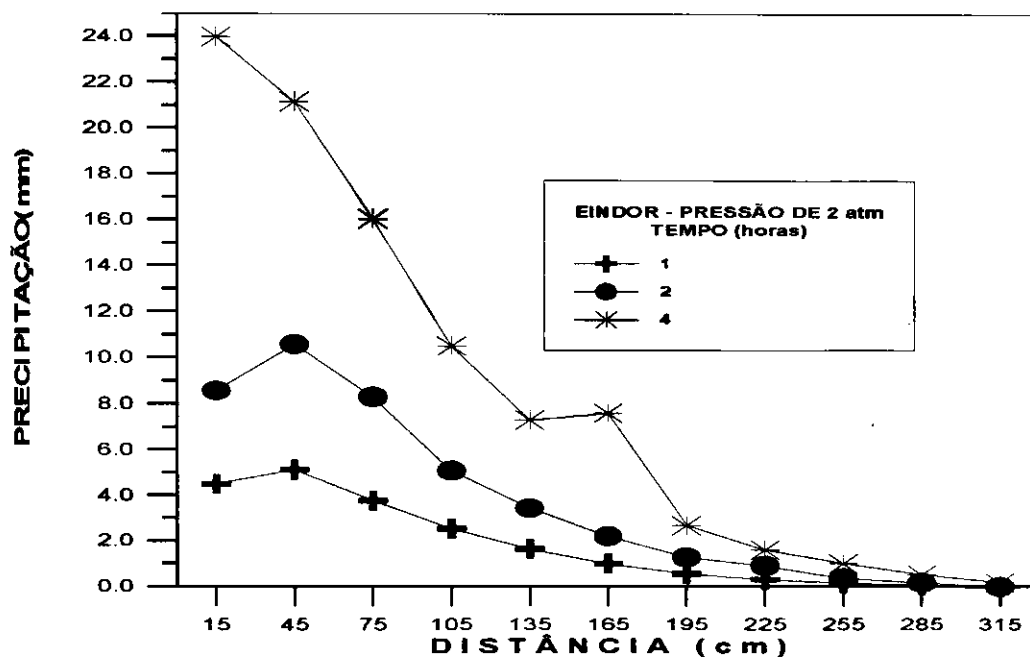


FIGURA 10 – Semi-perfil médio do microaspersor EINDOR (Light blue) ,com a pressão de 2 atm para diferentes tempos de aplicação.

No emissor NAAN, fig 11, observou-se que a precipitação coletada teve um ligeiro aumento até uma distância de 45 cm do emissor, a partir deste ponto a precipitação começa a cair chegando próximo de zero a 315 cm de distância do emissor.

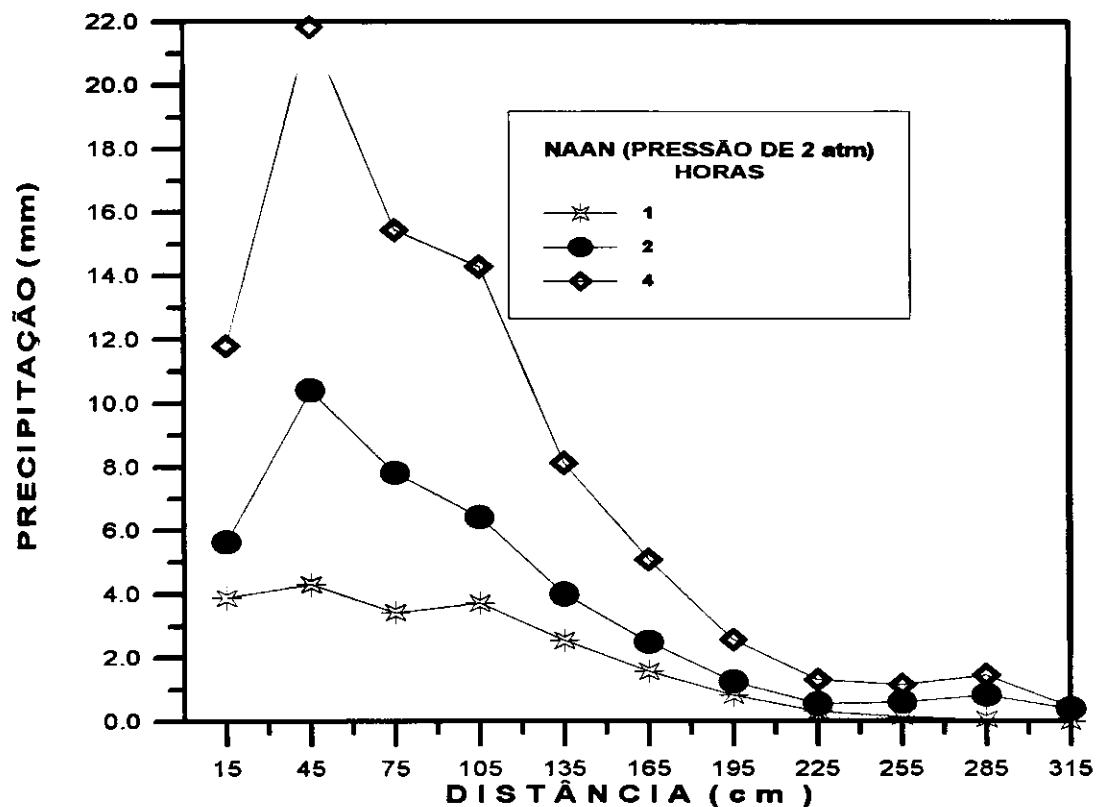


FIGURA 11 – Semi-perfil médio do microaspersor NAAN 7110 , com a pressão de 2 atm para diferentes tempos de aplicação.

A precipitação foi coletada em pluviômetros de metal, como foi feito anteriormente para determinação dos demais parâmetros hidráulicos. Os testes com os microaspersores NAAN 7110 e EINDOR (LIGHT BLUE) foram feitos em ambiente fechado com temperatura em torno de 23<sup>o</sup> C, com os resultados mostrados nas figuras de 6 a 11.

Entretanto, pode-se observar que o NAAN 7110 tem uma distribuição de água mais uniforme, enquanto que o EINDOR (LIGHT BLUE) tem uma distribuição de água mais próxima do emissor, este resultado foi observado para as diferentes pressões estudadas. Observou-se, também, que com um tempo fixo de uma hora o microaspersor NAAN 7110, com a pressão de 1,0 e 1,5 atm. tem uma maior distribuição no semi-eixo L, ou seja (1,30 e 1,79 mm/h) e (0,99 e 1,42 mm/h) respectivamente. Já com as pressões 2,0 e 2,5 atm. para o tempo de uma hora, observou-se que o semi-eixo S continua apresentando maior precipitação e o semi-eixo N passa agora a apresentar menor precipitação, ou seja, (2,39 e 2,99 mm/h) e (1,65 e 1,79 mm/h) respectivamente. Para o tempo de duas e quatro horas com as pressões de 2,5 atm., observou-se a mesma distribuição de precipitação com os semi-eixos S apresentando maior distribuição (5,53 e 11,63 mm/h) e os semi-eixos N com menor distribuição (3,29 e 7,00 mm/h) respectivamente.

Por outro lado o microaspersor EINDOR (LIGHT BLUE) mostra uma distribuição de precipitação média para o tempo de uma hora e pressões de 1,0 e 1,5 atm., com maior distribuição nos semi-eixos W e S (2,22 e 2,15 mm/h) e menor distribuição no semi-eixo N (1,29 e 1,14 mm/h) respectivamente, ainda com o tempo de uma hora e com pressões 2,0 e 2,5 atm., a maior distribuição foi no semi-eixo S (2,61 e 3,21 mm/h) e menor distribuição no semi-eixo N (1,31 e 1,58 mm/h) respectivamente. Para o tempo de duas e quatro horas com uma pressão de 2,5 atm. o semi-eixo S continua apresentando maior distribuição de precipitação, (6,49 e 12,43 mm/h) e menor distribuição de precipitação no semi-eixo N (3,2 e 6,33 mm/h) respectivamente.

## 5.0 CONCLUSÕES

Utilizando os resultados obtidos através dos métodos usados na avaliação da performance dos microaspersores NAAN 7110 e EINDOR ( LIGHT BLUE ), e nas condições em que os ensaios foram realizados, chegou-se as seguintes conclusões.

- A vazão fornecida pelo fabricante do NAAN, foi 2,43% maior do que a vazão média encontrada. Enquanto que para o EINDOR foi de 1,14 %.
- O modelo dos microaspersores avaliados, apresentam um excelente Coeficiente de Variação de Fabricação ( CVF ), o NAAN 7110 foi igual a 0,01 e o EINDOR foi igual a 0,03
- O modelo matemático que caracteriza a relação vazão-pressão dos microaspersores NAAN e EINDOR foi do tipo exponencial, com coeficiente de determinação igual a 0,99.
- No que diz respeito ao Raio Efetivo, o aumento da variação de tempo e de pressão, não implicaram no aumento do Raio Efetivo, e em apenas um caso, o microaspersor NAAN com o tempo de uma hora e pressão de 1 atm, o Raio Efetivo foi igual ao Raio Molhado.
- O microaspersor NAAN tem uma distribuição de água mais uniforme, por outro lado o microaspersor EINDOR tem uma distribuição de água mais próxima do emissor para diferentes pressões.

## 6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - PROJETO 12:02.08.21. Emissores para Sistema de Irrigação Localizada – Avaliação de Características Operacionais. São Paulo, SP. Abril, 1986. 6p.
- ABREU, J. M. H.; LOPES, J. R.; REGALADO, A. P.; HERNANDEZ, J. F. G. El riego localizado. Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias. Madrid 1987, 317p.
- ARAUJO, M.S. Performance hidráulica de emissores tipo microaspersor e difusor. Campina Grande - UFPB, 1994. 108p. (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal da Paraíba, 1994.
- AZEVEDO, H. M.; Irrigação Localizada, Revista Inf. Agropecuário. Belo Horizonte, n° 139, p. 40-53, 1986.
- BERNARDO, S. Manual de Irrigação. Viçosa, U. F. V. Imprensa Universitária, 1986. 488p.
- COLOMBO, A.; SCALOPPI, E. J. Ensaios de equipamentos para irrigação. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Brasília, 1981.
- FRIZZONE, J. A. Irrigação por aspersão: uniformidade e eficiência. Piracicaba - ESLAQ: Departamento de Engenharia Rural, 1992, 53p. ( Série didática ).
- KELLER, J.; KARMELI, D.; Trickle Irrigation Desing. Rain Bird Sprinkles Manufacturing Corp. Glendora, Califórnia, 1975. 133p.
- MEDEIROS, M.G.A. Performance do microaspersor NAAN 7110 em condições de campo e laboratório. Campina Grande - UFPB, 1996.75p. (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal da Paraíba, 1996.
- OLITTA, A. F. L.; Os Métodos de Irrigação. Editora Nobel. 1986.
- VON BERMUTH, R. D. ; SOLOMON, K. H.; Emitter Construction. IN. Trickle Irrigation for Crop Production.



## ANEXO 1

DADOS DE PRECIPITAÇÃO ( mm/h ) COLETADOS NO MICROASPELADOR NAAN  
7110

## PRESSÃO DE 1,0 ATM E TEMPO DE 1 HORA

Dist. do emissor	1,0 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	4,37	2,07	4,14	1,17	2,94
45	0,95	1,93	1,09	1,58	1,39
75	1,22	1,89	1,01	2,48	1,65
105	2,25	3,47	1,48	3,73	2,73
135	2,14	2,74	1,94	3,71	2,63
165	1,98	1,60	0,11	1,57	1,31
195	0,85	0,58	0,86	0,04	0,58
225	0,07	0,07	0,27	0,0	0,43
255	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
285	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
315	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MÉDIA	1,26	1,30	0,99	1,30	

## PRESSÃO DE 1,5 ATM E TEMPO DE 1 HORA

Dist. do emissor	1,5 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	4,83	2,02	4,32	2,99	3,39
45	2,25	4,27	2,63	2,34	2,87
75	2,09	3,04	1,96	2,86	2,49
105	2,38	4,27	1,91	3,58	3,03
135	2,02	3,26	2,09	2,94	2,55
165	1,31	1,80	1,33	2,10	1,63
195	0,77	0,85	0,74	0,86	0,80
225	0,39	0,18	0,41	0,04	0,25
255	0,16	0,0	0,20	0,0	0,90
285	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
315	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MÉDIA	1,47	1,79	1,42	1,61	

*PRESSÃO DE 2,0 ATM E TEMPO DE 1 HORA*

Dist. do emissor	2,0 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	4,81	3,91	4,48	3,11	3,89
45	3,26	6,05	4,19	3,76	4,31
75	2,68	4,37	2,81	3,96	3,44
105	2,23	5,26	2,47	4,97	3,73
135	2,25	3,33	2,19	2,48	2,57
165	1,21	2,05	0,99	2,05	1,58
195	0,70	1,06	0,41	1,13	0,83
225	0,47	0,22	0,34	0,27	0,32
255	0,38	0,0	0,22	0,0	0,15
285	0,22	0,0	0,07	0,0	0,07
315	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MÉDIA	1,65	2,39	1,65	1,97	

*PRESSÃO DE 2,5 ATM E TEMPO DE 1 HORA*

Dist. do emissor	2,5 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	3,67	3,47	3,46	3,11	3,43
45	5,31	8,28	6,59	5,63	6,45
75	3,01	7,65	3,91	6,43	5,25
105	2,43	5,24	3,26	5,11	4,01
135	2,23	3,81	2,59	3,15	2,94
165	0,88	2,43	1,40	2,57	1,82
195	0,18	1,44	0,79	1,51	0,98
225	0,13	0,58	0,54	0,4	0,41
255	0,27	0,05	0,25	0,0	0,14
285	0,67	0,0	0,04	0,0	0,18
315	0,99	0,0	0,0	0,0	0,25
MÉDIA	1,79	2,99	2,07	2,54	

*PRESSÃO DE 1,5 ATM E TEMPO DE 2 HORAS*

Dist. do emissor	1,5 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	48,0	32,7	45,4	21,3	6,64
45	37,4	30,0	43,5	44,6	7,00
75	35,9	22,6	30,6	36,6	5,65
105	48,0	19,2	37,4	38,0	6,43
135	15,8	16,9	28,0	19,8	3,62
165	10,6	13,9	14,9	8,3	2,14
195	9,0	5,4	7,8	4,7	1,20
225	6,4	2,6	3,1	6,4	0,83
255	0,7	5,7	0,0	8,7	0,68
285	0,0	7,7	0,0	3,1	9,47
315	0,0	2,1	0,0	0,0	0,09
MÉDIA	19,3	14,4	19,2	17,4	

*PRESSÃO DE 2,0 ATM E TEMPO DE 2 HORAS*

Dist. do emissor	2,0 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	33,5	23,3	48,4	20,1	5,63
45	59,4	43,8	66,7	61,5	10,42
75	47,5	31,5	47,9	47,2	7,83
105	46,7	19,8	35,7	40,8	6,43
135	18,8	15,5	33,5	21,2	4,01
165	15,8	13,0	20,8	5,9	2,50
195	9,4	6,9	8,8	2,8	1,26
225	3,4	3,4	2,0	3,4	0,56
255	0,6	6,9	0,0	6,2	0,61
285	0,0	9,7	0,0	8,7	0,83
315	0,0	5,3	0,0	3,4	0,40
MÉDIA	21,4	16,3	24,0	20,1	

*PRESSÃO DE 2,5 ATM E TEMPO DE 2 HORAS*

Dist. do emissor	2,5 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	6,75	5,76	6,70	5,71	6,22
45	9,83	14,2	12,0	10,7	11,7
75	5,54	14,8	7,63	11,6	9,90
105	4,66	10,2	6,62	10,4	7,96
135	3,80	7,67	5,00	5,31	5,44
165	1,19	4,41	2,55	4,90	3,26
195	0,50	2,59	1,53	2,66	1,82
225	0,36	1,06	1,08	0,59	0,77
255	0,55	0,20	0,63	0,0	0,34
285	1,36	0,0	0,22	0,0	0,39
315	1,64	0,0	0,0	0,0	0,41
MÉDIA	3,29	5,53	3,99	4,72	

*PRESSÃO DE 1,5 ATM E TEMPO DE 4 HORAS*

Dist. do emissor	1,5 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	60,4	89,6	97,1	72,6	14,38
45	71,5	59,4	95,2	54,3	12,62
75	84,6	51,8	67,7	72,9	12,47
105	110,3	40,2	65,3	95,4	14,00
135	34,5	46,8	64,6	43,0	8,50
165	34,3	37,6	41,0	24,9	5,76
195	22,4	18,4	14,7	16,5	3,24
225	10,5	9,5	5,8	13,1	1,77
255	0,7	10,6	0,1	7,6	0,86
285	0,0	13,9	0,0	0,7	0,67
315	0,0	6,7	0,0	0,0	0,3
MÉDIA	39,0	35,0	41,0	36,5	

*PRESSÃO DE 2,0 ATM E TEMPO DE 4 HORAS*

Dist. do emissor	2,0 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	68,6	55,1	90,4	48,2	11,81
45	134,4	97,1	127,1	126,7	21,83
75	85,4	70,4	83,5	104,4	15,46
105	113,4	41,7	66,6	96,4	14,31
135	39,5	35,7	64,9	40,5	8,14
165	30,1	28,7	42,0	12,1	5,08
195	19,0	12,8	18,6	7,2	2,59
225	8,4	4,9	6,6	9,4	1,31
255	2,1	10,2	0,3	13,0	1,15
285	0,0	19,1	0,0	13,3	1,46
315	0,0	15,4	0,0	4,9	0,47
MEDIA	45,5	35,5	45,5	43,3	

*PRESSÃO DE 2,5 ATM E TEMPO DE 4 HORAS*

Dist. do emissor	2,5 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	13,4	17,1	13,2	13,3	14,25
45	20,4	32,3	24,3	22,9	25,0
75	12,2	27,1	15,1	22,0	19,1
105	9,34	18,3	12,1	20,6	15,1
135	8,44	15,7	10,3	12,0	11,6
165	3,15	8,80	5,63	9,77	6,8
195	1,01	5,53	3,20	5,81	3,9
225	0,76	2,43	2,36	0,60	1,8
255	1,56	0,68	1,78	0,12	1,0
285	3,45	0,04	0,83	0,0	1,1
315	3,92	0,0	0,38	0,0	1,1
MEDIA	7,06	11,63	8,11	9,74	

*ANEXO 2*  
**DADOS DE PRECIPITAÇÃO ( mm/h) COLETADOS NO MICROASPERSOR EINDOR  
(LIGHT BLUE )**

*PRESSÃO DE 1,0 ATM E TEMPO DE 1 HORA*

Dist. Do emissor	1,0 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	7,83	6,25	4,39	14,98	8,36
45	1,03	3,91	1,85	2,74	2,38
75	2,11	3,55	3,49	2,34	2,87
105	1,85	2,27	2,19	1,48	1,95
135	1,19	2,74	1,62	1,48	1,75
165	0,18	1,38	0,99	1,15	0,93
195	0,0	0,47	0,11	0,25	0,21
225	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
255	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
285	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
315	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MÉDIA	1,29	1,87	1,33	2,22	

*PRESSÃO DE 1,5 ATM E TEMPO DE 1 HORA*

Dist. do emissor	1,5 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	4,16	5,53	3,80	6,23	4,93
45	2,52	5,36	3,26	3,35	3,62
75	1,93	4,57	4,43	2,20	3,28
105	1,60	2,99	3,56	1,51	2,41
135	1,53	2,21	1,38	1,10	1,56
165	0,76	1,64	0,61	1,01	1,00
195	0,0	0,81	0,49	1,03	0,58
225	0,0	0,36	0,36	0,56	0,32
255	0,0	0,14	0,07	0,11	0,24
285	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
315	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MÉDIA	1,14	2,15	1,63	1,55	

*PRESSÃO DE 2,0 ATM E TEMPO DE 1 HORA*

Dist. do emissor	2,0 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	3,46	5,96	4,59	3,94	4,49
45	3,63	7,92	4,32	4,60	5,12
75	2,32	5,70	3,83	3,17	3,76
105	1,67	3,56	2,88	2,00	2,53
135	1,29	2,36	1,22	1,71	1,64
165	0,74	1,56	0,61	1,08	1,00
195	0,27	0,77	0,41	0,74	0,55
225	0,0	0,40	0,40	0,45	0,31
255	0,0	0,29	0,22	0,1	0,15
285	0,0	0,23	0,0	0,0	0,06
315	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MÉDIA	1,31	2,61	1,68	1,72	

*PRESSÃO DE 2,5 ATM E TEMPO DE 1 HORA*

Dist. do emissor	2,5 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	5,10	7,36	6,03	6,41	6,22
45	4,95	10,42	6,69	7,16	7,30
75	3,10	7,27	4,52	5,42	5,08
105	1,94	4,10	3,15	2,92	3,02
135	1,31	2,34	1,78	2,20	1,91
165	0,81	1,51	0,85	1,26	1,12
195	0,23	0,92	0,43	0,61	0,55
225	0,0	0,49	0,41	0,20	0,27
255	0,0	0,34	0,45	0,0	0,20
285	0,0	0,32	0,22	0,0	0,14
315	0,0	0,20	0,0	0,0	0,05
MÉDIA	1,58	3,21	2,23	2,26	

*PRESSÃO DE 1,5 ATM E TEMPO DE 2 HORAS*

Dist. do emissor	1,5 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	32,6	52,4	34,7	47,3	7,52
45	26,3	63,1	34,5	42,1	7,47
75	32,7	51,7	42,9	32,2	6,68
105	28,5	33,8	23,6	19,0	4,31
135	16,3	25,6	14,7	13,8	3,17
165	7,6	20,6	9,7	12,5	2,66
195	0,6	10,1	7,0	10,6	1,28
225	0,0	5,4	3,4	4,3	0,60
255	0,0	3,3	0,0	0,0	0,14
285	0,0	0,4	0,0	0,0	0,02
315	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MÉDIA	13,2	24,2	15,5	16,5	

*PRESSÃO DE 2,0 ATM E TEMPO DE 2 HORAS*

Dist. do emissor	2,0 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	37,1	61,1	48,1	43,5	8,55
45	37,9	92,3	51,0	54,2	10,56
75	23,9	67,6	41,3	37,2	8,28
105	18,2	41,1	28,0	25,6	5,08
135	14,5	28,5	13,9	19,2	3,42
165	9,5	19,4	7,7	12,2	2,19
195	3,3	9,9	5,3	9,5	1,26
225	0,0	5,2	4,6	5,6	0,9
255	0,0	4,1	2,3	1,6	0,36
285	0,0	3,7	0,0	0,0	0,16
315	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MÉDIA	13,1	30,3	18,4	18,9	



*PRESSÃO DE 2,5 ATM E TEMPO DE 2 HORAS*

Dist. do emissor	2,5 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	10,6	16,6	13,4	13,7	13,6
45	10,0	19,4	14,3	14,4	14,1
75	6,0	14,2	9,2	10,9	10,0
105	4,0	8,2	6,3	5,8	6,10
135	2,7	5,0	3,6	4,3	3,90
165	1,4	3,3	1,5	2,6	2,20
195	0,5	2,0	0,9	1,2	1,20
225	0,0	1,0	0,8	0,5	0,60
255	0,0	0,8	0,7	0,0	0,40
285	0,0	0,6	0,4	0,0	0,27
315	0,0	0,3	0,1	0,0	0,10
MÉDIA	3,2	6,49	4,65	4,85	

*PRESSÃO DE 1,5 ATM E TEMPO DE 4 HORAS*

Dist. do emissor	1,5 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	94,3	130,2	89,9	134,9	20,21
45	52,4	131,4	75,0	83,2	15,39
75	43,6	102,6	95,2	64,0	13,75
105	37,4	69,4	53,7	44,4	9,22
135	34,4	54,1	34,4	32,3	6,98
165	20,4	39,2	22,8	27,8	4,97
195	4,7	18,0	16,2	21,9	2,74
225	0,0	11,9	10,5	10,8	1,49
255	0,0	7,6	2,2	1,0	0,49
285	0,0	1,5	0,0	0,0	0,07
315	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MÉDIA	26,1	51,4	36,4	38,1	

*PRESSÃO DE 2,0 ATM E TEMPO DE 4 HORAS*

Dist. do emissor	2,0 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	101,9	160,5	139,1	131,5	23,99
45	85,3	174,2	103,2	107,7	21,17
75	53,4	129,9	88,4	74,9	16,06
105	40,5	79,5	62,1	51,1	10,30
135	32,0	56,5	31,4	41,9	7,29
165	20,2	36,8	17,5	27,4	4,59
195	7,1	19,8	11,9	20,2	2,66
225	0,3	11,1	11,2	13,0	1,60
255	0,0	9,5	8,2	4,6	1,00
285	0,0	8,3	2,8	0,3	0,52
315	0,0	3,9	0,0	0,0	
MÉDIA	30,9	62,7	43,3	42,9	

*PRESSÃO DE 2,5 ATM E TEMPO DE 4 HORAS*

Dist. do emissor	2,5 ATM				
	N	S	L	W	MÉDIA
15	20,1	25,9	25,4	25,2	24,3
45	19,8	39,5	27,8	28,1	28,8
75	11,6	28,7	18,1	19,5	19,5
105	8,0	16,5	12,0	11,6	12,0
135	5,6	9,9	6,6	8,8	7,7
165	3,3	6,4	3,1	5,3	4,5
195	1,2	3,9	1,8	2,8	2,4
225	0,1	2,2	1,8	1,2	1,3
255	0,0	1,8	1,7	0,2	1,0
285	0,0	1,4	1,2	0,0	0,6
315	0,0	0,6	0,2	0,0	0,2
MÉDIA	6,33	12,43	9,06	9,32	