



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

FERNANDO ANTÔNIO MELO DA COSTA

**AVALIAÇÃO HIDRÁULICA DE MICROASPELADOR
NAAN HADAR 7110.**

CAMPINA GRANDE - PB

2011

FERNANDO ANTÔNIO MELO DA COSTA

**AVALIAÇÃO HIDRÁULICA DE MICROASPELADOR
NAAN HADAR 7110.**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Orientador: Professor Dr. José Dantas Neto.

CAMPINA GRANDE - PB

2011



C837a Costa, Fernando Antônio Melo da.
Avaliação hidráulica de microaspersor Naan Hadar
7110. / Fernando Antônio Melo da Costa. - Campina
Grande - PB: [s.n], 2011.

20 f.

Orientador: Professor Dr. José Dantas Neto.

Trabalho de Conclusão de Curso - Monografia (Curso
de Bacharelado em Engenharia Agrícola) - Universidade
Federal de Campina Grande; Centro de Tecnologia e
Recursos Naturais.

1. Irrigação - microaspersos. 2. Desempenho
hidráulico - microaspersor. 3. Coeficiente de
uniformidade de Christianse. 4. Coeficiente de
uniformidade de distribuição. 5. Coeficiente de
variação de fabricação. 6. Vazão - microaspersor. I.
Dantas Neto, José. II. Título.

CDU:631.67(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

AVALIAÇÃO HIDRÁULICA DE MICROASPERSOR

FERNANDO ANTÔNIO MELO DA COSTA

Este trabalho de conclusão de curso TCC foi submetido como parte integrante dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro Agrícola, outorgado pela Universidade Federal de Campina Grande.

Julgado em, 28 / 06 / 2011
Nota: 9,0 (NOVE)

Fernando Antônio Melo da Costa

Fernando Antônio Melo da Costa.

BANCA EXAMINADORA:

José Dantas Neto

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

Edvaldo Eloy Dantas Junior

Prof. Me: Edvaldo Eloy Dantas Junior - *Avaliador*

Soahd Arruda Rached Faria

Profa. Soahd Arruda Rached Faria, Dra. - *Avaliadora*

AVALIAÇÃO HIDRÁULICA DE MICROASPELADOR NAAN HADAR 7110⁽¹⁾

Fernando Antonio Melo da Costa⁽²⁾, José Dantas Neto⁽³⁾, Daniela Pereira Santos⁽⁴⁾

RESUMO

A uniformidade de aplicação de água na irrigação é um importante aspecto de eficiência do sistema. O presente trabalho foi realizado com a finalidade de verificar o desempenho hidráulico do microaspersor modelo Hadar 7110 com bocal laranja de 1,2 mm e vazão nominal de 75 L.h⁻¹ para pressão de 200 KPa, fabricado pela Naandan. Os microaspersores foram submetidos a uma variação de pressão de 100, 150, 200, 250 KPa e por meio de uma análise de regressão obteve-se a curva característica, coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), desvio padrão e o coeficiente de variação de fabricação (CVf). Utilizando-se 20 emissores com um tempo de ensaio de 6 minutos, em uma linha com de 10 m onde 5 microaspersores foram avaliados por vez. Pode ser observado o microaspersor apresentou uma vazão de 73,47 lh⁻¹ para a pressão de serviço valor este menor 2,1 % menor que a recomendada pelo fabricante, fluxo turbulento, CUC, CUD, CVf apresentaram valores altos satisfazendo a norma da ABNT.

Termos de indexação: *vazão, pressão, microaspersor.*

ABSTRACT

The uniformity of water application in irrigation is an important aspect of system efficiency. This work was carried out in order to check the hydraulic performance of the emitter Hadar 7110 model with 1.2 mm nozzle orange and nominal flow of 75 Lh⁻¹ for pressure of 200 kPa, manufactured by Naandan. The emitter were subjected to a pressure variation of 100, 150, 200, and 250 kPa through a regression analysis we obtained the characteristic curve, coefficient of uniformity of Christiansen (CUC), coefficient of uniformity of distribution (CUD), standard deviation and coefficient of variation of manufacturing capacity (FVC). Using 20 transmitters with a test time of 6 minutes in a line of 10 m where 5 microsprinklers were evaluated at a time. Can be seen the emitter had a flow rate of 73.47 lh⁻¹

⁽¹⁾ Trabalho de conclusão de curso TCC do primeiro autor.

⁽²⁾ Aluno. Centro Tecnologia em Recursos Naturais/UFCEG, Rua Aprígio Veloso ,882 – Bairro Universitário – CEP 58429-140 – Telefone (83) 21011000 Campina Grande – PB.

⁽³⁾ Professor Dr. Centro Tecnologia em Recursos Naturais/UFCEG, Rua Aprígio Veloso ,882 – Bairro Universitário – CEP 58429-140 – Telefone (83) 21011000 Campina Grande – PB.

⁽⁴⁾ Aluna. Centro de ciências agrária/UFAL, Campos Arapiraca

for the operating pressure 2.1% lower than that recommended by the manufacturer, turbulent flow, CUC, CUD, higher values of FVC satisfazendo a ABNT.

Indexing terms: *flow, pressure, emitter*

INTRODUÇÃO

A água é o recurso natural essencial para o desenvolvimento social e para manutenção das necessidades vitais dos seres vivos. Segundo relatório FAO-ONU (2003), menos de 3 % da água do planeta é doce, dessa porção, mais de dois terços estão inacessíveis para consumo humano. O Brasil detém 12 %, em média, da água doce disponível do mundo sendo destinada para processos industriais, doméstico e para a irrigação. No setor agrícola o consumo da água é crescente, a fim de suprir as novas demandas hídricas nas áreas irrigadas e minimizar as perdas de produção decorrentes da incerteza das chuvas. Estudos tem sido desenvolvidos para minimizar o desperdício da água nos perímetros irrigados e otimizar a produção de frutas e outros produtos agrícolas. É conveniente re-analisar e considerar não só quanto a água é produtiva, mas sim qual a produtividade potencial está sendo perdida pelo manejo inadequado do recurso hídrico. As perdas de produtividade potencial nos projetos de irrigação, decorrentes da manutenção inadequada, são pouco discutidas na literatura e para melhorar o manejo da irrigação é necessário estabelecer procedimentos para a avaliação do desempenho dos sistemas (FRIZZONE, 2007).

A irrigação localizada iniciou-se com o desenvolvimento e a utilização do gotejador, para aplicação da água em pequenas vazões, alta frequência e pequena área molhada, de modo a manter a umidade sempre próxima à capacidade de campo. Com a necessidade de aumentar a área molhada e atender a maiores demandas, surgiu a microaspersão, que é muito utilizada para cultivo de frutíferas em regiões áridas ou semi-áridas, onde há alguma escassez de água, obtendo, dessa forma, uma alta eficiência de aplicação. Em ambientes protegidos, o método é bastante utilizado, não apenas pela alta eficiência, como também pela grande adequabilidade do método a esse tipo de cultivo (SAMPAIO, 2001).

A irrigação localizada tem um consumo menor de energia e necessita de menos mão de obra para manejo do sistema. Além disso, necessita de sistemas de filtragem para seu correto funcionamento e pode apresentar valores de eficiência de uniformidade da ordem de 85 a 95% (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2007).

Um sistema de irrigação localizada é caracterizado pela pequena área de passagem da água nos emissores. Em função dos pequenos diâmetros de orifício, que provoca freqüentes entupimentos dos emissores, tornando-se os principais problemas na utilização desses

sistemas, visto que acarreta desuniformidade de aplicação de água e, reduz a eficiência de aplicação de produtos químicos via água de irrigação (GILBERT & FORD, 1986; KELLER & BLIESNER, 1990; PITTS ET AL., 1990). De acordo com Dantas Neto et al. (1997), pequenas diferenças entre dois emissores aparentemente idênticos podem causar variações significativas na vazão do sistema.

Deve-se dar preferência à microaspersão em vez de gotejo em solos muito permeáveis, sob pena de não se obter o bulbo úmido mínimo necessário para as culturas (PIZARRO, 1990). Sendo os emissores um dos componentes de maior importância, tanto no dimensionamento como no manejo dos sistemas de irrigação localizada, é de fundamental importância que os projetistas conheçam suas características (BERNARDO, 1987).

O objetivo do trabalho foi avaliar parâmetros hidráulicos (curva característica, coeficiente de uniformidade de Christiansen - CUC, coeficiente de uniformidade de distribuição - CUD, desvio padrão e coeficiente de variação de fabricação - CVf) de microaspersores tipo Hadar 7110 bocal 1,2 mm laranja, fabricado pela Naandan.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Engenharia de Irrigação e Drenagem do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (LEID/DEAg/UFCG), em Campina Grande, PB, cujas coordenadas geográficas são: latitude 7° 13' S, longitude 35° 53' W e altitude 547,56 m. A temperatura média do ar é de 22,5°C, com umidade relativa de 83% e velocidade do vento de 3,5 m. s⁻¹, em média. Utilizando-se 20 emissores novos, tipo microaspersor radar, naandan 7110, laranja com bocal de 1,2 mm e com vazão nominal 75 L h⁻¹, foram avaliadas a vazão média, desvio padrão, equação característica, coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e o coeficiente de variação de fabricação (CVF).

Os microaspersores foram submetidos às pressões de 100, 150, 200 e 250 kPa, estes acomodados em campânulas fechadas (figura 1) evitando assim, a perda de água para o meio. A água foi coletada em recipientes com capacidade de 20 L, após cada bateria de teste mediu-se a quantidade de água precipitada pelos microaspersores, utilizando uma proveta. As vazões consideradas foram resultados da média aritmética de três repetições.



Figura 1. Campânula com microaspersor

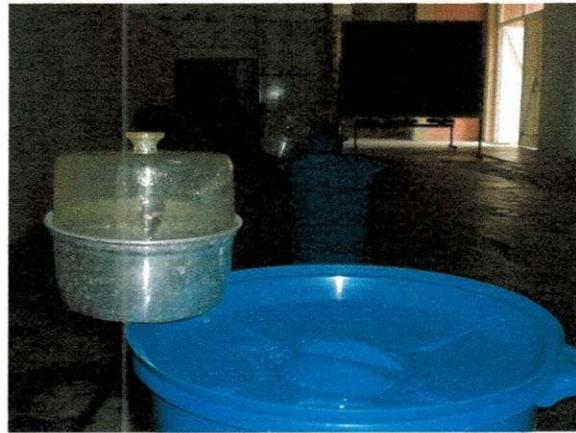


Figura 2. Campânulas acopladas aos baldes onde eram captada a água precipitada.

O sistema hidráulico foi composto por uma bomba Ferrari de 1 cv com capacidade de pressão de 330 kPa, que devido as perdas de carga do sistema proporcionou uma pressão máxima constante de 250 kPa, uma válvula de pé com crivo, um filtro de tela, acoplando-se ao sistema um tubo de polietileno de 10 m e 14 mm de diâmetro e nesta linha foram colocados 5 microaspersores. Cada ensaio foi realizado durante 6 minutos, onde manômetro foi colocado no início da linha garantindo assim uma pressão predeterminada, para fazer o controle da pressão foi colocado um registro tipo globo de onde foi possível variar as pressões de teste.

Com os valores médios de vazão, determinou-se, através da análise de regressão a curva característica vazão x pressão a partir dos resultados obtidos nos testes, e com esses mesmos dados, foi determinada a equação que relacionava vazão e pressão, de acordo com Abreu, et al. (1987) segundo a expressão:

$$q = k \cdot h^x \quad (1)$$

Sendo:

q = vazão do emissor ($l \cdot h^{-1}$);

k = constante de proporcionalidade que caracteriza cada emissor (kpa);

x = expoente de emissor, parâmetro que caracteriza o fluxo de um emissor como função da pressão de operação.

Foi calculado o desvio padrão das vazões, em seguida determinou-se o Coeficiente de variação de fabricação, dividindo-se o desvio padrão pela média da vazão como pode ser observado na equação:

$$CV_f = \frac{S}{\bar{q}} 100 \quad (2)$$

Sendo:

CV_f : coeficiente de variação de fabricação em (%);

δ : desvio padrão da vazão dos emissores (Lh^{-1});

q_{med} : vazão média dos emissores (Lh^{-1});

O coeficiente de uniformidade Christiansen e de distribuição foi determinado pelas seguintes equações respectivamente.

$$CUC = 100 \left(1 - \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n \cdot \bar{x}} \right) \quad (3)$$

e

$$CUD = \frac{q^{25}}{\bar{q}} 100 \quad (4)$$

Sendo:

CUC - coeficiente de uniformidade de Christiansen, %;

X_i - quantidade medida em cada coletor, mm;

X - quantidade média dos emissores, mm;

n - número de emissores;

CUD: é o coeficiente de uniformidade distribuição (%);

$q_{25\%}$: é a média de 25% das menores vazões em $l.h^{-1}$;

q_{med} : é vazão média de todas as vazões.

Para interpretação dos valores dos coeficientes de uniformidade (CUC e CUD), baseou-se na metodologia proposta por Mantovani (2001) e que está apresentada na tabela 2.

Classificação	CUC	CUD
Excelente	> 90	> 80
Bom	80-90	68-84
Razoável	70-80	52-68
Ruim	60-70	36-52
Inaceitável	< 60	< 36

Fonte: MANTOVANI (2001)

Todos os dados das vazões coletados no ensaio em laboratório foram submetidos à análise de regressão, no Microsoft Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, estão os valores referentes ao desvio padrão, o coeficiente de uniformidade de Christiansen, o coeficiente de uniformidade de distribuição e o coeficiente de variação de fabricação dos microaspersor Naandan Hadar 7110 laranja 75 lh^{-1} 1,2 mm (valores do catalogo), submetidos às pressões de 100, 150, 200 e 250 kPa.

Tabela 1. Valores de vazão média, desvio padrão e coeficiente de variação de fabricação, para os 20 emissores, nas pressões estabelecidas.

Pressão (kPa)	Vazão média ($l h^{-1}$)	Desvio padrão	CVf (%)	CUD (%)	CUC (%)
100	53,48	0,089	0,17	98,17	98,98
150	65,92	1,859	0,28	96,20	96,57
200	73,47	0,243	0,33	95,12	99,00
250	80,78	0,178	0,22	97,50	98,97
Médias			0,25	96,75	98,38

A vazão nominal determinada pelo fabricante é de $75 l h^{-1}$ para a pressão de 200 KPa enquanto que a vazão medida no ensaio foi de $73,47 l h^{-1}$ mostrando que esta é menor 2,1% que a do catalogo.

Observou-se que o CVf apresentou uma média de 0,25 % para os microaspersor Naan Hadar $75 L h^{-1}$, Segundo as normas da ABNT, classificado com bom. Segundo Solomon (1979), emissores com bom desempenho hidráulico, quando utilizados em projetos de irrigação bem dimensionados, proporcionam condições para obtenção de elevadas eficiências de aplicação de água.

A curva característica vazão x pressão do ensaio dos emissores distribuídos, está apresentada no gráfico 1. A partir dos dados de vazão coletados em laboratório e suas respectivas pressões determinou-se, a curva característica do emissor Naan 7110 laranja $75 l h^{-1}$ e por regressão, a equação característica do emissor, sendo:

$$q = 6,8974h^{0,4469} \quad (R^2 = 0,9949)$$

Em que:

q – vazão do emissor ($L.h^{-1}$)

h – pressão na entrada do emissor (kPa)

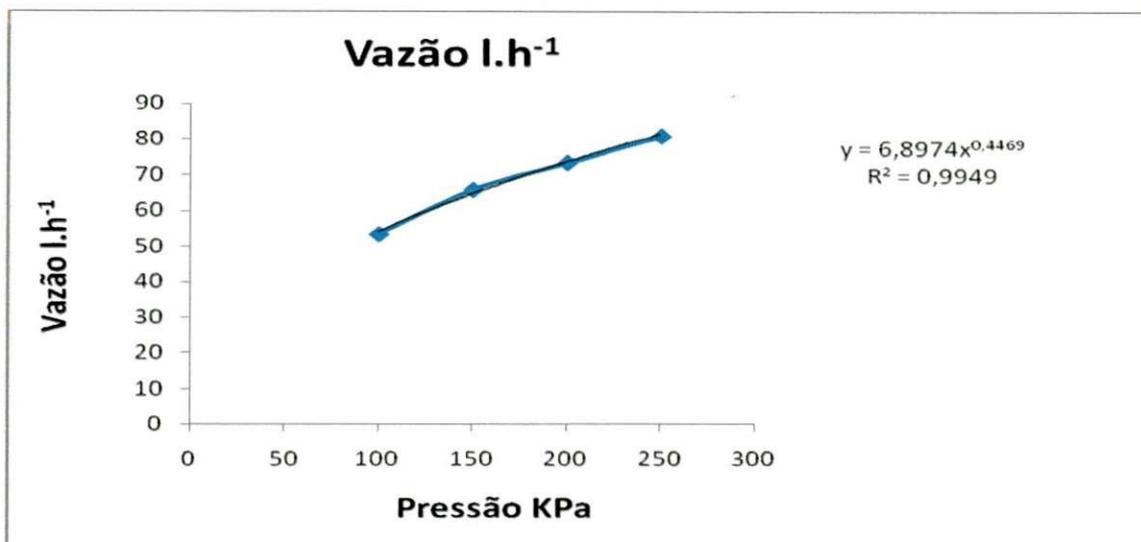


Gráfico 1. Curva de vazão x pressão para o microaspersor Naan 7110 laranja 75 l.h⁻¹.

O coeficiente de determinação foi de 0,9949, demonstrando ótimo ajuste dos dados observados no gráfico 1. O expoente “x” da equação característica foi igual a 0,444, o que caracteriza, segundo Keller & Karmelli (1974) um emissor de fluxo turbulento, significando que as mudanças na vazão, se relacionam com a raiz quadrada da pressão. Dantas Neto (1997) encontrou “x” igual a 0,5235 para microaspersor Naan 7110.

Na tabela 2, estão apresentados os valores do Coeficiente de Uniformidade Christiansen (CUC) e o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD).

Tabela 2. Coeficientes de uniformidade de água (CUC e CUD em %) e as respectivas classificações dos coeficientes, do ensaio com microaspersores Naan 7110 75l.h⁻¹ laranja, de acordo com Mantovani (2001).

Pressão (KPa)	CUC (%)	Classificação	CUD (%)	Classificação
100	98,98	Excelente	98,17	Excelente
150	96,57	Excelente	95,20	Excelente
200	99,00	Excelente	97,12	Excelente
250	98,97	Excelente	97,50	Excelente

Na tabela 2, pode-se verificar que os emissores avaliados têm excelente desempenho devido à alta uniformidade de aplicação de água (CUD > 95%), de acordo com a classificação de Mantovani (2001). Os resultados obtidos são superiores aos valores convencionalmente

recomendados para o funcionamento de sistema de irrigação localizada, que segundo este mesmo autor é de 84%.

Observando a distribuição espacial da posição ocupada pelos emissores do teste, na linha de PEBD com DN 16 mm e 10 metros de comprimento, em 04 baterias de leitura , foram posicionados 05 emissores a cada 2 m, por leitura, o que totalizou o teste de vazão para 20 emissores, nas figuras 3, 4, 5, 6 apresenta através do histograma a sequência agrupada das vazões obtidas para cada pressão aplicada no experimento, os valores obtidos na mesma posição de teste segue a seguinte nomenclatura dos microaspersores (1 a 4) Primeira posição, (5 a 8) 2ª Posição, (9 a 12) 3ª Posição, (13 a 16) 4ª Posição; (17 a 20) 5ª Posição.

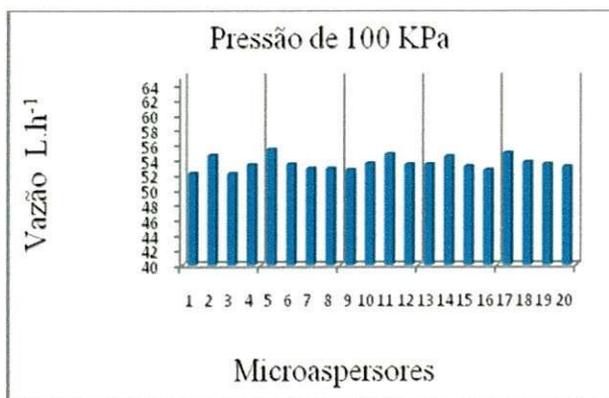


Figura 3. Distribuição de vazão com relação a posição ocupada pelo emissor na linha lateral PEBD DN 16mm, no experimento com pressão 100KPa

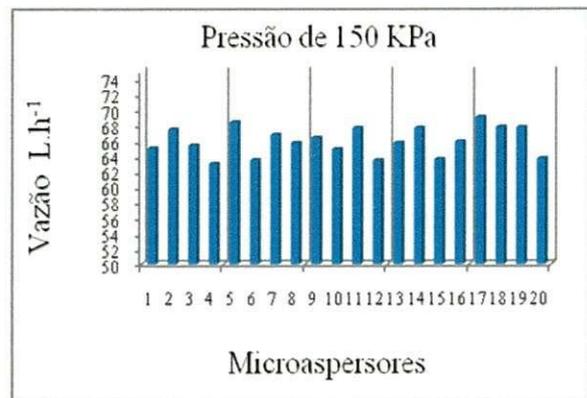


Figura 4. Distribuição de vazão com relação a posição ocupada pelo emissor na linha lateral PEBD DN 16mm, no experimento com pressão 150KPa

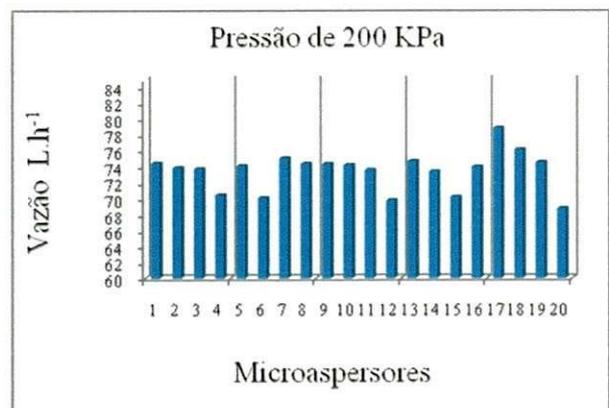


Figura 5. Distribuição de vazão com relação a posição ocupada pelo emissor na linha lateral PEBD DN 16mm, no experimento com pressão 200KPa

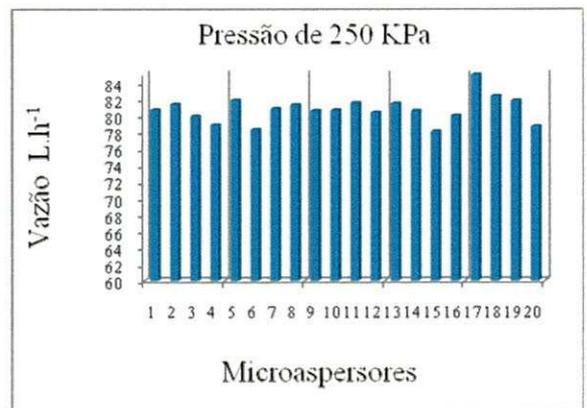


Figura 6. Distribuição de vazão com relação a posição ocupada pelo emissor na linha lateral PEBD DN 16mm, no experimento com pressão 250KPa

Observa-se que a posição ocupada pelo emissor na linha de teste, não foi motivo de variação de vazão decorrente de eventuais perdas de carga ao longo da linha, conforme foi observado através da leitura de manômetros no início e no fim da tubulação PEBD com 16 mm e comprimento de 10 metros, já que observa-se vazões irregulares independente da posição ocupada na linha de teste, onde vazões maiores são observadas em todas as posições, assim como menores também, independente da pressão submetida, sendo passível de analisar que a variação obtida no experimento decorreu do CV do fabricante.

CONCLUSÕES

Baseando nos resultados obtidos através dos métodos usados na avaliação do microaspersor NAAN 7110 laranja 75 lh^{-1} , e as condições em que os ensaios foram analisados, chegou-se às seguintes conclusões:

1. O microaspersor apresentou uma vazão de 73,47 lh^{-1} para a pressão de serviço valor este menor 2,1 % menor que a recomendada pelo fabricante.
2. Os valores de CVf foram baixos e classificados como excelente pela ABNT.
3. Característica de fluxo turbulento.
4. Em todas as pressões estudadas, os microaspersores apresentaram altos coeficientes de uniformidade.

LITERATURA CITADA

ABREU, J.M.H.; LOPEZ, J.R.; REGALADO, A.P.; HERNANDEZ, J.F.G. El riego localizado. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, 1987, 317p.

BERNADO, S. Manual de irrigação. 4 ed. Viçosa: UFV, 1987. 488p.

DANTAS NETO, J.; MEDEIROS, M. G. A. de.; AZEVEDO, C. A.V. de ; AZEVEDO, H.M. de.; Performance hidráulica e perfil de distribuição de água do microaspersor Naan 7110, sob diferentes condições de vento. Revista brasileira de Eng. Agr. Ambiental, Campina Grande, v.I, p. 57-61, 1997.

FAO-ONU- AQUASTAT is FAO's global information system on water and agriculture, developed by the Land and Water Division. 2003- Pesquisado em: www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm.

- FRIZZONE, J. A. **Planejamento da Irrigação com Uso de Técnicas de Otimização**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza, v.1, n.1, p.24-49, 2007.
- GILBERT, R.G.; FORD, H.W. Operational principles/emitter clogging. In: NAKAYAMA, F.S. BUCKS, D.A. **Trickle irrigation of crop production**. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, 1986. p.142-163.
- KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.17, n.4, p.878-880, 1974.
- MANTOVANI, E. C. **AVALIA**: Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada. Viçosa, MG: UFV, 2001.
- MANTOVANI, E.C.; BERNARDO. S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação princípios e métodos**. 2 Ed. atual e ampl.-Viçosa:Ed.UFV,358p.:il.; 22cm, 2007.
- PIZARRO, F. **Riegos localizados de alta frecuencia: Goteo, microaspersion, exudacion**. 2 Ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1990. 461p.
- SAMPAIO, S.C.; KOBAYASHI, M. K.; CORRÊA, M. M. **Uniformidade de aplicação de água por microaspersores operando em posição invertida**. Ciênc. agrotec., Lavras, v.25, n.6, n.1359-1369, nov./dez., 2001.
- SOLOMON, K. **Manufacturing variation of Trickle emitters**. Transactions of the ASAE St. Joseph, v.22, n.5, p.1034-1038, 1979.