

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**AVALIAÇÃO HIDRÁULICA E DE RESISTÊNCIA A TRAÇÃO DE DOIS MODELOS
DE MANGUEIRAS GOTEJADORAS**

LUIZ ANTONIO DE ANDRADE

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Irrigação e Drenagem)

BOTUCATU-SP
Janeiro – 2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**AVALIAÇÃO HIDRÁULICA E DE RESISTÊNCIA A TRAÇÃO DE DOIS MODELOS
DE MANGUEIRAS GOTEJADORAS**

LUIZ ANTONIO DE ANDRADE

Orientador: Prof. João Carlos Cury Saad

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Irrigação e Drenagem)

BOTUCATU-SP
Janeiro - 2005

BIOGRAFIA DO AUTOR

LUIZ ANTONIO DE ANDRADE, filho de Antonio Soares de Andrade e Maria Zambaldi de Andrade, nasceu em Cerqueira César - SP, em 14 de agosto de 1956.

Em 1978, iniciou o Curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, diplomando-se em julho de 1982.

Em 1984, por concurso público ingressou na carreira de Extensionista Rural, junto a CATI, da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, trabalhando nos seguintes municípios: Florinea, Oscar Bressane, Fartura e Avaré. Retirando-se do serviço público em 1995.

Em 1996, foi convidado para implementar a divisão de irrigação na empresa Petroisa Brasil Ltda (na época Scarcelli Embalagens Ltda), onde permanece até o presente.

A Eliana, Karina, Ana e Pedro.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida em abundância.

A Unesp – FCA, por meio de Departamento de Engenharia Rural, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Professor João Carlos Cury Saad, pela amizade, pela orientação segura, pela confiança e pela atitude profissional durante a condução do trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural, pelas diversas vezes que me auxiliaram.

Aos colegas de curso, que incentivaram e animaram minhas atividades, na pessoa de Carlos Jesus Baca Garcia.

Aos professores do Departamento de Engenharia Rural, pelos ensinamentos acadêmicos.

Ao Sr Gilson Scarcelli, presidente da Petroisa Brasil pelo apoio incondicional.

Aos amigos Demócrito de Souza Farias e Manoel Ulisses.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE TABELAS.....	IX
1 RESUMO.....	1
2 SUMMARY.....	4
3 INTRODUÇÃO.....	7
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
4.1 Conceituação de irrigação por gotejamento.....	10
4.2 Evolução da irrigação por gotejamento no Brasil.....	11
4.3 Uniformidade de aplicação de água.....	18
4.3.1 Entupimento.....	18
4.3.2 Numero de emissores por planta.....	19
4.3.3 Coeficiente de variação de fabricação dos emissores.....	20
4.3.4 Expoente do emissor.....	21
4.4 O gotejador ideal.....	22
4.5 Caracterização de gotejadores.....	22
4.6 Escolha de emissores.....	25
4.7 A ISO 9261:2004.....	26
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
5.1 Amostragem.....	29
5.2 Seqüência das avaliações.....	29
5.3 Características do ambiente e da água.....	29
5.4 Coeficiente de variação – C_v.....	30
5.5 Vazão em função da pressão de entrada.....	30
5.6 Determinação da relação vazão-pressão.....	30
5.7 Espessura de parede da mangueira gotejadora.....	31

	Página
5.8 Determinação do diâmetro interno da mangueira gotejadora.....	31
5.9 Determinação do espaçamento entre os gotejadores.....	32
5.10 Resistência a pressão hidráulica em temperatura ambiente.....	32
5.11 Resistência à pressão hidráulica em condição de elevada temperatura.....	32
5.12 Resistência à tensão.....	33
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	34
6.1 Coeficiente de variação.....	34
6.2 Vazão em função da pressão de entrada.....	35
6.3 Ajuste da relação vazão-pressão.....	36
6.4 Espessura de parede da mangueira gotejadora.....	37
6.5 Diâmetro interno da mangueira gotejadora.....	38
6.6 Espaçamento entre os gotejadores.....	38
6.7 Resistência à pressão hidráulica em temperatura ambiente.....	39
6.7.1 Pressão de 1,2 vezes a pressão máxima p_{max} – produtos não reutilizáveis.	39
6.7.2 Pressão de 1,8 x a pressão máxima p_{max} – produtos reutilizáveis.....	40
6.8 Resistência a pressão hidráulica à elevada temperatura.....	41
6.9 Resistência à tensão.....	42
6.10 Resistência da mangueira gotejadora à fadiga ambiental.....	45
7 RECOMENDAÇÕES.....	46
8 CONCLUSÕES.....	47
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
APÊNDICES.....	54

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Modelo típico de gotejador cilíndrico “bobe” com diâmetro externo 15,6	16
2. Modelo mangueira gotejadora com emissor gotejador plano.....	17
3. Modelo de mangueira gotejadora Chapin, com diâmetro 15,9 mm.....	17
4. Esquema ilustrativo do sistema alternativo “tubo de geladeira”. (A) corte longitudinal; (B) corte transversal. Adaptado de SOUZA (2000).....	18
5. Bobina da mangueira gotejadora Golden Drip.....	28
6. Bobina da mangueira gotejadora P2015 (protótipo).....	28
7. Vista superior da bancada de testes.....	29
8. Secção transversal e posição dos pontos a serem medidos na mangueira gotejadora	31
9. Ferramenta cônica e paquímetro para avaliar diâmetro interno.....	31
10. Recipiente com resistência elétrica para aquecimento.....	33
11. Gráfico com as curvas ajustadas (linhas solidas) e os pontos circulares que representam os valores medidos para a vazão versus pressão para as mangueiras gotejadoras P2015 e Golden Drip.....	36
12. Vesícula rompida antes da pressão atingir 216 kPa, no protótipo P2015.....	40
13. Simulador de tensão.....	43
14. Sinal de rompimento do protótipo P2015.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabelas	Página
1. Evolução da área de irrigação localizada (IL) e da irrigação localizada por gotejamento (ILG), em ha.....	13
2. Importação de produtos de irrigação localizada, e os países de origem (em mil dólares).....	14
3. Valores importados de produtos para irrigação por aspersão (em milhares de dólares), NCM 8424.81.21	15
4. Classificação do coeficiente de variação de fabricação C_V (SOLOMON, 1979)....	21
5. Valores de vazão média medida e a variação em relação à vazão informada.....	34
6. Valores de C_V	35
7. Vazão média ($L.h^{-1}$) em função da pressão de 25 gotejadores para as mangueiras gotejadoras avaliadas.....	35
8. Valores de m e de k das mangueiras gotejadoras avaliadas.....	36
9. Valores das espessuras de parede das mangueiras gotejadoras P2015 e Golden Drip, em mm.....	37
10. Diâmetro interno (mm) das mangueiras gotejadoras avaliadas.....	38
11. Espaçamento entre emissores (mm).....	38
12. Vazão ($L.h^{-1}$) a pressão nominal e sua variação após 60 min trabalhando a pressão de 1,2 vezes a p_{max} (144 kPa) para P2015.....	39
13. Vazão ($L.h^{-1}$) a pressão nominal e sua variação após 60 min trabalhando a pressão de 1,2 vezes a p_{max} (144 kPa) para Golden Drip.....	39
14. Vazão ($L.h^{-1}$) a pressão nominal e sua variação após 60 min trabalhando a pressão de 1,8 vezes a p_{max} (216 kPa) para Golden Drip.....	40
15. Valores de vazão ($L.h^{-1}$) antes e depois do ensaio e as variações encontradas para as duas mangueiras gotejadoras.....	41
16. Distância entre os pontos submetidos a diferentes tensões aplicadas no ensaio para a mangueira gotejadora Golden Drip.....	44
17. Variação entre a vazão original ($L.h^{-1}$) e a obtida após o ensaio de tensionamento para o produto Golden Drip.....	44

1 RESUMO

A irrigação por gotejamento no Brasil ganhou novo impulso a partir dos anos 90, quando diversas empresas internacionais especializadas neste mercado aportaram por aqui. Alguns destes produtos que estão no mercado, quando apresentam informações técnicas, normalmente não estão em Português.

A existência de normas de avaliação que sejam aceitas pela comunidade tem grande valia para os que escolhem, projetam, compram, instalam, operam e avaliam equipamentos de irrigação. Uma norma estabelecida representa o estado da arte em sua área de atuação.

A ISO 9261:2004 é uma norma internacional que orienta como avaliar e especificar gotejadores (emissores com vazão menor ou igual a 24 L.h^{-1}) e entre outras informações, defini o que é uma mangueira gotejadora colapsável, ou fita do Inglês “tape”.

O ensaio de resistência à tensão conforme a ISO 9261:2004 é uma ferramenta útil para classificar um modelo de mangueira gotejadora em **reutilizável** e **não reutilizável**. A mangueira **reutilizável** pode ser removida do campo e ser reinstalada de uma época de cultivo para outra. A mangueira gotejadora **não reutilizável** não é adequada para ser removida do campo para outra reinstalação.

O objetivo deste estudo foi a de aplicar a ISO 9261:2004 na avaliação de mangueiras gotejadoras colapsáveis, daqui em diante citada como mangueira (s) gotejadora (s).

No Laboratório de Irrigação da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrônômicas, ensaiou-se duas mangueiras gotejadoras de acordo com a norma ISO 9261:2004. Uma marca é o Golden Drip fabricado na Coréia do Sul pela empresa Seo Won Inc, e a outra é um protótipo em fase de testes, codificado como P2015, da empresa Petroisa Brasil.

Os dois produtos avaliados não foram especificados e/ou fabricados de acordo com a norma ISO 9261.

As duas mangueiras gotejadoras são similares visualmente. São fabricados com uma mistura de polietileno de baixa densidade, lineares, alta densidade e mais aditivos. Os emissores são chamados de gotejadores planos, tipo labirinto, com fluxo turbulento. Os gotejadores da mangueira P2015 são menores do que o da mangueira Golden Drip. Os gotejadores são produzidos previamente por processo de injeção em moldes específicos. Os gotejadores são inseridos e soldados a quente internamente no momento da fabricação da mangueira (processo de extrusão).

Foram feitas avaliações, que mostraram um C_v , coeficiente de variação de fabricação, de 4,37% para o P2015 e 5,61% para o Golden Drip, dentro do valor permitido pela ISO 9261:2004 que é de até 7%.

O expoente do emissor, m , foi de 0,4611 para o P2015 e de 0,494 para o Golden Drip, classificando ambos como não autocompensáveis. O valor de m não deve exceder a 0,2 para que um emissor seja considerado autocompensado pela ISO 9261:2004.

Foram verificados os diâmetros internos, espessura de parede, espaçamento entre emissores, resistência à pressão hidráulica em temperatura ambiente e a 40 °C. No ensaio em imersão em água a 40 °C, os emissores se comportaram dentro do limite especificado pela norma ISO 9261:2004.

O ensaio de resistência à tensão, mostrou-se eficiente para classificar mangueiras gotejadoras como **reutilizável** ou **não reutilizável**.

Ambos os fabricantes devem adequar seus produtos para atender todas as exigências da norma ISO 9261:2004, pois atenderam somente em partes.

Por não especificar “como” fazer os ensaios, a ISO 9261:2004 dá flexibilidade para adaptar economicamente qualquer laboratório de irrigação em conseguir os resultados exigidos.

A ISO 9261:2004 deveria se tornar um padrão da indústria brasileira de irrigação localizada por gotejamento (ILG) pela sua aceitação internacional e pelo valor dos ensaios propostos.

2 SUMMARY

HYDRAULIC EVALUATION AND TENSION RESISTANCE OF THE TWO DRIP TAPE TYPE.

Botucatu, 2005. 85 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: LUIZ ANTONIO DE ANDRADE

Adviser: JOÃO CARLOS CURY SAAD

SUMMARY

Drip irrigation systems in Brazilian Market have had an increase after 90`s, when several expertise international corporations in that business came here. Some drip tapes that farmers can find in Brazilian Market, don't have technical information in Portuguese language.

Standards in their respective areas can be important tools for people who select, design, purchase, install, operate and evaluate irrigation equipment.

The ISO 9261:2004 gives mechanical and functional requirements for agricultural irrigation emitters and emitting pipes, and, provides methods for testing conformity with such requirements. It also specifies the data to be supplied by the manufacturer to permit correct information, installation and operation in the field. It is applicable to emitters, emitting and dripping (trickling) pipes, hoses, including collapsible hoses (“tapes”) and tubing of which the emitting units form an integral part, to emitters and emitting units with or without pressure regulation and with flow rates not exceeding 24 L.h⁻¹ per outlet. It is not applicable to porous pipe, nor does it cover the performance of pipes as regards clogging.

The carry out the resistance to tension for emitting pipe is a good tool to classify in **non-reusable** and **reusable** emitting pipes. **Non-reusable** emitting pipe is not intended for removal from the field and reinstallation. **Reusable** emitting pipe is designed for removal from the field and reinstallation with proper handling from one season to another or under other circumstances.

This work was developed at the Irrigation Laboratory – UNESP to evaluate two drip collapsible hose (P2015 and Golden Drip) according to ISO 9261:2004.

The Golden Drip is a commercial product from South Korea and P2015 is an industrial prototype from Petroisa Brasil.

Both drip tape are similar. The raw material is basic polyethylene resin added with UV protection. The emitters are denominated flat drippers with labyrinth path and turbulent flow. The P2015 flat dripper is smaller than the Golden Drip flat dripper.

The flat dripper are making in injection equipment previously than the hose. The flat drippers are inserted and hot welded inside the hose in the die extruder.

The variation coefficient, C_v , was 4,37% to P2015 and 5,61% to Golden Drip, and they don't exceed the 7% allowed by ISO 9261. The emitting exponent, m , was 0,4611 to P2015 and 0,494 to Golden Drip. Both drip hoses are not regulated emitters. Only emitters with emitting exponent below 0,2 are regulated.

It was checked inside diameters, wall thickness, emitters spacing, and resistance to hydraulic pressure at ambient temperature and at 40 °C. In the test in an immersed water at 40 °C, both products had the performance required by ISO 9261:2004.

The test of tension resistance was enough to classify the drip tape like **non-reusable or reusable**.

Both manufacturers shall correct these products to be covered with all ISO 9261:2004 requirements.

The ISO 9261:2004 does not specify “how” to make the test, but focus on the results required, it gives the flexibility to adapt any Irrigation Laboratory to meet the requirements. The ISO 9261:2004 should become the standards to Brazilian Irrigation Market, because it is accepted standard all over the world and it has a worth tests.

Keywords: Standardization, drip tape, drip irrigation, coefficient of variation, flat dripper.

3 INTRODUÇÃO

Apesar das desvantagens do uso da irrigação localizada por gotejamento (ILG), tais como custo inicial alto, risco de entupimento, risco de salinização do solo, exigência de gerenciamento qualificado, entre outros, este sistema tem ganhado adeptos em todo o globo. De agricultores, técnicos, pesquisadores e ultimamente ambientalistas, todos tem divulgado as vantagens e falado bem deste sistema.

Este método tem a vantagem de aplicar precisamente a água de irrigação em parte do volume do solo (próximo às raízes) e na quantia adequada. O uso eficiente dos fatores de produção é a maior vantagem dos sistemas de irrigação por gotejamento. O gotejamento proporciona melhor uso agrônômico, técnico e econômico da: água; insumos agrícolas e da mão de obra, proporcionando potencial crescimento dos lucros e de aumento de renda devido a colheitas maiores.

Esta crescendo o uso de irrigação por gotejamento em todo o Brasil e a indústria de sistemas para irrigação localizada por gotejamento tem dado sua contribuição, não

só produzindo emissores com melhor qualidade, mais econômicos, bem como auxiliando a divulgação dos sistemas de irrigação por gotejamento (ILG).

O advento da indústria plástica, principalmente dos diversos tipos de resinas de polietileno, deu impulso na oferta de produtos para a ILG a partir do fim dos anos 50 nos países mais desenvolvidos.

No Brasil percebe-se que houve um início tímido nos anos 70, mas a partir da abertura econômica do fim dos anos 80 e início da década de 90 ocorreu um incremento da oferta de produtos, na maioria importados. No início, os agricultores compravam emissores individuais, e depois os conectavam artesanalmente nas mangueiras plásticas.

Quase todas as marcas de gotejadores que existem no mercado mundial estão no Brasil, diretamente ou através de distribuidores, vendendo tubos, mangueiras e ou mangueiras gotejadoras prontos para o uso.

Com o intuito de reduzir preços e aumentar a viabilidade do uso do gotejamento, as indústrias tem lançado produtos com espessura de parede delgadas, com medidas de 100, 150, 200 e 250 micra. Os espaçamentos também são bem variados, de 0,10, 0,15, 0,20 e 0,30 m entre emissores. Quando não pressurizados tem perfil de forma achatada (colapsadas), e quando pressurizados se tornam circulares. Os emissores têm normalmente fluxo turbulento e não dispõem de dispositivos de compensação de pressão.

Uma vantagem da mangueira gotejadora colapsável é que num mesmo volume de bobina tem-se mais metros de produto, quando comparados com os tubos gotejadores tradicionais, o que torna mais econômico o transporte em países de grandes extensões como o Brasil.

Nos países de origem estes produtos têm sido chamados em inglês de “drip tape”, que literalmente significam fita gotejadora. São produtos mais usados em irrigação de hortaliças e frutas de ciclo curto (melão, melancia e morango). Neste trabalho adotou-se o nome mangueira gotejadora para os produtos colapsáveis, os “drip tape”, e tubo gotejadores para os que não se colapsam mesmo a pressão zero, mantendo sempre a forma circular.

Durante a historia acadêmica e industrial da evolução dos emissores, tem sido apresentado modelos de avaliação de desempenho e algumas especificações técnicas necessárias para os projetistas, instaladores e agricultores melhor usufruírem desta tecnologia. Em janeiro de 2004, a ISO – International Organization for Standardization – lançou uma nova edição da norma ISO 9261, que normaliza estes ensaios, inclusive para as mangueiras gotejadoras, que tiveram suas características definidas (mangueiras colapsáveis quando despressurizadas).

O objetivo deste trabalho foi avaliar e caracterizar duas mangueiras gotejadoras de acordo com a norma ISO 9261:2004.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Conceituação de irrigação por gotejamento

O sistema de irrigação localizada por gotejamento (ILG), consiste em uma fonte de água e uma bomba seguida de uma rede de tubulações e emissores (BRALTS e EDWARDS, 1986). O ILG além da fonte de água, da bomba e da rede de tubulações e gotejadores, possui equipamentos de injeção, filtros, controle e monitoramento (NAKAYAMA, 1986).

O ILG é projetado para fornecer água filtrada, tratada ou não (com cloro e ou ácidos) e adicionada ou não com agroquímicos (nutrientes, defensivos agrícolas entre outros), na dosagem e momento adequados conforme as exigências das plantas. Umedecem somente uma parte do volume do solo, onde se desenvolvem as raízes (CABELLO, 1996;

HOWELL e HILLER, 1974; KELLER e KARMELI, 1974; WU e GITLIN, 1973). O dispositivo que libera a água em formas de gotas ou fluxo contínuo é chamado de emissor ou mais comumente de gotejador, com vazão menor ou igual a 24 L.h^{-1} (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2004b). Entretanto existem no mercado microaspersores com vazão a partir de 14 L.h^{-1} (NAANDAN, 2005; MICROJET, 2005).

4.2 Evolução da irrigação por gotejamento no Brasil

A ILG apresenta desvantagens como alto custo de implantação, risco de entupimento, concentração do sistema radicular e salinização (BERNARDO, 1982; KELLER e BLIESNER, 1990). Entretanto as suas vantagens de automação, fertirrigação, uso racional da água, redução de custos de produção entre outros, associadas a um conjunto de fatores econômicos têm incrementado seu uso no mundo e no Brasil.

A empresa CIPLA de Joinville, SC em 1972 foi pioneira em fabricar equipamentos de ILG e a primeira instalação foi num pomar de pêssigo em Atibaia, SP (OLITTA, 1989). Provavelmente na propriedade de Yassuo Kage. (ANDRADE, 2001).

Em 1976 a empresa Dangotas situada em Barueri, SP importou de Israel e da África do Sul, equipamentos da marca Netafim que foram instalados em 7 ha na Fazenda Oito Porcos, em São Vicente Ferrer, PE para irrigar banana. Em 1982 esta empresa iniciou a fabricação do gotejador Dangotas, antes importado. Foi também pioneiro, o pesquisador Mario Nagao que em 1977 instalou gotejamento em 34 ha de café e em 12 ha de pêssigo no sítio Mirante, na cidade de Cabralia Paulista, SP, todos da marca Netafim (informação verbal)¹.

Oliveira (1978), avaliou os gotejadores Dangotas e Irriga, concluindo que a temperatura não influenciou na vazão de ambos e os valores do expoente do emissor foram de 0,513 e 0,707 e o coeficiente de variação de fabricação foram de 5,07% e 8,13% respectivamente.

Nos anos 80, havia uma demanda reprimida no nordeste, principalmente no estado do Rio Grande do Norte, onde grandes empresas plantadoras, principalmente de

melão, não tinham muitas opções de produtos. Aproveitando o grande estímulo dado por programas oficiais de financiamento e isenção de impostos, a MAISA, a FRUNORTE e a Fazenda São João, compraram extrusoras para fabricarem tubos de polietileno, nos quais agregavam os gotejadores na linha ou em linha (informação verbal)¹.

¹Obtida com Demócrito de Souza Faria, Engenheiro especializado em irrigação localizada, em Recife, em junho de 2004.

Bernardo (1982), verificou disponibilidade dos seguintes produtos no mercado brasileiro: emissores microtubo e tubos perfurados da CIPLA; MV da Agrotec, o Dangotas da empresa de mesmo nome, o Irriga; e o Irtec (gotejador e microgotejador). Marcas e nomes de empresas muitas vezes se confundem.

Na mesma época surgiram os emissores alternativos xique-xique, que consistiam em orifícios de cerca de 1 mm de diâmetro, feitos com agulha de injeção veterinária, em tubos de polietileno de 16 mm de diâmetro. Cada furo é então coberto com uma luva feita de pedaços de 10 cm de comprimento de tubo de polietileno de 19 mm. Estes pedaços de tubo são cortados transversalmente para “vestirem” sobre o orifício (SOCCOL et. ali. 2002).

Segundo Mendes (1989), o sistema xiquexique foi originado na França, conhecido como “bas rhône method” e implantado na década de 1980 na região do Seridó no Estado do Rio Grande do Norte, local rico em cactáceos conhecidos como xiquexique, daí a explicação para a origem do nome deste sistema artesanal aqui no Brasil.

Por ocasião do XIV ICID (Congresso Internacional de Irrigação) no Rio de Janeiro em abril de 1990 a companhia TIGRE fez o pré-lançamento do produto IRRIGA DRIP.

A irrigação localizada, na qual a ILG se enquadra junto com a irrigação por microaspersão, cresceu em área 80,21% de 1996 a 1999 (CHRISTOFIDIS, 2001). Este mesmo autor prevê que até 2011, 40% e 30% das áreas com irrigação por superfície e aspersão, respectivamente, sofrerão uma conversão para irrigação localizada (IL), ou seja, gotejamento (ILG) e microaspersão (ILM). Ver evolução da irrigação localizada, segundo vários autores na Tabela 1.

Tabela 1. Evolução da área de irrigação localizada (IL) e da irrigação localizada por gotejamento (ILG), no Brasil, em ha.

Ano	ILG	IL	Fonte
1975	368		GUSTAFSON, 1976
1980*	6 072		idem
1981		2 000	BUCKS, 1995
1982	2 000		NAKAYAMA, 1986
1986		20 150	BUCKS, 1995
1991		20 150	idem
1996		117 730	CHRISTOFIDIS, 2001
1998		182 307	idem
1999*		212 168	idem

*valores estimados.

Obs.: IL = ILG + ILM

O Brasil importou oficialmente de 1989 a outubro de 2004 cerca de 204 milhões de dólares em produtos de irrigação localizada, conforme Tabela 2, sendo que 63% vieram de países tradicionais fornecedores de produtos para irrigação localizada, na ordem por valor: Estados Unidos, Itália, Israel, Espanha e Grécia. Estes países possuem uma indústria de gotejamento desenvolvida. O auge ocorreu de 1995 a 2001, quando foram importados 138 milhões de dólares (68% do total neste período). Nota-se pela Tabela 2, um crescimento das importações a partir de 1989.

Tabela 2. Importação de produtos de irrigação localizada, e os países de origem (em mil dólares).

ano	Grécia	Espanha	Italia	Israel	EUA	Outros	Total
1989	0	0	26	2	530	937	1 496
1990	0	1	4	1	2 177	2 473	4 657
1991	0	11	214	27	4 417	2 735	7 404
1992	0	0	1.264	23	2 433	2 549	6 270
1993	0	2	78	1	2 769	3 159	6 008
1994	0	0	9 680	0	2 730	5 439	17 850
1995	0	2	21 216	0	5 501	11 553	38 272
1996	0	32	2 586	6	18 139	6 742	27 505
1997	5	897	2 606	2 809	7 513	3 363	17 188
1998	25	1 056	2 650	6 620	6 668	4 314	21 308
1999	4	426	2 497	4 083	4 902	3 383	15 292
2000	9	177	2 785	6 754	15 360	5 904	30 980
2001	0	285	3 803	5 785	13 578	5 425	28 876
2002	58	402	2 661	2 613	6 470	6 697	18 842
2003	30	636	4 569	3 671	5 131	7 182	21 188
2004*	91	470	4 087	3 224	4 853	7 642	20 275

Adaptado pelo autor com os dados obtidos em: <<http://aliceweb.mdic.gov.br>>

Dados consolidados das importações sob NCM 842489.99.00; 8224.90.90 e 8424.81.29.

NCM é a Nomenclatura Consolidada do Mercosul, ver Apêndice 2.

Fonte: Brasil 2004.

*até o mês de outubro.

Para efeito comparativo na Tabela 3 tem-se as importações de produtos para irrigação por aspersão levando-se em conta que a indústria nacional atua representativamente neste mercado.

Tabela 3. Valores importados de produtos para irrigação por aspersão (em milhares de dólares), NCM 8424.81.21.

ano	Itália	Israel	Espanha	EUA	Outros	Total
1996	273	4 988	2 560	1 740	381	9 942
1997	474	1 969	505	1 878	654	5 480
1998	273	1 812	447	1 332	142	4 007
1999	101	1 035	899	983	113	3 131
2000	140	622	453	1 434	26	2 675
2001	71	631	220	691	4	1 617
2.002	214	381	1	517	18	1 130
2.003	180	285	0	732	31	1 227
2.004*	113	241	21	682	320	1 377

Adaptado pelo autor com os dados obtidos em: <<http://aliceweb.mdic.gov.br>>

*Até mês de outubro.

Na década de 90 iniciou-se uma nova fase da irrigação localizada no Brasil, quando diversas empresas estrangeiras começaram a vir para o país, ou diretamente ou através de representantes.

A Carborundum que desde 1979 atuava no mercado de irrigação convencional iniciou em 1989 a distribuição de produtos de irrigação localizada da marca Hardie. Em 1996 foi vendida ao grupo empresarial Saint Goban, que priorizou a irrigação localizada.

Em 1991/2 a Irrigotec iniciou a importação e distribuição da marca Queen Gil. Nesta oportunidade a empresa Horiflores (Hortec) estava importando e vendendo produtos da Netafim.

Em 1994, a Netafim abriu um escritório próprio em São Paulo para distribuição e sondagem do mercado brasileiro, e em maio de 2000 inauguraram uma fábrica na cidade de Ribeirão Preto – SP para produzir o modelo de tubo gotejador autocompensado RAM. Atualmente também fabricam o modelo TIRAM. Outros acessórios continuam sendo importados bem como os emissores. A Netafim Brasil exporta cerca de 15% a 20% da sua produção para países da América Latina (INTERCAMBIO, 2002).

Em 1995 varias marcas entraram no Brasil através de diversos importadores. A Petroisa do Brasil, antiga Scarcelli, introduziu a marca Chapin. A Plasticultura Gaúcha e a Gianni iniciaram a distribuição da marca T-Tape.

Ro-Drip, RainTape, Tiger Tape, P1 e Azudline entre outras apareceram no mercado esporadicamente.

A Carborundum, antes de ser incorporada pela Amanco em 2002, iniciou a fabricação de tubos gotejares com emissores soldados internamente do tipo cilíndrico, também chamados pelos agricultores de gotejador tipo “bobe”. Ver Figura 1.

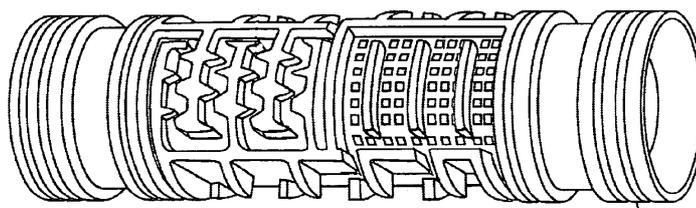


Figura 1. Modelo típico de gotejador cilíndrico “bobe” com diâmetro externo 15,6 mm.

A Azud cuja matriz esta localizada na Espanha, esta preparando uma estrutura industrial no Estado da Bahia. Hoje comercializa produtos importados, com planos de iniciar a produção local de diversos produtos para irrigação localizada, inclusive gotejamento.

No primeiro semestre de 2003 a Irrigaplan / NaanDan em Leme – SP e a Plastro em Uberlândia – MG iniciaram a fabricação do tubo gotejador com emissor cilíndrico. (INTERCAMBIO, 2003), porém continuam a importar de suas matrizes as mangueiras gotejadoras com emissores planos, similar ao apresentado na Figura 2.

Algumas das empresas mencionadas também atuam nos mercados de aspersão e microaspersão.



Figura 2. Modelo de mangueira gotejadora com emissor gotejador plano.

Tanto a Amanco como a Irrigaplan distribuem atualmente a mangueira gotejadora AquaTraxx, da empresa americana Toro.

As empresas Plona e a Gianni atualmente estão importando produtos italianos de irrigação localizada. E a empresa Petroisa distribui o tradicional Chapin, Figura 3, e também importa a marca Golden Drip com gotejador plano, de origem coreana.

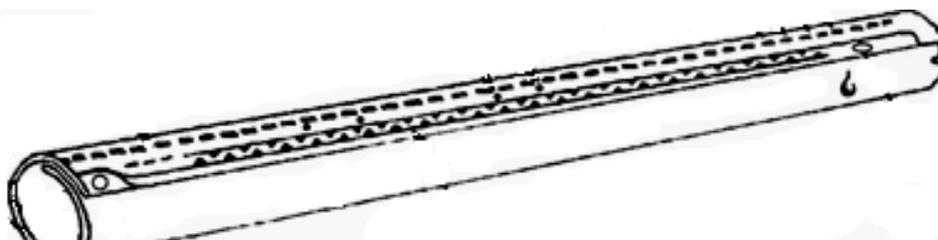


Figura 3. Modelo de mangueira gotejadora Chapin, com diâmetro 15,9 mm.

No Apêndice 8, tem-se o desenho que da parte principal da máquina que produz a mangueira gotejadora Chapin.

Em 2004 o mercado brasileiro absorveu 60 milhões de metros de mangueira gotejadora, para instalações novas bem como para reposição.

Foi identificado no estado do Espírito Santo um emissor alternativo artesanal chamado de “tubo de geladeira”, com vazão de 15 L.h^{-1} , conforme Figura 4 (SOUZA, 2000).

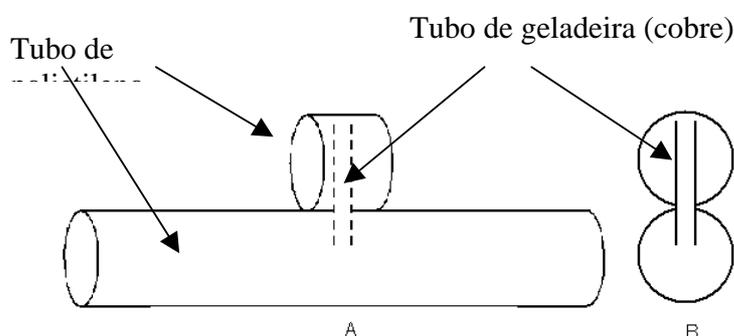


Figura 4. Esquema ilustrativo do sistema alternativo “tubo de geladeira”. (A) corte longitudinal; (B) corte transversal. Adaptado de SOUZA (2000), p. 22.

4.3 Uniforme de aplicação de água

A eficiência da ILG depende diretamente da uniformidade que a água é descarregada pelos gotejadores, e o coeficiente de variação de fabricação do emissor, C_V , não deve ser desprezado por ter grande influencia na uniformidade de todo o sistema (SOLOMON, 1979).

Os fatores mais significantes que influenciam a uniformidade de uma ILG são: entupimento dos gotejadores; número de emissores por planta; coeficiente de variação de fabricação dos emissores; e expoente do emissor, entre outros (SOLOMON, 1985).

Destes fatores, são responsabilidade da indústria o coeficiente de variação de fabricação e o expoente do emissor.

4.3.1 Entupimento

O entupimento dos gotejadores é um problema que preocupa tanto os agricultores como os técnicos. Entretanto os manejos da tecnologia, dos produtos e do conhecimento disponíveis atualmente, permitem a convivência com as obstruções dos emissores, segundo a revisão bibliográfica e os trabalhos desenvolvidos por Cordeiro (2002); Resende (1999) e Vieira (2002).

Mesmo as águas mais cristalinas, podem causar entupimento, e mesmo a água mais carregada de impurezas, com turbidez elevada, pode ser usada em ILG.

4.3.2 Numero de emissores por planta

Quanto maior o numero de emissores por planta, melhor a uniformidade, mas tem-se que atentar para os custos.

Para estimar a uniformidade de emissão (UE), para propósitos de projetar um ILG, a seguinte equação é usada (KARMELI e KELLER, 1975):

$$UE = 100 \left(1,0 - 1,27 \frac{C_V}{\sqrt{N_P}} \right) \frac{q_{min}}{q_a} \quad (1)$$

em que:

UE é a uniformidade de emissão desejado para o projeto, em %;

C_V é o coeficiente de variação de fabricação, fornecido pelo fabricante;

N_P é o numero mínimo de gotejadores por planta;

q_{min} é a vazão estimada no ponto de pressão mínima no projeto, em $L.h^{-1}$;

q_a é a vazão media, em $L.h^{-1}$;

Analisando a equação 1, quanto maior o numero de emissores por planta N_p , maior a UE, para o mesmos valores dos outros fatores.

Atualmente as mangueiras gotejadoras de espessura de parede delgada, de 0,200 a 0,400 mm tem se tornado econômicas, mesmo tendo os gotejadores mais próximos uns dos outros.

4.3.3 Coeficiente de variação de fabricação dos emissores

O coeficiente de variação de fabricação (C_V) depende 100% do processo e dos cuidados no momento da fabricação. Os emissores são todos feitos de plásticos, que são sujeitos a consideráveis variações. Existem numerosas variáveis de controle nas maquinas injetoras e extrusoras, como pressão e temperatura de injeção, velocidade de injeção, temperatura do molde, tempo de processo (ciclo) e manutenção do molde. Quaisquer mudanças nesses fatores causam alterações nas condições de moldagem: temperatura, pressão, e tempo de esfriamento. Tudo isto afeta as características do emissor: tamanho, forma, peso, resistência e a lisura das superfícies (SOLOMON, 1979).

O mesmo autor propôs a seguinte expressão para calcular-se o coeficiente de variação de fabricação:

$$C_V = \frac{S_q}{\bar{q}} \quad (2)$$

em que:

C_V é o coeficiente de variação de fabricação, valor decimal;

S_q é o desvio padrão da vazão de uma amostra, em L.h⁻¹;

\bar{q} é a vazão média da mesma amostra, em L.h⁻¹.

Solomon (1979) recomendava uma amostra representativa de no mínimo 50 gotejadores para determinar o C_V , e na Tabela 4, tem-se a interpretação dos valores.

Tabela 4. Classificação do coeficiente de variação de fabricação C_V (SOLOMON, 1979).

C_V	Interpretação
$\leq 0,03$	Excelente
0,05 a 0,07	Médio
0,08 a 0,10	Marginal
0,11 a 0,14	Pobre
$\geq 0,15$	Péssimo

Deve-se salientar que com o tempo de uso, os valores de C_V variam, com tendência a piorar.

4.3.4 Expoente do emissor

Keller e Karmeli (1974) apresentaram a expressão que descreve a vazão de um gotejador:

$$q = kp^m \quad (3)$$

em que:

q é a vazão do gotejador, em $L.h^{-1}$.

k é coeficiente específico de cada emissor, que também depende das unidades de q e p ;

p é a pressão disponível na entrada do gotejador;

m é o expoente do emissor caracterizando o regime do fluxo no gotejador.

O valor de m pode variar teoricamente de 0 a 1,0. No regime de escoamento laminar, o m é igual a 1, para gotejadores perfeitamente autocompensantes, o m é igual a 0. O regime de escoamento turbulento, o m é igual a 0,5. À medida que o valor de m diminui, a variação da vazão é menos influenciada pela variação de pressão. A grande maioria dos emissores no mercado tem valores de m menores de 0,6. Também se percebe que quanto mais próximo de 0, mais caro é o emissor.

Há um consenso no mercado que a indústria tem investido em tecnologias de fabricação para entregar um bom produto aos agricultores. A partir dos anos 80 houve uma melhora na qualidade de fabricação dos gotejadores, principalmente com as mangueiras gotejadoras colapsáveis (BURT e STYLES, 1994).

4.4 O gotejador ideal

O gotejador ideal teria, as seguintes características:

- a) Econômico de maneira que fosse viável seu uso em culturas de baixo valor agregado, como os cereais;
- b) Maior vida útil possível, para diminuir os resíduos plásticos nos campos cultivados;
- c) Risco “zero” de entupimento;
- d) Baixa pressão operacional, de no máximo 80 kPa;
- e) Que fossem totalmente autocompensantes, mas sem partes moveis ou flexíveis;

Como todas estas características estão muito longe de estarem juntas num mesmo emissor, a indústria tem que especificar o máximo possível as variáveis que identificam um gotejador, para que assim, os projetistas e usuários tirem o máximo proveito da tecnologia da ILG, contribuindo principalmente com o uso racional da água. Água esta, essencial para todos, e que esta se tornando um problema mundial, sem fronteiras.

4.5 Caracterização de gotejadores

Diversos autores brasileiros já fizeram avaliações de emissores novos em laboratórios e de usados ou recém instalados a campo.

Soares (1981) caracterizou hidraulicamente microtubos da marca CIPLA, determinando as equações de vazão em função da pressão, temperatura da água e comprimento do microtubo. Concluiu que o microtubo com diâmetro nominal de 1,0 mm funciona como emissor de regime de escoamento laminar, com maior risco de entupimento e que o microtubo com diâmetro nominal de 2,0 mm não seria recomendado para ser usado em irrigação por gotejamento como emissor, devido ter vazão de 23,3 L.h⁻¹, que era muito alta comparando-se que a vazão dos gotejadores que ficavam em torno de 4 L.h⁻¹.

Faria (1981) analisou o microgotejador na linha da marca IRTEC, que apresentou um coeficiente de variação de fabricação de 9,7%, com vazão media de 4,72 L.h⁻¹. A temperatura da água não afetou significativamente o desempenho deste emissor, pois a mudança da temperatura de 20 para 45 °C aumentou a vazão em 1,24%. A equação estimada de vazão-pressão foi:

$$q = -0,05306 + 1,32523 p - 0,13562 p^2 + 0,00583 p^3 - 0,00009 p^4$$

em que:

q é a vazão, em litros por hora;

p é a pressão na entrada do microgotejador, em metros de coluna de água.

Silva (1984) analisou tubos de polietileno perfurados para trabalharem como gotejadores e concluiu que a variação da temperatura de 25 para 45 °C resultou em variação de vazão de 1,4 a 2,5% para dois diâmetros de orifícios avaliados. Os valores de expoente do emissor estavam próximos de 0,5.

Testezlaf e Campioni (1993) caracterizaram a marca “Queen Gil”, nomeado como sendo um tubogotejador e encontraram um expoente do emissor igual a 0,628, concluindo que o produto é muito sensível à variação de pressão. O coeficiente de variação foi

menor que 4,61%, considerando então que o produto tem uma boa qualidade no processo de fabricação. O valor da vazão divulgado pelo fabricante estava subestimado em 18%. Finalmente concluíram que os valores conseguidos não servem para validar ou não tecnicamente o produto.

Vieira (1996) caracterizou o produto Rain-Tape encontrando um valor de 1,97% e 0,4563 para o coeficiente de variação e para o expoente do emissor, respectivamente, estando em concordância com os valores fornecidos pelo fabricante.

Schmidt (1995) avaliou as características hidráulicas do tubogotejador “Queen Gil”. O expoente do emissor encontrado foi de 0,6616, concluindo que o regime de escoamento era turbulento. O coeficiente de variação de vazão foi de 3,11%, sendo considerado bom.

Souza (2000) avaliou 15 sistemas de irrigação por gotejamento em Minas Gerais e 16 no Espírito Santo em lavouras de café, a fim de determinar parâmetros de desempenho do ponto de vista da engenharia. Os produtos eram dos seguintes fabricantes: Carborundum; Plastro; Naan; Netafim e Rain Bird. Dois emissores foram classificados como alternativos: o “tubo de geladeira” e o “gravatinha”. De todos os sistemas avaliados somente um apresentou coeficiente de uniformidade de distribuição abaixo de 70%. Este autor usou a metodologia proposta por Keller e Karmelli (1975) modificada por Denículi et al. (1980).

Faria (2002) avaliou o desempenho de 14 modelos de gotejadores enterrados, disponíveis no mercado, quanto à suscetibilidade à intrusão radicular. Concluiu que a intrusão radicular é aleatória, que os gotejadores autocompensáveis apresentam maior instabilidade de vazão na presença de raízes e partículas de solo, que existe uma diferença tecnológica entre os modelos influenciando distúrbios na vazão e que nenhum dos emissores ensaiados demonstrou possuir mecanismos físicos que impeçam efetivamente a intrusão de raízes.

Soccol et al. (2002) avaliaram o gotejamento alternativo conhecido como xique-xique. Encontrou um expoente de emissor de 0,421 e o coeficiente de variação de fabricação (artesanal) de 19,80% na pressão de ensaio de 50,0 kPa. Mendes (1989) para o mesmo tipo de irrigação encontrou um padrão geral de eficiência que considerou baixo e inaceitável para irrigação localizada. Encontrou C_V variando de 21 a 36,7%.

Fravet et al (2004), avaliaram um modelo de mangueira gotejadora da marca Chapin e encontraram C_V de 1,25% e 0,49 foi o valor do expoente do emissor.

4.6 Escolha de emissores

Com a globalização, as trocas comerciais e de informações se intensificam, tornando os consumidores mais esclarecidos e exigentes. Surgindo então a necessidade de se especificar um produto de uma maneira o mais universal possível, e que todos os possíveis interessados possam comparar um produto com outro similar. Daí a necessidade de se fazerem a normalização para produtos, serviços e procedimentos.

As NORMAS garantem que a informação de um produto possa ser comparada com outros similares ou com a mesma finalidade de uso.

As organizações mais importantes em estabelecer padrões para irrigação localizada são a ASAE e a ISO.

A ASAE, American Society of Agricultural Engineers, sediada nos Estados Unidos estabelece normas para uso do público Estadunidense. Mas tem tido aceitação e influencia em todo o mundo, devido ao seu pioneirismo, qualidade dos trabalhos desenvolvidos, e variedades de normas produzidas.

A ISO, International Organization for Standardization, esta sediada em Genebra, Suíça, e a própria denominação já explica sua finalidade: ser uma organização internacional para gerar normas, dando assim condições para que todos os países aceitem ou apliquem as suas normas. Em 2004, 146 países estavam associados a ISO.

Uma NORMA estabelecida representa o estado da arte na sua respectiva área, e pode ser uma ferramenta importante para as pessoas que selecionam, projetam, compram, instalam, operam e avaliam equipamentos de irrigação (SOLOMON e DENDRICK, 1995). Os mesmos autores afirmam que os fornecedores, os projetistas, consultores e usuários

finais de ILG, deveriam ser sabedores, e estar cientes, das NORMAS disponíveis sobre vários equipamentos e procedimentos já normalizados. Os tópicos mais importantes em significância para os interessados em normas para ILG são:

1. Especifica o material e exigências de fabricação para os componentes;
2. Identifica parâmetros chaves usados para quantificar o desempenho do equipamento;
3. Fixa exigências para níveis de desempenho aceitáveis ou os seus limites; e
4. Estabelece métodos de ensaio, interpretação e análise de dados; bem como relatórios de desempenho.

Tais métodos normalizados garantem que um produto esta pronto para ser comparável com outros.

NORMAS são importantes para fornecedores e consumidores. A NORMA é sempre usada para especificar ou pre-qualificar equipamentos que serão considerados para aquisição. Quando se usa uma NORMA para guiar as decisões de compra, se garante um grau de proteção para os consumidores finais e fornecedores. Os clientes estão assegurados que um mínimo de desempenho e segurança estarão garantidos por produtos que preencham os requisitos das NORMAS (SOLOMON e DENDRICK, 1995).

4.7 A ISO 9261:2004

Esta Norma Internacional fornece exigências mecânicas e operacionais para emissores e tubos emissores usados na irrigação agrícola, e, onde aplicável, para conexões, e determina métodos de ensaio em conformidade com tais exigências. Também especifica os dados a serem fornecidos pelos fabricantes para permitir informação adequada, instalação e operação no campo.

A ISO 9261 teve sua segunda edição liberada em janeiro de 2004 (INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION, 2004b). E foi preparado

pelo Comitê Técnico ISO/TC - Tratores e máquinas para agricultura e silvicultura, Subcomitê SC 18 – Sistemas e equipamentos de irrigação e drenagem. Cancela e toma o lugar das edições anteriores da ISO 9261:1991 e da ISO 9260:1991, das quais constitui uma revisão técnica. No Apêndice 1 apresentamos uma versão adaptada das partes que tiveram utilidade neste trabalho, da NORMA ISO 9261: 2004.

5 MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações foram conduzidas no Laboratório de Irrigação do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrônômicas – Campus de Botucatu.

Utilizaram-se as seguintes marcas de mangueiras gotejadoras:

- 1) Golden Drip, fabricado por Seo Won Inc.(Coréia do Sul) com espessura de parede de 0,0002 m, gotejador plano de fluxo turbulento tipo labirinto espaçados a 0,30 m, vazão nominal de 1,5 L.h⁻¹ por emissor a pressão nominal de 100 kPa e diâmetro nominal de 0,016 m (Figura 5) conforme Apêndice 3 e 4.
- 2) E o protótipo P2015, em fase de desenvolvimento pela empresa Petroisa Brasil Ltda (Figura 6). A empresa forneceu 300 metros de

mangueira gotejadora, transparente, isto é, foi produzida na fase de regulagem da maquina extrusora sem adicionar o pigmento negro de fumo na matéria prima. O gotejador é plano tipo labirinto, com vazão nominal de $1,5 \text{ L.h}^{-1}$ a 100 kPa. Outras especificações não estão disponíveis.

Durante os ensaios foram usados os itens e as seqüências da NORMA ISO 9261:2004 específicos para avaliar mangueiras gotejadoras.



Figura 5. Bobina da mangueira gotejadora Golden Drip.



Figura 6. Bobina da mangueira gotejadora P2015 (protótipo).

5.1 Amostragem

Do Golden Drip foram retirados 25 emissores de um total de 3300 disponíveis para o ensaio. Do P2015, foram retirados 25 emissores de um total de 990 disponíveis para o ensaio.

5.2 Sequência das avaliações

Todas as avaliações seguiram a mesma sequência preconizada pela norma ISO 9261:2004. Foram gastos 112 horas de trabalho no laboratório para as devidas avaliações.

5.3 Características do ambiente e da água

A bancada de testes do Laboratório de Irrigação, Figura 7, possui um depósito de água com capacidade de 500 L e uma motobomba para pressurizar as tubulações com um filtro de tela metálica de 75 μm de abertura, equivalente a 200 mesh.



Figura 7. Vista superior da bancada de testes.

Durante os trabalhos a temperatura da água era checada a cada 30 minutos, tendo variado de 23 °C a 26 °C. Numa ocasião, quando a temperatura da água atingiu os 27 °C, usou-se gelo para rebaixa-la a 23 °C.

A análise de água apresentou um valor de 2 mg/L de resíduos sólidos, sendo aceitável até 25 mg.L⁻¹.

5.4 Coeficiente de variação – C_V

Foram avaliados as vazões de 25 emissores para cada mangueira gotejadora, à pressão nominal de 100 kPa com quatro repetições. A vazão foi avaliada por pesagem e transformada em volume.

5.5 Vazão em função da pressão de entrada

Em continuação ao teste anterior, foi medida a vazão, com pressão crescente na seguinte seqüência: 40, 60, 80, 120 e 144 kPa (= 1,2 p_{max}), com quatro repetições para cada um dos 25 emissores selecionados. Foram considerados os dados de vazão

mencionados no subtítulo 5.4 a pressão de 100 kPa, cumprindo assim a exigência de que não tenhamos diferença maior do que 50 kPa entre uma pressão e outra na seqüência. O tempo de coleta variou de 4 e 8 minutos, em função da variação da vazão com a pressão.

5.6 Determinação da relação vazão-pressão

A relação entre a vazão, q , em litros por hora, e a pressão de entrada no emissor, p , em kilopascal, foi calculada utilizando-se os mesmos dados para obtenção da vazão em função da pressão de entrada.

5.7 Espessura de parede da mangueira gotejadora

Com o auxílio de um micrometro com precisão de 0,01 mm foi medido a espessura da mangueira gotejadora em quatro pontos equidistantes em duas secções transversais ao comprimento da mangueira, conforme Figura 8.

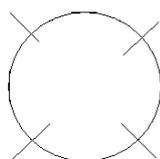


Figura 8. Secção transversal e posição dos pontos a serem medidos na mangueira gotejadora.

5.8 Determinação do diâmetro interno da mangueira gotejadora

Foi construída uma ferramenta cônica (Figura 9), com ângulo menor que 10°, para ser inserida dentro em uma das extremidades da mangueira, com o cuidado de não alargar o diâmetro. Marcou-se na ferramenta o círculo feito por esta extremidade, e depois se mediu o diâmetro usando ferramenta com 0,01 mm de precisão.



Figura 9. Ferramenta cônica e paquímetro para avaliar diâmetro interno.

5.9 Determinação do espaçamento entre os gotejadores

Foi medido o espaçamento entre 3 emissores, com trena de 1 mm de precisão.

5.10 Resistência à pressão hidráulica em temperatura ambiente

Um trecho da mangueira gotejadora com 5 emissores passou por duas avaliações. Uma a pressão de 1,2 vezes a pressão máxima (p_{max}) e outra a pressão de 1,8 vezes a p_{max} . As mangueiras ficaram gotejando por 60 minutos para cada pressão. A água foi mantida entre 24 °C e 26 °C, após o que se reduziu lentamente a pressão para a pressão nominal e fez-se uma medição da vazão por 4 minutos, com quatro repetições.

5.11 Resistência à pressão hidráulica em condição de elevada temperatura

Pegou-se um trecho de cada modelo de mangueira gotejadora com 3 emissores. Depois a mangueira foi colocada num recipiente, conforme Figura 10, e

pressurizada com água a 1,2 vezes a p_{max} . A pressurização foi incrementada gradualmente e tomou-se o cuidado de retirar todo o ar de dentro da mangueira pressurizada.

Depois disto o recipiente foi preenchido com água, que foi mantida aquecida a 40 °C por uma resistência blindada de 1 600 W com controle eletrônico da temperatura. As mangueiras permaneceram em funcionamento e imersas por 60 minutos. A temperatura da água variou de 39 °C a 42 °C.

Depois dos 60 minutos, as mangueiras foram retiradas do recipiente e passaram por um repouso de 30 minutos em temperatura ambiente. Foi feita novamente a medição de vazão em pressão nominal, com a água a 24 °C, com 4 repetições e 4 minutos de coleta.



Figura 10. Recipiente com resistência elétrica para aquecimento.

5.12 Resistência à tensão

Realizou-se o teste a temperatura ambiente de 25 °C. Dois pedaços de mangueira gotejadora (de cada fabricante) foram separados. Marcou-se dois pontos distantes entre si de 150 mm.

Num dispositivo instalado (Figura 13) no Laboratório de Irrigação adaptado da norma ASAE S553 (AMERICAN NATIONAL STANDARD, 2001), aplicou-se duas tensões, 160 N e 180 N. Tomou-se o cuidado de incrementar a tensão lentamente, de maneira a não danificar as amostras.

A tensão foi mantida por 15 minutos. Após este tempo retiraram-se as mangueiras do dispositivo e avaliou-se danos físicos, tais como rachaduras e ou fissuras.

O produto para ser considerado como **reutilizável** deve passar pela tensão de 180 N sem apresentar danos e a distancia entre as duas marcas feitas não deveriam apresentar variação maior do que $\pm 5\%$.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As avaliações foram conduzidas no Laboratório de Irrigação do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrônômicas – Campus de Botucatu.

Utilizou-se a mangueira gotejadora Golden Drip e o protótipo de mangueira gotejadora P2015.

6.1 Coeficiente de variação

Usou-se o formulário descrito no Apêndice 5 para anotar os valores de vazão coletados. Conforme Tabelas 5 e 6, os dois produtos estão dentro das especificações exigidas pela ISO 9261:2004.

Tabela 5. Valores de vazão média medida e a variação em relação à vazão informada.

Mangueira gotejadora	Vazão média q_n (L.h ⁻¹)*		Variação observada (%)**
	Informada	Medida	
P2015	1,5	1,458	-2,8
Golden Drip	1,5	1,508	+ 0,53

* a pressão de 100 kPa ** Variação permitida $\pm 7\%$ (Norma ISO 9261:2004)

Tabela 6. Valores de C_v .

Mangueira gotejadora	C_v *	
	Informado	Medido (%)**
P2015	-	4,37
Golden Drip	-	5,61

*não deve exceder 7% (Norma ISO 9261:2004) **na pressão de 100 kPa

6.2 Vazão em função da pressão de entrada

Foram avaliadas duas mangueiras gotejadoras, 50 gotejadores, 25 de cada uma, com quatro repetições e 6 diferentes vazões, totalizando 1200 medições de vazão, que apresentaram os resultados conforme Tabela 7.

Tabela 7. Vazão média ($L.h^{-1}$) em função da pressão de 25 gotejadores para as mangueiras gotejadoras avaliadas.

Pressão – kPa	Vazão ($L.h^{-1}$)	
	P2015	Golden Drip
40	0,955	0,956
60	1,146	1,163
80	1,313	1,343
100	1,458	1,508
120	1,580	1,640
144	1,722	1,794

Aceita-se pela ISO 9261:2004, que a conformação da curva obtida com os dados da Tabela 7, pode ter uma variação de $\pm 7\%$ em relação à curva apresentada pelo fabricante. Esta comparação ficou prejudicada, pois os dois fabricantes não forneceram esta informação. No gráfico da Figura 11 os pontos circulares representam os valores de vazão da Tabela 7.

6.3 Ajuste da relação vazão-pressão

Utilizando todos os valores da Tabela 7, ajustou-se as relações vazão-pressão obtendo-se os valores de m e de k conforme Tabela 8.

Tabela 8. Valores de m e de k das mangueiras gotejadoras avaliadas.

Marca	m	k
P2015	0,4611	0,174
Golden Drip	0,494	0,154

Pela ISO 9261:2004, quando o valor do expoente do emissor, m , é maior do que 0,2, considera-se este emissor não autocompensado (não regulado). No gráfico da Figura 11 as linhas contínuas representam a vazão versus pressão conforme equação (3).

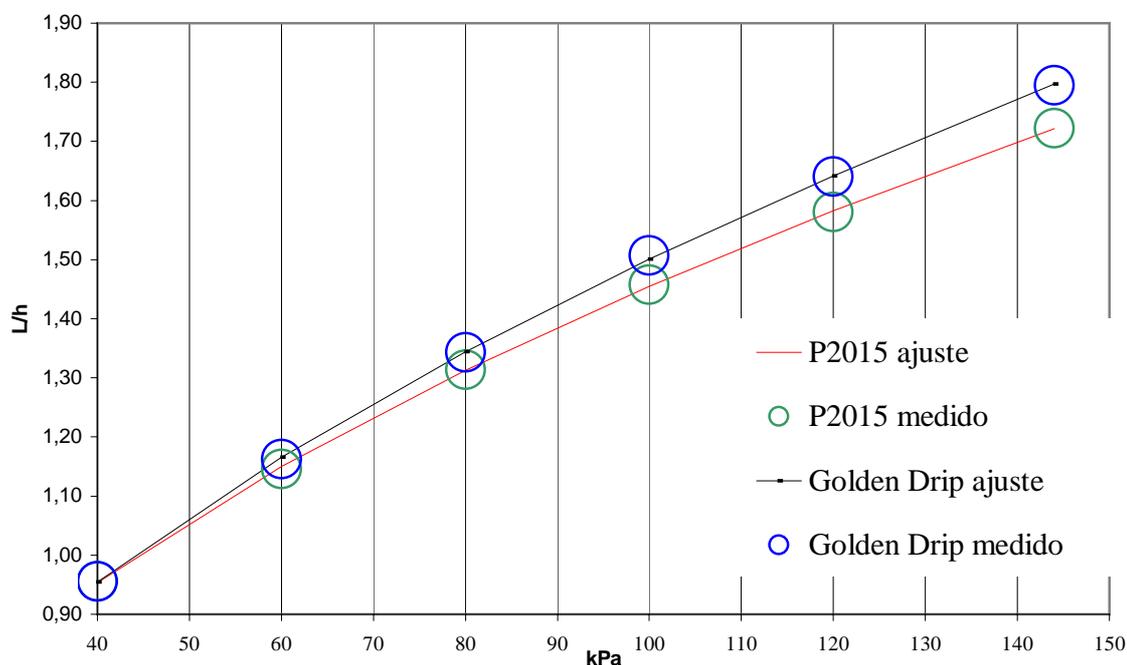


Figura 11. Gráfico com as curvas ajustadas (linhas sólidas) e os pontos circulares que representam os valores medidos para a vazão versus pressão para as mangueiras gotejadoras P2015 e Golden Drip.

O expoente calculado, m , não pode desviar do valor declarado $\pm 5\%$. Não foi possível fazer esta comparação, pois o fabricante do Golden Drip (Apêndice 4) não informa estes valores em seus catálogos e o fabricante do protótipo P2015 ainda não lançou nem o produto e nem os catálogos.

6.4 Espessura de parede da mangueira gotejadora

Os valores estão na Tabela 9. A NORMA ISO 9261:2004 recomenda que os fabricantes declarem estes valores arredondados em 0,05 mm.

Tabela 9. Valores das espessuras de parede das mangueiras gotejadoras P2015 e Golden Drip, em mm.

Marca	Primeira secção				Segunda secção			
	1	2	3	4	1	2	3	4
P2015	0,21	0,19	0,23	0,19	0,20	0,22	0,24	0,20
Golden Drip	0,26	0,28	0,28	0,26	0,26	0,27	0,28	0,27

Pelo critério da norma ISO 9261:2004, a espessura de parede da mangueira gotejadora, não pode ter nenhum dos quatro pontos com medida menor que 90% da espessura declarada.

A marca Golden Drip tem espessura declarada de 0,200 mm, e o menor valor encontrado foi de 0,26 mm. Provavelmente houve um problema de controle de qualidade do fabricante.

O protótipo P2015 não tem espessura declarada pelo fabricante, sendo que o menor valor encontrado foi de 0,19 mm. O fabricante irá declarar uma medida de 0,200 mm, conforme contato pessoal.

6.5 Diâmetro interno da mangueira gotejadora

O produto Golden Drip tem diâmetro interno declarado em seus catálogos igual a 16mm e o P2015 ainda não tem este valor fornecido pelo fabricante.

Tabela 10. Diâmetro interno (mm) das mangueiras gotejadoras avaliadas.

Marca	Diâmetro interno		Desvio (mm)*
	declarado	medido	
P2015	-	15,39	-
Golden Drip	16	16,59	+ 0,59

* Aceitável $\pm 0,3$ (Norma ISO 9261:2004)

O diâmetro interno medido não deve se desviar mais do que $\pm 0,3$ mm do diâmetro declarado. A variação do Golden Drip esta fora das especificações (Tabela 10).

6.6 Espaçamento entre os gotejadores

Os espaçamentos entre os gotejadores não devem se desviar mais do que 5% do espaçamento declarado. Conforme a Tabela 11, a marca Golden Drip esta dentro da faixa de tolerância.

Tabela 11. Espaçamento entre emissores (mm).

Marca	Valor medido			Valor declarado	Maior desvio (%)
	1	2	3		
P2015	283	295	280	286*	+3,15-
Golden Drip	308	306	299	300	+ 2,67%

* valor médio medido

6.7 Resistência à pressão hidráulica em temperatura ambiente

6.7.1 Pressão de 1,2 vezes a pressão máxima p_{max} – produtos não reutilizáveis

Os dados de vazão a pressão nominal p_n foram anotados no formulário específico apresentado no Apêndice 6, após as mangueiras terem trabalhado por uma hora na pressão de bancada igual a 1,2 vezes a pressão máxima p_{max} (144 kPa), que é um procedimento específico para emissores classificados como não reutilizáveis. A diferença de $\pm 10\%$ é aceitável. Os resultados, média de 4 repetições para cada emissor, estão nas Tabelas 12 e 13.

Tabela 12. Vazão ($L \cdot h^{-1}$) a pressão nominal e sua variação após 60 min trabalhando a pressão de 1,2 vezes a p_{max} (144 kPa) para P2015.

Emissor n°.	Vazão original	Vazão após o teste	Variação (%)
1	1,470	1,473	+ 0,20
2	1,490	1,493	+ 0,20
3	1,515	1,513	- 0,09
4	1,410	1,381	- 2,01
5	1,413	1,408	- 0,40

Tabela 13. Vazão ($L \cdot h^{-1}$) a pressão nominal e sua variação após 60 min trabalhando a pressão de 1,2 vezes a p_{max} (144 kPa) para Golden Drip.

Emissor n°.	Vazão original	Vazão após o teste	Variação (%)
1	1,662	1,659	- 0,15
2	1,531	1,534	+ 0,15
3	1,553	1,558	+ 0,27
4	1,402	1,409	+ 0,52
5	1,540	1,560	+ 1,27

Tanto a mangueira P2015 como a Golden Drip apresentaram variações insignificantes de vazões, ao se considerar uma tolerância de até $\pm 10\%$, permitido pela ISO 9261:2004. Os dois produtos podem ser classificados como **não reutilizáveis**.

6.7.2 Pressão de 1,8 x a pressão máxima p_{max} – produtos reutilizáveis

Repetiu-se o procedimento do item 6.7.1, utilizando o Apêndice 7 para anotar os valores obtidos. O protótipo P2015 se rompeu (Figura 12) antes da pressão de trabalho atingir 216 kPa, não podendo ser classificado como produto **não reutilizável**. Na Tabela 14 temos o resultado do Golden Drip.



Figura 12. Vesícula rompida antes da pressão atingir 216 kPa, no protótipo P2015.

Tabela 14. Vazão ($L \cdot h^{-1}$) a pressão nominal e sua variação após 60 min trabalhando a pressão de 1,8 vezes a p_{max} (216 kPa) para Golden Drip.

Emissor nº.	Vazão original	Vazão após o teste	Variação (%)*
1	1,662	1,700	+ 2,30
2	1,531	1,556	+ 1,62
3	1,553	1,591	+ 2,40
4	1,402	1,433	+ 2,24
5	1,586	1,540	+ 3,00

*Variação aceitável de $\pm 10\%$

Em todos os emissores houve um aumento da vazão, mas dentro do limite de variação permitido pela ISO 9261:2004. Podendo ser classificado para este item como produto **reutilizável**.

6.8 Resistência à pressão hidráulica à elevada temperatura

Muito similar ao ensaio anterior, tomou-se um segmento com três emissores para cada produto. Estes segmentos foram imersos na mini banheira, conforme Figura 10, sendo então submetidos à pressão máxima de trabalho de 120 kPa.

A pressurização foi lenta e tomou-se o cuidado de retirar todo o ar de dentro da mangueira.

Depois disto a mini banheira foi preenchida com água, que foi aquecida a 40 °C com uma resistência blindada e regulada com dispositivo eletrônico. A mangueira permaneceu imersa e pressurizada por 60 minutos para cada marca de mangueira gotejadora. A temperatura da água variou de 39 °C a 42 °C.

Depois dos 60 minutos, os segmentos foram retirados da mini banheira e ficaram em repouso em temperatura ambiente por 30 minutos. Novamente foram pressurizados a pressão nominal, 100 kPa, e foram avaliadas a vazões dos três emissores para

cada mangueira, com 4 repetições e 4 minutos de coleta de água. Os dados consolidados estão na Tabela 15. A vazão de cada emissor não deve desviar mais do que $\pm 10\%$ da vazão original, conforme NORMA ISO 9261:2004.

Tabela 15. Valores de vazão ($L.h^{-1}$) antes e depois do ensaio em água quente e as variações encontradas para as duas mangueiras gotejadoras.

Emissor	P2015			Golden Drip		
	Vazão original	Vazão ensaio	Diferença (%)	Vazão original	Vazão ensaio	Diferença (%)
1	1,470	1,476	0,004	1,457	1,481	0,017
2	1,490	1,484	-0,004	1,452	1,475	0,016
3	1,515	1,507	-0,005	1,463	1,478	0,010

Pode-se verificar que este ensaio não alterou a vazão original dos emissores.

6.9 Resistência à tensão

Os testes foram realizados em temperatura ambiente de 25 °C. Dois segmentos das duas marcas (4 ensaios) de mangueira gotejadora foram preparados para serem ensaiadas. Um segmento P2015 sofreria a tensão de 160N e o outro de 180 N. O mesmo aconteceu com o Golden Drip. Cada segmento tinha 3 gotejadores. Marcou-se em cada mangueira dois pontos equidistantes em 150 mm.

Num simulador de tensão adaptado, conforme norma ASAE S553 (Figura 13), no Laboratório de Irrigação aplicamos as forças. Tomou-se o cuidado de incrementar a tensão lentamente de maneira a não danificar as amostras prematuramente.

Cada segmento de mangueira deveria ficar tencionado por 15 minutos. Após este tempo seria retirado do dispositivo e seriam avaliarmos os danos físicos, a vazão na pressão nominal (aceitável $\pm 10\%$ de variação) e a distância entre os sinais pré-marcados, que poderiam variar $\pm 5\%$, ou seja, de 142,5 a 155,5 mm.

O produto que passasse pelas exigências do ensaio com 180 N seria classificado como **reutilizável**, e o com 160 N como **não reutilizável**.

O protótipo P2015 se rompeu após 2 minutos de iniciar o ensaio a 160 N (Figura 14). O segmento que estava programado para ensaiar a 180 N, também não passou no de 160 N.



Figura 13. Simulador de tensão.



Figura 14. Sinal de rompimento do protótipo P2015.

Nas Tabelas 16 e 17 temos os resultados do ensaio com o produto Golden Drip.

Tabela 16. Distância entre os pontos submetidos a diferentes tensões aplicadas no ensaio para a mangueira gotejadora Golden Drip.

Força aplicada (N)	Distância entre os pontos (mm)		Variação (%)*
	Antes	Depois	
160	150	166	+ 10,66
180	150	181	+ 20,66

*Aceitável até $\pm 5\%$ de variação. (Norma ISO 9261)

No quesito alongamento, Tabela 16 o Golden Drip variou a distância entre as marcas acima do limite de variação permitido nas duas tensões testadas, e quanto ao quesito vazão, Tabela 17 as variações estão dentro do permissível.

Pelos critérios avaliados não se pode classificar estes dois produtos, nem como **reutilizável** e nem como **não reutilizável**.

Tabela 17. Variação entre a vazão original ($L \cdot h^{-1}$) e a obtida após o ensaio de tensionamento para o produto Golden Drip.

Emissor	160 N	180 N
---------	-------	-------

	Original	Após ensaio	Variação (%)*	Original	Após ensaio	Variação (%)*
1	1,468	1,457	- 0,008	1,524	1,502	- 0,015
2	1,516	1,495	- 0,014	1,484	1,493	0,006
3	1,673	1,658	- 0,009	1,537	1,546	0,006

*Aceitável até 10% de variação. (Norma ISO 9261:2004).

Se os fabricantes declarassem uma tensão de ensaio menor do que o preconizado pela NORMA ISO 9261:2004, o que é permitido, então se teria de conduzir este ensaio nesta tensão declarada, o que provavelmente aprovaria os produtos neste quesito.

6.10 Resistência da mangueira gotejadora à fadiga ambiental

Esta avaliação foi prejudicada devido à falta de equipamentos e do reagente específico. Não foram realizadas.

7 RECOMENDAÇÕES

A ISO 9261:2004 é uma NORMA para avaliar e classificar uma mangueira gotejadora, que preenche os requisitos de fornecer dados de boa qualidade para os agricultores e técnicos. Não esta normalizada pelo INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATON (ISO) os procedimentos para especificar a perda de carga na mangueira gotejadora, fator necessário para os projetistas de irrigação.

Por não especificar claramente “como” fazer os ensaios, a ISO 9261:2004 dá flexibilidade para se adaptar qualquer Laboratório de Irrigação para aplicar os ensaios exigidos.

Por ser uma norma internacional, a ISO 9261:2004 deveria se tornar padrão na indústria brasileira de irrigação por gotejamento.

Dada a inexistência de norma nacional que trate da mesma temática da ISO 9261:2004, sugerimos sua adoção nos ensaios de avaliação e caracterização de emissores.

A norma ISO 9261:2004 tanto pode ser utilizada por um fabricante no processo de desenvolver uma mangueira gotejadora, como poder ser útil aos órgãos de defesa de consumidor em atestar a veracidade das informações constantes nos catálogos. Dirimi dúvidas e subsidia contratos de relações comerciais baseados em índices de desempenho técnico para sistemas de irrigação localizada.

8 CONCLUSÕES

Seguindo as recomendações da ISO 9261:2004 conclui-se que:

- a) O coeficiente de variação de fabricação ficou em 4,37 e 5,61% para os produtos P2015 e Golden Drip respectivamente, abaixo do permitido de 7%.
- b) Os dois gotejadores são de fluxo turbulento, pois o valor do expoente dos emissores foi de 0,461 para o P2015 e de 0,494 para o Golden Drip.

- c) O ensaio de resistência à tensão pode ser uma ferramenta rápida para diagnosticar se a mangueira gotejadora é apropriada para ser retirada do campo para outra reinstalação.
- d) Para atender a NORMA ISO o fabricante tem que repensar seu processo de produção e controle de qualidade, bem como fornecer dados mais completos sobre o produto.
- e) Pelos critérios avaliados não se pode classificar estes dois produtos, nem como **reutilizável** e nem como **não reutilizável**. Se os fabricantes declarassem uma tensão de ensaio menor do que o preconizado pela NORMA ISO 9261:2004, o que é permitido, então se teria que conduzir um novo ensaio nesta tensão declarada.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

AMERICAN NATIONAL STANDARD. **ANSI/ASAE S553**: Collapsible emitting hose (drip tape): specifications and performance testing. St Joseph, 2001. 6p.

ANDRADE, L. Irrigação gota a gota, a solução para a escassez de água. **Agrianual 2001**, São Paulo, p. 78-90, 2001.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 1982. 463 p.

BRALTS, V. F.; EDWARDS, D. M. Field evaluation of drip irrigation submain units. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 29, n. 6, p. 1659-1664, 1986.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comercio Exterior. **Importação Brasileira**. Disponível em: <<http://aliceweb.mdic.gov.br>> Acesso em: 26 nov. 2004.

BUCKS, A. D.; MYERS, L. E. Trickle Irrigation: application uniformity from simple emitters. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 16, n. 6, p. 11108-1111, 1973

BUCKS, D.A. Historical developments in microirrigation. In: INTERNATIONAL MICROIRRIGATION CONGRESS, 5, 1995, Orlando, **Proceedings...**St Joseph: ASAE, 1995. p. 1-5.

BURT, C. M.; STYLES, S. W. **Drip and microirrigation for trees, vines, and row crops**. San Luis Obispo: The Irrigation Training & Research Center, 1994, 261 p.

CABELLO, F. P. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF): goteo, micro aspersion, exudación**. Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 1996. 511 p.

CHRISTOFIDIS, D. Os recursos hídricos e a prática da irrigação no Brasil e no mundo. **ITEM: irrigação e tecnologia moderna**, Brasília, n. 49, p. 8-13, 2001.

CORDEIRO, E. A. **Influencia do tratamento de água ferruginosa no desempenho de sistema de irrigação por gotejamento**. 2002. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

DENÍCULI, W., et al. Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo num sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 27, n. 50, p 155-162, 1980.

FARIA, L. F. **Variação de vazão de gotejadores enterrados na irrigação de citros e café**. 2002. 102 f. Dissertação (Mestrado Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, Piracicaba, 2002.

FARIA, M. A. **Características hidráulicas do microgotejador IRTEC e da linha lateral de irrigação**. 1981. 81 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1981.

FRAVET. A. M. M. F de. et al. Evaluación de las características hidráulicas de una cinta de goteo marca chapin ®. In: CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE, 1, 2004, Lima: **Anais...**Lima: Universidad Agraria La Molina, 2004. CD-ROM.

GUSTAFSON, C.D. Drip irrigation: where it was in '75. **Irrigation Journal**, Elm Grove, v. 26, n. 3, p. 24-26, 1976.

HOWELL, A. T.; HILLER, E. A. Designing trickle irrigation laterals for uniformity. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, Reston, v. 100, n. IR4, p. 443- 454, 1974.

INTERCAMBIO. Irrigação localizada conquista mercado. **Câmara Brasil – Israel de Comercio e Industria**. São Paulo, 2002. Disponível em: <
http://www.cambici.com.br/html/infoc/infoc_agri_irrilocalizada.htm >. Acesso em : 22 nov. 2004.

INTERCAMBIO. Agrishow 2003. **Câmara Brasil – Israel de Comercio e Industria**. São Paulo, 2003. Disponível em:
<http://www.cambici.com.br/html/intercambio/intercambio_maio_2003>. Acesso em: 22 nov. 2004

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 8796**: Polyethylene PE 32 and PE 40 pipes for irrigation lateral: susceptibility to environmental stress cracking induced by inserted-type fittings : test method and requirements. 2 ed. Geneva, 2004a. 20 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6261**: Agricultural irrigation equipment : emitters and emitting pipe : specification and test methods. 2 ed. Geneva, 2004b. 20 p.

KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 17, n. 4, p. 678-684, 1974.

KELLER, J; BLIESNER, R.D. **Sprinkel and trickle irrigation**. New York: Avibook, 1990. 658 p.

MENDES, W. C. R. **Avaliação da irrigação localizada sistema xiquexique**. 1989. 105 f. Dissertação (Mestrado Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza, 1989.

MICROJET. Microjet sunjet. 2005. Disponível em:
<<http://www.microjet.net/details/sundets.htm>>. Acesso em: 26 jan. 2005.

NAANDAN. Wide product range. 2005. Disponível em: <<http://www.naandan.com/naan>>. Acesso em: 26 jan. 2005.

NAKAYAMA, F.S., BUCKS, D.A . **Trickle irrigation for crop production**: design, operation and management. Amsterdam: Elsevier, 1986. 383 p.

OLITTA, A. F. L. Os metodos de irrigação. São Paulo: Nobel, 1989. 267 p.

OLIVEIRA, C. A. da S. **Hidráulica de gotejadores e de linhas laterais para irrigação por gotejamento.** 1978. 85 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 1978.

RESENDE, R. S. **Suscetibilidade de gotejadores ao entupimento de causa biológica e avaliação do desentupimento via cloração de água de irrigação.** 1999. 90 f. Dissertação (Mestrado Agronomia/Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba, 1999.

SCHMIDT, M. V. V. **Características hidráulicas do tubogotejador “QUEEN GIL”.** 1995. 56 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

SILVA, J. G. F. **Características hidráulicas de tubos de polietileno perfurados para irrigação por gotejamento.** 1984. 63 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

SOARES, A. S. **Características hidráulicas de microtubos cipla e de linhas laterais para irrigação por gotejamento.** 1981. 79 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1981.

SOCCOL, O. J.; ULLMANN, M. N.; FRIZONE, J. A. Performance analysis of a trickle irrigation subunit installed in an apple orchard. **Brazilian Archives of Biology and Technology.** Curitiba, v. 45, n. 4, p. 525-530, 2002.

SOLOMON, K. Manufacturing variation of trickle emitters. **Transactions of the ASAE.** St. Joseph. 22, n.5, p. 1034-1038, 1979.

SOLOMON, K. Global uniformity of trickle irrigation systems. **Transactions of the ASAE.** St. Joseph v. 28, n. 4, p. 1151-1158, 1985.

SOLOMON, K. H.; DECRICK, A. R. Standards development for microirrigation. In: INTERNATIONAL MICROIRRIGATION CONGRESS, 5., 1995, Orlando, **Proceedings...** St Joseph: ASAE, 1995. p. 303-313.

SOUZA, L. O. C. **Análise técnica de sistemas de irrigação por gotejamento utilizados na cafeicultura irrigada.** 2000. 95 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

TESTEZLAF, R.; CAMPIONI, E. C. Comportamento hidráulico do tubogotejador “Queen Gil”. **Engenharia Agrícola**, Campinas, v.13, p. 29-38, 1993.

VIEIRA, A. T. **Caracterização hidráulica de um tubo gotejador.** 1996. 71 f. Dissertação (Mestrado Agronomia/Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba, 1996.

VIEIRA, G. H. S. **Recuperação de gotejadores obstruídos devido à utilização de águas ferruginosas.** Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

WU, I.; GITLIN, H. M. Hydraulics and uniformity for drip irrigation. **Journal of the Irrigation and Drainage Division.** Renton, v. 99, n. IR2, p 157-168, 1973.

APÊNDICE 1

Versão adaptada das partes da ISO 9261:2004 que tiveram utilidade neste trabalho.

Obs. A seqüência numérica desta versão não tem nenhuma correspondência com a numeração da norma original que esta na língua inglesa.

1 Campo de aplicação

A ISO 9261:2004 é aplicável para emissores, tubo emissor, mangueira, incluindo as mangueiras que se colapsam (fitas do inglês “tapes”) e tubulações dos quais os emissores são partes integrantes, para emissores e unidades emissoras com ou sem regulação de pressão e que a vazão não exceda a 24 L.h^{-1} por saída (exceto durante drenagem), e para conexões especiais para conectar canos emissores, mangueiras e tubos. Não é aplicável a tubos porosos, e não cobre o desempenho de emissores com respeito a entupimento nem a perda de carga em linhas laterais.

2 Referencia normativa

A ISO 3501 e a ISO 8796 são pré-requisitos para a aplicação da norma ISO 9261:2004.

A ISO 3501 trata dos acoplamentos comuns entre conexões e tubos pressurizados de polietileno, e a ISO 8796 normaliza os ensaios de suscetibilidade a ação ambiental, por fadiga de material, específico para tubos de polietileno.

3 Denominações e definições

A ISO 9261:2004 define os termos usados neste trabalho como:

- a) Emissor: é um gotejador, dispositivo instalado na linha lateral e tem a função de fornecer água em forma de gotas ou de um fluxo contínuo a uma vazão que não exceda 24 L.h^{-1} , exceto durante drenagem.
- b) Emissor in-line: emissor próprio para ser instalado entre dois comprimentos de linha lateral.
- c) Emissor on-line: emissor próprio para ser instalado na parede de uma lateral, direto ou indiretamente, através de um microtubo.
- d) Tubulação (ou cano) emissora: tubulação contínua, mangueira ou tubo, incluindo as mangueiras colapsáveis com perfurações ou outros dispositivos hidráulicos formados ou integrados na tubulação (ou cano), mangueira ou tubo durante o processo de produção e próprio para descarregar água em forma de gotas ou contínuo fluxo.
- e) Emissor ou tubulação emissora autocompensante: que mantém relativamente constante a vazão quando varia a pressão da água na entrada do emissor, dentro de limites de pressão especificados pelo fabricante.
- f) Pressão mínima de trabalho p_{min} : menor pressão na entrada do emissor recomendado pelo fabricante para garantir uma operação apropriada.
- g) Pressão máxima de trabalho p_{max} : maior pressão na entrada do emissor recomendado pelo fabricante para garantir um funcionamento apropriado.
- h) Tubulação, mangueira ou tubo emissor **não reutilizável**: produto não apropriado para ser removido do campo para outra reinstalação.
- i) Tubulação, mangueira ou tubo emissor **reutilizável**: produto projetado para ser removido do campo para outra reinstalação desde que manejado adequadamente.

- j) Diâmetro nominal d_n : designação numérica usada para se referir ao tamanho do tubo, aproximadamente igual ao diâmetro externo do tubo emissor.
- k) Pressão de ensaio nominal p_n : pressão de referencia, para ser usada para propósito de teste, de 100 kPa na entrada do emissor, ou outra pressão designada pelo fabricante.
- l) Vazão nominal q_n : vazão expressa em $L.h^{-1}$, de um emissor ou unidade operacional na pressão de ensaio nominal com a água a temperatura de $23\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$, ou como especificado pelo fabricante.
- m) Faixa de pressão de trabalho: toda a pressão na entrada do emissor entre e incluindo a mínima pressão de trabalho, p_{min} , e a máxima pressão de trabalho, p_{max} , recomendada pelo fabricante para garantir operação adequada.
- n) Unidade do expoente do emissor m : valor numérico que define a relação exponencial entre a vazão e a pressão.
- o) Mangueira colapsável: tubo emissor cuja estrutura permite que a secção transversal (que é normalmente redonda ou arredondada quando a pressão na entrada do tubo emissor esta dentro da faixa de pressão de trabalho recomendada pelo fabricante) se altere por si mesma quando a pressão é zero, geralmente por causa da pequena espessura de parede ou por causa na natureza da matéria prima com que o tubo ou mangueira é feito.
- p) Espaçamento: distancia entre duas sucessivas unidades de emissores de água ao longo da linha lateral.

4 Classificação

Conforme a ISO 9261:2004 os emissores ou mangueiras emissoras são classificadas de acordo com critérios:

- a) Possibilidade de ser utilizado novamente: **não reutilizável** ou **reutilizável**.
- b) Tipo regulação de pressão: autocompensado ou não autocompensado.
- c) Tipo de operação a baixa pressão: normal e antigotas.
- d) Tipo de acoplamento do emissor à linha lateral: on-line, in-line, e formado ou integrado na mangueira.

5 Designação

As mangueiras gotejadoras devem ser designadas ou nomeadas por:

- a) “Mangueira gotejadora”; “tubo gotejador”.
- b) Referencia a ISO 9261:2004.
- c) O diâmetro nominal, em milímetros.
- d) Vazão nominal, em litros por hora.
- e) Pressão máxima de trabalho, em múltiplos de 100 kPa unidades.

Exemplo: Uma mangueira gotejadora que obedece a norma ISO 9261:2004, de diâmetro nominal igual a 16 mm, 3 litros por hora de vazão nominal, própria para operar a pressão máxima de até 80 kPa é designada como segue:

Mangueira gotejadora ISO 9261 16 – 3 – 0,8

6 Marcação

6.1 Marcação nas mangueiras gotejadoras

A mangueira gotejadora (linha lateral) deve portar marcas claras e permanentes, a pelo menos cada cinco metros, incluindo os seguintes detalhes:

- a) Nome do fabricante ou a marca registrada.
- b) Marca para identificação do ano de fabricação.

- c) A designação conforme a clausula 5 da ISO 9261:2004 ou o item 5 desta versão.
- d) Uma seta indicando a direção do fluxo, se isto afeta o funcionamento do produto.
- e) Espaçamento entre as saídas, em centímetros.

Obs: No entanto, a marcação em mangueira **não reutilizável** não precisa ser permanente, podendo ser impressas somente na embalagem.

6.2 Marcação na embalagem das mangueiras gotejadoras

Quando as mangueiras gotejadoras são fornecidas em bobinas, cada bobina deve ter uma etiqueta portando as seguintes informações:

- a) Nome do fabricante ou da marca registrada;
- b) Designação conforme o exemplo do item 5 desta versão.
Mangueira gotejadora ISO 9261 16 – 3 – 0,8;
- c) Diâmetro nominal, em milímetros;
- d) Identificação de catalogo ou numero de catalogo da mangueira gotejadora;
- e) Classificação de acordo com o item 4.6.4 deste trabalho;
- f) Comprimento da mangueira gotejadora na bobina, em metros;
- g) Ano de produção e lote de fabricação;
- h) Vazão nominal por gotejador (saída), em litros por hora, e a pressão nominal de teste;
- i) Espaçamento entre saídas, em metros;

7 Construção e material

7.1 Geral

O produto deve ser fabricado sem defeito que possa prejudicar o seu desempenho. Deve permitir um acoplamento fácil com as conexões seja manual ou com ferramentas que devem ser supridas pelo fabricante.

7.2 Dimensões

O fabricante deve especificar o diâmetro externo, o diâmetro interno e a espessura de parede do produto, em milímetros, e as reais dimensões do produto devem obedecer aqueles declarados pelo fabricante. As dimensões das conexões devem se ajustar às dimensões da mangueira gotejadora, para garantir um fácil e confiável acoplamento.

7.3 Material

A matéria prima utilizada na fabricação dos produtos devem ser resistente aos fertilizantes e outros produtos químicos usados na irrigação e devem ser apropriadas para uso com água com temperatura de até 60 °C, operando nas pressões designadas pelo fabricante. O material deve, enquanto possível não favorecer o desenvolvimento de algas e bactérias. As partes expostas à luz devem ser opacas, e protegidas contra a degradação causadas pelos raios UV.

8 Condições e amostragem

8.1 Amostragem

Tomar ao acaso 25 unidades emissoras de um universo de pelo menos 500 emissores. Para mangueiras gotejadoras, assegurar que as amostras não sejam tomadas de secções adjacentes e que não contenham nem o primeiro e nem o ultimo emissor do lote.

8.2 Seqüência dos ensaios

Conduzir os ensaios na ordem em que aparecem na NORMA ISO 9261:2004, reproduzidas nos próximos itens.

8.3 Condições para o ensaio

Conduzir os ensaios com temperatura ambiente e a temperatura da água de $23\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$. Utilizar água filtrada com filtro com abertura de 75 a 100 micra, ou como recomendado pelo fabricante. Os contaminantes não devem exceder a 25 mg.L^{-1} .

8.4 Precisão dos aparelhos

Medir a pressão da água com erro menor que 1% do valor verdadeiro. Durante o ensaio a pressão não deve variar mais que 2%.

Medir a vazão com erro $\pm 0,5\%$ da vazão nominal.

9 Métodos de ensaio e exigências

9.1 Uniformidade da vazão

Medir a vazão em 25 unidades quando a pressão de entrada nos emissores for igual à pressão nominal de ensaio.

Calcular o coeficiente de variação de fabricação, C_v , com a seguinte fórmula:

$$C_v = \frac{S_q}{\bar{q}} \quad (4)$$

em que:

S_q é o desvio padrão das vazões da amostra, em litros por hora;

\bar{q} é a vazão média da amostra, em litros por hora.

Para um produto que já está no mercado, a vazão não deve desviar da vazão nominal declarada, $q_n, \pm 7\%$. E o coeficiente de variação de fabricação, C_V , não deve exceder a 7%.

9.2 Vazão em função da pressão de entrada

Executar o ensaio para determinar a vazão em função da pressão de entrada, em continuação do teste anterior.

Cada emissor deve ser ensaiado em intervalos não maior do que 50 kPa, do zero até $1,2 p_{max}$, tal que pelo menos quatro vazões a quatro pressões diferentes sejam obtidas. Coletar a vazão por pelo menos 3 minutos após alcançar a pressão de ensaio.

9.3 Desenhar a curva da vazão em função da pressão

Calcular, para cada pressão ensaiada, a vazão média, \bar{q} , em litros por hora, obtido pela medição da vazão dos emissores em seqüência crescente de pressão. Desenhar a curva da \bar{q} em função da pressão de entrada. Para produtos que já estão sendo comercializados, a curva \bar{q} deve se alinhar com a curva apresentada pelo fabricante, tolerando-se um desvio de $\pm 7\%$.

9.4 Determinação do expoente do emissor

A relação entre a vazão, q , em litros por hora, e a pressão de entrada em um emissor, p , em kilopascal, é dada pela formula:

$$q \cong k p^m \quad (5)$$

em que:

k é uma constante;

m é o expoente do emissor.

Utilizando todos os valores de p e q obtidos no item 4.6.9.2, calcular o expoente m com a seguinte formula:

$$m = \frac{\Sigma(\log p_i)(\log \bar{q}_i) - \frac{1}{n}(\Sigma \log p_i)(\Sigma \log \bar{q}_i)}{\Sigma(\log p_i)^2 - \frac{1}{n}(\Sigma \log p_i)^2} \quad (6)$$

onde:

i é 1, 2, 3...n;

n é o numero de pressões utilizadas no ensaio;

\bar{q} é a vazão media, em litros por hora;

p é a pressão de entrada, em kilopascals.

Para produtos disponíveis no comercio, o expoente calculado não deve se desviar em $\pm 5\%$ do valor declarado.

Para ser considerado um emissor autocompensado, o valor do expoente, m , não deve exceder 0,2.

A constante k pode ser calculada pela seguinte formula:

$$k = \exp \left[\left(\frac{\Sigma \ln q_i}{n} \right) - \frac{m(\Sigma \ln p_i)}{n} \right] \quad (7)$$

onde:

i é igual a 1, 2, 3...n;

n é o numero de pressões utilizadas no ensaio;

q_i é a vazão media, em litros por hora;

p_i é a pressão de entrada, em kilopascals;

m é o expoente do emissor.

9.5 Dimensões

9.5.1 Espessura de parede

Medir a espessura de parede com precisão de 0,01 mm. A medida deve ser arredondada para 0,05 mm. Medir em duas seções transversais da mangueira, em quatro pontos simulando os quadrantes (Apêndice 10). Se o emissor engrossa a parede da mangueira, não medir neste ponto.

Para produtos comerciais, a espessura de parede não deve ser menor do que 90% do valor declarado em qualquer dos pontos medidos.

9.5.2 Diâmetro interno da mangueira

Medir o diâmetro interno com precisão de 0,05 mm, arredondado para múltiplos de 0,1 mm. Inserir uma ferramenta cônica (com ângulo da ponta menor ou igual a 10°) dentro da mangueira, tomando cuidado de não enlargar o diâmetro. Marque um círculo ao redor do cone tendo como referencia o limite que o cone entra na mangueira e meça o diâmetro interno neste círculo.

O diâmetro medido não deve desviar $\pm 0,3$ mm do valor declarado.

9.5.3 Espaçamento

Medir três espaçamentos entre emissores com precisão de 1,0 mm, que não deve desviar mais que 5% do espaçamento declarado.

9.6 Resistência à pressão hidráulica

9.6.1 Resistência à pressão hidráulica a temperatura ambiente (23 °C \pm 3 °C)

Realizar o teste com um comprimento de mangueira com 5 emissores, ou emissores acoplados com conectores.

Fazer o teste em duas fases:

- a) Retirar todo o ar da mangueira, e incrementar a pressão gradualmente (10 s no mínimo) até a pressão de $1,2 p_{max}$ para mangueiras **não reutilizáveis** e $1,8 p_{max}$ para mangueiras **reutilizáveis**, e mantendo-se a pressão por 1 h. A mangueira e as conexões da bancada não devem apresentar sinais de avarias e não devem ocorrer vazamentos nos acoplamentos, a não ser que seja um vazamento com vazão inferior ou igual a vazão do gotejador.
- b) Após uma hora reduzir a pressão até a pressão nominal de ensaio, e manter por pelo menos 3 minutos. Medir a vazão de cada emissor. A vazão não deve se desviar em cada emissor, $\pm 10\%$ da vazão original feita na primeira medição a pressão nominal.

9.6.2 Resistência à pressão hidráulica com a temperatura da água a $40 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$

Realizar o ensaio com um trecho da mangueira que contenha 3 emissores. Coloque esta mangueira na bancada de teste, com cuidado de não deixar ar preso dentro dela. Aumente a pressão da água lentamente (10 s no mínimo) até a pressão máxima de trabalho, p_{max} . Imergir a mangueira pressurizada em água quente a $40 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ e manter por 1 h.

A mangueira e suas conexões devem resistir ao teste sem apresentar sinais de avaria.

Remover a mangueira da água quente, e deixar por 30 minutos em temperatura ambiente. Aplique pressão nominal, p_n , por pelo menos 3 minutos a $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ e medir a vazão, em cada emissor (Apêndice 9).

A vazão não deve desviar $\pm 10\%$ da vazão original medida no primeiro teste.

9.7 Resistência da mangueira gotejadora à tensão

Realizar o teste a temperatura ambiente de $23\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$. Se a mangueira for **reutilizável**, fazer duas marcas distanciadas de 150 mm.

Atar a mangueira numa máquina de testar tensão, e aumentar uniformemente (acima de 20 a 30 s) para tensionar a mangueira a:

- a) 160 N para mangueiras **não reutilizáveis**, ou.
- b) 180 N para mangueiras **reutilizáveis**.

Se o fabricante declarar uma tensão permitida menor, realizar o teste com a tensão declarada.

Manter a tensão por 15 minutos, depois liberar.

Mangueira **não reutilizável** deve resistir ao teste sem apresentar rachaduras ou rupturas.

Mangueira **reutilizável** deve resistir a tensão sem apresentar rachaduras ou rupturas, e a vazão nominal da amostra não deve variar $\pm 10\%$ da vazão medida antes do teste, a distância entre as duas linhas marcações feitas previamente não deve variar mais do que $\pm 5\%$.

9.8 Resistência da mangueira de polietileno à ação do ambiente

Esta avaliação deve ser feita de acordo com a ISO 8796, que basicamente consiste em preparar 5 amostras, cada uma com comprimento próximo de 20 vezes o diâmetro nominal, preferencialmente tiradas de bobinas diferentes.

Cada amostra de mangueira deve ter ambas as extremidades dobradas em forma de U, em dois diferentes planos perpendiculares um ao outro, e cada dobra deve estar no mínimo a distância de 3 vezes o diâmetro nominal da mangueira, uma da outra.

Estas amostras devem ser imersas por 60 minutos numa solução especial de 90% de água e 10% com o reagente nonil fenox poli-oxietileno etanol (marcas comerciais

sugeridas: Antarox CO-630 ou Arkopal N 110). A solução deve ser agitada em dispositivo magnético por uma hora antes de iniciar a imersão das mangueiras. Usar uma solução nova para cada teste. Manter a temperatura da solução em $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, de preferência num aparato tipo banho maria ou estufa com ar forçado.

Após uma hora, avaliar visualmente danos e ou fissuras sem auxílio de qualquer tipo de dispositivo.

Considera-se que o produto não passou no teste se mais que 10% das dobras apresentarem sinais de fissuras.

10 Dados fornecidos pelo fabricante

O fabricante deve tornar disponível para os usuários catálogos ou folhas de informações que incluam os seguintes dados:

- a) Numero de catalogo;
- a) Tipos de conectores para acoplar a mangueira nas tubulações;
- b) Instruções para operação apropriada;
- c) Detalhes de conexões adequadas, (incluindo o código como a marca que esta na conexão) para todas as aplicações do produto;
- d) Instruções de instalação;
- e) Vazão nominal, em litros por hora;
- f) Diâmetro interno, em milímetros;
- g) Espessura de parede, em milímetros;
- h) Faixa de pressão operacional, em kilopascals;
- i) Classificação da mangueira gotejadora;
- j) Características operacionais, como variação da vazão em função da pressão;
- k) Limitações de uso (fertilizantes, agentes químicos, etc.);
- l) Exigências de filtração e instruções para prevenir entupimentos;
- m) Espaçamento entre emissores, em milímetros;
- n) Raio mínimo recomendado para rebobinar a mangueira, em metros;

- o) Exigências para estocar o produto;
- p) Pressão nominal de ensaio, em kilopascal;
- q) Máxima força de tensão permitida.

APÊNDICE 2

O QUE É NCM.

O NCM, Nomenclatura Comum do Mercosul, nada mais é do que o Sistema Harmonizado de Designação e de Codificação de Mercadorias, ou simplesmente Sistema Harmonizado (SH).

O SH é um método internacional de classificação de mercadorias, baseado em uma estrutura de códigos e respectivas descrições.

Este Sistema foi criado para promover o desenvolvimento do comércio internacional, assim como aprimorar a coleta, a comparação e a análise das estatísticas, particularmente as do comércio exterior.

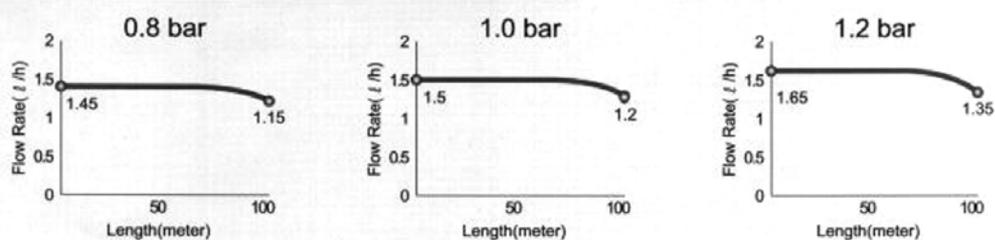
Além disso, o SH facilita as negociações comerciais internacionais, a elaboração das tarifas de fretes e das estatísticas relativas aos diferentes meios de transporte de mercadorias e de outras informações utilizadas pelos diversos intervenientes no comércio internacional.

APÊNDICE 3

Specifications & Technical Data

Products (mil)	Wall Thickness (mm)	Inside Dia. (mm)	Spacing (cm)	Working Pressure		Emitter Flow Rate (lph)		Roll Length (m)
				Min Pressure (bar)	Max Pressure (bar)	@0.8bar	@1.2bar	
GOLDENDRIP™8	0.200	16	20, 30, 50, 100	0.6	1.6	1.45	1.65	1.000
GOLDENDRIP™12	0.300	16	20, 30, 50, 100	0.6	1.7	1.45	1.65	1.000
GOLDENDRIP™15	0.375	16	20, 30, 50, 100	0.6	2.0	1.50	1.70	1.000
GOLDENDRIP™18	0.457	16	20, 30, 50, 100	0.6	2.3	1.50	1.70	1.000
GOLDENDRIP™25	0.630	16	20, 30, 50, 100	0.6	2.5	1.55	1.75	400

Custom lengths of roll & emitter spacing are available upon request. Please contact us for more information.

Emitter Performance

GOLDENDRIP™12 with 20cm spacing

APÊNDICE 4

 GOLDENDRIP™		
Spacing : <input checked="" type="checkbox"/> 20cm <input type="checkbox"/> 30cm <input type="checkbox"/> 40cm <input type="checkbox"/> 50cm <input type="checkbox"/> Others (cm)		
Diameter : 16mm Emitter Flow Rate : ℓ/h		
Products(Wall Thickness)	Length(m)	Remarks
GOLDENDRIP™ 8 (0.20mm)	1,000	✓
GOLDENDRIP™ 10 (0.25mm)	1,000	
GOLDENDRIP™ 12 (0.30mm)	1,000	
GOLDENDRIP™ 15 (0.37mm)	1,000	
GOLDENDRIP™ 18 (0.45mm)	1,000	
GOLDENDRIP™ 25 (0.63mm)	600	
Manufacturer : SEO WON Co., Ltd.	LOT#	OPERATOR
#165-3 Cheonye-Dong Wonmi-Gu Pudhon-City Kyungki-Do, Korea Phone : 032-663-0033 Fax : 032-663-0555 E-mail : seowonco@seowonco.com	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> D03102801 </div>	
Made in Korea		

APÊNDICE 6

IRRIGAÇÃO E DRENAGEM – LABORATORIO DE HIDRAULICA
FORMULARIO DE AVALIAÇÃO DE RESISTENCIA A PRESSAO 1,2 p_{max} A
TEMPERATURA DA AGUA E DO AMBIENTE DE 23 °C \pm 3 °C.
TESTE ESPECÍFICO PARA PRODUTOS NÃO REUTILIZAVEIS.

TEMPO DE COLETA: _____ min. **PRESSÃO:** _____ kPa

TIPO OU MARCA DO EMISSOR: _____

EMISSOR NUMERO	REPETIÇÃO				MEDIA DO TESTE	VAZÃO ORIGINAL	DIFERENÇA (%)
	1	2	3	4	L.h ⁻¹	L.h ⁻¹	
1							
2							
3							
4							
5							

Observações:

1. Não deixar ar preso dentro da mangueira gotejadora.
2. Incrementar a pressão lentamente até 1,2 vezes a p_{max} – 10 segundos no mínimo.
3. Manter a bancada funcionando por uma hora a esta pressão.
4. Reduzir à pressão nominal p_n e medir a vazão de cada emissor (4 repetições).
5. A vazão deste teste não deve variar \pm 10% da vazão original medida conforme ISO 9261, item 9.1.

APÊNDICE 7

IRRIGAÇÃO E DRENAGEM – LABORATORIO DE HIDRAULICA
FORMULARIO DE AVALIAÇÃO DE RESISTENCIA A PRESSAO 1,8 p_{max} A
TEMPERATURA DA AGUA E DO AMBIENTE DE 23 °C \pm 3 °C.
TESTE ESPECÍFICO PARA PRODUTOS REUTILIZAVEIS.

TEMPO DE COLETA: _____ min. **PRESSÃO:** _____ kPa

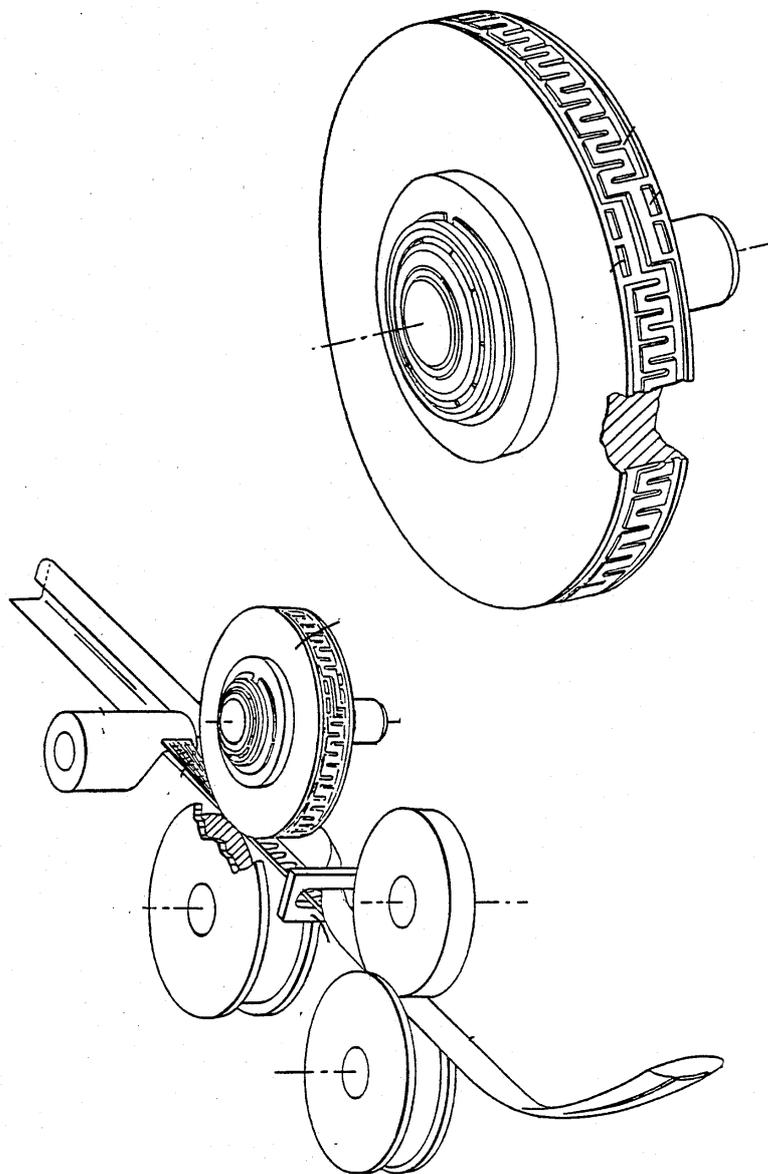
TIPO OU MARCA DO EMISSOR: _____

EMISSOR NUMERO	REPETIÇÃO				MEDIA DO TESTE	VAZÃO ORIGINAL	DIFERENÇA (%)
	1	2	3	4	L.h ⁻¹	L.h ⁻¹	
1							
2							
3							
4							
5							

Observações:

1. Não deixar ar preso dentro da mangueira gotejadora.
2. Incrementar a pressão lentamente até 1,8 vezes a p_{max} – 10 segundos no mínimo.
3. Manter a bancada funcionando por uma hora a esta pressão.
4. Reduzir à pressão nominal p_n e medir a vazão de cada emissor (4 repetições).
5. A vazão deste teste não deve variar \pm 10% da vazão original medida conforme ISO 9261, item 9.1.

APÊNDICE 8



Desenho que faz parte da patente 4 642 152 (US Patent), pertencente a inventor Richard D. Chapin da empresa Chapin Watermatics – data: 10 de Fevereiro de 1987.

IRRIGAÇÃO E DRENAGEM – LABORATORIO DE HIDRAULICA
FORMULARIO DE AVALIAÇÃO DE RESISTENCIA A PRESSAO OPERACIONAL
MÁXIMA RECOMENDADA PELO FABRICANTE
COM IMERSÃO EM AGUA QUENTE (40 °C ± 3 °C)

TEMPO DE COLETA: _____ min. **PRESSÃO MÁXIMA:** _____ kPa

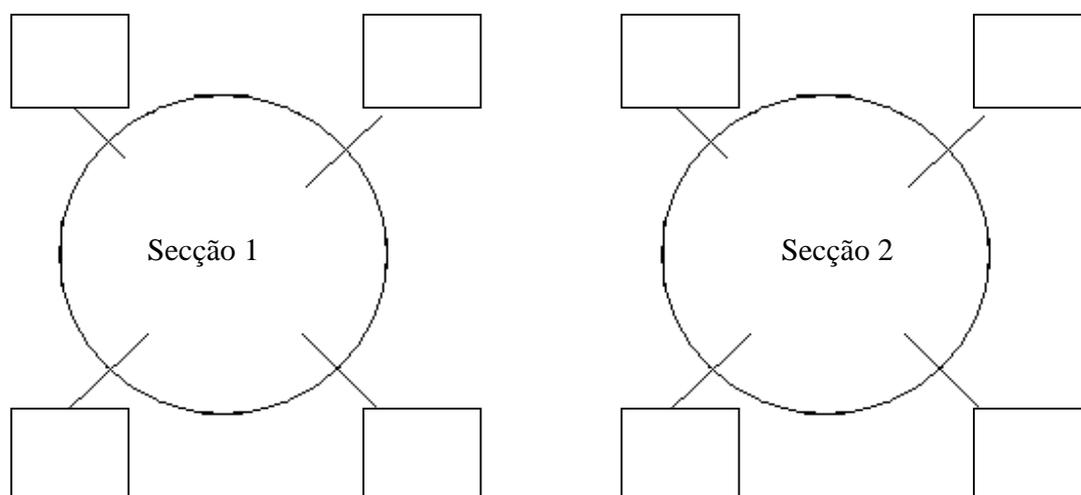
TIPO OU MARCA DO EMISSOR: _____

EMISSOR NUMERO	REPETIÇÃO				MEDIA DO TESTE	VAZÃO ORIGINAL	DIFERENÇA (%)
	1	2	3	4	L.h ⁻¹	L.h ⁻¹	
1							
2							

Observações:

1. Selecionar 3 gotejadores..
2. Incrementar a pressão lentamente até a pressão máxima de trabalho recomendada pelo fabricante (p_{max}) – 10 segundos no mínimo. Não deixar ar preso dentro da mangueira gotejadora
3. Manter a bancada funcionando por uma hora com os emissores imersos em água quente. Manter esta água a 40 °C ± 3 °C todo o tempo.
4. Retirar os emissores da imersão em água quente, deixar em repouso a temperatura ambiente por 30 minutos.
5. Aplicar a pressão hidráulica nominal, p_n , e medir a vazão de cada emissor (4 repetições), a 23 °C ± 3 °C.
6. A vazão medida não deve variar ± 10% da vazão original medido conforme ISO 9261, item 9.1.

ESPESSURA DA PAREDE



ANOTAR EM CADA QUADRADO AS ESPESSURAS DE PAREDE EM mm MEDIDAS NOS QUATRO PONTOS CARDEAIS DE CADA SECÇÃO TRANSVERSAL DA MANGUEIRA GOTEJADORA.