

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO DE ÁGUA DE ASPERSORES
DISPOSTOS NO ARRANJO QUADRANGULAR E TRIANGULAR**

PLÍNIO RICARDO FERREIRA

**PETROLINA, PE
2017**

PLÍNIO RICARDO FERREIRA

**UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO DE ÁGUA DE ASPERSORES
DISPOSTOS NO ARRANJO QUADRANGULAR E TRIANGULAR**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao IF SERTÃO-PE *Campus*
Petrolina Zona Rural, exigido para a
obtenção de título de Engenheiro Agrônomo.

**PETROLINA, PE
2017**

PLÍNIO RICARDO FERREIRA

**UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO DE ÁGUA DE ASPERSORES
DISPOSTOS NO ARRANJO QUADRANGULAR E TRIANGULAR**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado
ao IF SERTÃO-PE *Campus* Petrolina Zona Rural,
exigido para a obtenção de título de Engenheiro
Agrônomo.

Aprovado em _____ de _____ de 2017

Professor José Sebastião Costa de Sousa
Professor do IF SERTÃO-PE
(Membro da banca examinadora)

Professor Marlon Gomes da Rocha
Professor do IF SERTÃO-PE
(Membro da banca examinadora)

Professor Luís Fernando Campeche
Professor do IF SERTÃO-PE
(Professor orientador)

RESUMO

Este trabalho foi realizado em um sistema de irrigação por aspersão fixa do Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho, Petrolina-PE. As avaliações compreenderam dois arranjos de distribuição de água distintos, porém com mesmo espaçamento entre aspersores e mesmas condições de trabalho, no primeiro arranjo os aspersores foram distribuídos no formato quadrado e no segundo triangular. Para avaliação do sistema foram espalhados coletores no espaçamento 3,00 x 3,00 m, a duração do teste foi de uma hora e logo em seguida feita a leitura dos dados com o auxílio de uma proveta de 100 ml. No arranjo quadrangular, constatou-se que o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) situou-se em torno de 77,7% sendo classificado como razoável, já no arranjo triangular o resultado demonstrou 84,1% de uniformidade, sendo considerado um resultado bom. No entanto para uma melhor avaliação outro método também foi usado, o método de Coeficiente de Uniformidade Distribuição (CUD) onde o arranjo quadrangular alcançou 69,7% de uniformidade e o triangular com 73,8%, ambos resultados sendo classificados como bom, com todos esses resultados pode-se considerar que o arranjo triangular obteve melhores resultados em relação a uniformidade de aplicação de lâmina de água na superfície.

Palavras-chave: arranjos, aspersores, lâminas, Coeficiente.

À minha família,
pelo apoio e incentivo.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa Gisiene, pela compreensão, pelo apoio e incentivo para a realização deste curso.

À minhas filhas Ana Vitória e Amanda, pelo sorriso gratuito que tanto nos motiva na luta por dias melhores.

Aos meus pais, Raymundo e Maria José, que me dão forças para continuar.

A Isratec do Vale, que nos possibilitou a realização deste trabalho.

Aos professores do IF Sertão, em especial ao prof. Luís Fernando Campeche, pela orientação e atenção dispensada durante todo o trabalho.

Aos membros da Banca Examinadora pelas importantes contribuições.

O domínio de uma profissão não exclui o seu aperfeiçoamento. Ao contrário, será mestre quem continuar aprendendo.

(Pierre Feuter)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
Figura 1: Aspersor NY-25 utilizado no ensaio.....	18
Figura 2: Distribuição dos coletores em campo.....	19
Figura 3: Croqui do layout do ensaio.....	20
Figura 4: Esquema ilustrativo do diâmetro molhado do aspersor no arranjo Quadrado (A) e Triangular (B).....	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PVC - Policloreto de vinila

CUC - Coeficiente de Uniformidade de Christiansen

CUD - Coeficiente de Uniformidade de Distribuição

m - Metro

m. s⁻¹ - Metros por segundo

m³/h - Metros cúbico hora

kPa - Kilopascal

l/h – Litros por hora

ml - Mililitro

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1: Classificação do Coeficiente de Uniformidade.....	15
Tabela 2: Resultados das sobreposições dos aspersores espaçados a 12x12m.....	22

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
3. OBJETIVOS	17
3.1 Objetivo Geral	17
3.2 Objetivos Específicos	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 Local de coleta de dados.....	18
4.2 O aspersor	18
4.3 Teste de Uniformidade	18
4.4 Condições do Tempo.....	19
4.5 Determinação da uniformidade de irrigação.....	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
APÊNDICE.....	25
ANEXOS.....	27

1. INTRODUÇÃO

A irrigação por aspersão tem por objetivo fundamental se aplicar a superfície do solo uma lâmina de água preestabelecida, onde esta aplicação deve ser similar a uma chuva, onde a água é aspergida em gotas e com pressão suficiente para ser lançada na atmosfera e posteriormente chegar ao solo de forma uniforme sobre toda a superfície.

Neste sistema de irrigação encontra-se um conjunto de equipamentos e componentes que trabalham simultaneamente para proporcionar a aplicação da água captada. Dentre os equipamentos mais importantes do sistema destaca-se o conjunto motobomba, linha de distribuição e derivação que podem ser constituídas por tubulações de Aço Zincado, Alumínio, Polietileno e PVC, registro ou válvulas Hidráulicas que proporcionam a abertura e fechamento dos setores de irrigação e os aspersores que fazem a simulação da precipitação no campo, sendo assim com todos esses detalhes o projetista deve ainda estar atento á escolha correta do arranjo e do espaçamento dos aspersores, pois estes fatores podem definir o sucesso ou fracasso na uniformidade de aplicação da água a superfície do solo.

Diante da necessidade de se produzir mais e com maior qualidade os equipamentos de irrigação por aspersão devem proporcionar o máximo de eficiência com baixos custos para proporcionar a produção, no entanto, um equipamento com má distribuição de uniformidade pode acarretar em redução da produtividade estimada para determinada área irrigada.

Desta forma, ocorre a necessidade de se aplicar o volume de água dos aspersores de forma uniforme, os aspersores que em sua maioria aplicam água na forma circular devem se encontram dispostos em campo em espaçamentos e arranjo que ocorra uma superposição de áreas molhadas, evitando-se com isso o aparecimento de faixas de solo seco, expondo assim a falha na distribuição de água.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Irrigação

A irrigação é, segundo FRIZZONE *et al.* (2005), a aplicação artificial de água ao solo, em intervalos definidos e em quantidade suficiente para fornecer às espécies vegetais umidade ideal para seu pleno desenvolvimento, com o uso racional de água e a mínima degradação ambiental.

O contínuo crescimento da população mundial exige uma agricultura competitiva e tecnificada, que possibilite a produção de alimentos de melhor qualidade e maior quantidade BERNARDO; SOARES e MANTOVANI, (2008). GONÇALVES *et al.* (2006) comentam que o aumento da renda demanda a expansão das áreas de produção agrícola, que podem ser atendidas por meio da ocupação de áreas não cultivadas e aumento da produtividade, através da adoção de tecnologias, como a irrigação.

Segundo MANTOVANI *et al.* (2007), a agricultura irrigada é uma importante estratégia utilizada para otimização da produção mundial de alimentos, pois proporciona desenvolvimento sustentável no campo bem como gera empregos e renda de forma estável.

2.2 Irrigação por aspersão

A irrigação por aspersão é o método de irrigação em que a água é aspergida sobre a superfície do terreno, assemelhando-se a uma chuva, por causa do fracionamento do jato de água em gotas, devido a sua passagem sob pressão através de pequenos orifícios ou bocais. Para tal efeito, a água é conduzida e aplicada às áreas por meio de equipamentos, como motobombas, tubulações e aspersores das mais diversas capacidades e características de fabricação. Quando a fonte de água estiver em um plano muito mais elevado do que a área a ser irrigada, não haverá necessidade de motobomba BERNARDO, (2006).

O objetivo básico da irrigação por aspersão é simular precipitações, de modo que apliquem uniformemente sobre a área a ser irrigada quantidades de água preestabelecidas. Como a maioria dos aspersores aplica água em áreas circulares,

há necessidade de superposição para se obter uma uniformidade satisfatória, pois existe uma serie de fatores que afetam direta ou indiretamente essa uniformidade BERNARDO,(2006).

Para manter a mesma uniformidade sobre toda a área a ser irrigada, é preciso que o posicionamento e o espaçamento entre os aspersores sejam constantes. A disposição dos aspersores no campo, normalmente, é nas formas de retângulo, quadrado e triângulo eqüilátero, sendo as duas primeiras as mais comuns BERNARDO,(2006).

O sistema fixo aumenta o custo do sistema, mas reduz consideravelmente o uso da mão de obra e permite automatizar o sistema. No sistema semiportátil, as linhas laterais e os aspersores são deslocados dentro da área, enquanto os demais componentes do sistema permanecem fixos MAROUELLI; SILVA; SILVA. (2008).

Atualmente, a irrigação envolve produtividade e rentabilidade, com eficiência no uso da água, energia, insumos e respeito ao meio ambiente. Baseando-se nesses conceitos, as melhorias nos sistemas modernos de irrigação foram grandes, mas a falta de manejo adequado pode levar tudo a perder, seja pela aplicação de água em excesso ou pela sua falta, antes ou depois do momento adequado em cada fase da cultura MANTOVANI, BERNARDO e PALARETTI, (2007). Sendo assim, deve-se atentar para a uniformidade de distribuição da água, pois é um dos fatores de considerável influência na avaliação da eficiência dos sistemas de irrigação.

2.3 Uniformidade de aplicação de água

A uniformidade de aplicação de água é um importante fator a ser considerado na avaliação dos sistemas de irrigação por aspersão (FARIA *et al.*,2009). Os primeiros trabalhos que caracterizaram a uniformidade de aplicação de água por um sistema de irrigação com aspersores rotativos foram propostos por Christiansen, em 1942. Foram considerados os efeitos da pressão de serviço, espaçamento, e velocidade do vento sobre a distribuição da água. Estabeleceu-se, então, o parâmetro conhecido como Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, utilizado até hoje.

O método de Christiansen é uma das maneiras mais utilizadas para se medir o coeficiente de uniformidade, o qual expressa a variabilidade da lâmina de irrigação

aplicada na superfície do solo em relação à lâmina média aplicada em cada aspersor, por meio de medidas de dispersão expressas na forma adimensional BERNARDO; SOARES e MANTOVANI, (2007). O Soil Conservation Service (1968) propôs a equação para cálculo do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), que considera a média dos 25% menores valores de precipitação em relação à média total. Com base na Metodologia proposta por MANTOVANI, (2001), interpretou-se os valores dos coeficientes de uniformidade conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação dos Coeficientes de Uniformidade de aplicação de água para irrigação por aspersão.

Classes	CUC (%)	CUD (%)
Excelente	> 90	> 84
Bom	80 – 90	68 – 84
Razoável	70 – 80	52 – 68
Ruim	60 – 70	36 – 52
Inaceitável	< 60	< 36

Fonte: Mantovani,(2001).

A irrigação desuniforme resulta em área super ou subirrigada, de modo que um sistema com baixa uniformidade de distribuição teria que aplicar mais água na área irrigada; o excesso de água diminui a porosidade do solo e pode reduzir ou causar variabilidade na produção.

A uniformidade de aplicação de água por um sistema de irrigação por aspersão é influenciada não apenas pelas características do sistema, mas também pelas condições climáticas e, principalmente, pela ação do vento MANTOVANI, BERNARDO e PALARETTI, (2007).

2.4 Fatores que interferem na uniformidade da aplicação da lâmina.

As perdas por evaporação direta são menos drásticas e, segundo MANTOVANI *et al.* (2007), atingem valores máximos na ordem de 5% nos sistemas de aspersão, em regiões com alta evaporação e presença de ventos que trocam o ar

úmido da área irrigada pelo ar seco das áreas externas a irrigação. A irrigação por aspersão é influenciada principalmente pela ação dos ventos OLIVEIRA, COLOMBO, FARIA, (2009), que provocam a diminuição da uniformidade de aplicação de água pelo arraste das gotas (deriva) e carregam gotículas para fora da área irrigada. Quanto maior for a altura atingida pelo jato de aplicação de água e menor o tamanho das gotas, maior será a quantidade de água perdida MANTOVANI, BERNARDO e PALARETTI, (2007).

AZEVEDO *et al.* (2000), ao avaliarem diversos fatores sobre a uniformidade de aplicação de água de sistemas convencionais de aspersão, equipados com canhões hidráulicos, concluíram que a velocidade do vento foi o fator que mais influenciou a uniformidade, seguido pela pressão de operação do aspersor. Segundo DECHMI *et al.* (2003), os agricultores devem ter muito cuidado no momento da irrigação, pois ventos acima de $2,1\text{ms}^{-1}$ resultaram em aplicações de água irregular, levando a perdas consideráveis no rendimento da irrigação com aplicações excessivas de água.

TARJUELO *et al.* (1999), as maiores velocidades de vento implicam em variações no coeficiente de uniformidade, mas a uniformidade da irrigação é menos afetada pela velocidade do vento quando comparada com altas pressões de serviço do sistema.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar o padrão de uniformidade de aplicação de água por aspersores que estão submetidos às mesmas condições climáticas, vazões de bocais e pressão de serviço dos aspersores, porém em diferentes arranjos de disposição de instalação no campo.

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o coeficiente de uniformidade de distribuição.
- Avaliar o coeficiente de uniformidade de Christiansen.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local de coleta de dados

Este trabalho foi realizado em condições de campo no dia 12/11/2016 em lote empresarial, localizado no Perímetro irrigado Senador Nilo Coelho, Núcleo 1, no município de Petrolina-PE, cujas coordenadas geográficas são 9°17'12" S e 40°38'00" O e altitude de 410 m.

4.2 O aspersor

Os aspersores avaliados foram do modelo NY-25 com bocal de 3,50 x 2,50 mm (Figura 1). Sua instalação em campo estava distribuída no espaçamento 12,0 x 12,0 m, nos arranjos quadrangular e triangular, com pressão de serviço de 300 kPa, vazão 1,072 l/h, com diâmetro de alcance de 24,0 m, altura do tubo de subida 0,80 m. (figura 1)



Figura 1. Aspersor NY-25 utilizado no ensaio.

4.3 Teste de Uniformidade

Foram utilizados coletores espalhados entre quatro aspersores de duas linhas laterais, destinados aos ensaios de uniformidade de distribuição de água em sistemas de irrigação por aspersão. Os coletores para coleta da água possuem diâmetro de 0,08 m, altura de 0,077 m. Os coletores foram encaixados em hastes de alumínio (varetas cilíndricas), a uma altura de 0,50 m de altura do solo e espaçados a cada três metros de distância. (figura 2)



Figura 2. Distribuição dos coletores em campo.

Os valores de água coletados foram verificados com o uso de proveta graduada de 100 ml.

A pressão de serviço no experimento foi controlada com o auxílio de manômetros, com escala de pressão de até 1000 KPa, instalados na saída da motobomba e no final do tubo de subida do aspersor.

O tempo de irrigação para cada ensaio foi de uma hora. Para todos os ensaios, a pressão de serviço foi monitorada e adequada às especificações dos aspersores.

4.4 Condições do Tempo

Umidade Relativa em torno de 67%

Velocidade do Vento de $2,5\text{ms}^{-1}$

Precipitação 0,0mm

Temperatura Máxima de 35°C

Temperatura Mínima de 26°C

Evaporação de 7,0mm

Figura 3. Croqui do layout do ensaio.

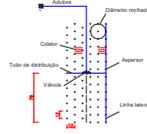
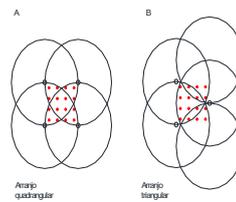


Figura 4. Esquema ilustrativo do diâmetro molhado do aspersor no arranjo Quadrado (A) e Triangular (B).



4.5 Determinação da uniformidade de irrigação

Para avaliação do sistema foram calculados os Coeficientes de Uniformidade de Christiansen (CUC) eq.(1) e de Distribuição (CUD) eq.(2).

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n\bar{x}} \right) 100$$

eq. 1

Em que:

CUC : Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, (%);

X_i : Precipitação no coletor de ordem i, (mm);

\bar{X} : Média aritmética das precipitações, (mm);

n : Número de coletores na área experimental.

$$CUD = \frac{\bar{x}_{25}}{\bar{x}} 100$$

eq. 2

Em que:

CUD : Coeficiente de Uniformidade de Distribuição, (%);

\bar{X}_{25} : Valor médio de 25% das menores precipitações coletadas, (mm);

\bar{X} : Média aritmética considerando todas as precipitações, (mm).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos por meio dos testes aplicados nas duas áreas estão evidenciados na tabela 2 em anexo.

- Tabela 2. Resultados das sobreposições dos aspersores espaçados a 12,0 x 12,0 m.

ARRANJO	UNIFORMIDADE	
	CUC	CUD
Quadrangular	77,7%	69,7%
Triangular	84,1%	73,8%

De acordo com os resultados obtidos nos experimentos, pode-se concluir que:

As duas áreas de aspersão fixa apresentaram resultados distintos em relação, a classificação de uniformidade de Christiansen (CUC), pois a área em que os aspersores estão distribuídos no campo no arranjo quadrangular foi classificada como uniformidade razoável por apresentar 77,7% de uniformidade, já para a área com arranjo triangular o resultado foi bom, por apresentar 84,1% de uniformidade.

Para o método de uniformidade de distribuição (CUD) os resultados foram semelhantes, para o arranjo quadrangular foi considerado bom por apresentar 69,7% de uniformidade, a mesma classificação também se deu para o arranjo triangular que teve resultado bom e apresentou 73,8% de uniformidade de distribuição.

Com estes resultados nota-se que para o método (CUC) o arranjo quadrangular não demonstrou resultados satisfatórios, pois apresentou classificação razoável, já para o arranjo triangular a classificação demonstrou resultado classificado como bom.

Os dois arranjos foram submetidos às mesmas condições de operação e condições climáticas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O arranjo triangular teve melhores resultados em termos percentuais em relação ao arranjo quadrangular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, H. J.; BERNARDO, S.; RAMOS, M. M.; SEDIYAMA, G. C.; CECON, P. R., **Influência de fatores climáticos e operacionais sobre a uniformidade de distribuição de água em um sistema de irrigação por aspersão de alta pressão.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, v.4,n.2, p. 152 - 154, 2000.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. S.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação.** 8ª ed. Viçosa, UFV. 2008.
- DECHMI, F.; PLAYÁN, E.; CAVERO, J.; FACI, J. M.; MARTÍNEZ-COB, A.; **Wind effects on solid set sprinkler irrigation depth and yield of maize (*Zea mays*).** Irrigation science. v.22, p. 67 – 77, 2003.
- FARIA, L. C.; COLOMBO, A.; OLIVEIRA, H. E. F.; PRADO, G.; **Simulação da uniformidade da irrigação de sistemas convencionais de aspersão operando sob diferentes condições de vento.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.29, n.1, p. 19 - 27, jan/mar. 2009.
- FRIZZONE, J. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SOUZA, J. L. M.; ZOCOLER, J. L. **Planejamento da Irrigação: análise de decisão de investimento.** 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. v. 1. 627p.
- GONÇALVES, R. A. B.; MANTOVANI, E. C.; RAMOS, M. M.; SOUZA, L. O. C. de, **Diagnóstico da aplicação de águas residuárias da suinocultura na cafeicultura irrigada: avaliação da uniformidade de aplicação de água.** Brazilian Journal of Irrigation and Drainage, Botucatu, v. 11, n. 3, p. 402 - 414, jul – set. 2006.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Brasil). **Dados da Rede do INMET.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 12 nov. 2016.
- MANTOVANI, E. C. AVALIA: **Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada.** Viçosa, MG: UFV, 2001.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F.; **Irrigação princípios e métodos.** 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 2007. 358p.
- MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. da; **Irrigação por aspersão em hortaliças.** 2 ed. rev. atual. ampl. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica, 2008. 150p.
- OLIVEIRA, F. E. DE; COLOMBO, A.; FARIA, L. C. **Modelagem dos efeitos do vento sobre as dimensões do alcance do jato de um canhão hidráulico.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, p.818-824, 2009.
- TARJUELO, J.M.; MONTERO, J.; HONRUBIA, F.T.; ORTIZ, J.J.; ORTEGA, J.F.; **Analysis of uniformity of sprinkle irrigation in a semi-arid area.** Agricultural Water Management. v.40, p. 315 – 331, 1999.

APÊNDICE

APÊNDICE - Tabela 1. Volume coletado no arranjo quadrangular em (mm).

5,8	5,0	4,0	7,4
8,2	5,2	3,8	5,8
5,6	4,0	3,6	6,4
4,4	4,2	6,2	8,8

Tabela 2. Volume coletado no arranjo triangular em (mm).

9,4	6,8	6,4	6,4
6,8	5,6	6,0	6,0
5,6	6,8	6,6	4,0
4,0	6,2	9,2	5,0

ANEXO

ANEXO. Características técnicas do Aspersor NY-25 Petrolina/PE, 2017.

NY 25 3/4"

NY 25 1"

Características Operacionais do aspersor Agropolo NY 25

BOCAIS DIÂMETRO NOMINAL	CÓDIGO	PRESSÃO	DIÂMETRO ALCANCE	ALTURA MÁXIMA DO JATO	VAZÃO	ESPAÇAMENTO ENTRE ASPERSORES (m)				
						6X6	6X12	12X12	12X18	
(mm)		(mca)	(m)	(m)	(m ³ /h)	INTENSIDADE DE APLICAÇÃO (mm/h)				
2,50 X 0,00mm										
	7885-3/4" 8048-1"	20	24	2,00	0,289	8,00	4,00			
		25	24	2,20	0,323	9,00	4,50			
		30	24	2,40	0,354	9,80	4,90	2,50	1,60	
		35	24	2,50	0,382	10,6	5,30	2,70	1,80	
Amarelo x Tampão										
2,80 x 0,00mm										
	7900-3/4" 8051-1"	20	24	2,10	0,360	10,0	5,00			
		25	26	2,30	0,402	11,2	5,60	2,80	1,90	
		30	26	2,50	0,441	12,3	6,10	3,10	2,00	
		35	24	2,60	0,476	13,2	6,60	3,30	2,20	
Verde x Tampão										
3,00 x 0,00mm										
	7926-3/4" 8064-1"	20	24	2,20	0,426	11,8	5,90			
		25	24	2,50	0,476	13,2	6,60			
		30	26	2,70	0,521	14,5	7,20	3,60	2,40	
		35	26	2,80	0,563	15,6	7,80	3,90	2,60	
Vermelho x Tampão										
3,20 x 0,00mm										
	7939-3/4" 8080-1"	20	26	2,20	0,495	13,8	6,90			
		25	26	2,50	0,553	15,4	7,70	3,80	2,60	
		30	26	2,70	0,606	16,8	8,40	4,20	2,80	
		35	26	2,80	0,654	18,2	9,10	4,50	3,00	
Azul x Tampão										
2,50 x 2,50mm										
	7830-3/4" 7984-1"	20	24	2,00	0,528	14,7	7,30	3,70	2,40	
		25	24	2,20	0,591	16,4	8,20	4,10	2,70	
		30	24	2,40	0,647	18,0	9,00	4,50	3,00	
		35	24	2,50	0,699	19,4	9,70	4,80	3,20	
Amarelo x cinza										
2,80 x 2,50mm										
	7843-3/4" 7997-1"	20	24	2,10	0,597	16,6	8,30	4,20	2,80	
		25	24	2,30	0,668	18,5	9,30	4,60	3,10	
		30	24	2,50	0,731	20,3	10,2	5,10	3,40	
		35	26	2,60	0,770	21,9	11,0	5,50	3,70	
Verde x Cinza										
3,00 x 2,50mm										
	7856-3/4" 8006-1"	20	24	2,20	0,670	18,6	9,30	4,60	3,10	
		25	26	2,50	0,750	20,8	10,4	5,20	3,50	
		30	26	2,70	0,821	22,7	11,3	5,70	3,80	
		35	26	2,80	0,887	24,6	12,3	6,20	4,10	
Vermelho x Cinza										
3,20 x 2,50mm										
	7869-3/4" 8022-1"	20	26	2,20	0,736	20,4	10,2	5,10	3,40	
		25	26	2,50	0,823	22,9	11,4	5,70	3,80	
		30	26	2,70	0,901	25,0	12,5	6,30	4,20	
		35	26	2,80	0,973	27,0	13,5	6,80	4,50	
Azul x Cinza										
3,50 x 2,50mm										
	7872-3/4" 8035-1"	20	26	2,20	0,860	23,9	11,9	6,00	4,00	
		25	26	2,50	0,972	27,0	13,5	6,80	4,50	
		30	28	2,70	1,072	29,8	14,9	7,40	5,00	
		35	28	2,90	1,157	32,1	16,1	8,00	5,40	
Laranja x Cinza										

Não recomendável

Obs: Dados obtidos em ensaios realizados pelo método radial