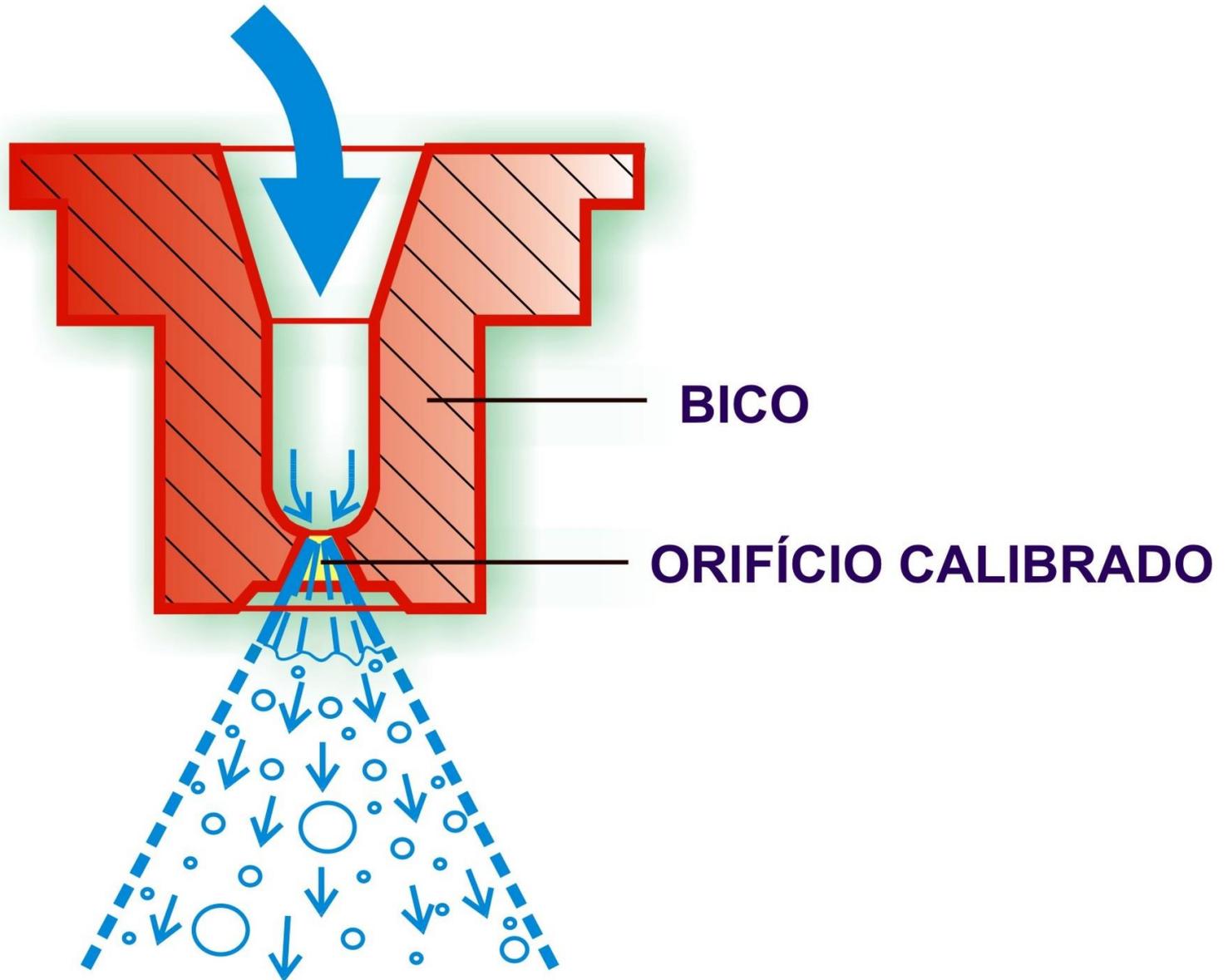


# Teoria da Gota

**ENTRADA DO LÍQUIDO**

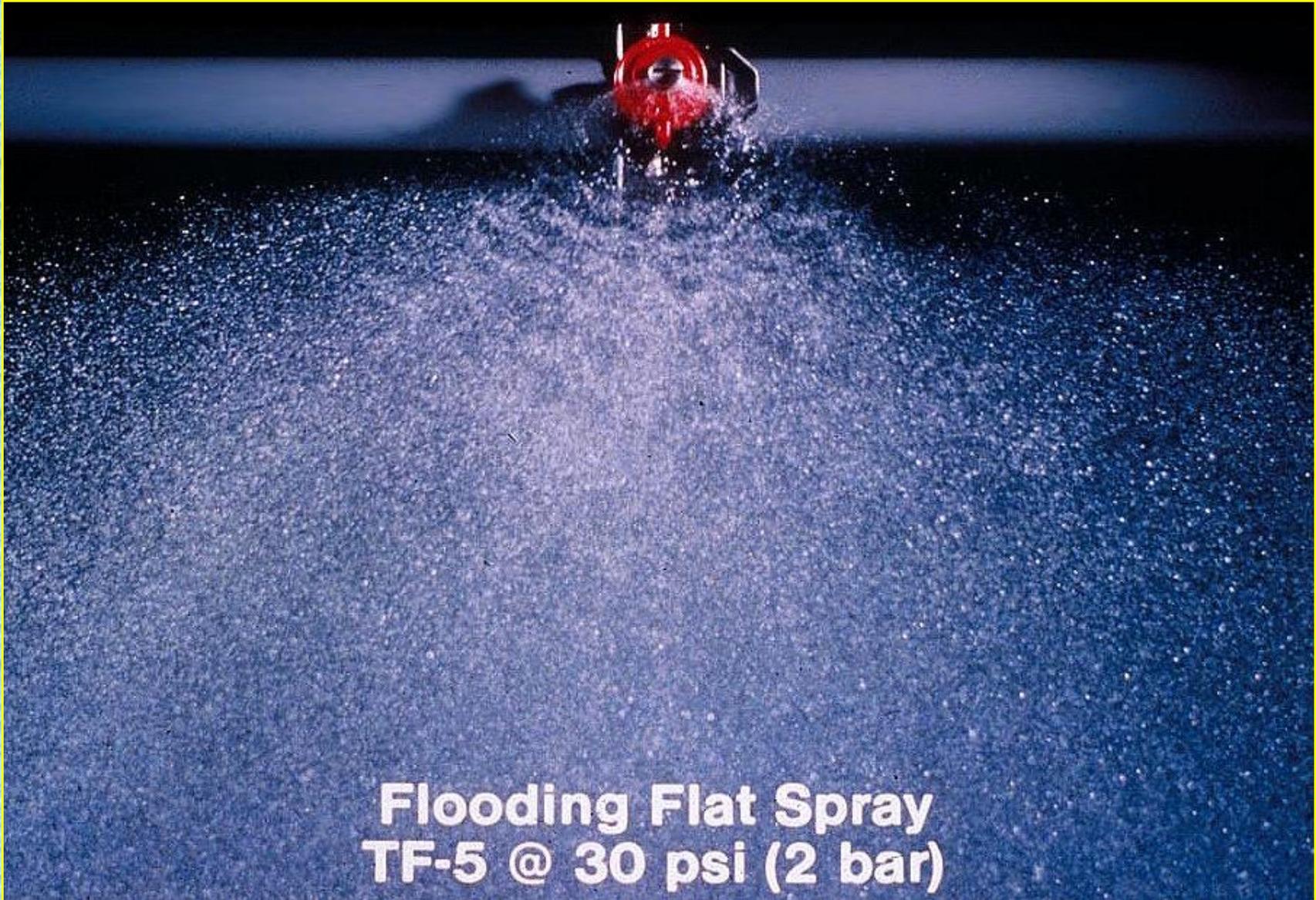


**BICO**

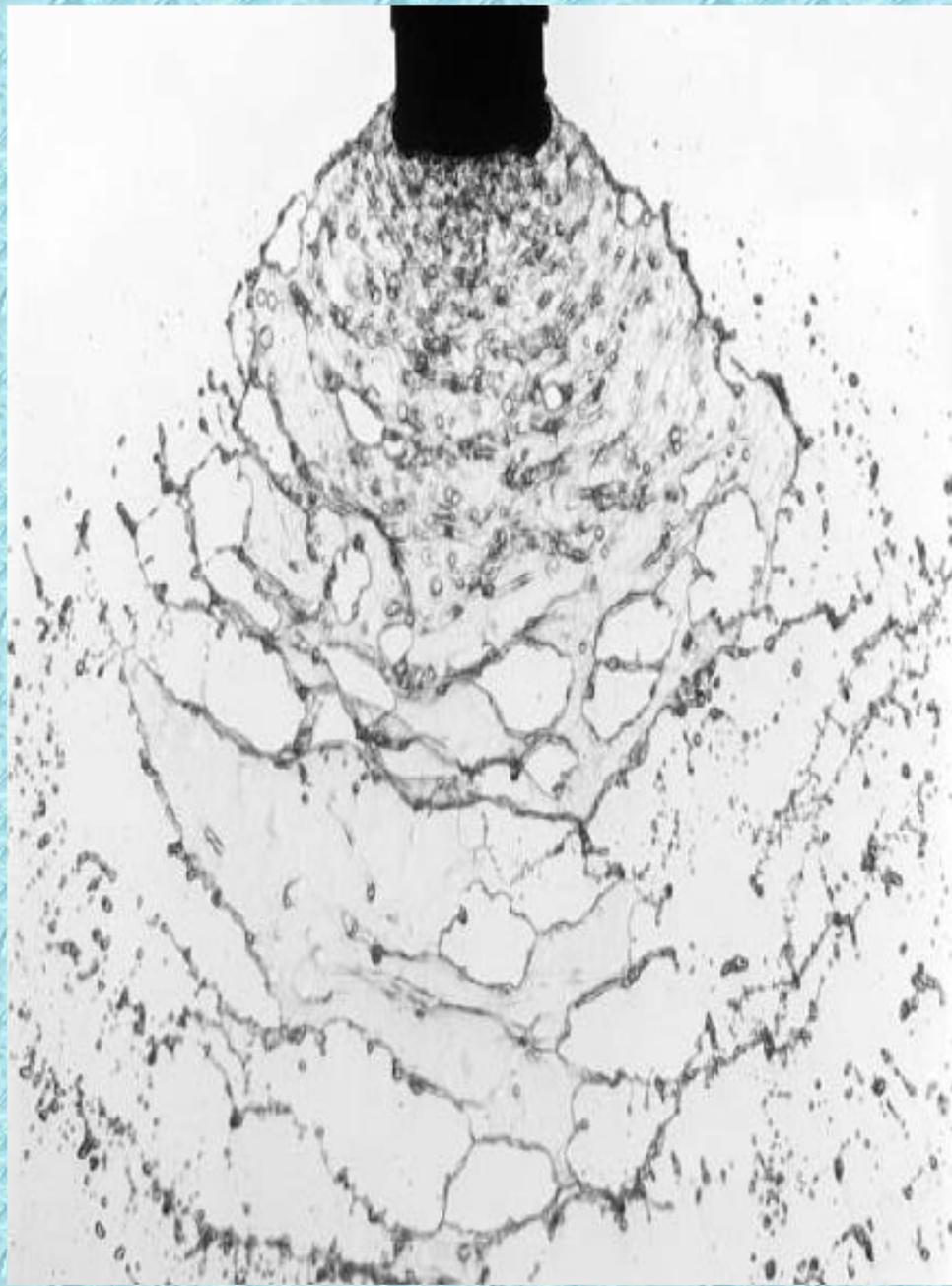
**ORIFÍCIO CALIBRADO**

**PRESSÃO DO LÍQUIDO**

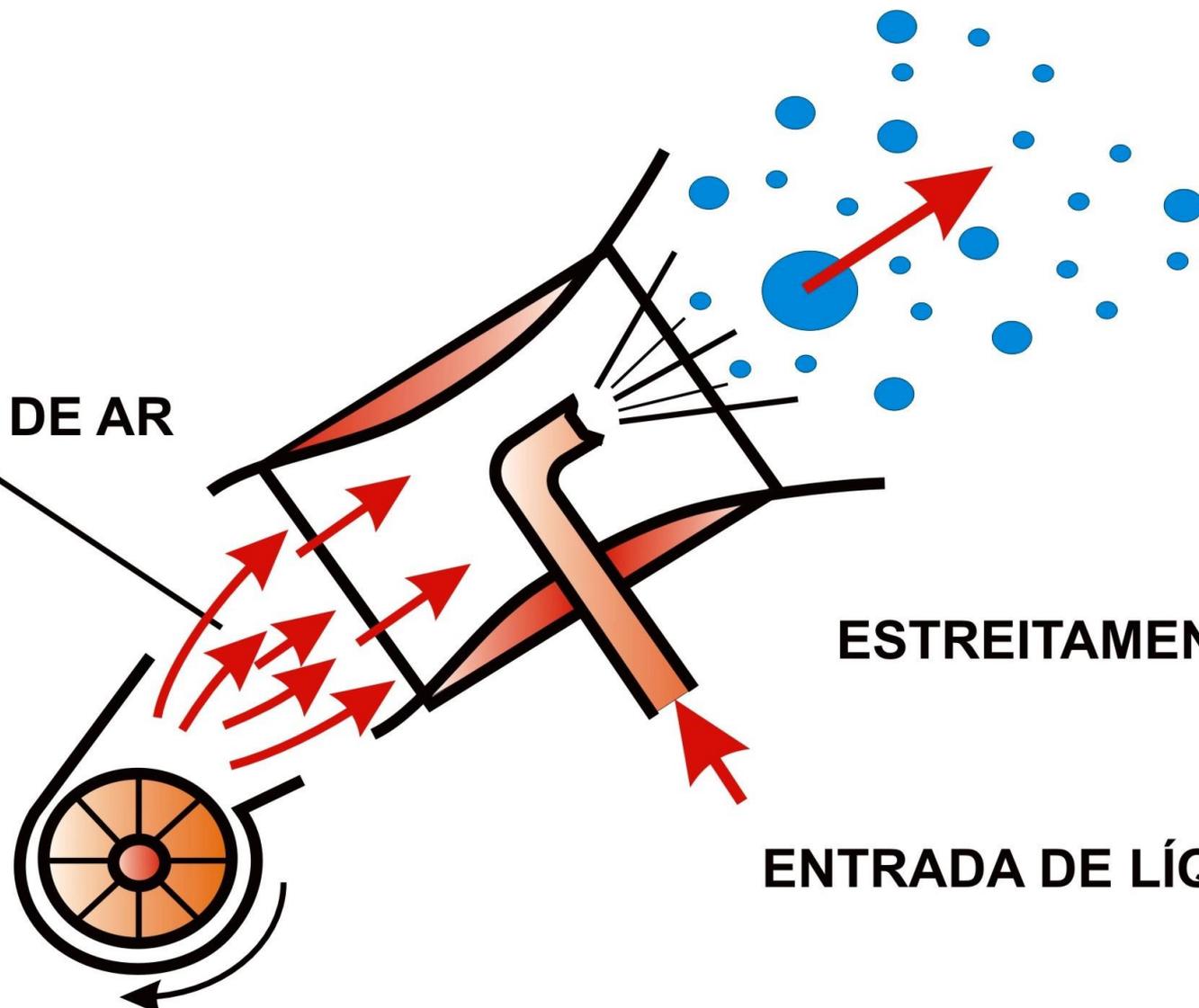




**Flooding Flat Spray  
TF-5 @ 30 psi (2 bar)**



**FLUXO DE AR**

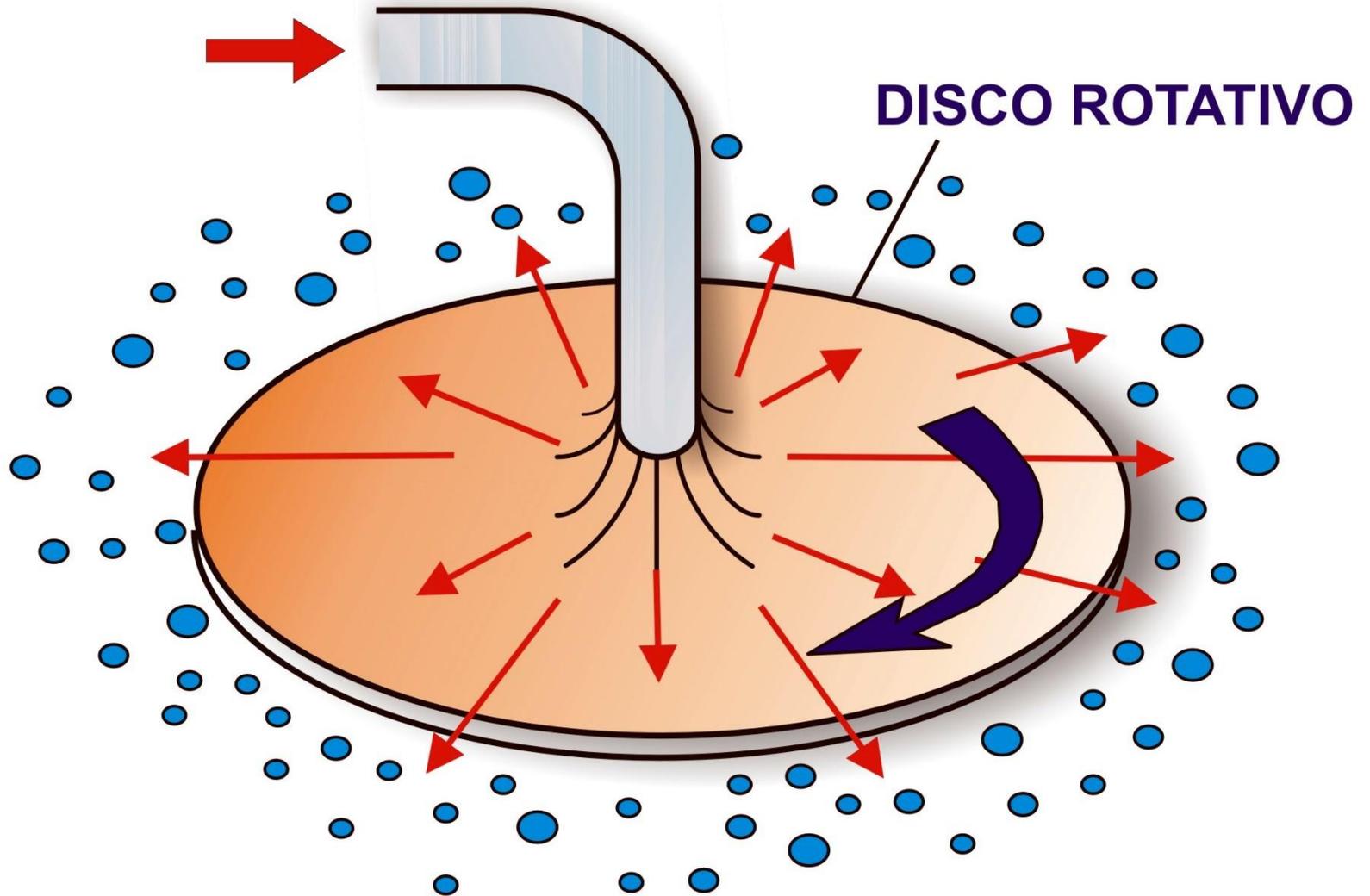


**ESTREITAMENTO**

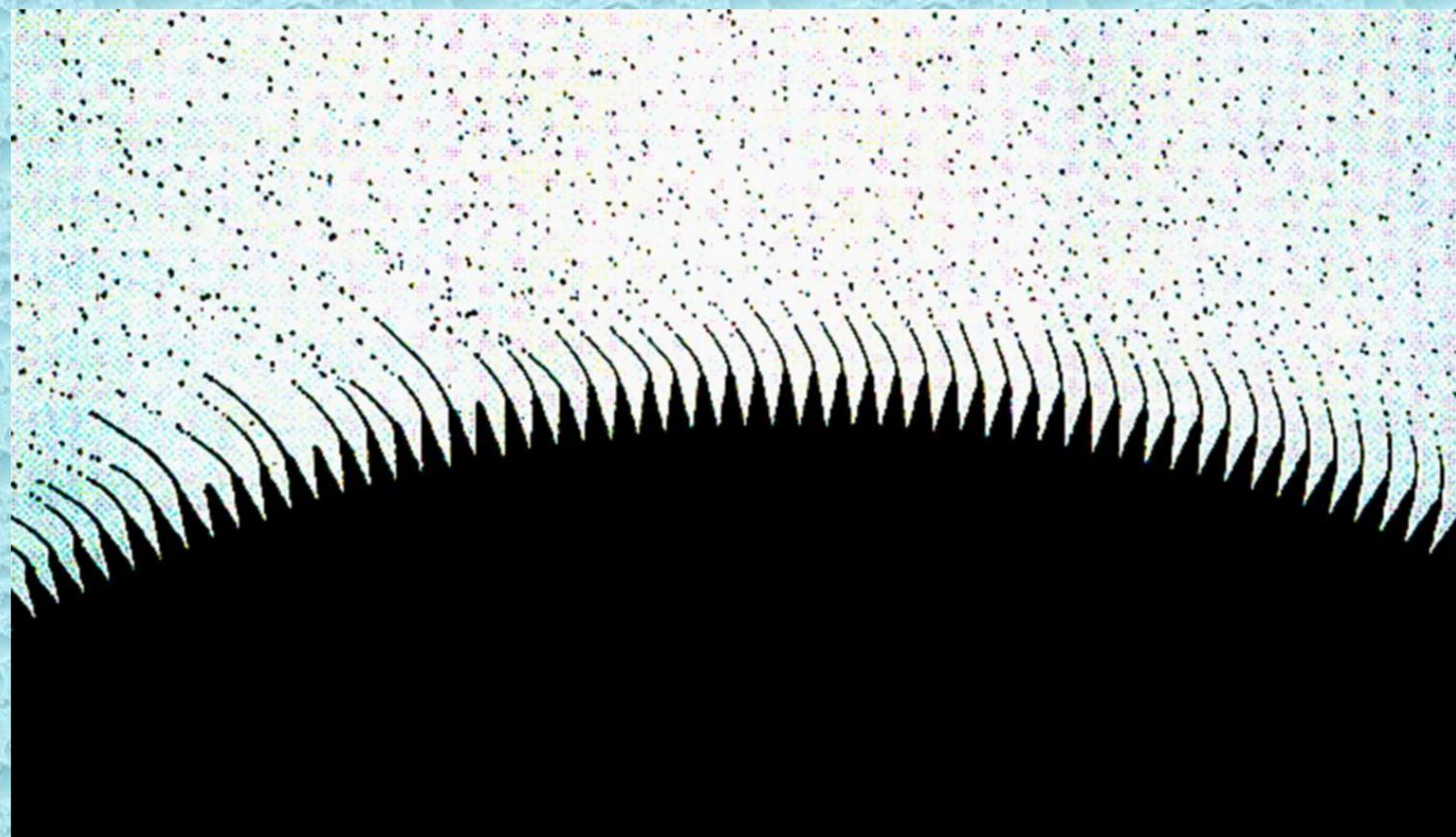
**ENTRADA DE LÍQUIDO**

**PNEUMÁTICO**

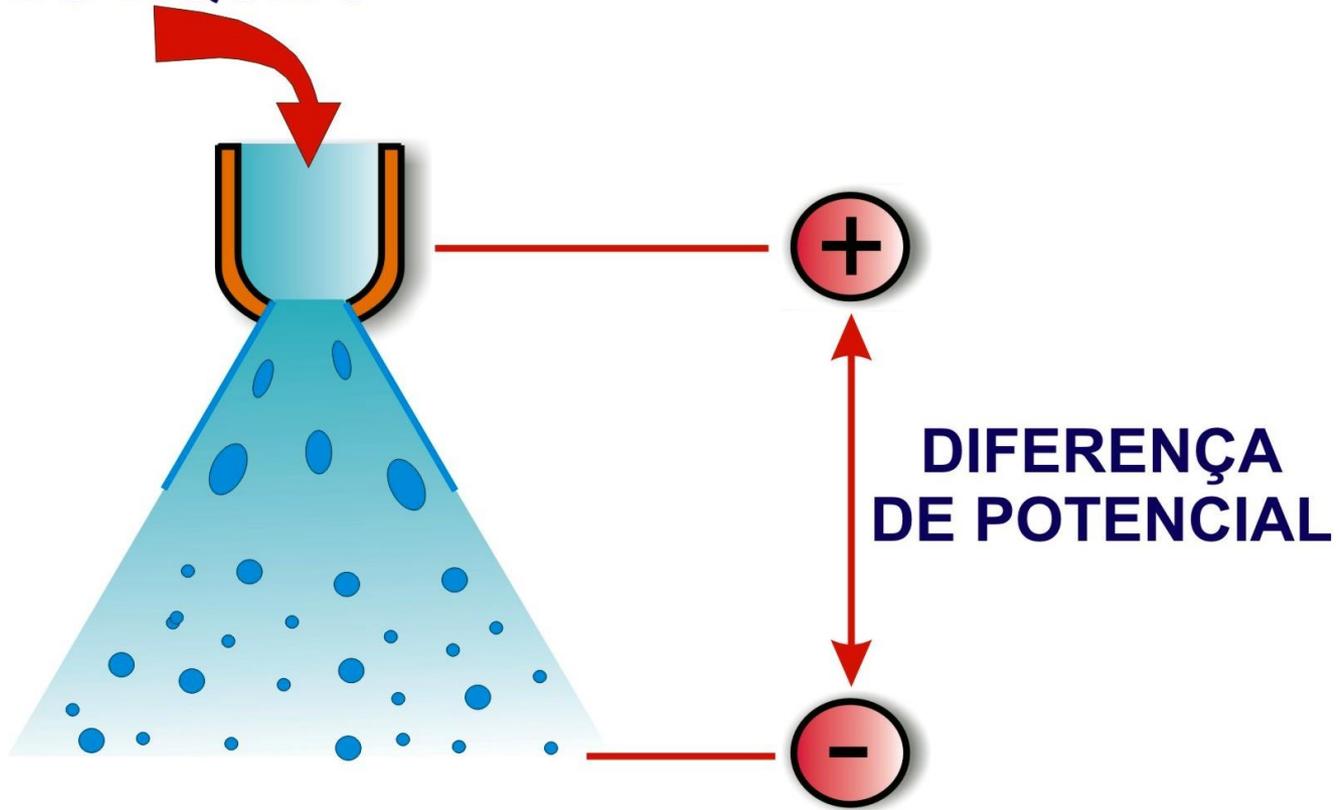
**ENTRADA DO LÍQUIDO**



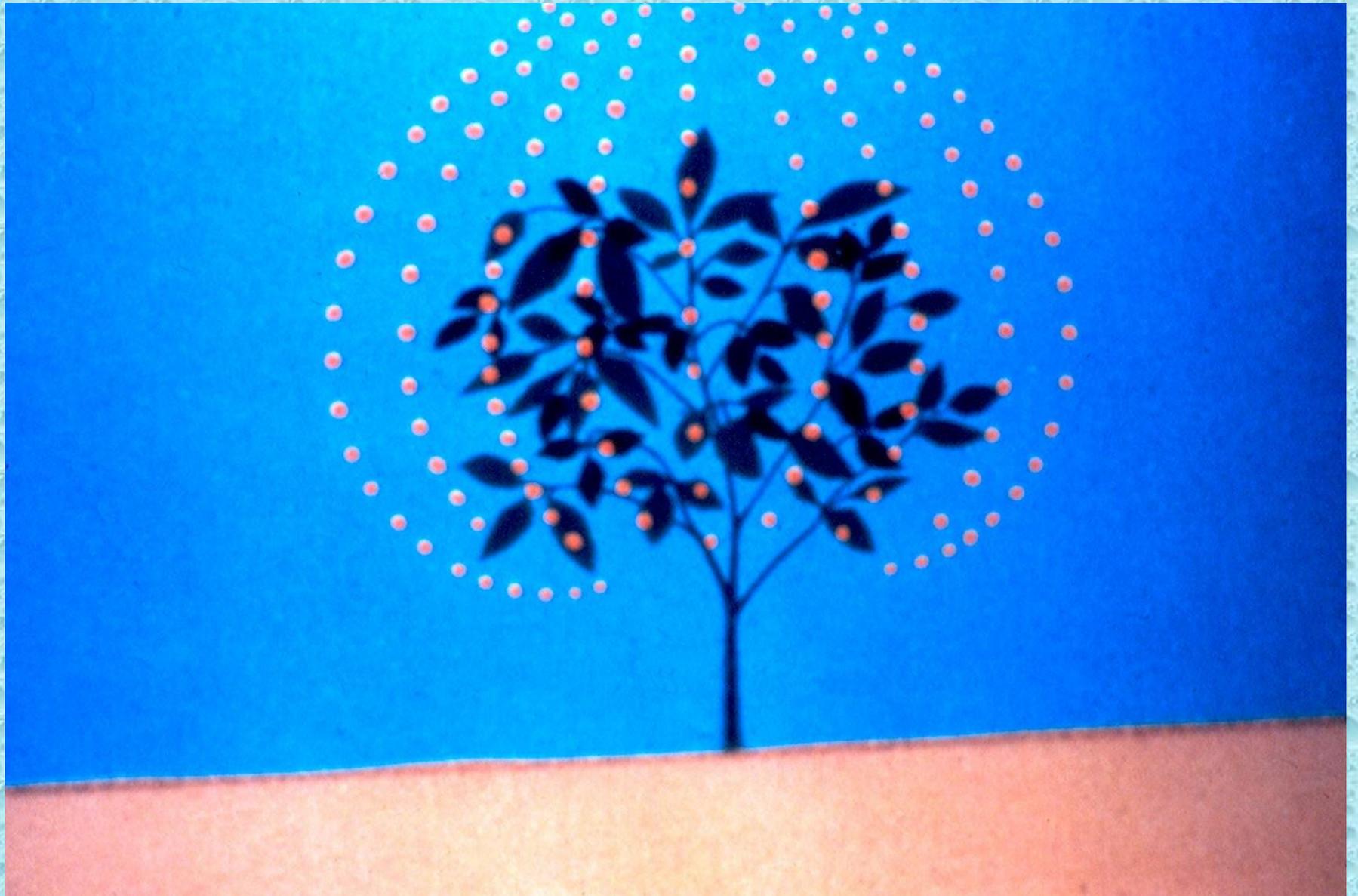
**CENTRIFUGO**



**ENTRADA DO LÍQUIDO**



**ELETRODINÂMICO**

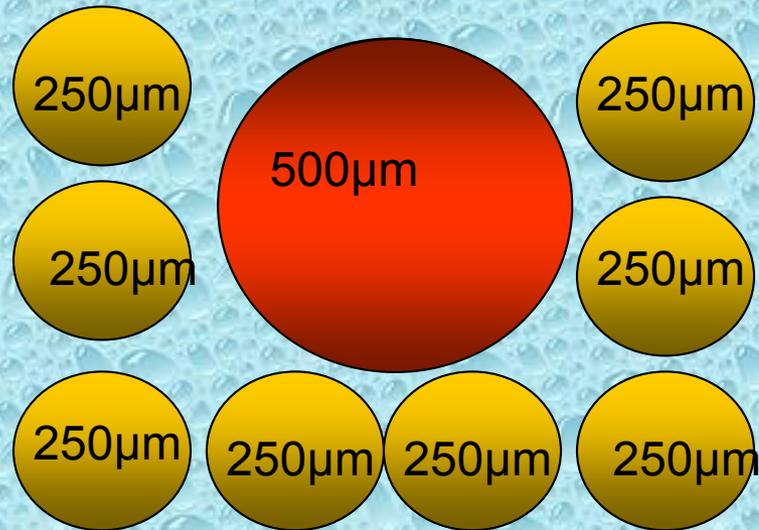


# CARACTERÍSTICAS

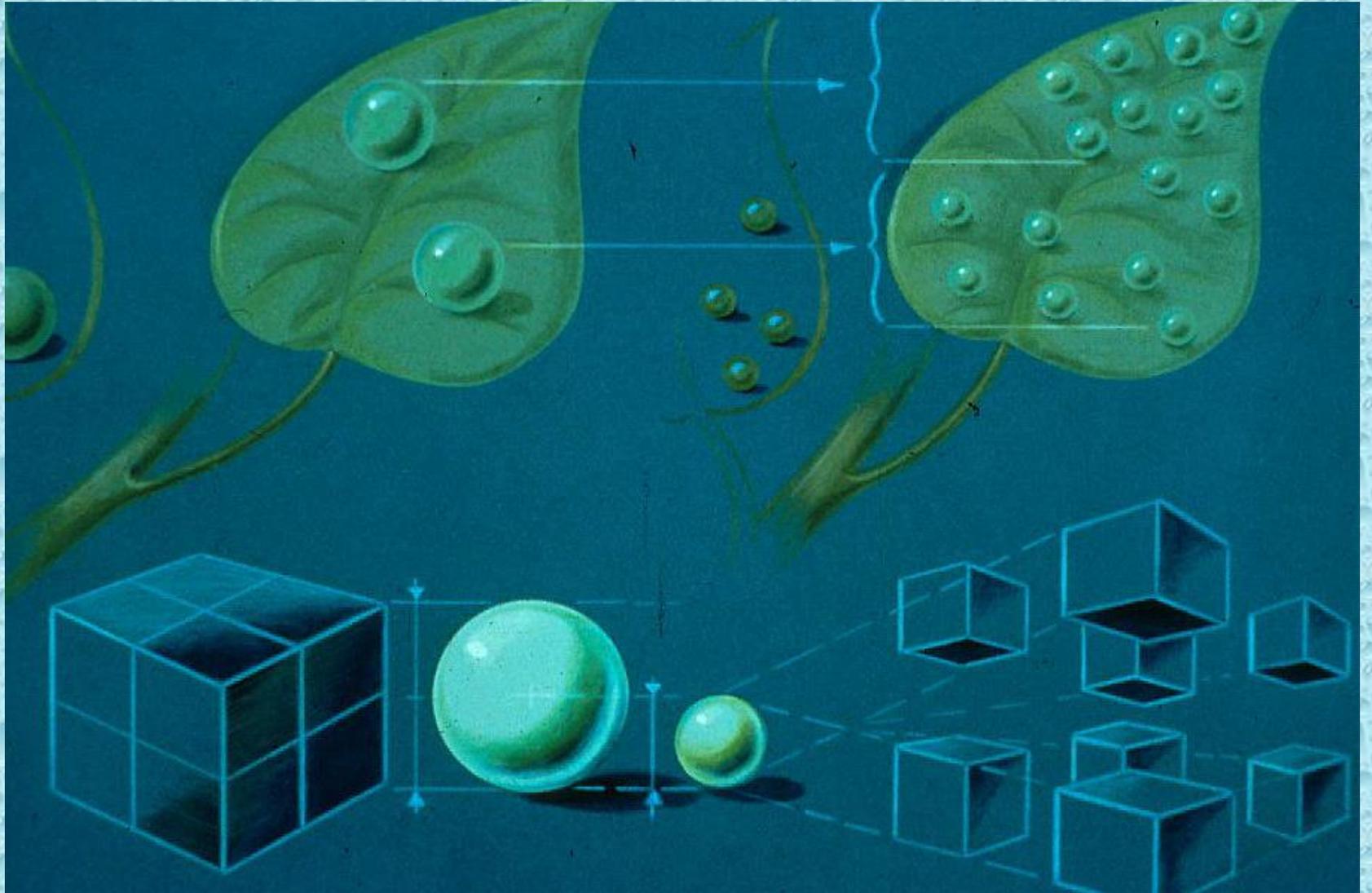
- CAMPO ELÉTRICO COM ALTA INTENSIDADE
- AUMENTO DA VELOCIDADE DAS GOTAS EM DIREÇÃO ÀS PLANTAS
- AUMENTA A COBERTURA NAS FACES INFERIOR E SUPERIOR DAS FOLHAS



Dividindo as gotas pela metade  
resulta em oito vezes o número de  
gotas

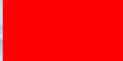


$$V = \frac{4}{3} \times \pi \times R^3$$



$\frac{1}{2}$  x diâmetro da gota = 8 x número de gotas

# ASAE Standard S 572

Símbolo	Categoria	Cor	DMV ( $\mu\text{m}$ )
VF	Muito Fino	Vermelha 	<100
F	Fino	Laranja 	100 - 175
M	Médio	Amarela 	175 - 250
C	Grosso	Azul 	250 - 375
VC	Muito Grosso	Verde 	375 - 450
XC	Extremamente Grosso	Branca 	>450

Relação entre vazão e pressão:

Equação Geral:  $q = \frac{k \times A \times \sqrt{2P}}{\delta_c}$

Onde:

$q$  – vazão

$A$  – área do orifício de saída

$k$  – coeficiente de descarga (adimensional)

$\delta_c$  – densidade da calda

$P$  – pressão de trabalho

Equação Geral:

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{\sqrt{P_1}}{\sqrt{P_2}}$$

# RELAÇÃO ENTRE A VAZÃO E A PRESSÃO DE UM BICO

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{\sqrt{P_1}}{\sqrt{P_2}}$$

Se a vazão do bico for de 0,48 L/min a uma pressão de 2,0 bar, para uma pressão de 8,0 bar a vazão será de 0,96 L/min .

Isto significa que quadruplicando a pressão, a vazão é duplicada

# RELAÇÃO ENTRE PRESSÃO E DIÂMETRO MEDIANO VOLUMÉTRICO

$$\frac{DMV_1}{DMV_2} = \frac{\sqrt[3]{P_1}}{\sqrt[3]{P_2}}$$

Onde:

**P** → pressão  
**DMV** → diâmetro mediano volumétrico

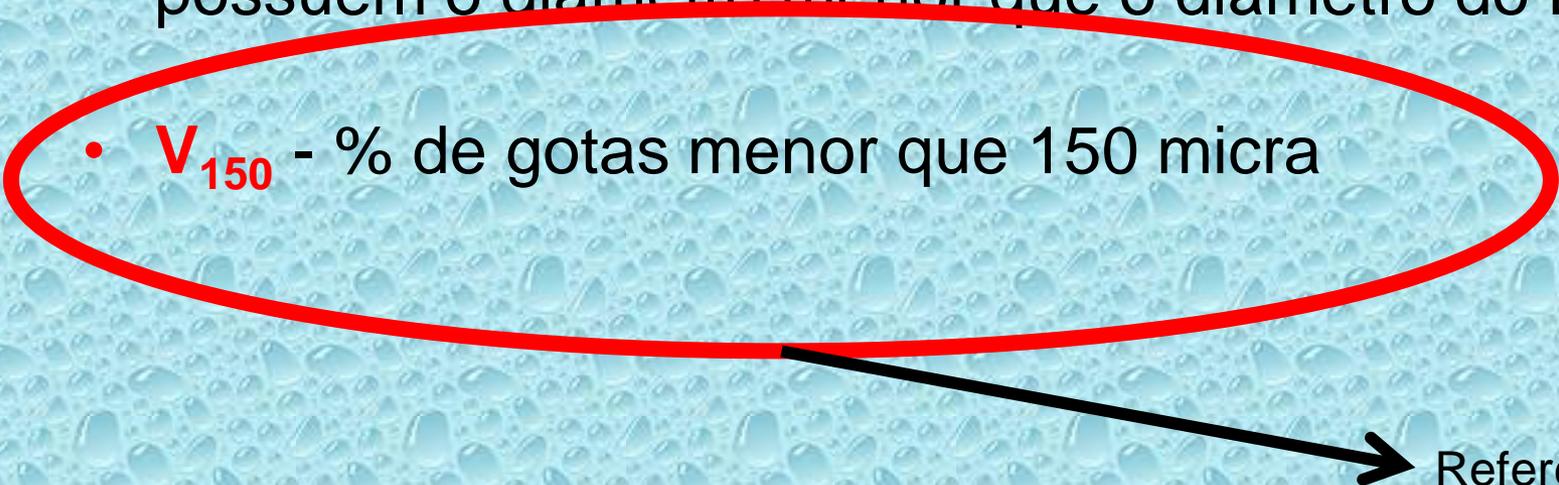
# COMPARAÇÃO DE DIMENSÕES EM MÍCRON

- 2000  $\mu\text{m}$  → ponta de lápis
- 850  $\mu\text{m}$  → clipe de papel
- 420  $\mu\text{m}$  → grampo de papel
- 300  $\mu\text{m}$  → cerdas da escova de dentes
- 150  $\mu\text{m}$  → linha de costurar
- 100  $\mu\text{m}$  → cabelo humano



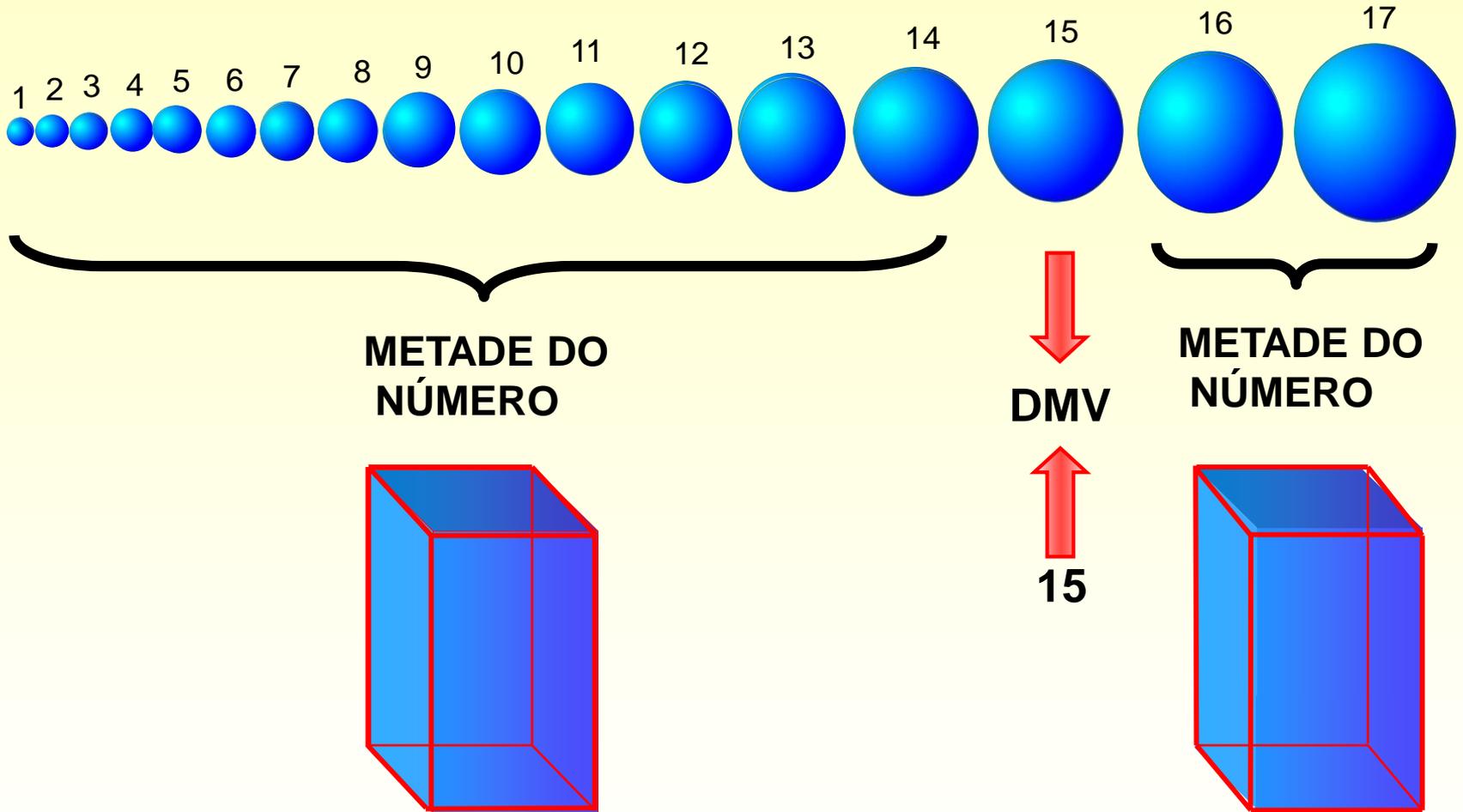
# Sistema de classificação de gotas

- $D_{V10}$  - 10% do volume representado por gotas que possuem o diâmetro menor que o diâmetro do  $D_{V10}$
- $D_{V50}$  - 50% do volume representado por gotas que possuem o diâmetro menor que o diâmetro do  $D_{V50}$
- $D_{V90}$  - 90% do volume representado por gotas que possuem o diâmetro menor que o diâmetro do  $D_{V90}$
- $V_{150}$  - % de gotas menor que 150 micra



Referência para deriva

# DIÂMETRO MEDIANO VOLUMÉTRICO

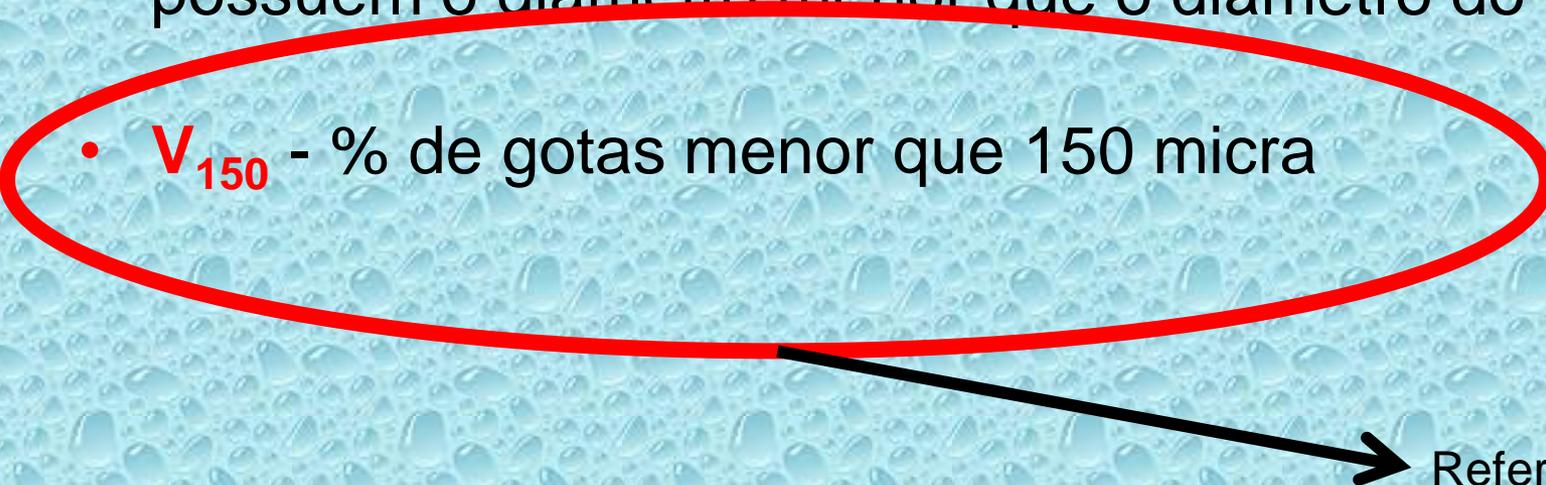


**DMV - diâmetro mediano volumétrico.**

É o diâmetro da gota que divide o volume pulverizado em duas metades iguais, isto é; metade do volume pulverizado é constituída de gotas maiores que o DMV e a outra metade é constituída de gotas menores que esse valor.

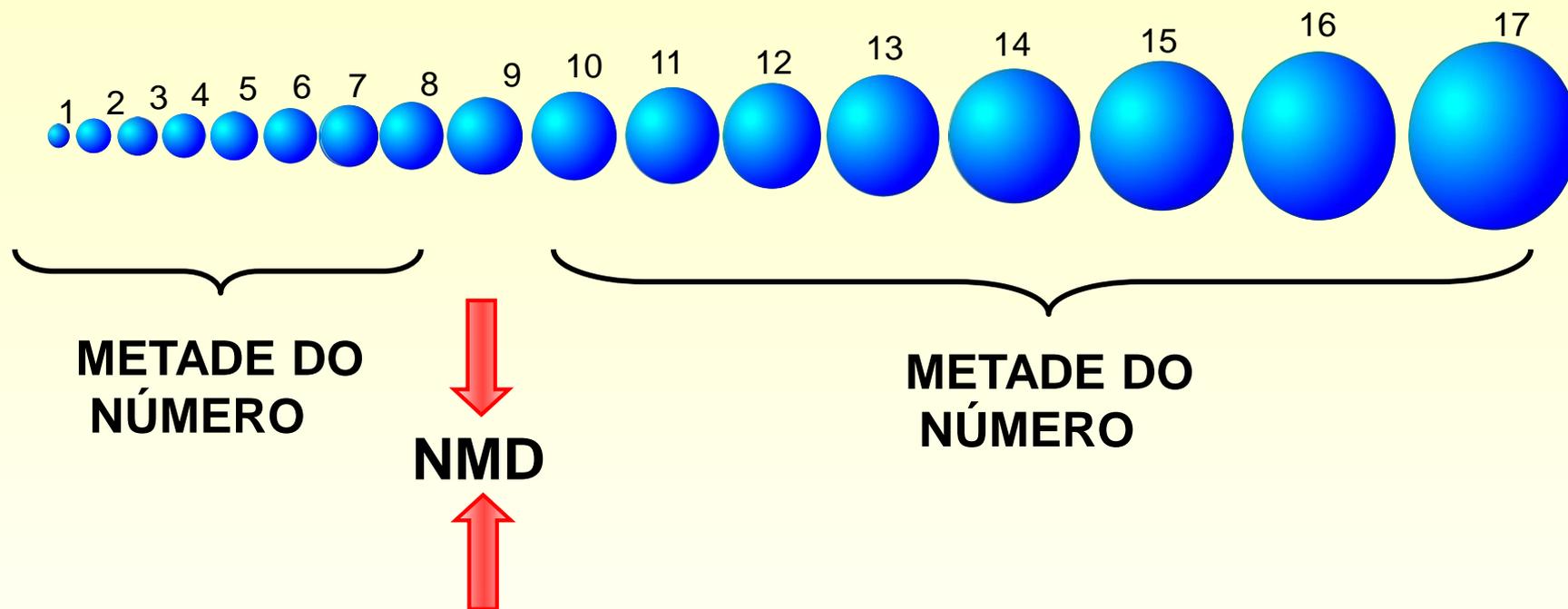
# Sistema de classificação de gotas

- $D_{V10}$  - 10% do volume representado por gotas que possuem o diâmetro menor que o diâmetro do  $D_{V10}$
- $D_{V50}$  - 50% do volume representado por gotas que possuem o diâmetro menor que o diâmetro do  $D_{V50}$
- $D_{V90}$  - 90% do volume representado por gotas que possuem o diâmetro menor que o diâmetro do  $D_{V90}$
- $V_{150}$  - % de gotas menor que 150 micra



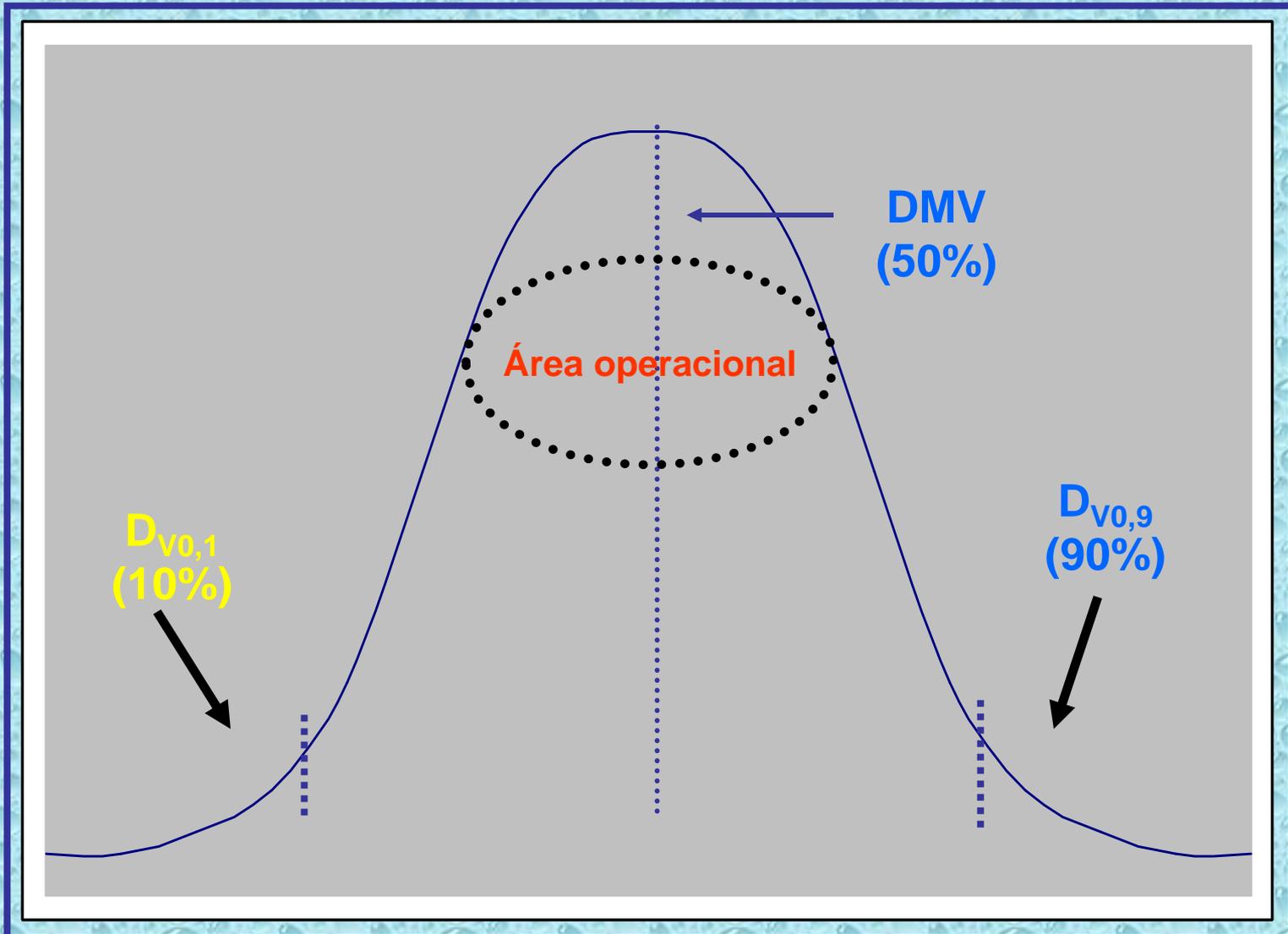
Referência para deriva

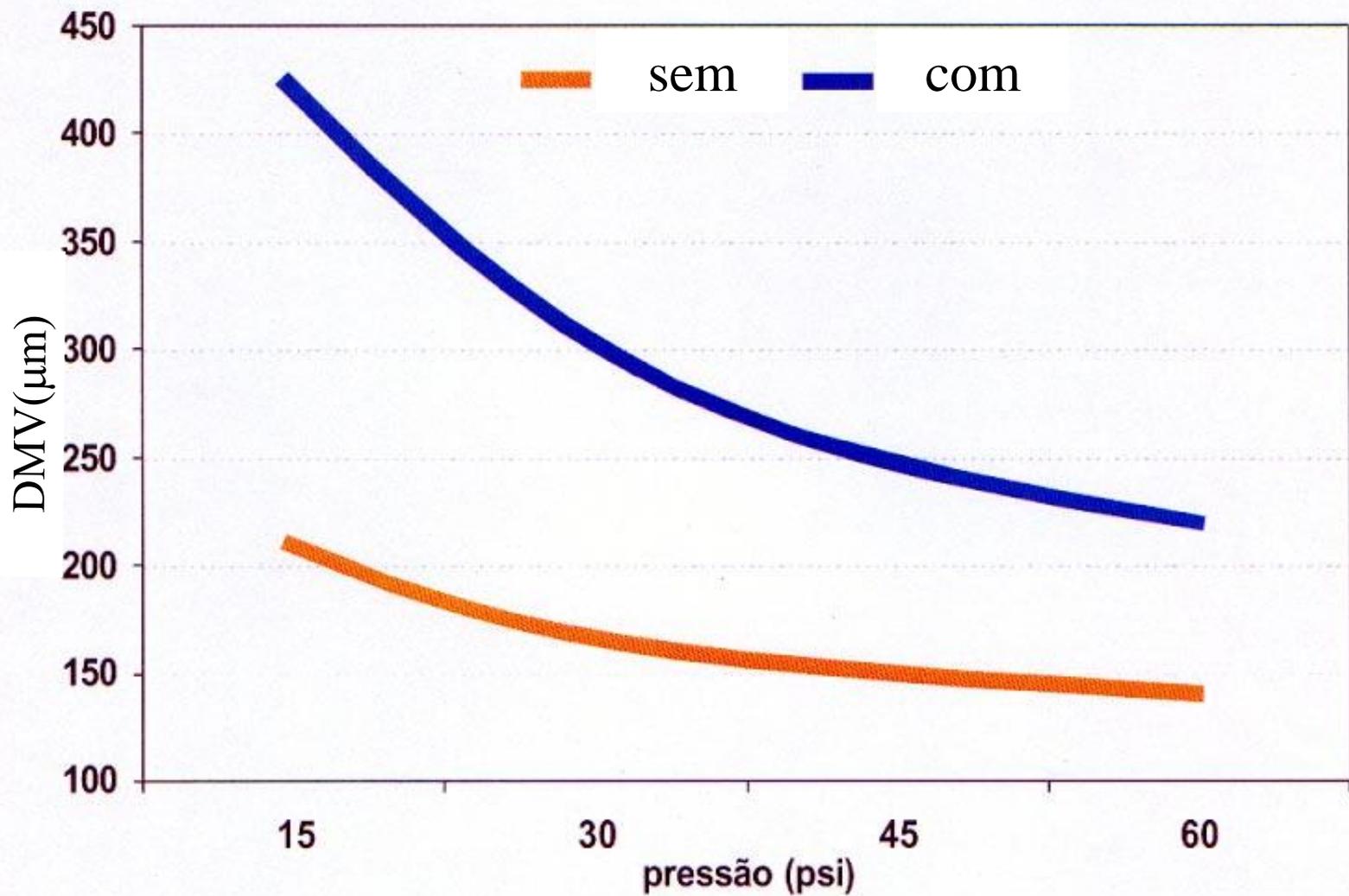
# DIÂMETRO MEDIANO NUMÉRICO



**DMN – Diâmetro Mediano Numérico) É o diâmetro da gota que divide o número de gotas em duas porções iguais, isto é, metade das gota de conjunto é maior que DMN e a outra metade, menor.**

# IMPORTANTE ESTATÍSTICA DAS GOTAS



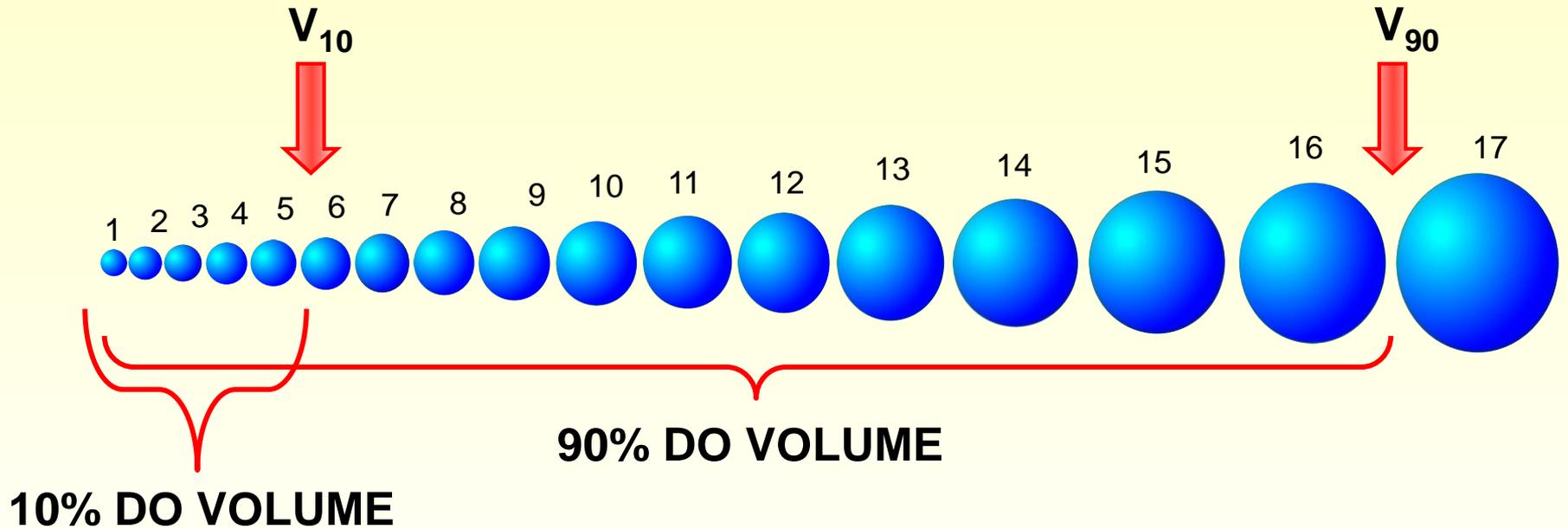


# Parâmetro para análise do espectro de gotas

a. Amplitude Relativa (AR)

b. Coeficiente de dispersão ( $r$ )

# AMPLITUDE RELATIVA (AR)



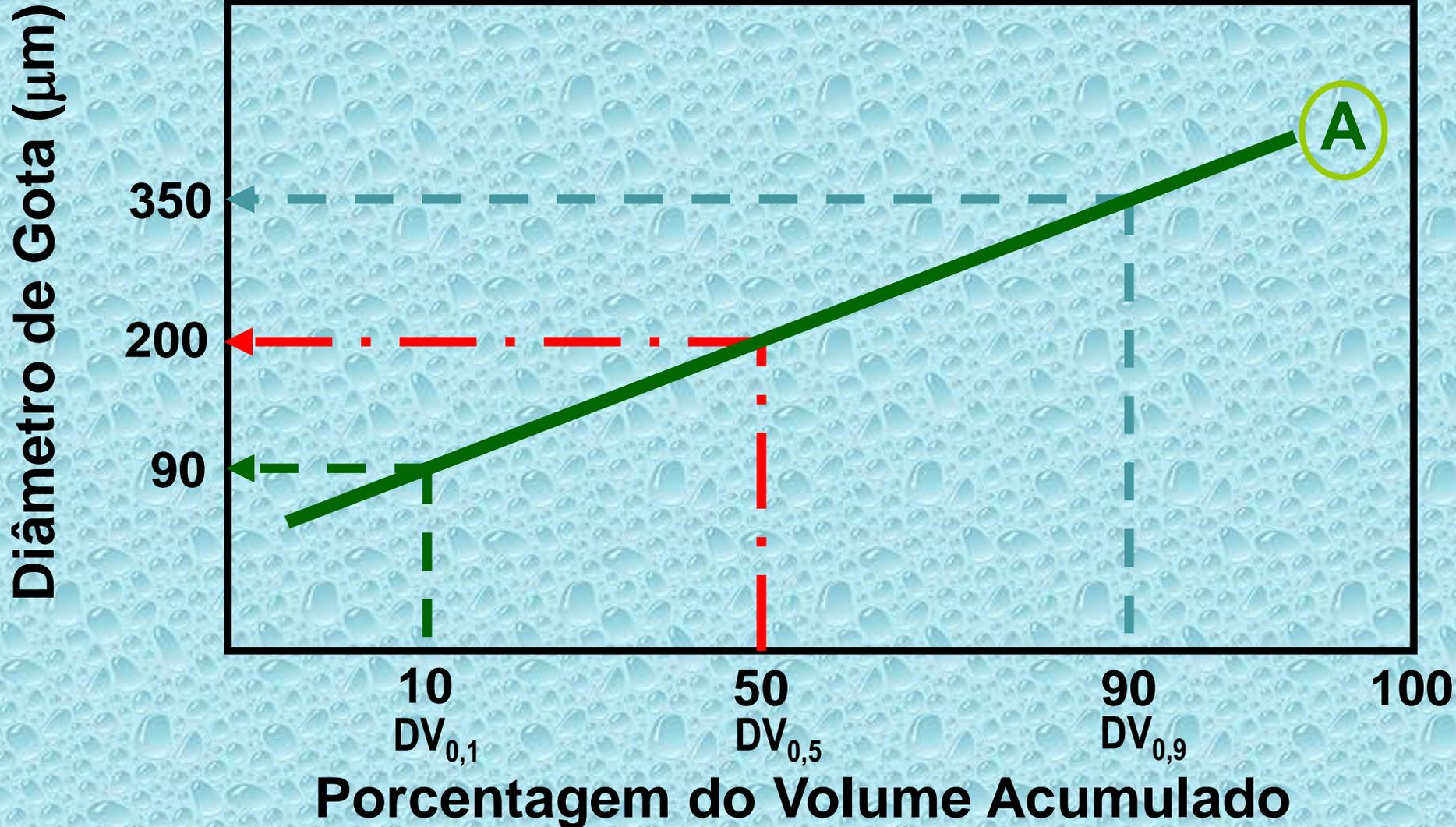
$$AR = \frac{D_{0,9} - D_{0,1}}{D_{0,5}}$$

# COEFICIENTE DE DISPERSÃO ( $r$ )

$$r = \frac{DMV}{DMN}$$

# ESPECTRO DE GOTAS

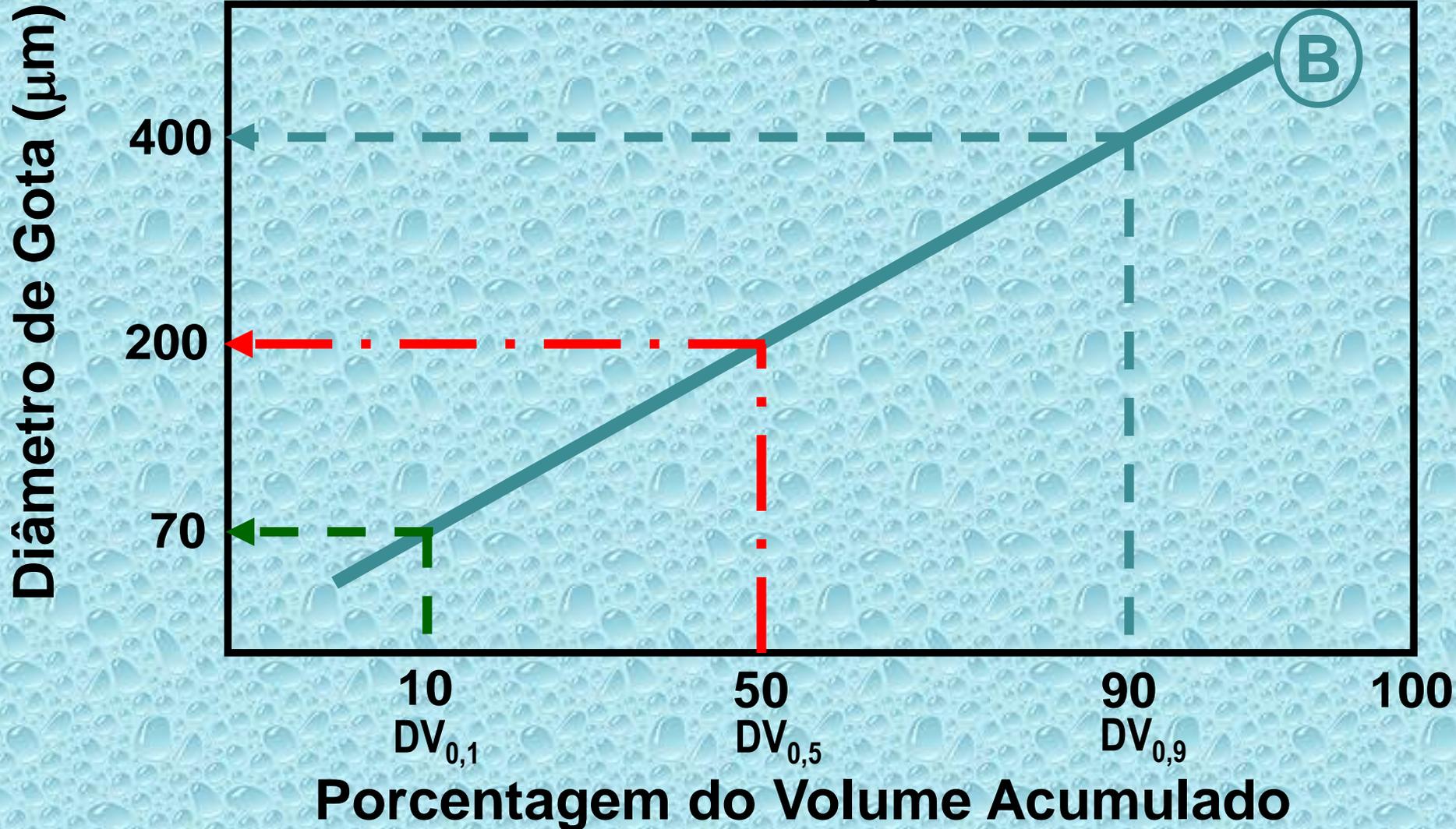
Pulverização A



$$AR = (D_{V0,9} - D_{V0,1}) \div D_{V0,5} = (350 - 90) \div 200 = 1,30$$

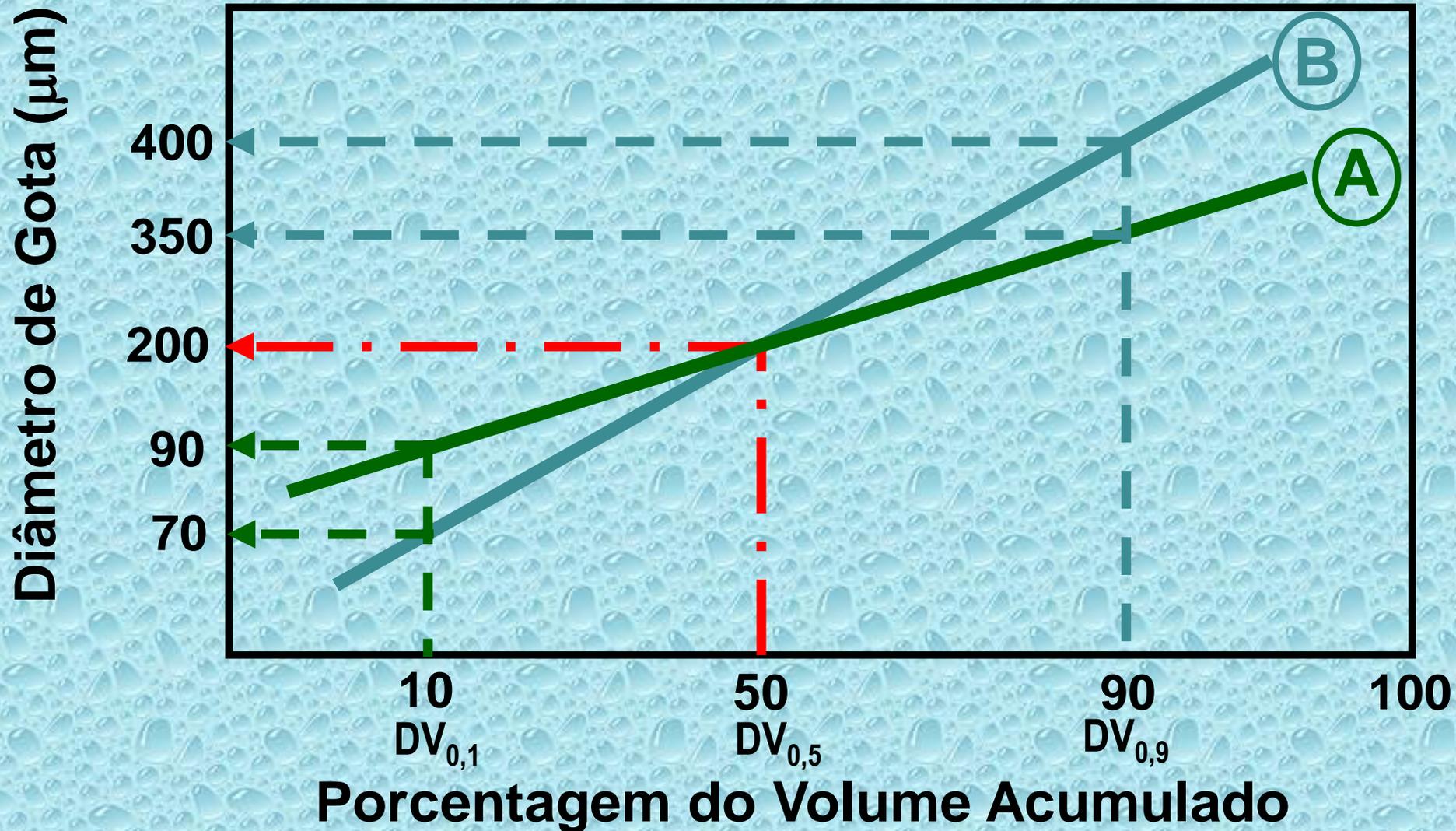
# ESPECTRO DE GOTAS

Pulverização B

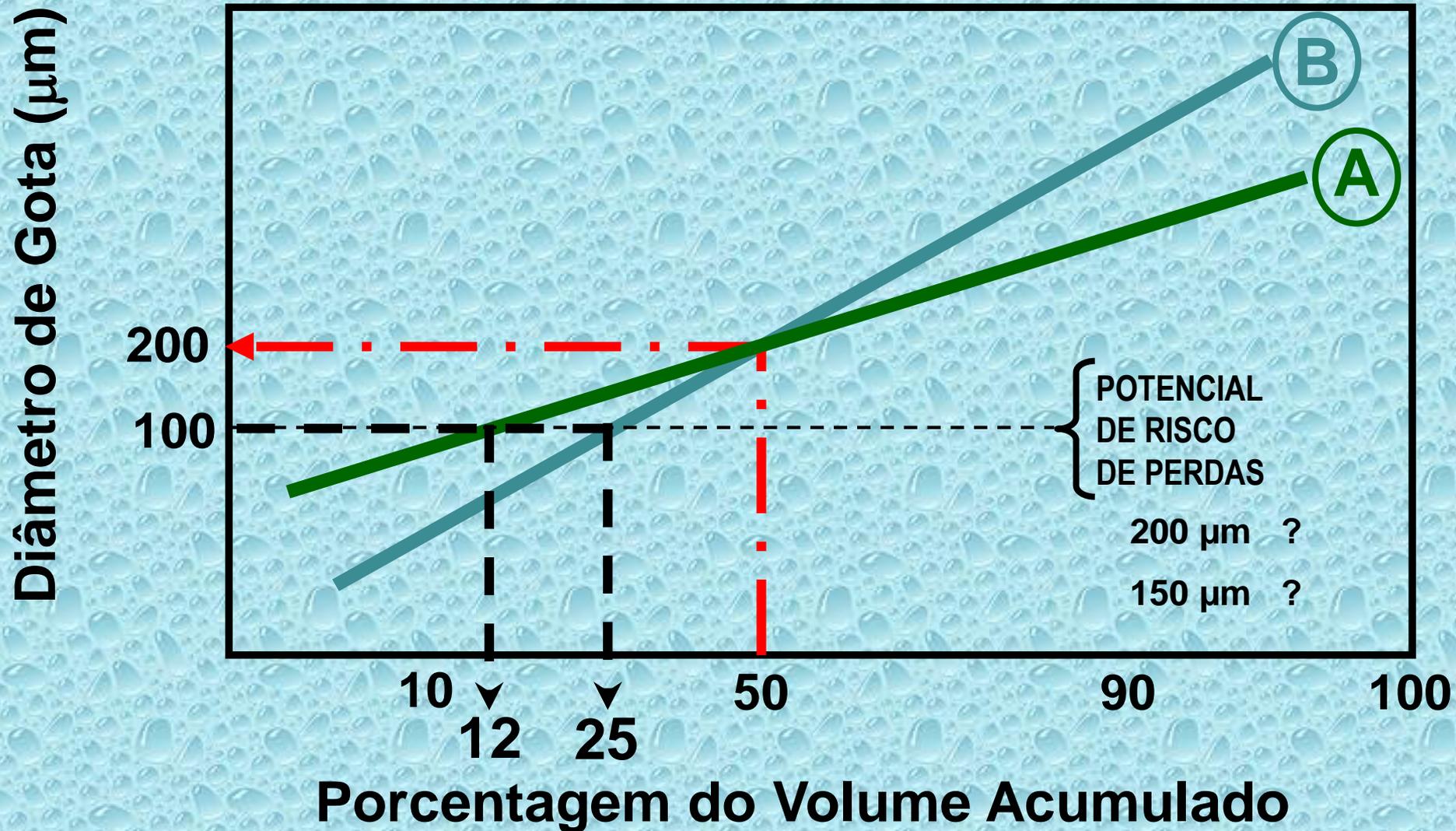


$$AR = (D_{V0,9} - D_{V0,1}) \div D_{V0,5} = (400 - 70) \div 200 = 1,65$$

# ESPECTRO DE GOTAS



# ESPECTRO DE GOTAS



MUITO  
GROSSA

### Pontas de Pulverização de Jato Plano AI TeeJet®

 (bar)	AI110015	AI11002	AI110025	AI11003	AI11004	AI11005
2.0	0.48	0.65	0.81	0.96	1.29	1.61
3.0	0.59	0.79	0.99	1.18	1.58	1.97
4.0	0.68	0.91	1.14	1.36	1.82	2.27
5.0	0.76	1.02	1.28	1.52	2.04	2.54
6.0	0.83	1.12	1.40	1.67	2.23	2.79
7.0	0.90	1.21	1.51	1.80	2.41	3.01
8.0	0.96	1.30	1.62	1.92	2.28	3.22

	Muita Fina
	Fina
	Média
	Grossa
	Muita Grossa
	Extremamente Grossa

Classes de tamanho de gota sugeridas pela  
BCPC - British Crop Protection Council

FINA

### Pontas de Pulverização de Jato Plano Duplo TwinJet®

 (bar)	TJ60-8001	TJ60-8002	TJ60-8003	TJ60-8004	TJ60-8006	TJ60-8008	TJ60-80010	TJ60-11002	TJ60-11003	TJ60-11004	TJ60-11006	TJ60-11008	TJ60-11010
2.0	0.32	0.64	0.97	1.29	1.93	2.58	2.58	0.64	0.97	1.29	1.93	2.58	2.58
2.5	0.36	0.72	1.08	1.44	2.16	2.88	2.88	0.72	1.08	1.44	2.16	2.88	2.88
3.0	0.39	0.79	1.18	1.58	2.37	3.16	3.16	0.79	1.18	1.58	2.37	3.16	3.16
2.5	0.43	0.85	1.28	1.71	2.56	3.41	3.41	0.85	1.28	1.71	2.56	3.41	3.41
4.0	0.46	0.91	1.37	1.83	2.74	3.65	3.65	0.91	1.37	1.83	2.74	3.65	3.65

# CRITÉRIOS DE TAMANHO E DENSIDADE DE GOTAS POR UNIDADE DE SUPERFÍCIE PARA DIFERENTES TRATAMENTOS

<b>Tratamento</b>		<b>Densidade de gotas (gotas/cm<sup>2</sup>)</b>		<b>Diâmetro de gota (µm)</b>
		<b>Folha</b>	<b>Solo</b>	
<b>Fungicidas de Aplicação Foliar</b>	<b>Contacto</b>	<b>50 - 70</b>		<b>100 - 200</b>
	<b>Sistêmico</b>	<b>30 - 40</b>		<b>200 - 300</b>
<b>Inseticidas de Aplicação Foliar</b>	<b>Contacto</b>	<b>40 - 50</b>		<b>100 - 200</b>
	<b>Sistêmico</b>	<b>20 - 30</b>		<b>200 - 300</b>
<b>Herbicidas</b>	<b>Pré Emergência</b>		<b>20 - 50</b>	<b>300 - 500</b>
	<b>Plântula</b>	<b>30 - 40</b>		<b>150 - 250</b>
	<b>Planta Contacto</b>	<b>50 - 70</b>		<b>150 - 250</b>
	<b>Planta Sistêmico</b>	<b>30 - 40</b>		<b>150 - 250</b>
<b>Fertilizantes Líquidos</b>	<b>Aplicação no Solo</b>		<b>5 - 15</b>	<b>500 - 1000</b>
	<b>Aplicação Foliar</b>	<b>30 - 40</b>		<b>200 - 400</b>

# Gráfico de referência para classificação do espectro de gotas

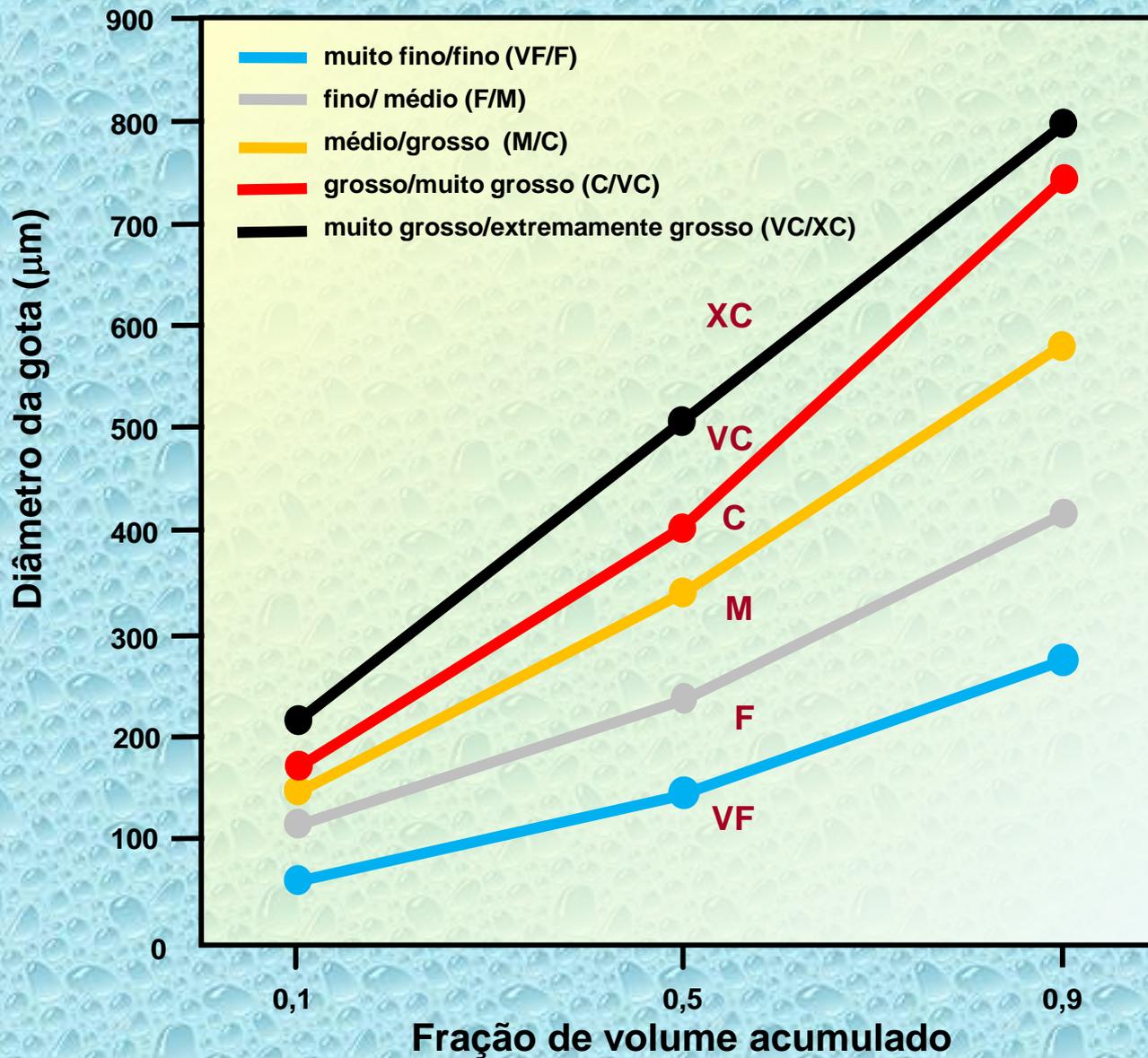
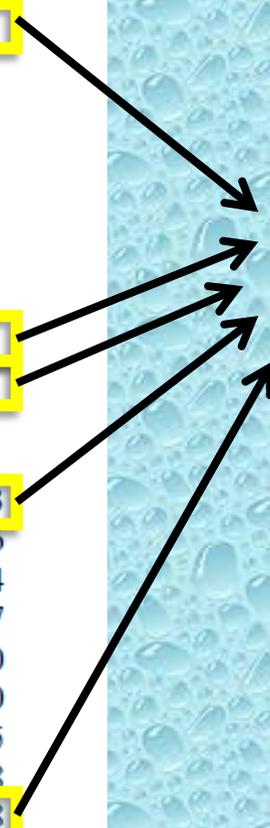


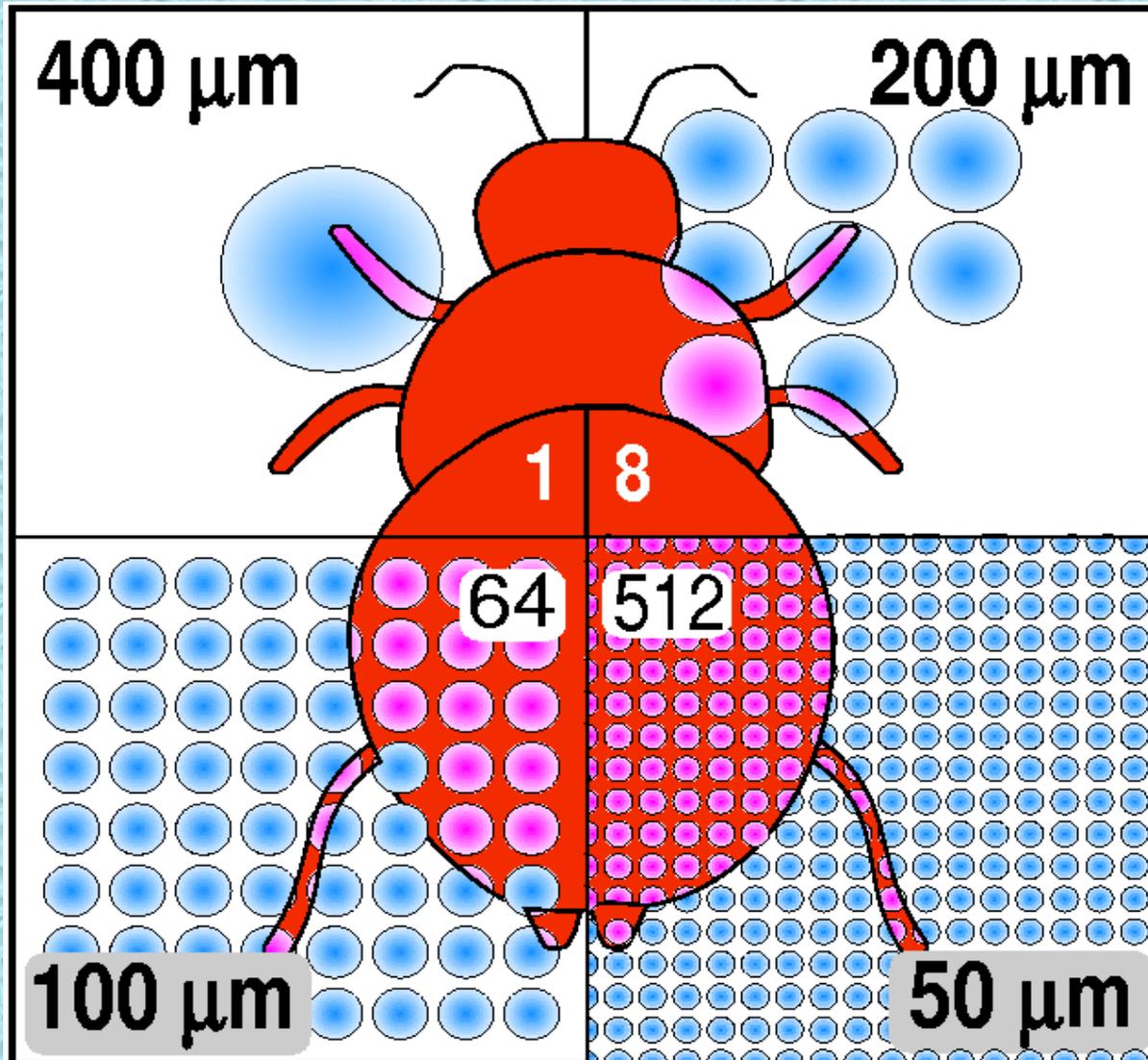
Table 2. Drop size specifications of different nozzles used in fruit crop spraying, arranged for increasing  $V_{100}$ .

Manufacturer +nozzle	Flat fan/ Cone		Spray Pressure [bar]	Flow rate [l/min]	$D_{V10}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$D_{V50}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$D_{V90}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$V_{100}$ [%]
		Venturi						
Albuz; TVI 80025	C	x	7	1.49	289	671	1095	0.6
Albuz; TVI 8003	C	x	7	1.82	239	555	947	1.0
Albuz; TVI 8001	C	x	7	0.63	224	563	972	1.1
Albuz; TVI 80015	C	x	7	0.91	214	493	852	1.2
Lechler; ID 9001	F	x	5	0.49	190	465	811	2.0
BCPC VC/XC	F		2	4.64	180	454	801	2.6
Lechler; ID 90015	F	x	7	0.88	161	399	703	3.1
Teejet; AI 80025	F	x	7	1.50	159	397	734	3.2
Lechler; ID 9001	F	x	7	0.58	156	378	685	3.2
Teejet; AI 8003	F	x	7	1.83	156	387	701	3.4
Teejet; AI 6503	F	x	7	1.82	157	399	717	3.5
Teejet; AI 80015	F	x	7	0.96	145	345	630	4.0
Teejet; AI 8002	F	x	7	1.23	143	341	627	4.2
BCPC C/VC	F		2.5	2.88	147	373	656	4.2
BCPC M/C	F		2	2.00	126	288	525	5.6
Albuz; AVI 80015	F	x	7	0.90	123	283	524	6.1
Teejet; DG 8002	F		7	1.20	106	236	433	8.7
BCPC F/M	F		3	1.32	99	220	409	10.3
Teejet; XR 8005	F		7	3.02	90	220	416	12.6
Teejet DG 80015	F		7	0.90	88	195	354	13.4
Teejet; XR 8004	F		7	2.44	87	207	393	13.7
Albuz; blue	C		7	2.88	86	205	381	14.0
Teejet; XR 8003	F		7	1.83	81	189	355	16.0
Albuz; red	C		7	1.67	77	173	321	18.5
Teejet; XR 8002	F		7	1.23	76	171	316	18.8
BCPC VF/F	F		4.5	0.48	72	155	276	21.8
Albuz; lilac	C		7	0.44	71	143	238	23.1
Albuz; brown	C		7	0.56	71	143	241	23.2
Teejet; XR 8001	F		7	0.63	69	151	278	23.3
Albuz; yellow	C		7	0.85	71	146	255	23.3

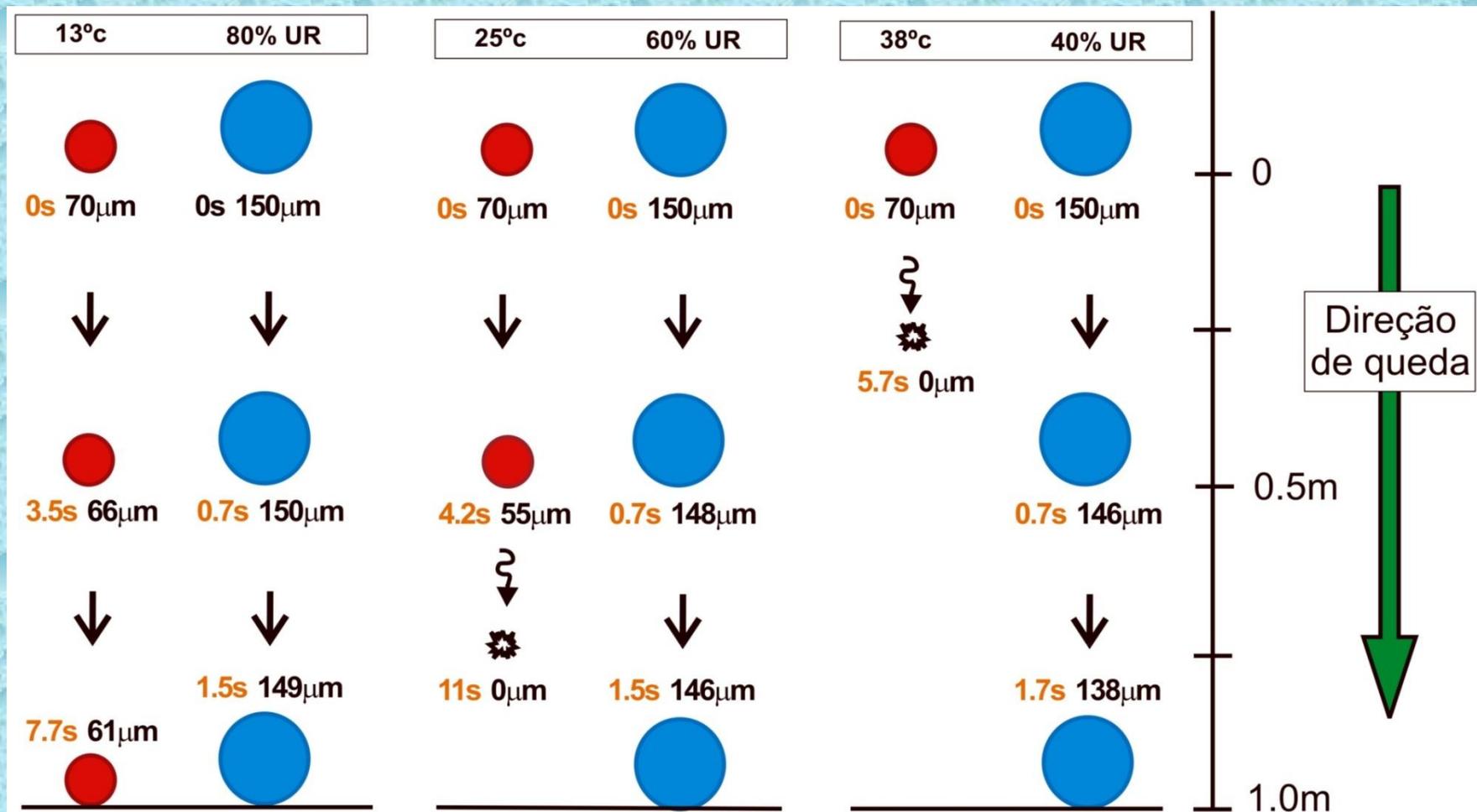
Pontas referências  
definida pela  
BCPC



# Influência do tamanho da gota na cobertura



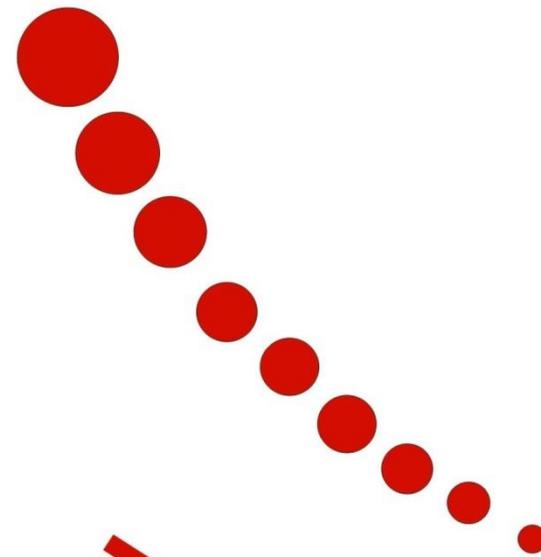
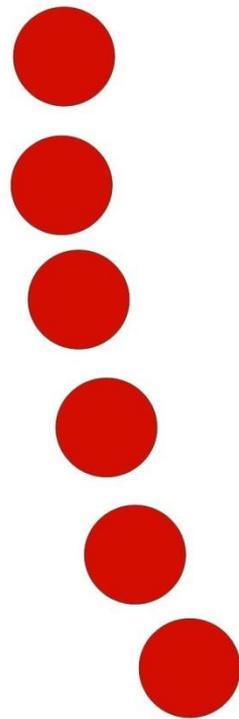
# EVAPORAÇÃO E REDUÇÃO NO TAMANHO DAS GOTAS EM QUEDA LIVRE



**Alta umidade relativa  
Baixa temperatura**

**Baixa umidade relativa  
Alta temperatura**

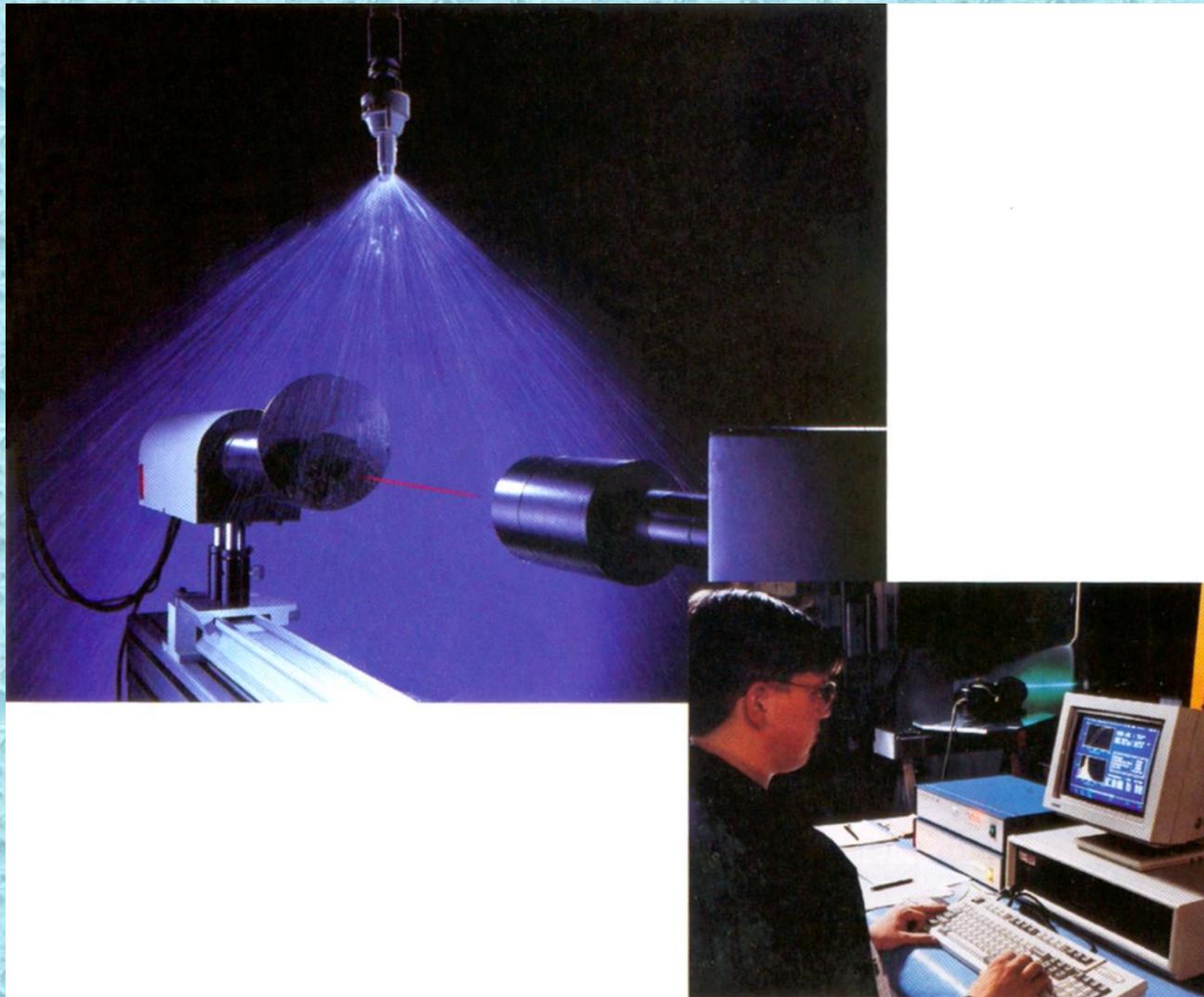
**Distância de queda**

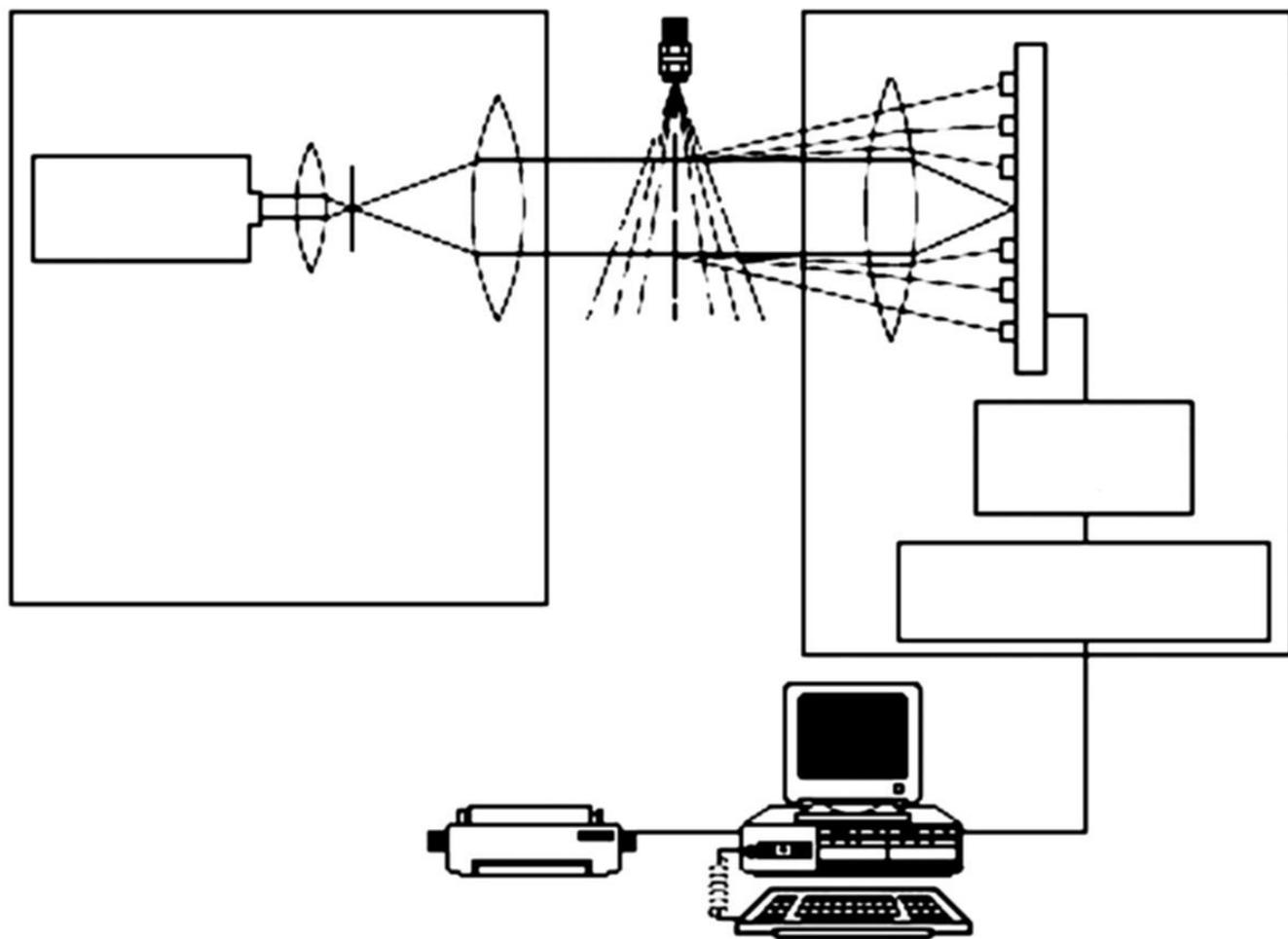


**Vento**



# **Métodos de medição de gotas**









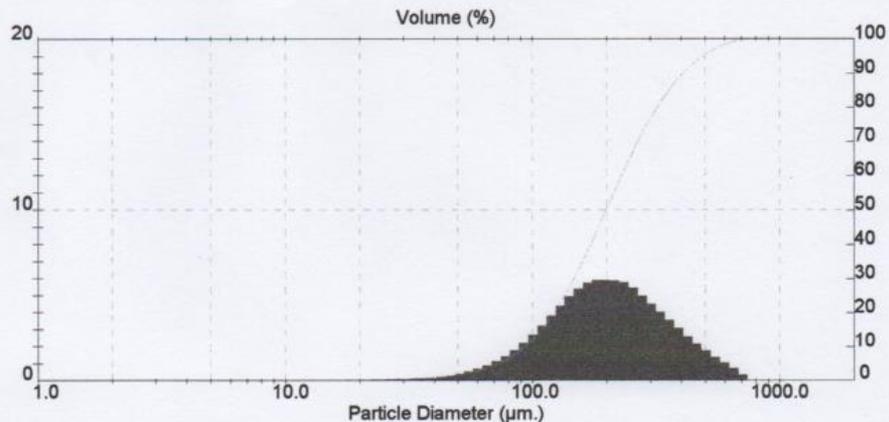
Result: Histogram Table

ID: MAGNO ADGA 11004 45Run No: 40 Measured: 4/10/103 14:17  
 File: (Sample Not Saved) Analysed: 12/11/103 13:35  
 Path: C:\SIZERS\DATA\ Source: Analysed

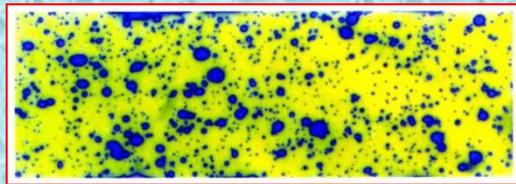
Range: 300 mm Beam: 2.40 mm Sampler: None Obs: 10.2 %  
 Presentation: 3RHA Analysis: Polydisperse Residual: 0.320 %  
 Modifications: None

Conc. = 0.2075 %Vol Density = 1.000 g/cm<sup>3</sup> S.S.A. = 0.0418 m<sup>2</sup>/g  
 Distribution: Volume D[4, 3] = 228.21 um D[3, 2] = 143.39 um  
 D(v, 0.1) = 93.54 um D(v, 0.5) = 198.72 um D(v, 0.9) = 408.30 um  
 Span = 1.584E+00 Uniformity = 4.881E-01

Size (um)	Volume Under %						
0.538	0.00	3.49	0.14	22.69	0.42	147.3	29.85
0.586	0.00	3.80	0.15	24.70	0.48	160.4	35.26
0.638	0.00	4.14	0.15	26.89	0.56	174.6	41.02
0.694	0.00	4.51	0.16	29.28	0.64	190.1	46.93
0.756	0.00	4.91	0.16	31.88	0.74	207.0	52.83
0.823	0.00	5.34	0.17	34.71	0.86	225.4	58.70
0.896	0.00	5.82	0.17	37.79	1.00	245.4	64.48
0.976	0.00	6.34	0.17	41.14	1.18	267.2	69.93
1.06	0.01	6.90	0.17	44.79	1.42	290.9	74.89
1.16	0.01	7.51	0.17	48.77	1.73	316.7	79.39
1.26	0.02	8.18	0.17	53.10	2.15	344.8	83.42
1.37	0.02	8.90	0.17	57.81	2.69	375.4	86.97
1.49	0.03	9.69	0.17	62.94	3.39	408.7	90.04
1.63	0.04	10.55	0.18	68.53	4.28	445.0	92.62
1.77	0.04	11.49	0.18	74.61	5.41	484.5	94.75
1.93	0.06	12.51	0.19	81.23	6.84	527.5	96.49
2.10	0.07	13.62	0.20	88.44	8.61	574.3	97.86
2.28	0.08	14.83	0.22	96.29	10.80	625.3	98.90
2.49	0.09	16.14	0.24	104.8	13.48	680.8	99.63
2.71	0.10	17.58	0.27	114.1	16.70	741.2	99.98
2.95	0.12	19.14	0.31	124.3	20.51	807.0	100.00
3.21	0.13	20.84	0.36	135.3	24.91	878.7	100.00



# COMPONENTES DE UM SISTEMA PARA ANÁLISE DE IMAGENS



Papel hidrosensível



Scanner



Computador

Software para imagem



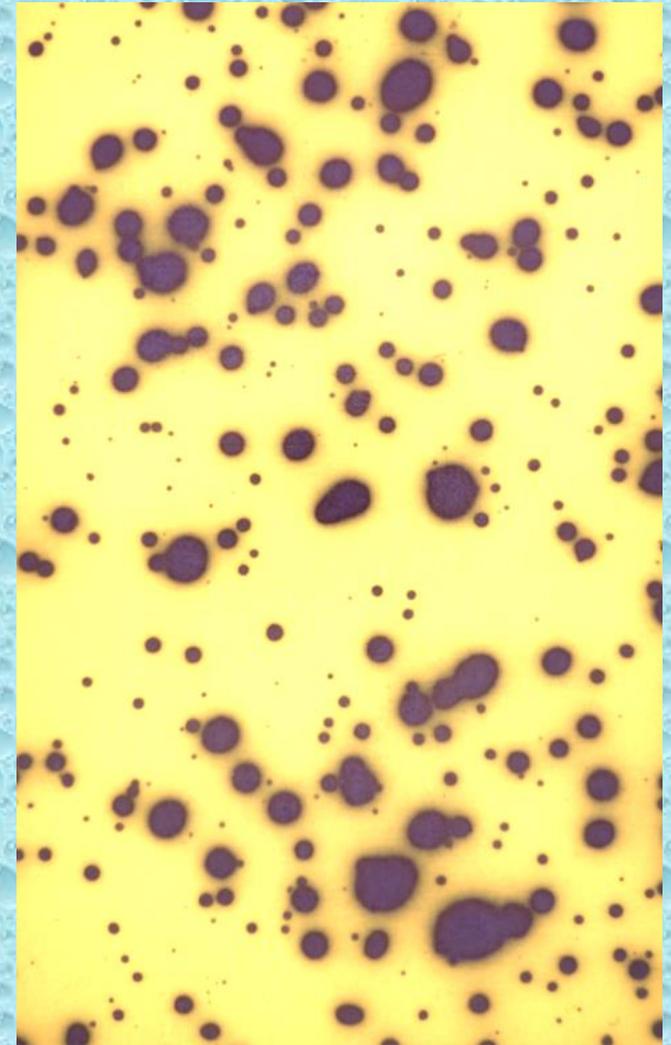
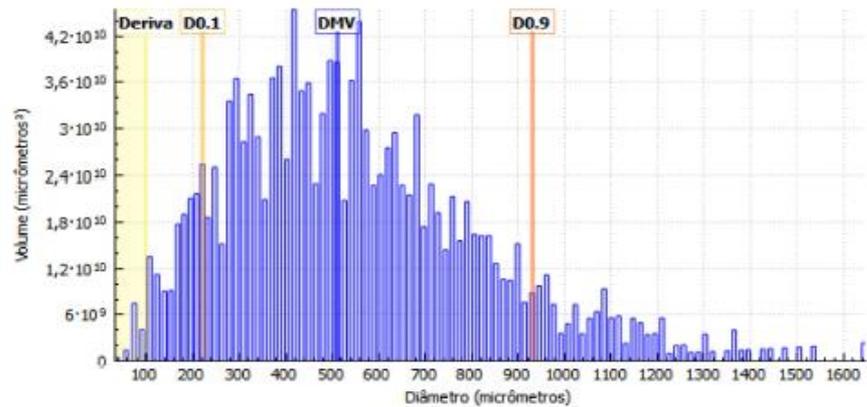
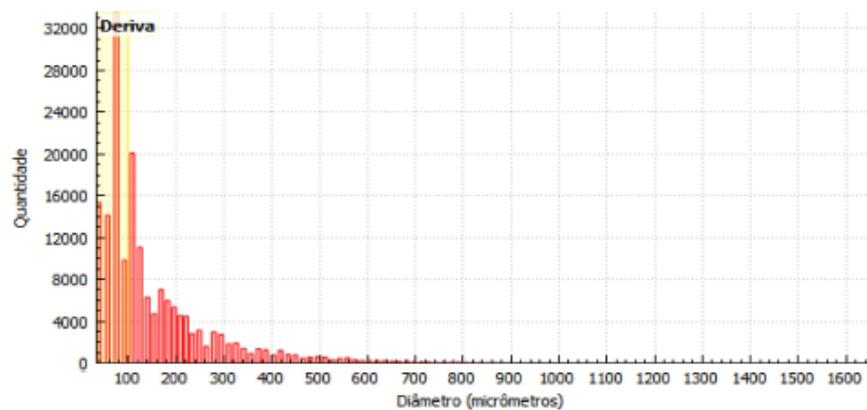
Impressora

# Análise da Deposição de Gotas

ESALQ\_20160628

## Resultados Gerais

Área Analisada (cm <sup>2</sup> )	803.00	Área Coberta (%)	28.83
µm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> extrapolado para L/ha	179.96	Densidade (N/cm <sup>2</sup> )	216.37
Quantidade de Gotas	173748.00	Amplitude Relativa	1.38
Coefficiente de variação (%)	81.63	Potencial Risco de Deriva (%)	0.93
DMV	511.72	D0.1	221.75
D0.9	930.41	DMN	108.83
Maior Gota (µm)	1643.72	Menor Gota (µm)	38.31
Diâmetro Médio (µm)	154.71		



S3																	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Amostra	Área Anali	Área Cobe	L/ha:	Densidade	Quantidad	Amplitud	Coef. Var.	Potencial	DMV:	D0.1:	D0.9:	DMN:	Maior Got	Menor Go	Diâmetro Médio (µm):	
2	Resultados	803.00	28.83	179.96	216.37	173748.00	1.38	81.63	0.93	511.72	221.75	930.41	108.83	1643.72	38.31	154.71	
3	5	13.31	30.45	193.97	248.96	3314.00	1.50	80.45	0.88	511.72	209.23	976.93	108.83	1225.04	38.31	150.71	
4	9	14.75	31.54	195.09	226.77	3344.00	1.58	80.25	0.88	496.22	221.75	1007.94	108.83	1240.54	38.31	158.88	
5	8	14.88	33.58	199.48	274.34	4081.00	1.43	78.04	1.03	480.71	196.29	883.89	108.83	1271.56	38.31	152.12	
6	7	15.10	33.19	206.57	270.09	4079.00	1.38	81.79	1.12	511.72	221.75	930.41	108.83	1163.01	38.31	149.11	
7	2	14.60	26.51	161.09	196.28	2865.00	1.38	83.11	1.04	480.71	221.75	883.89	108.83	1100.98	38.31	153.85	
8	18	15.24	29.61	172.69	200.45	3055.00	1.23	78.01	0.87	449.70	221.75	775.34	108.83	961.42	38.31	164.78	
9	3	15.43	32.65	223.39	252.14	3890.00	1.74	83.62	0.88	558.24	221.75	1194.02	108.83	1643.72	38.31	151.63	
10	4	15.21	31.09	224.68	210.94	3208.00	1.46	88.04	0.69	635.78	248.11	1178.52	108.83	1302.57	38.31	157.75	
11	6	13.92	32.45	196.35	242.10	3369.00	1.69	78.13	0.88	480.71	209.23	1023.45	108.83	1209.53	38.31	158.04	
12	10	15.36	28.30	156.30	246.27	3782.00	1.23	75.81	1.17	434.19	196.29	728.82	108.83	976.93	38.31	149.16	
13	1	15.15	31.70	197.57	221.30	3353.00	1.49	78.05	0.73	496.22	221.75	961.42	124.70	1163.01	38.31	163.27	
14	12	15.01	22.78	130.29	151.81	2278.00	1.00	79.40	0.96	449.70	233.89	682.30	108.83	930.41	38.31	164.56	
15	16	15.00	27.22	157.15	172.75	2591.00	1.27	76.17	0.79	449.70	221.75	790.85	108.83	1163.01	38.31	170.95	
16	11	15.19	30.99	173.36	253.90	3857.00	1.39	73.32	1.00	449.70	196.29	821.86	124.70	1085.48	38.31	155.46	
17	17	14.93	32.69	197.06	250.30	3736.00	1.32	77.68	0.89	496.22	196.29	852.87	124.70	1209.53	38.31	156.67	
18	22	14.97	32.55	193.13	290.89	4354.00	1.20	82.01	1.38	496.22	209.23	806.35	108.83	1085.48	38.31	142.89	
19	26	14.91	36.25	247.24	308.96	4606.00	1.43	89.85	1.11	573.75	233.89	1054.46	108.83	1287.06	38.31	140.38	

**Dúvidas ?**

**Fim da  
segunda aula**

**Obrigado**