

# INTERFERÊNCIA DE ADJUVANTES NA CALDA E NA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

**HAMILTON HUMBERTO RAMOS**  
**Instituto Agrônômico**  
**Centro de Engenharia e Automação**  
**Jundiaí - SP**

# TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO E ADJUVANTES

## Adjuvantes

**Qualquer substância ou composto sem propriedades fitossanitárias, exceto a água, que é acrescentado numa preparação de pesticida, para facilitar a aplicação, aumentar a eficácia ou diminuir riscos. (Kissmann, 1998)**

# TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO E ADJUVANTES

## Adjuvantes

Qualquer substância ou composto **sem propriedades fitossanitárias**, exceto a água, que é **acrescido numa preparação** de pesticida, para facilitar a aplicação, aumentar a eficácia ou diminuir riscos. (Kissmann, 1998)

## Tecnologia de Aplicação

Emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação de outras áreas. (Matuo, 1990)

# TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO E ADJUVANTES

## Adjuvantes

Qualquer substância ou composto **sem propriedades fitossanitárias**, exceto a água, que é **acrescido numa preparação** de pesticida, para **facilitar a aplicação, aumentar a eficácia ou diminuir riscos**. (Kissmann, 1998)

## Tecnologia de Aplicação

Emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a **correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo**, em quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação de outras áreas. (Matuo, 1990)

# TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO E ADJUVANTES

- **Adjuvantes**

- Alteram características da calda
  - Tensão superficial
  - Viscosidade

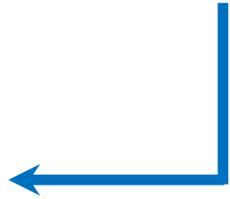


- **Consequência**

- Alteram aspectos importantes da Tecnologia de Aplicação
  - Tamanho de gotas
  - Espalhamento

- **Resultado**

- Interferência, positiva ou negativa, na eficácia do produto ou da pulverização

- 
- **Ensaio de eficácia não são eficazes em identificar o problema**

# TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO E ADJUVANTES

- Conhecer, Analisar e Classificar os adjuvantes por suas **Características Funcionais** possibilita:
  - Maior eficácia do adjuvante
  - Melhoria no controle
  - Adequação da Tecnologia de Aplicação

# CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL



# CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL



Adjuvantes devem ser analisados e classificados por sua **FUNCIONALIDADE** pois desempenham *funções específicas*  
**FUNCIONALIDADE** está relacionada com a química, natureza dos componentes e qualidade

# CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL



Não existe um único adjuvante que possa desempenhar todas estas funções

Contudo, alguns adjuvantes podem ser **Multi-Funcionais**

# MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE ADJUVANTES E SUA INTERFERÊNCIA NA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO



# TAMPONANTES / ACIDIFICANTES

HERBICIDAS		
NOME COMUM	NOME COMERCIAL	pH IDEAL
ACIFLUORFEN-SÓDIUM	BLAZER SOL-TACKLE	5
IDEM+BENTAZONE	DOBLE	5
ALACHLOR	LAÇO	5
AMETRYNE	GESAPAX	5
ATRAZINE	GESAPRIM-AGIMIX	5
BENTAZONE	BASAGRAN	7
CHLORIMURON-ETYL	CLASSIC	5
CLOMAZONE	GAMIT	5
CYANAZINE	BLADEX	5
DICAMBA	BANVEL	5
DICLOROFENOXIACÉTICO	2,4 D-U-46 CAPRI	5
DIQUAT	REGLONE	4
DIURON	KARMEX	6
DIURON+HEXAZINONE	VELPAR K	6
FENOXAPROP-P-ETIL	PODIUM	5
FLUAZIPOP-P-BULTIL	FUZILADE	5
<b>GLIPHOSATE</b>	<b>NORTOX-GLIZ-ROUNDUP</b>	<b>3</b>
<b>GLUFOSINATO</b>	<b>FINALE</b>	<b>4</b>
IMAZAPYR	ARSENAL-CONTAIN	5
IMAZAQUIN	SCEPTER	5
IMAZETHAPYR	PIVOT-VEZIR	5
FLUMETSULAN	SCORPION	5
FOMESAFEN	FLEX	5
HALOSULFURON	SEMPRA	5
HOLOXIFOP	VERDICT-GALLAN	5
LACTOFEN	COBRA	5
LINURON	AFALON SC-LINUREX	5
METOLACLOR	DUAL	5
METRIBUZIN	SENCOR-LEXONE	5
ORYZALINA	SURFLAN	5
OXYFLUORFEN	GOAL	5
<b>PARAQUAT</b>	<b>GRAMOXONE</b>	<b>4</b>
PENDIMETHALIN	HERBADOX-SQUADRON	5
PICLORAN	TORDON-2,4 D	5
SETHOXYDIM	POAST	5
SIMAZINE	HERBAZIN	5
SULFENTRAGONE	BORAL	5
SULFOSATE	ZAPP	5
TRIFLURALINA	TREFLAN-HERBIFLAN	5

ACARICIDAS		
NOME COMUM	NOME COMERCIAL	pH IDEAL
ABAMECTIN	VERTIMEC	5
AMITRAZ	PARSEC	5
AZOCYCLOTIN	PEROPAL	5
BROMOPROPYLATE	NEORON	5
CYHEXATIN	SIPCATN	5
DICOFOL	KELTHANE-DIK	5
DOCOFOL+TETRADIFON	CARBAX	5
DIMETOATE	PERFEKTHION	4
FENBUTATIN-OXIDE	PARTNER-TANGER	7
FENIBUTATINA	TORQUE	7
HEXYTHIAZOX	SAVEY	5
PROPARGITE	OMITE	5
REGULADOR DE CRESCIMENTO		
ETHPHON	ETHREL	3
CLORETO DE MEPIQUAT	PIX	5
FUNGICIDAS		
BENOMYL	BENLATE	5
BITERTANOL	BAYCOR	5
CAPTAN	CAPTAN-ORTHOXIDE	5
CARBENDAZIM	BENDAZOL-DEROSAL	5
CARBOXIN	VITAVAX	5
CLOROTHALONIL	BRAVONIL-VANOX	5
CYPROCONAZOLE	ALTO-100	5
DIFENOCONAZOLE	SCORE	5
DODINE	DODEX-VENTUROL	6
FENARIMOL	RUBIGAN	6
IPRODIONE	ROVRAL	5
MANCOZEB	DITHANE-MANZATE	5
PROPICONAZOLE	TILT-JUNO	5
TEBUCONAZOLE	FOLICUR	5
TIOFANATO METÍLICO	CERCOBIN	5
THIABENDAZOLE	TECTO	5
TRIADIMEFON	BAYLETON	5
TRIFORINE	SAPROL-TWEEN	5

INSETICIDAS		
NOME COMUM	NOME COMERCIAL	pH IDEAL
ACEPHATE	ACEFATO-ORTHENE	5
BACILLUS THURINGIENSIS	DIPEL-THURICID	5
CARBARYL	SEVIN-AGRIVIN	5
CARBOFURAN	CARBORAN-FURADAN	5
CARTAP	CARTAP-THIOBEL	5
CLOROPYRIFOS	CLORPIRIFOS-LORSBAN	4
CYFLUTHRIN	BAYTROID	4
CYPERMETHRIN	CYMBUSH-ARRIVO	4
DELTAMETRINE	DECIS	4
DIAZINON	DIAZINON	7
DIFLUBENZURON	DIMILIN-FORMILIN	5
DIMETOATE	PERFEKTHION	4
ETHION	ETHION	5
ENDOSULFAN	THIODAN-ENDOSULFAN	5
FENITROTHION	SUMITHION	4
FENTHION	LEBAYCID	4
FENVALERATE	SUMICIDIN	4
LAMBDA-CYHALOTHRIN	KARATÉ	4
LUFENUROM	MATCH	5
METHAMIDOPHOS	TAMARON-HAMIDOP	4
METHIDATHION	SUPRACID	4
METHOMIL	LANNATE	5
MONOCROTOPHOS	AZODRIN-NUVACRON	4
PARATHION-METIL	FOLIDOL-BRAVIK	5
PERMETHRIN	AMBUSH-POUNCE	4
PHOSMET	IMDAN	5
PROFENOFÓS	CURACRON	4
TEFLUBENZURON	NOMOLT	5
THIODICARB	LARVIN	5
THIOMETON	EKATIN	5
TRIAZOPHOS	HOSTATHION	4
TRICHLORFON	DIPTEREX	6
<b>Fontes:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• University Massachussets/Massachussets</li> <li>• Ag. Experimental Station North Carolina</li> <li>• Ag. Extension/British Crop Protection Council</li> </ul>	

# TAMPONANTES / ACIDIFICANTES

pH Ideal

O Máximo de Eficiência nas Pulverizações

Ingrediente Ativo	Nome Comercial	pH Ideal	Vida Média dos produtos
<b>ACARICIDAS</b>			
Abamectin	Vertimec	5,0	
Amrítaz	Parsec	5,0	pH 7 = 15 hs / pH 5 = 36 hs
Cifoxatín	Sipcatín	5,0	
Dicofol	Kelthane	5,5	pH 7 = 15 min / estável em pH 5,5 a 6,0
Propargile	Omite	6,0	pH 9 = 1 dia / pH 6 = 331 dias
<b>FUNGICIDAS</b>			
Benomyl	Benlate	5,0	pH 7 = 12 min. / pH 6 = 7hs / pH 5,5 = 30 hs.
Bitteranol	Baycor	5,0	Ambientes ácidos melhoram a atividade do produto
Captan	Captan	5,0	pH 9 = 12 min. / pH 7 = 8 hs / pH 5 = 37 hs.
Carbendazín	Bendazol	5,0	pH 7 = 12 min. / pH 5,5 = 30 hs.
Clorotalonil	Biravonil	-	Não é afetado por pH.
Fenarimol	Rubigan	-	Não é afetado pelo pH.
Iprodione	Rovral	7,0	hidrólise em pH 6
Mancozeb	Dithane/Manzate	5,0	pH 9 = 34 hs. / pH 7 = 17 hs. / pH 5 = 20 dias
Propiconazole	Tilt	5,0	Condições ácidas melhoram a atividade dos produtos
Triadimefon	Baviston	5,0	Estável em pH entre 4 a 5
Trifonil	Saprol	5,0	Se hidrolisa em águas alcalinas
<b>HERBICIDAS</b>			
Alachlor	Laço	?	E afetado em águas alcalinas
Atrazine	Gesaprin	4,0	Decompõe-se lentamente em soluções alcalinas e rapidamente quando existem carbonatos
Chlorimuron Ethyl	Classic	5,0	Estável em pH 5
Dicamba	Banvel	5,0	Estável em pH 5 e 6.
Diquat	Regione	5,0	Decompõe-se rapidamente em soluções alcalinas
Diuron	Karmex	7,0	Estável em soluções neutras.
Fluzifop-P-Butil	Fusilade	4,0	pH 9 = 17 dias / pH 7 = 150 dias / pH 4 = 500 dias
Glyphosate	Roundup	4,0	Afetado muito negativamente em águas alcalinas
Dinuron	Afalon	5,0	
Metabuzin	Sencor / Lexone	-	Não é afetado pelo pH
Paraquat	Gramoxone	-	Afetado em condições muito alcalinas
Simazine	Gesatop	5,0	Se decompõe lentamente em águas alcalinas.
Trifluralina	Trifluralina / Teflan	5,5	
	Flex	5,0	
<b>INSETICIDAS</b>			
Acephate	Orthene	5,0	pH 9 = 16 dias / pH 3 = 65 dias
Azinphos Ethyl	Gusathion	5,0	pH 9 = 12 hs / pH 5 = 12 dias
Bacillus Thuringiensis	Dipel	5,0	Incompatível com produtos alcalinos
Carparyl	Sevin	6,0	pH 9 = 24 hs / pH 6 = 24 dias / pH 6 = 100 dias
Carpofuran	Furadan	5,0	pH 9 = 78 hs / pH 6 = 200 dias / Ótimo entre 4 a 6
Cartap	Cartap	5,0	Estável em águas ácidas / decompõe-se lentamente em pH neutro
Clorpirifos	Lorsban	5,0	pH 8 = 1,5 dias / pH 7 = 100 dias.
Cypermethrin	Cymbush	4,0	pH 9 = 36 hs. Estável em soluções ácidas.
Diazinon	Diazinon	7,0	pH 7 = 185 dias / pH 5 = 31 dias
Dimetoato	Dimetoato / Perfection	4,0	pH 6 = 12 hs / pH 4 = 21 hs / pH 9 = 48 min.
Endosulfan	Thiodan	?	Instável em águas alcalinas
Ethion	Ethion	6,0	
Malathion	Malatol	5,0	pH 7 = 21 dias / pH 5 = 55 dias
Methamidophos	Tamaron	5,0	Estável em águas ácidas / se decompõe em pH 7
Methidathion	Supracid	5,0	
Metomyl	Lannate	5,0	Estável somente em águas ligeiramente ácidas
Parathion Metil	Folidol	5,0	Melhor no pH 4 a 6 / pH 11 = 42 min / pH 5 = 160 dias
Permethrin	Ambush	4,0	
Phosalone	Zolone	?	pH 9 = 30 min. / pH 7 = 12 hs
Phosmet	Imidan	5,0	pH 8 = 4 hs / pH 7 = 12 hs / pH 4,5 = 13 dias
<b>REGULADOR DE CRESCIMENTO</b>			
Etefon	Ethrel	3,0	
GA3	Ácido Giberélico	5,0	Ótimo em condições ácidas/Não usar com água alcalina

# TAMPONANTES / ACIDIFICANTES

FUNGICIDAS			
Benomyl	Benlate	5.0	pH 7 = 12 min. / pH 6 = 7hs / pH 5.5 = 30 hs.
Bitertanol	Baycor	5.0	Ambientes ácidos melhoram a atividade do produto
Captan	Captan	5.0	pH 9 = 12 min. / pH 7 = 8 hs / pH 5 = 37 hs.
Carbendazim	Bendazol	5.0	pH 7 = 12 min. / pH 5.5 = 30 hs.
Clorotalonil	Bravonil		Não é afetado por pH.
Fenarimol	Rubigan	-	Não é afetado pelo pH.
Iprodione	Rovral	7.0	hidrólise em pH 8
Mancozeb	Dithane/Manzate	5.0	pH 9 = 34 hs. / pH 7 = 17 hs. / pH 5 = 20 dias
Propiconazole	Tilt	5.0	Condições ácidas melhoram a atividade dos produtos
Triadimefon	Baviston	5.0	Estável em pH entre 4 a 5
Trifonze	Saprol	5.0	Se hidrolisa em águas alcalinas

# TAMPONANTES / ACIDIFICANTES

pH Ideal

O Máximo de Eficiência nas Pulverizações

Ingrediente Ativo	Nome Comercial	pH ideal	Vida Média dos produtos
<b>ACARICIDAS</b>			
Abamectin	Vertimec	5.0	
Amitraz	Parasec	5.0	<del>pH 7 = 15 hs. / pH 5 = 35 hs.</del>
Ciflutrin	Sipcatin	5.0	
Dicofol	Keithane	5.5	pH 7 = 15 min. / estável em pH 5.5 a 6.0
Propargite	Omite	6.0	pH 9 = 1 dia / pH 6 = 331 dias

# QUELATIZANTES

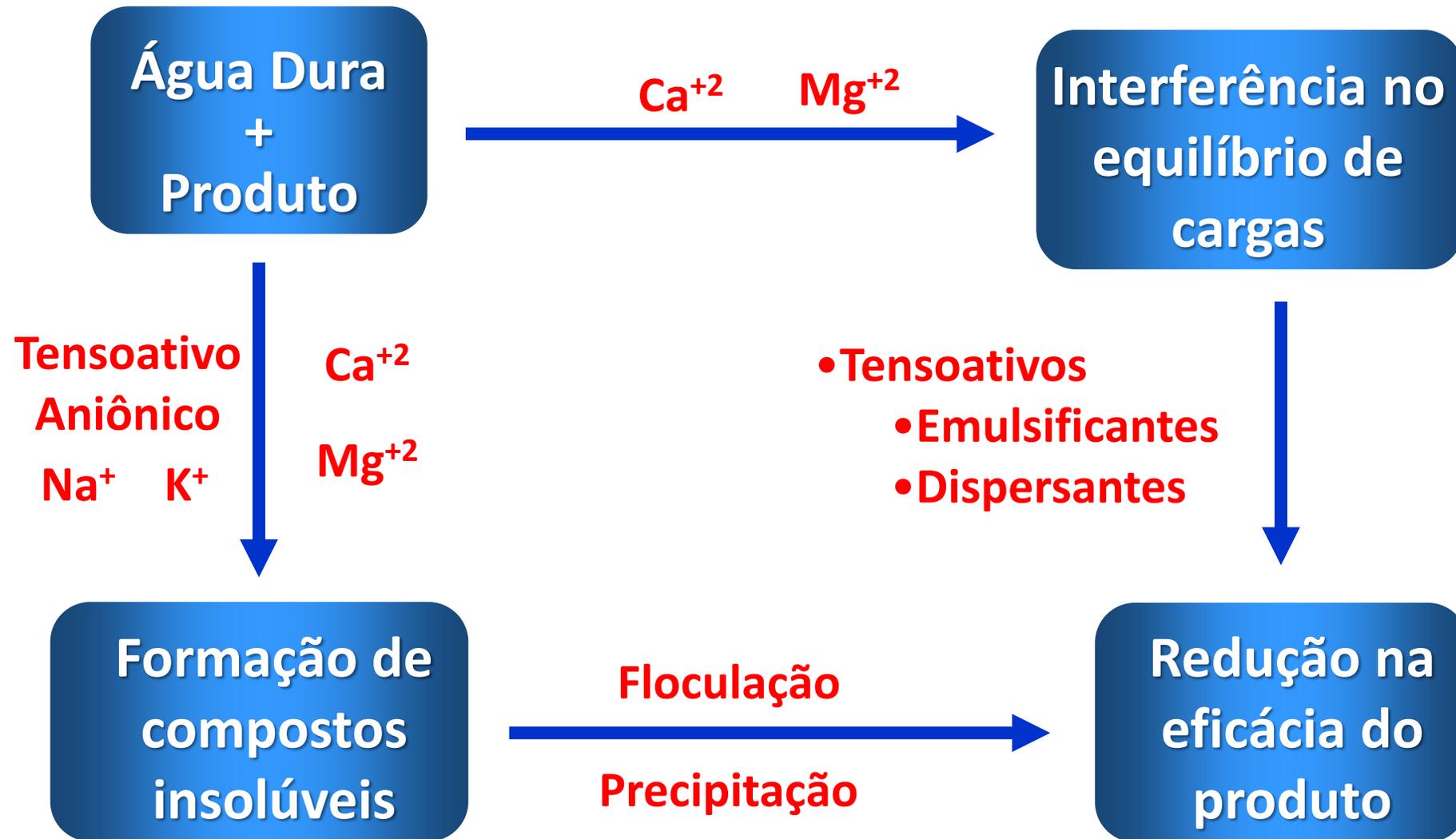


## DUREZA DA ÁGUA

Classe	Ppm CaCo <sub>3</sub>	Graus de Dureza
Água Muito Branda	< 71,2	> 4
Àgua Branda	71,2 – 142,4	4 - 8
Água Semidura	142,4 – 320,4	8 - 18
Água Dura	320,4 – 534	18 - 30
Água Muito Dura	> 534	> 30

Fonte: ZUPPI (2003)

# DUREZA DA ÁGUA



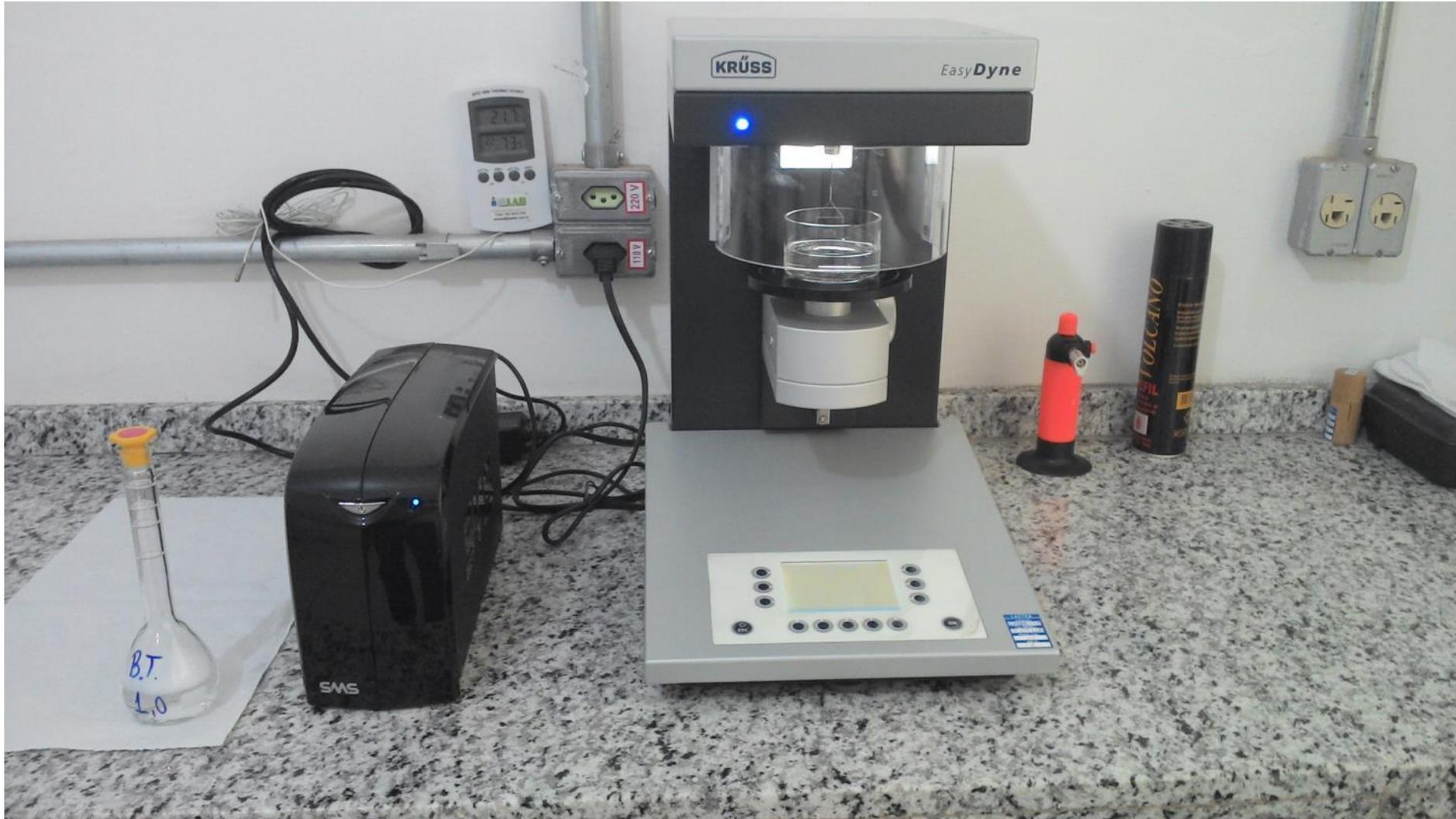
# QUALIDADE DA ÁGUA

PARÂMETRO	UNIDADE	ÁGUA MINA (ANTES)	ÁGUA POÇO ART. (DEPOIS)
1)ALCALINIDADE	MG L <sup>-1</sup>	30,8	17
2)SÓDIO	MG L <sup>-1</sup>	3,8	4,6
3)POTÁSSIO	MG L <sup>-1</sup>	1,4	1,3
4)CÁLCIO	MG L <sup>-1</sup>	12,8	3,9
5)MAGNÉSIO	MG L <sup>-1</sup>	9,4	1,5
6)FERRO	MG L <sup>-1</sup>	0,13	0
8)MANGANÊS	MG L <sup>-1</sup>	1,16	0
9)ZINCO	MG L <sup>-1</sup>	0,08	1,23
<b>10)SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO</b>	MG L <sup>-1</sup>	<b>51</b>	<b>9,7</b>
11)PH		6	7,3
12)GÁS CARBONICO	MG L <sup>-1</sup>	49,3	1,4
13)ACIDEZ	MG L <sup>-1</sup>	126,6	1,5
<b>14)DUREZA TOTAL</b>	MG L <sup>-1</sup>	<b>73</b>	<b>16,3</b>

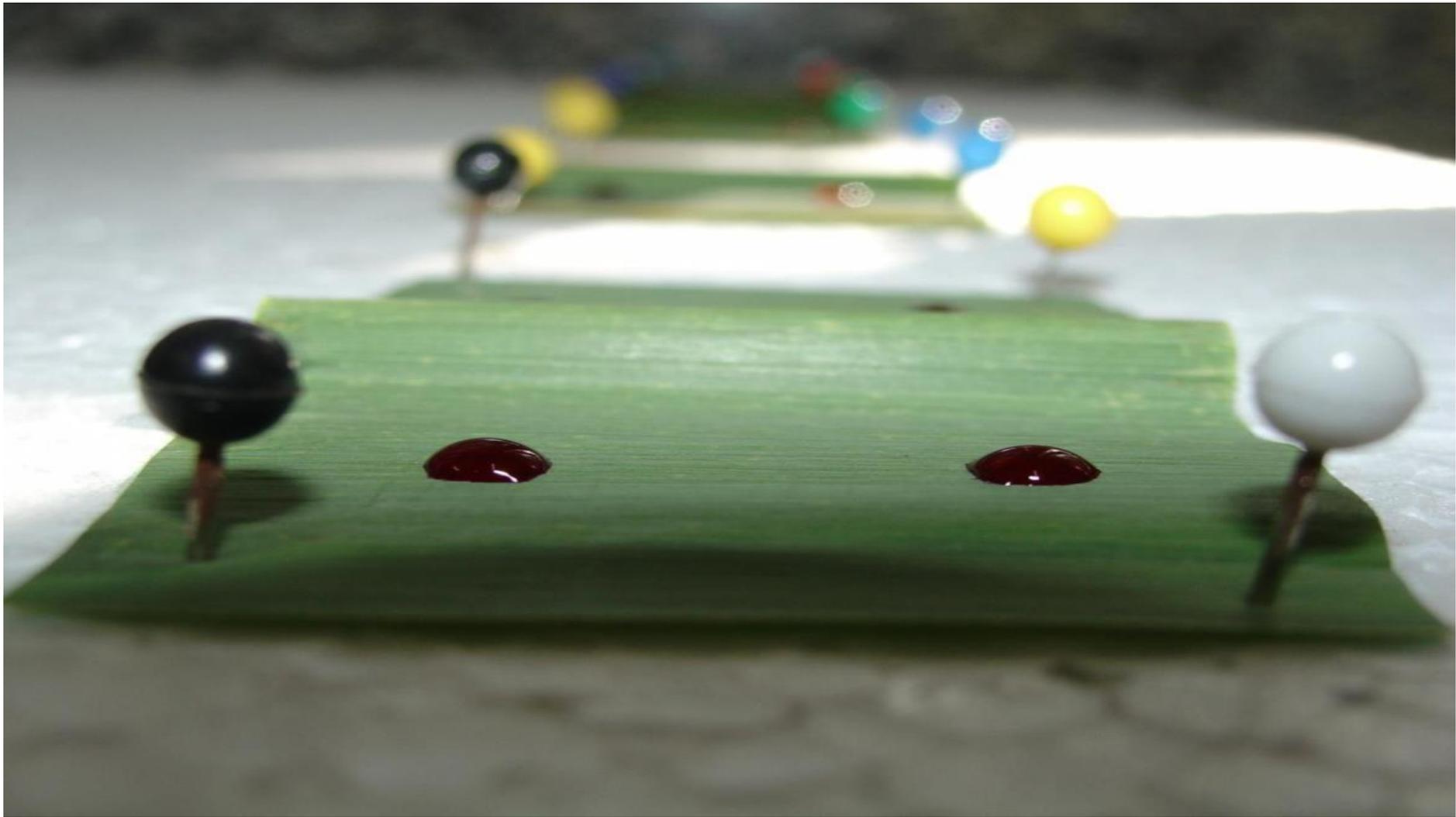
- Características da Calda
- Volume x Dose x [ ] de íons



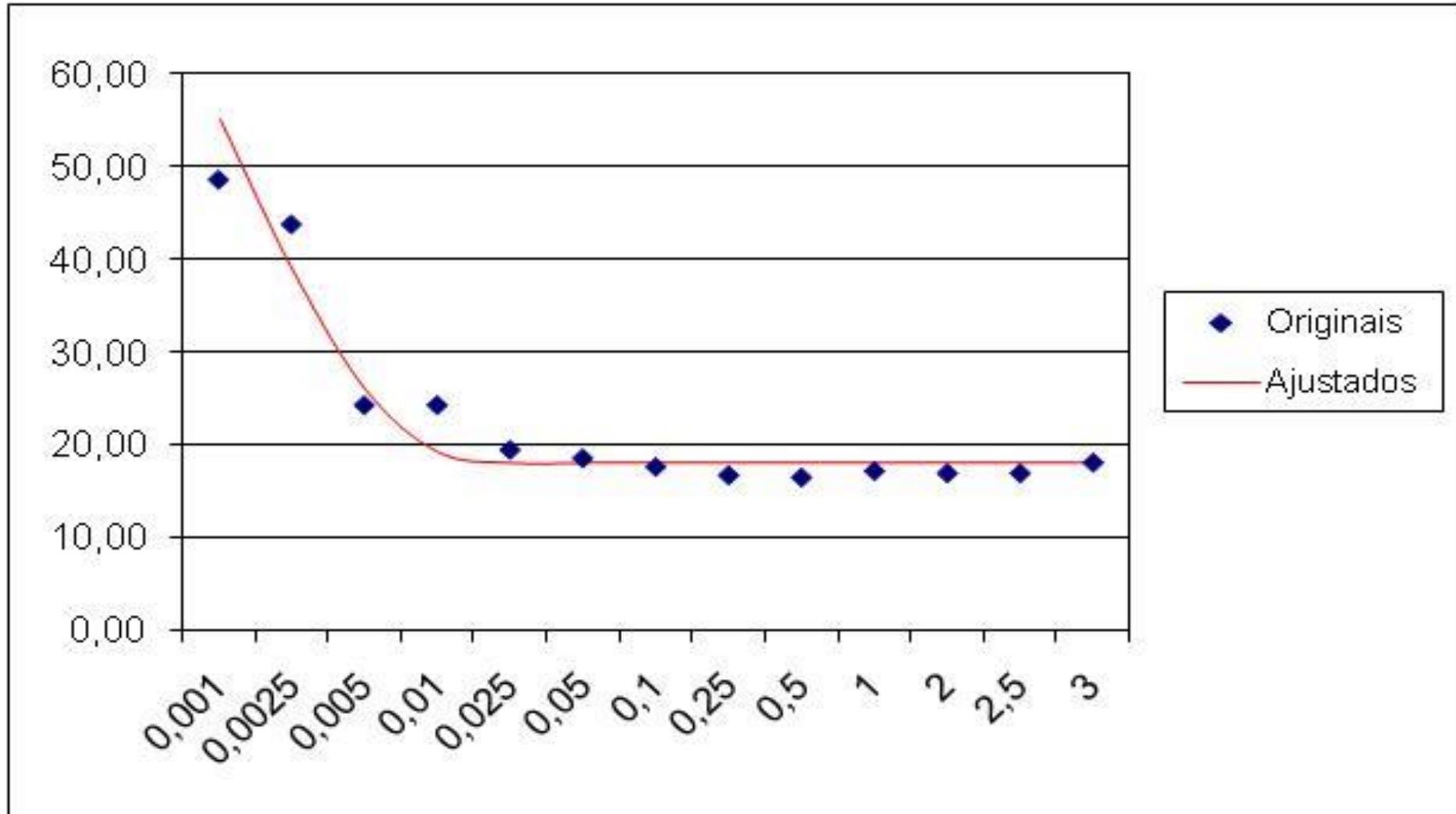
# TENSOATIVOS



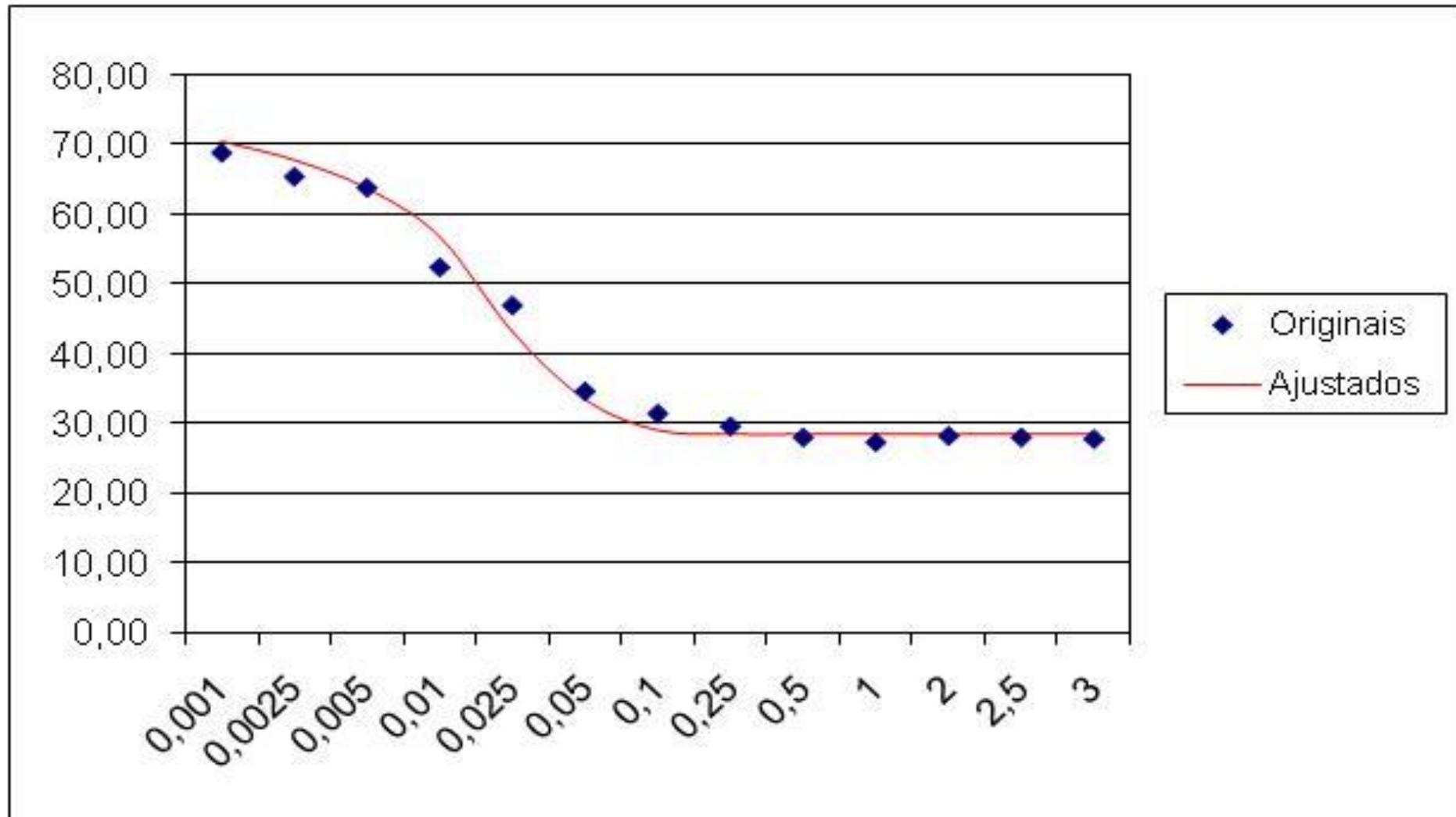




# TENSÃO SUPERFICIAL (mN/m)



# TENSÃO SUPERFICIAL (mN/m)









## ***ESPALHANTES***



## COBERTURA

$$C = 15 \frac{VRK^2}{AD}$$

**C = Cobertura (% da área)**

**V = Volume de aplicação (L/ha)**

**R = Taxa de recuperação (% do volume aplicado, captado pelo alvo)**

**K = Fator de espalhamento de gotas**

**A = Superfície vegetal existente no hectare**

**D = Diâmetro de gotas**











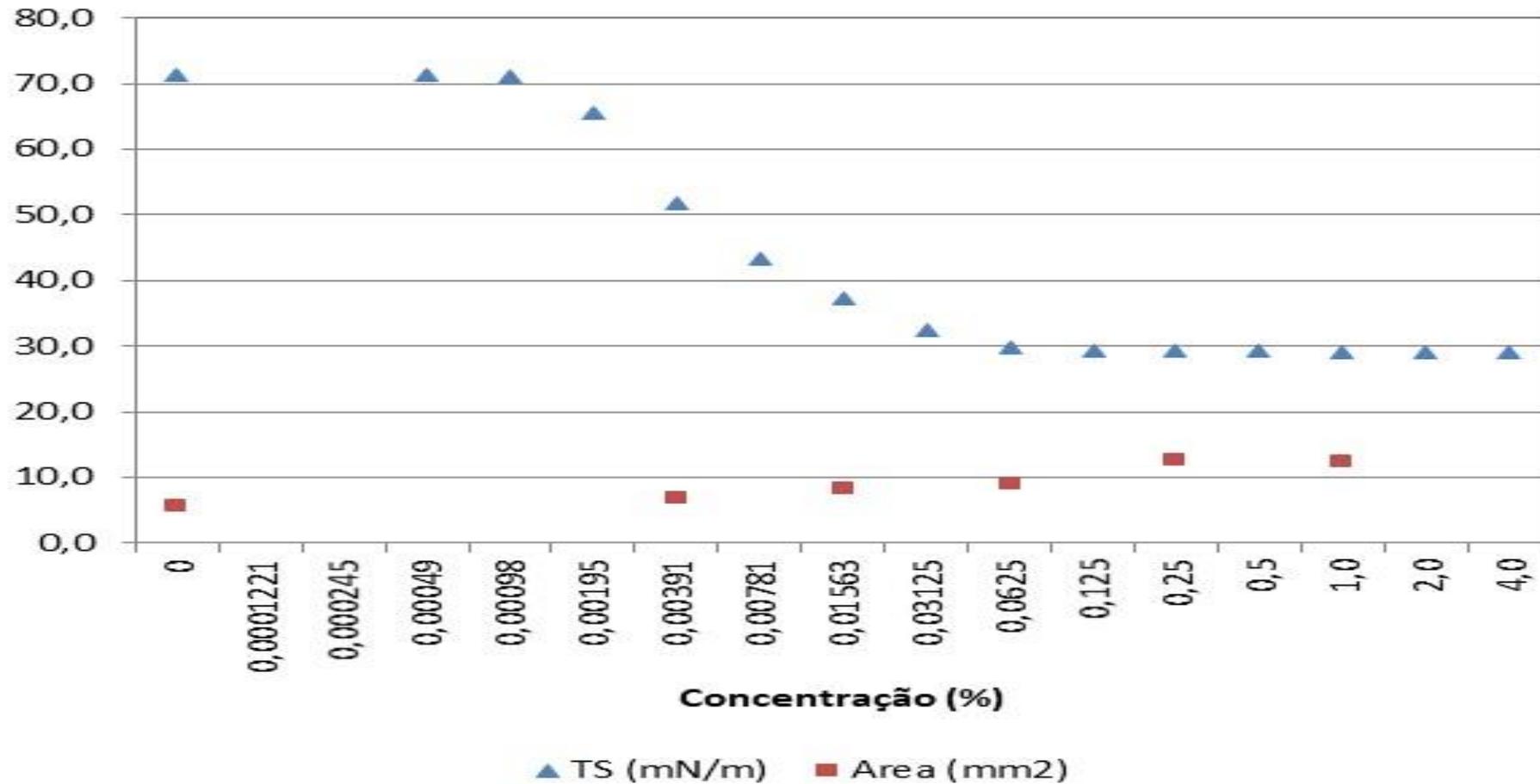


# ESPALHAMENTO

Conc.	Numero de Pixels			Media	X Maior
	Rep 1	Rep 2	Rep 3		
H2O	6318	6439	6475	6411	1
0,025	42826	55778	30707	43104	7
0,050	77323	98431	155071	110275	17
0,075	133680	192351	192317	172783	27
0,100	311694	242513	278207	277471	43
0,150	400521	511543	322509	411524	64
0,200	672187	384505	643095	566596	88

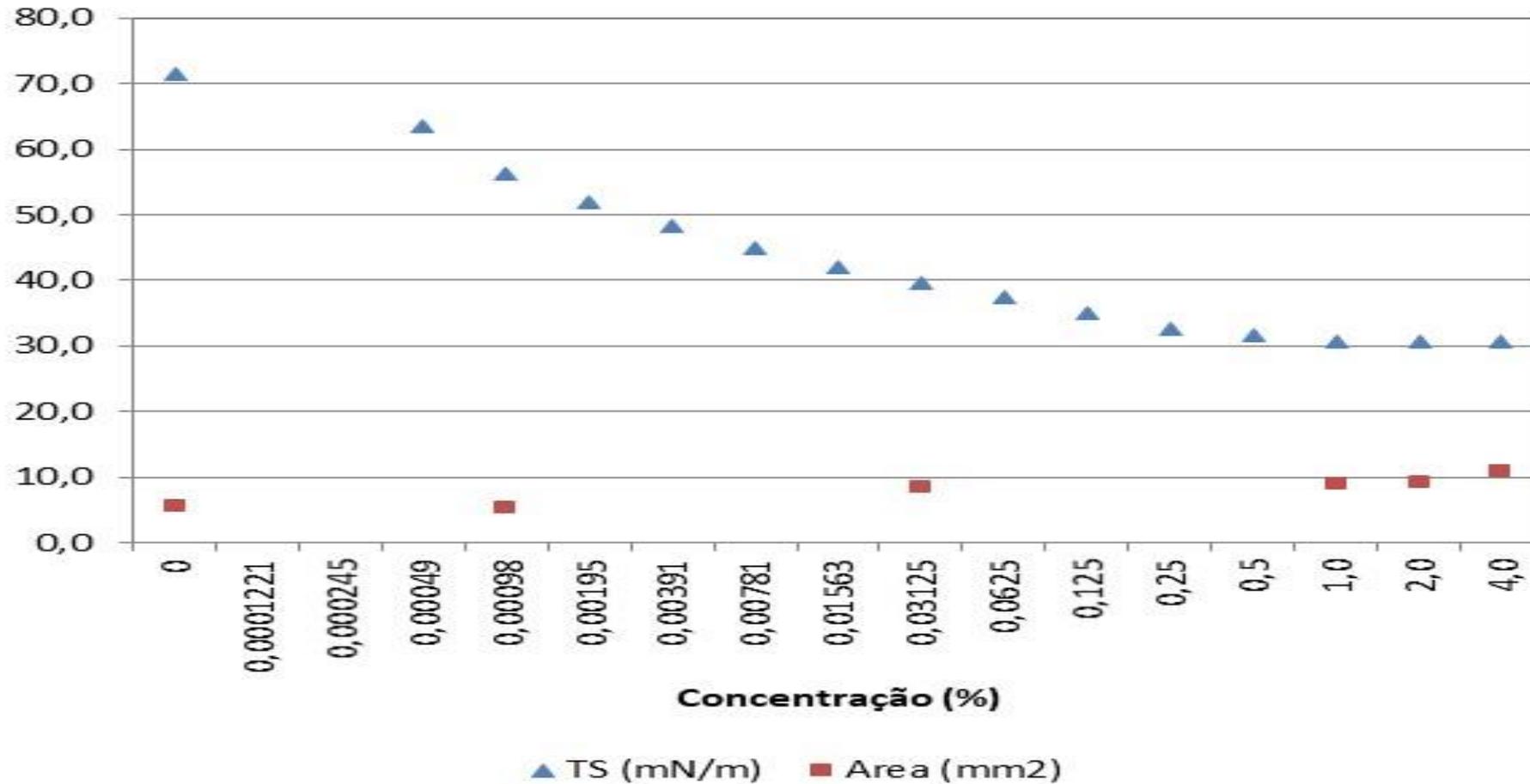
# TENSÃO SUPERFICIAL X ESPALHAMENTO

## Óleo Mineral



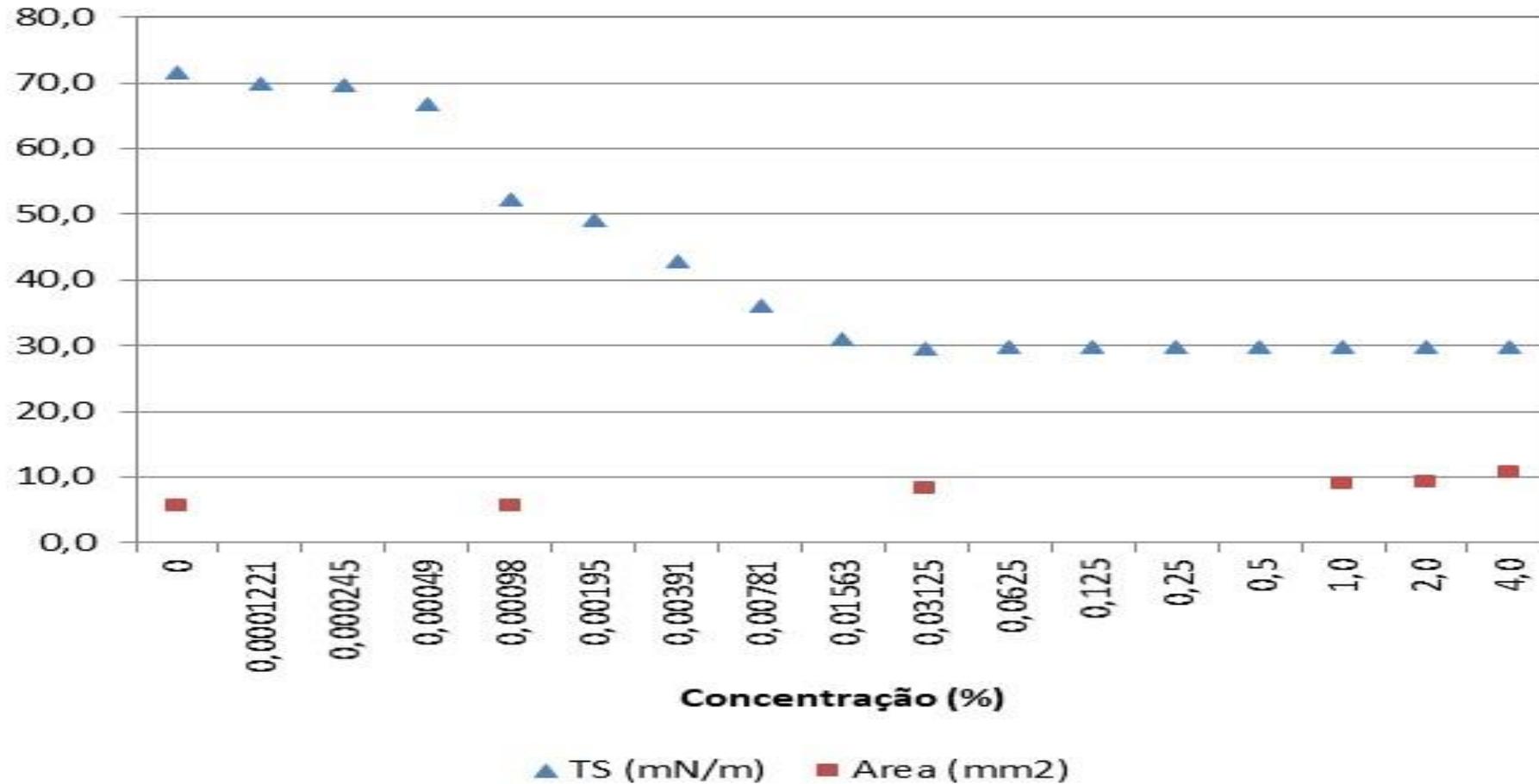
# TENSÃO SUPERFICIAL X ESPALHAMENTO

## Óleo Vegetal



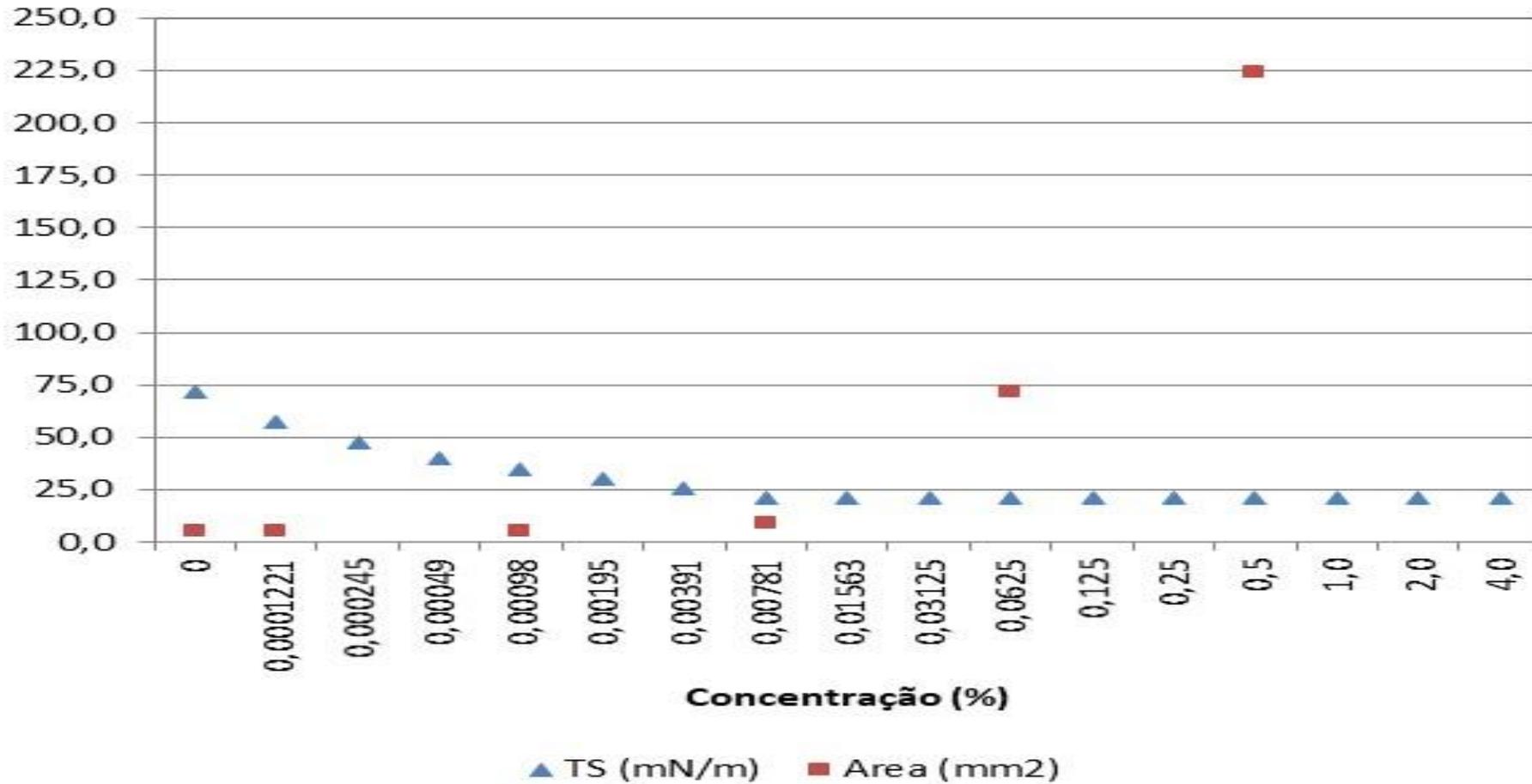
# TENSÃO SUPERFICIAL X ESPALHAMENTO

## Alquilfenol



# TENSÃO SUPERFICIAL X ESPALHAMENTO

## Siliconado









700 L/ha  
Água



700 L/ha  
Água + Adj

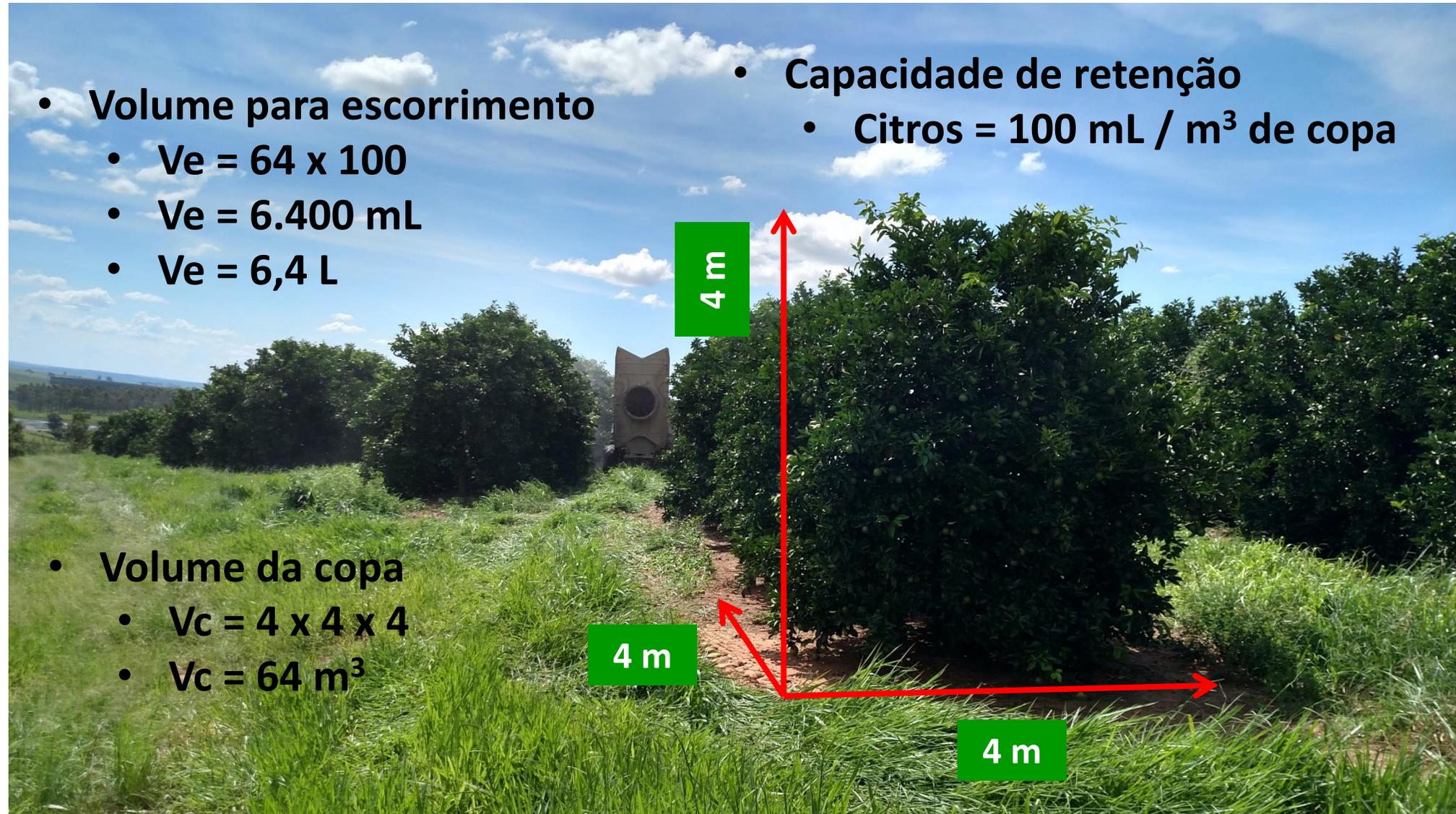


380 L/ha  
Água + Adj

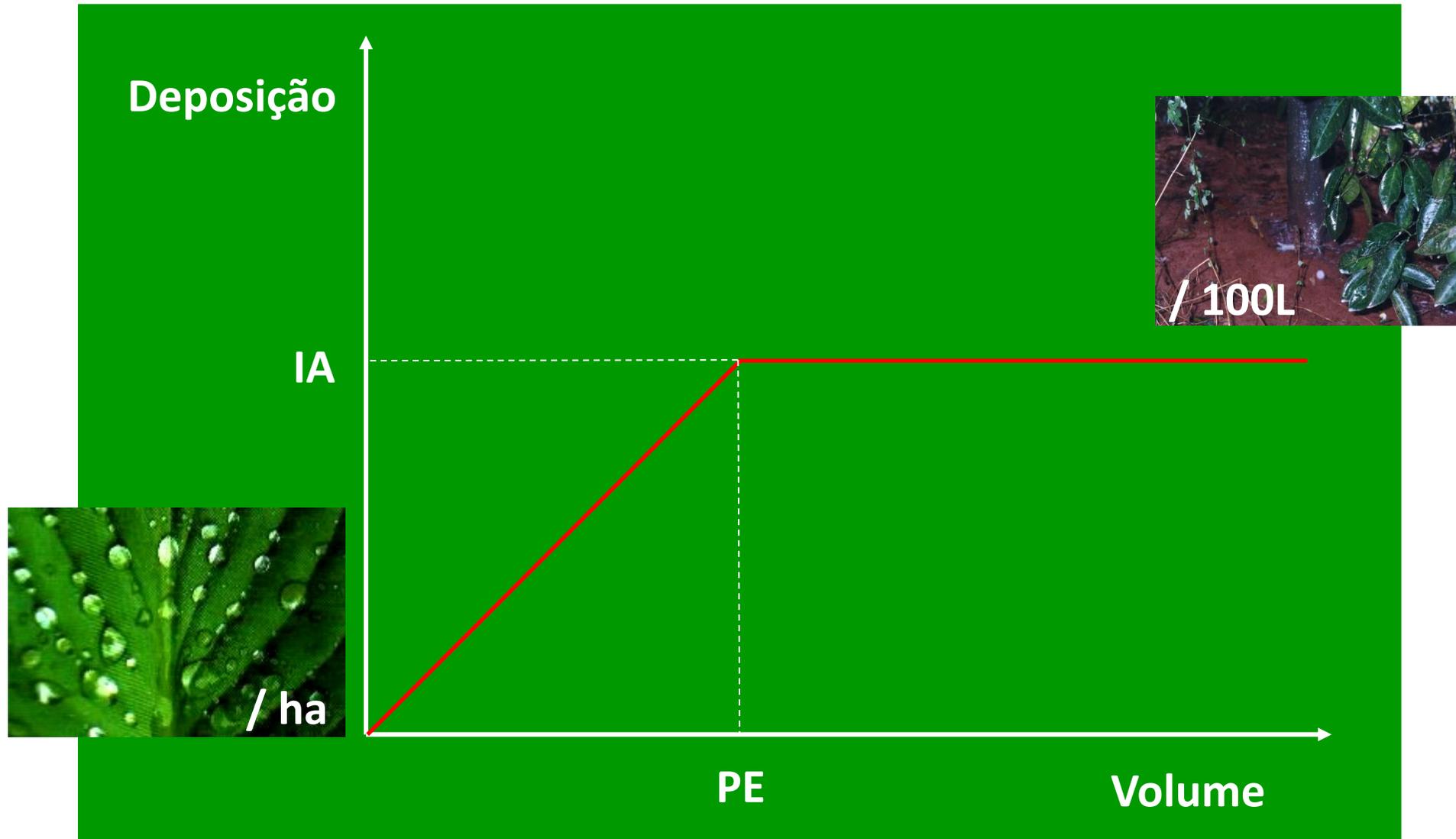
# DETERMINAÇÃO DA DOSE EM CITROS

- Volume para escoamento
  - $V_e = 64 \times 100$
  - $V_e = 6.400 \text{ mL}$
  - $V_e = 6,4 \text{ L}$
- Capacidade de retenção
  - Citros =  $100 \text{ mL} / \text{m}^3$  de copa

- Volume da copa
  - $V_c = 4 \times 4 \times 4$
  - $V_c = 64 \text{ m}^3$



# VOLUME DE PULVERIZAÇÃO x DEPOSIÇÃO DE CALDA



## *Avaliação da Cobertura com Espalhantes*

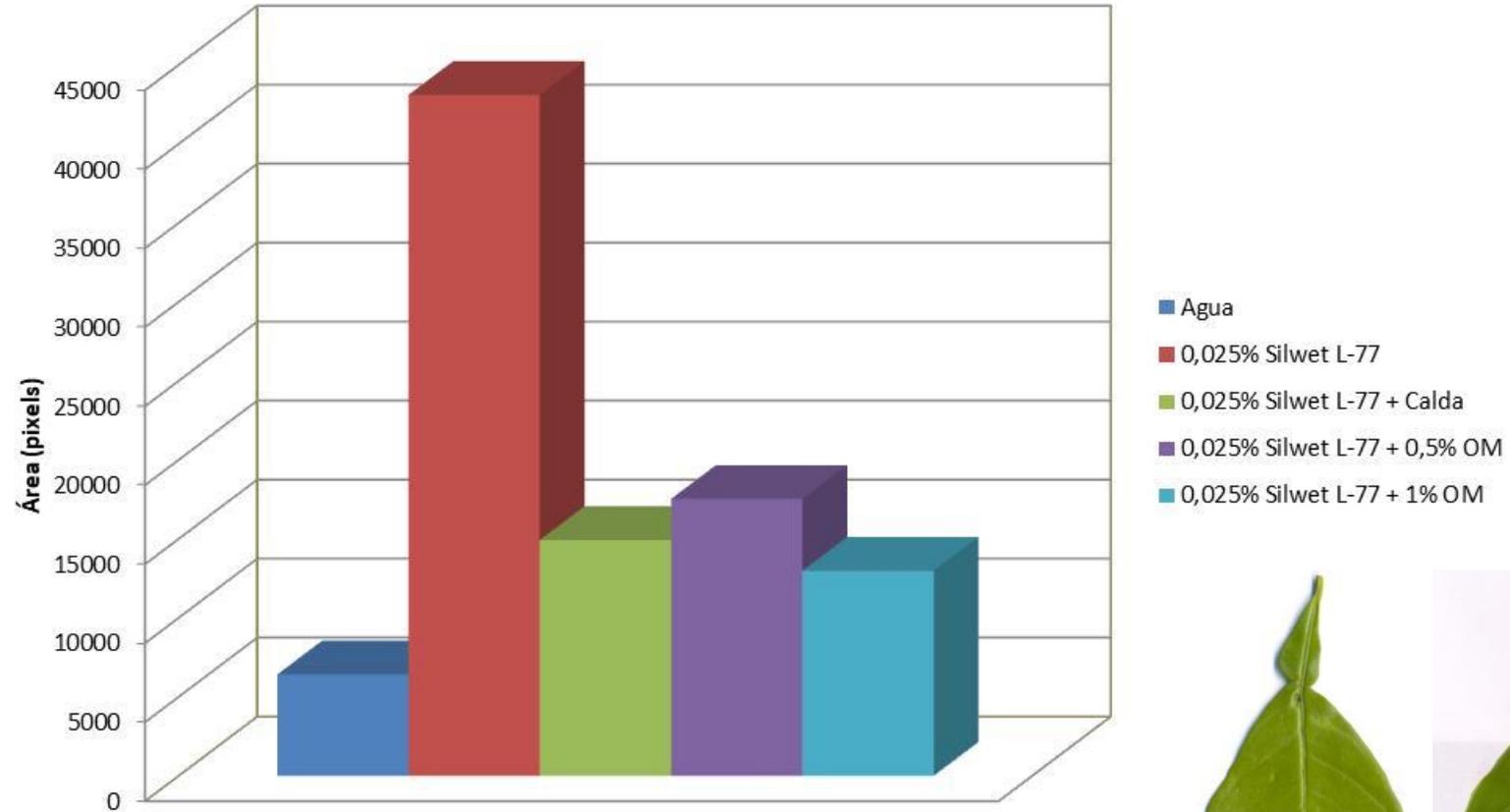




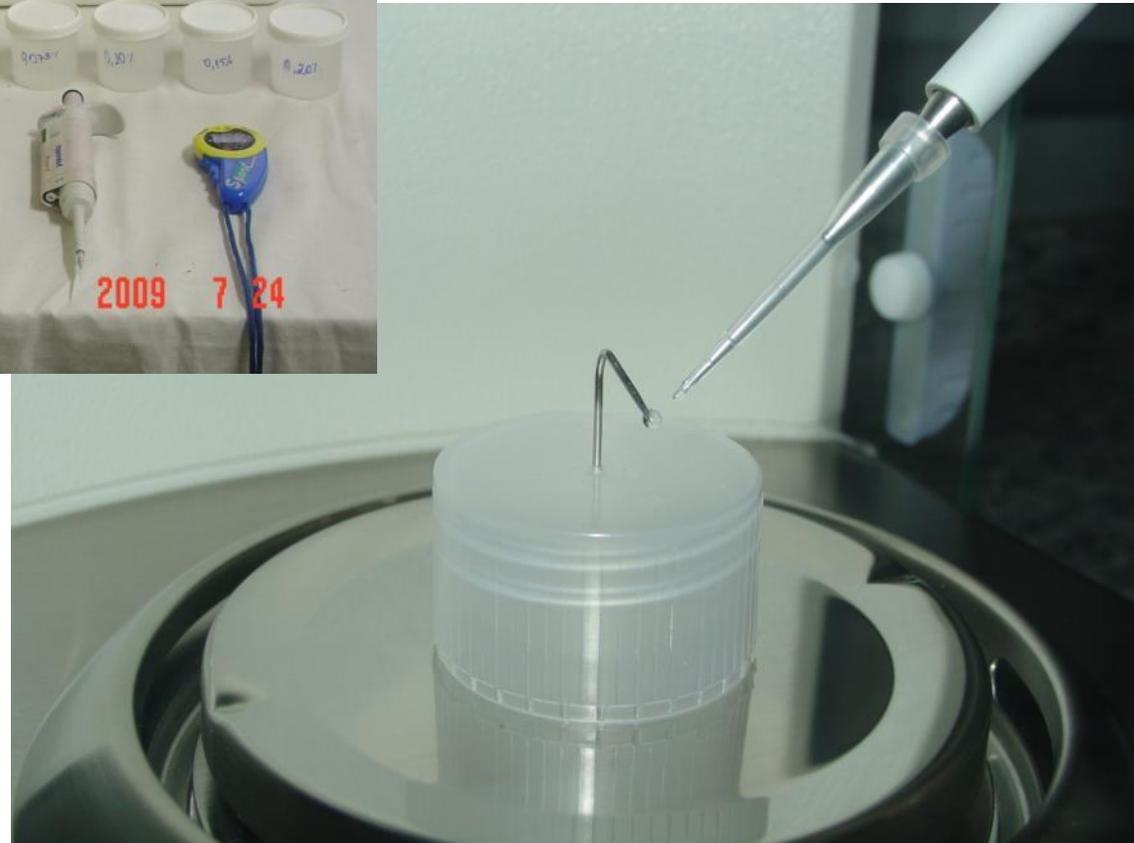


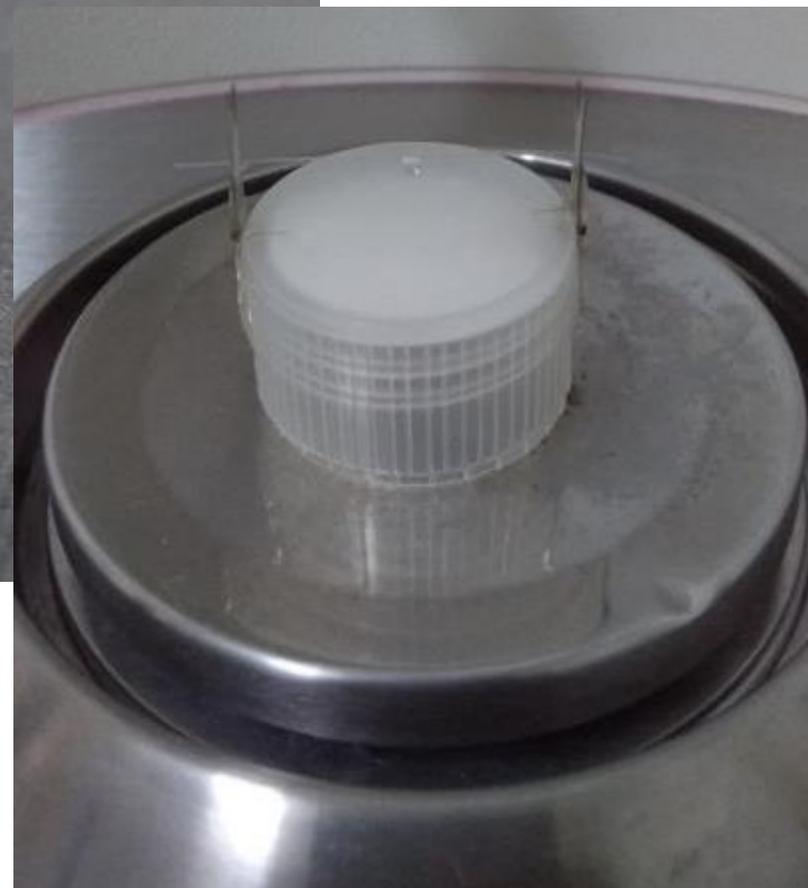
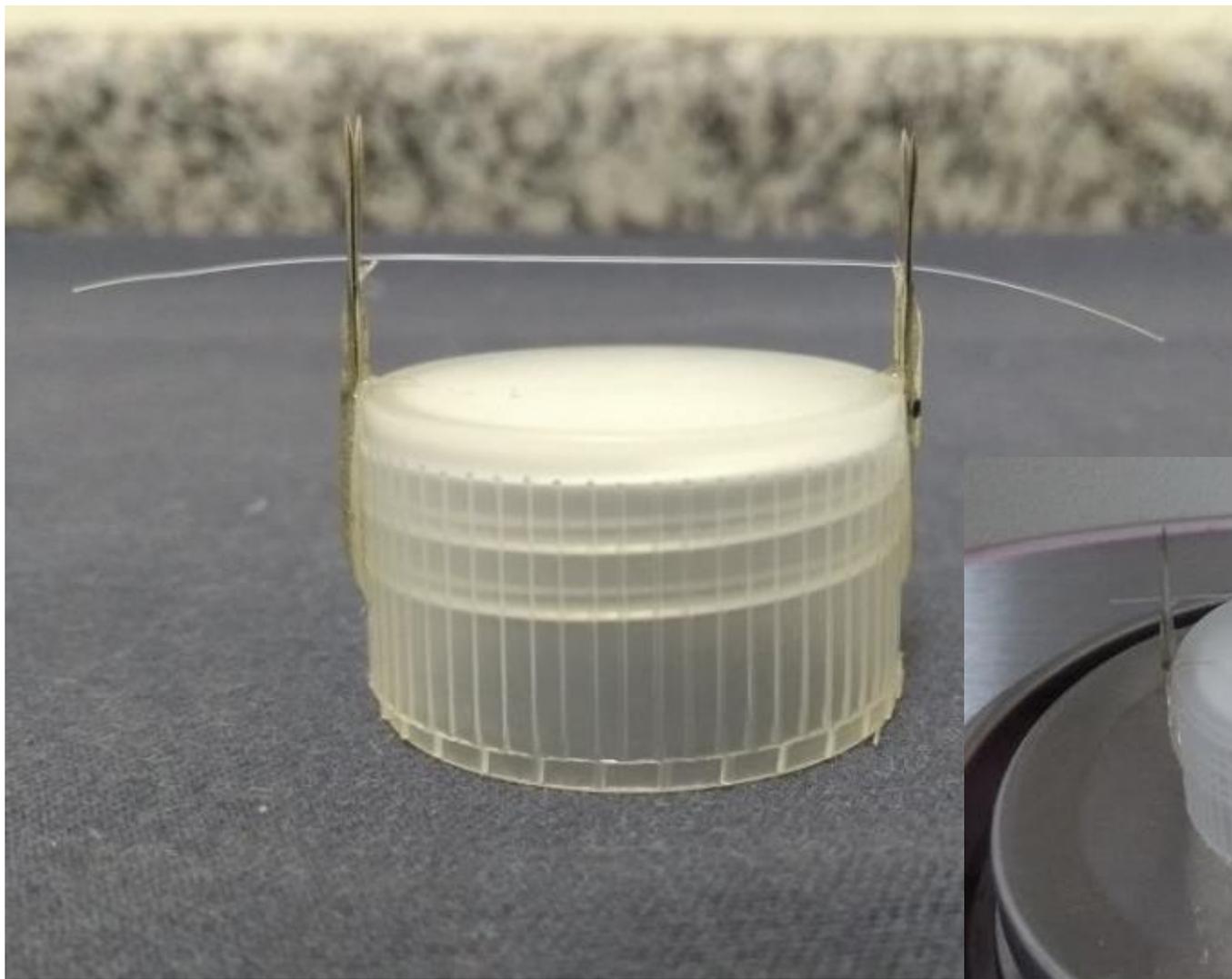


# INTERAÇÃO DO ADJUVANTE NA CALDA

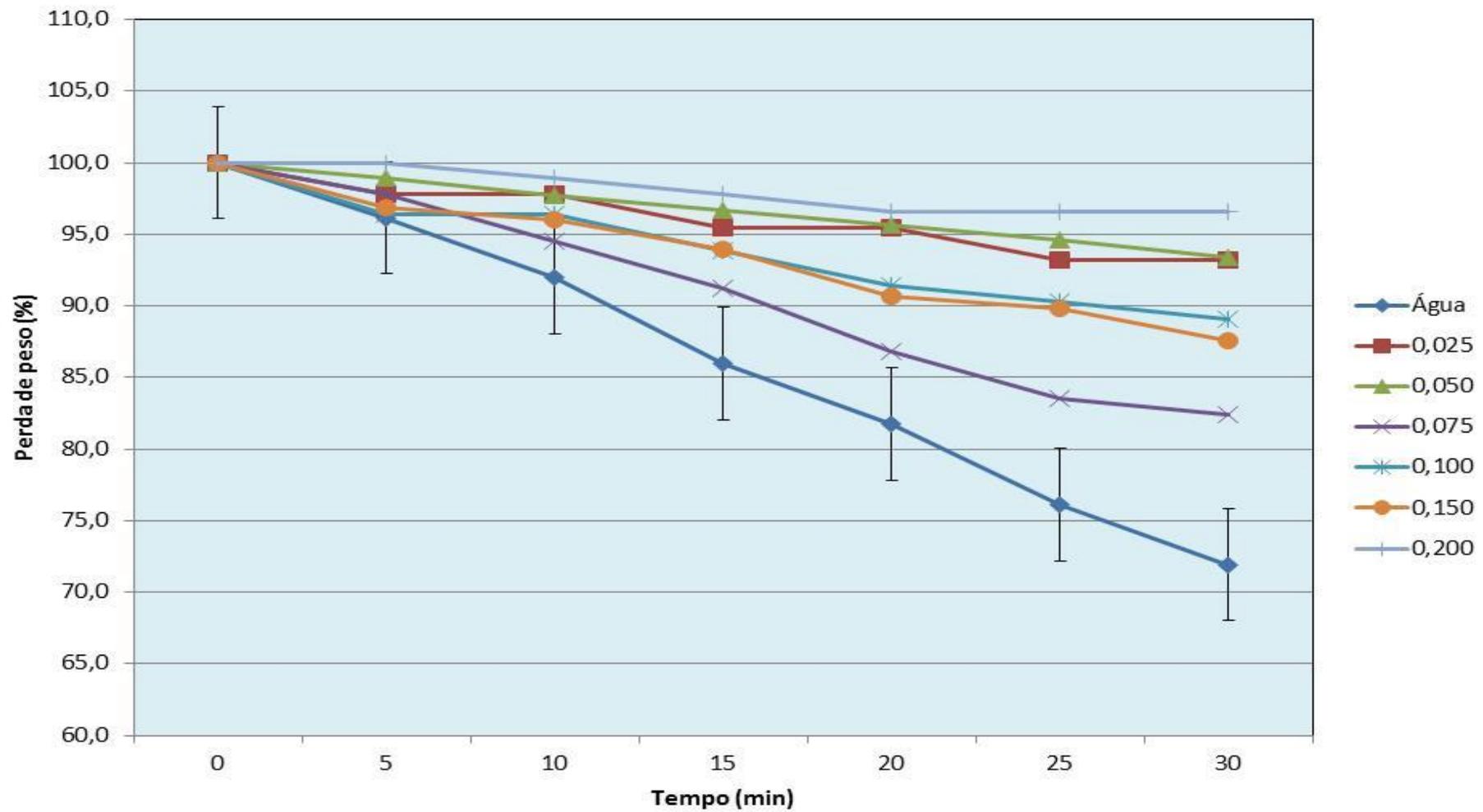


# **UMECTANTES ou REDUTORES DA EVAPORAÇÃO**

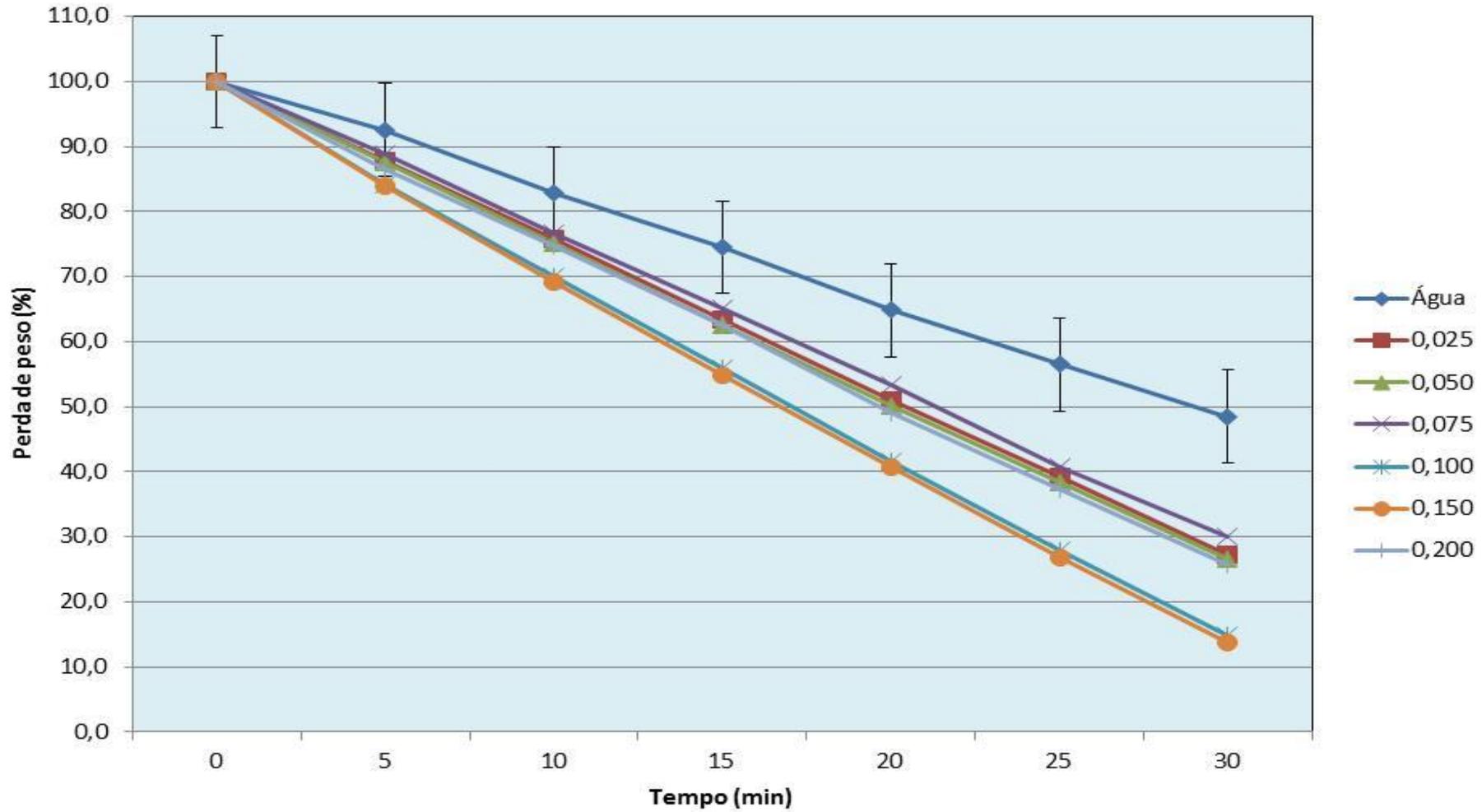




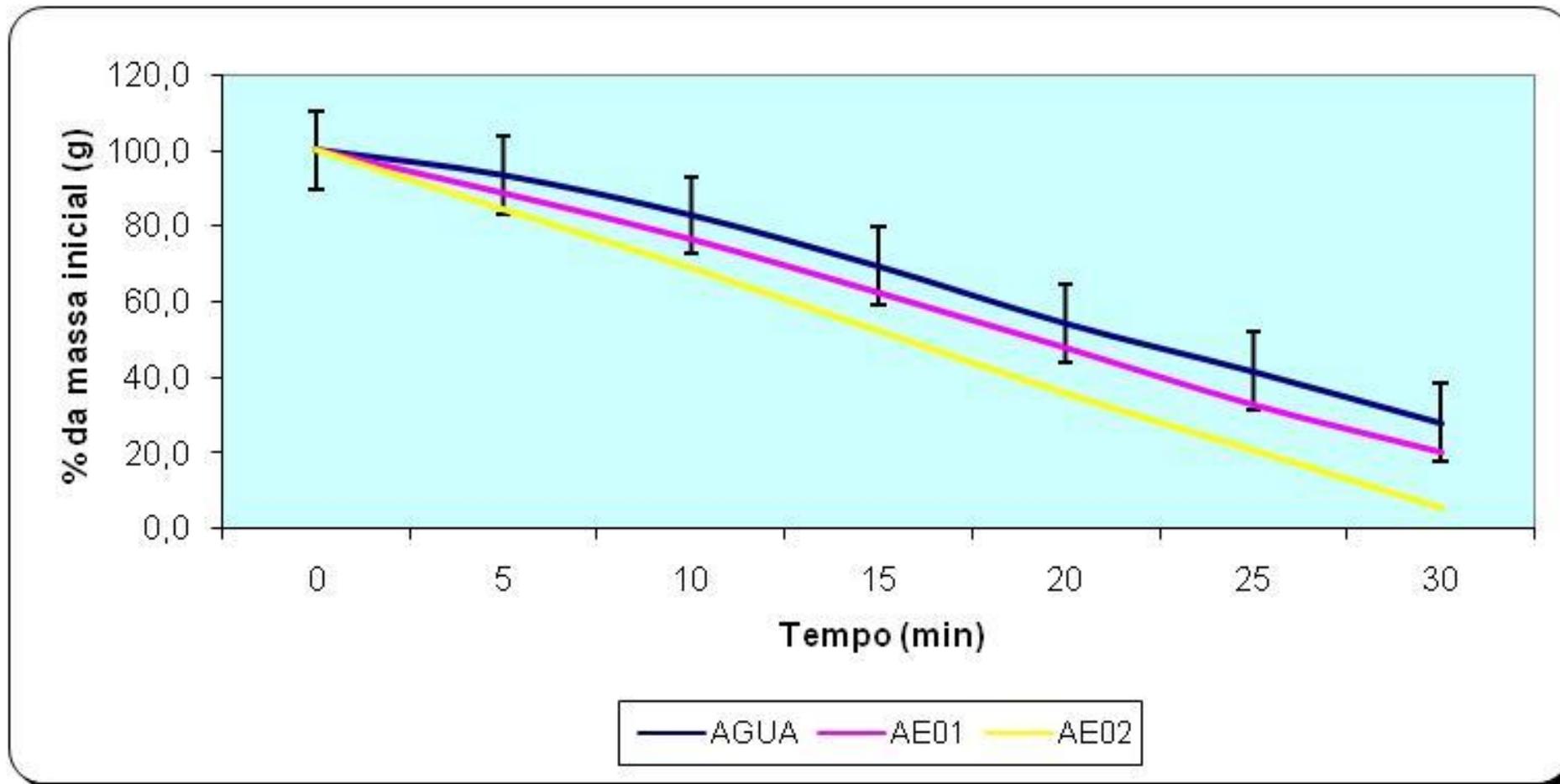
# VELOCIDADE DE EVAPORAÇÃO



# VELOCIDADE DE EVAPORAÇÃO



# VELOCIDADE DE EVAPORAÇÃO







# VELOCIDADE DE EVAPORAÇÃO

T (°C)	20		30	
UR (%)	80		50	
Ø Inicial (µm)	Tempo até Extinção	Dist. de Queda	Tempo até Extinção	Dist. de Queda
50 (MF)	14 s	12,7 cm	4 s	3,2 cm
100 (F)	57 s	6,7 m	16 s	1,8 m
200 (M)	227 s	81,7 m	65 s	21,0 m
FONTE: Adaptado de MATUO, 1996.				

# ADJUVANTES X ADJUVANTES OLEOSOS

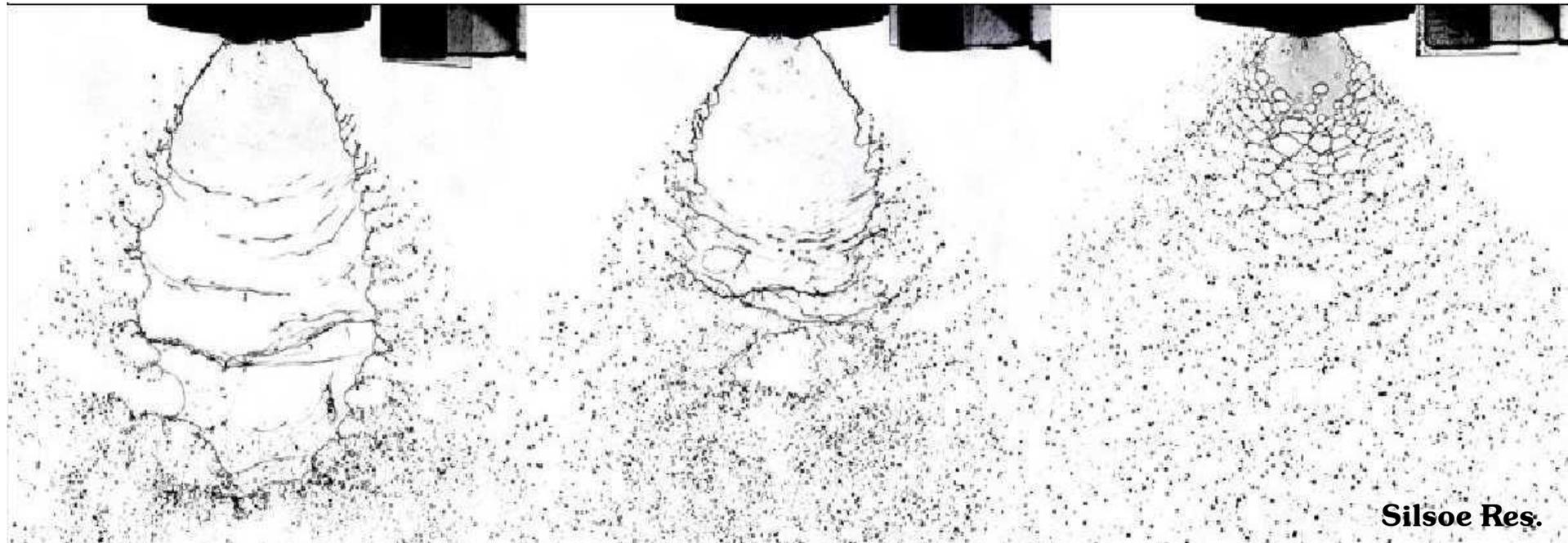
- **Mitologia Agrícola**
  - **Óleo**
    - **É excelente antievaporante**
    - **Aumenta o peso da gota**
  - **...**



# REDUTOR DE DERIVA



# ADJUVANTE X TAMANHO DE GOTAS



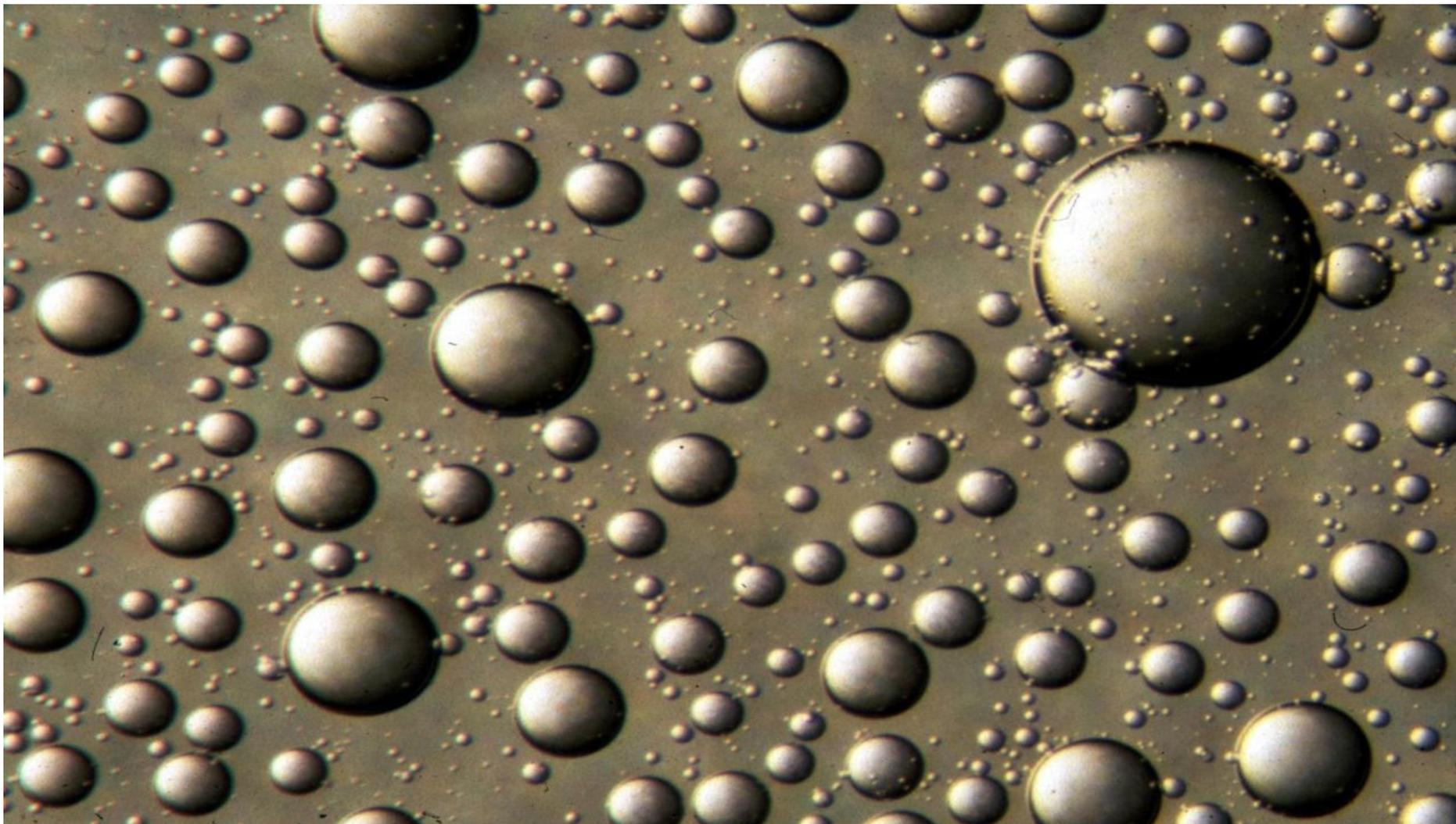
**Surfactante**

**Água**

**Formulação CE**

Silsoe Res.



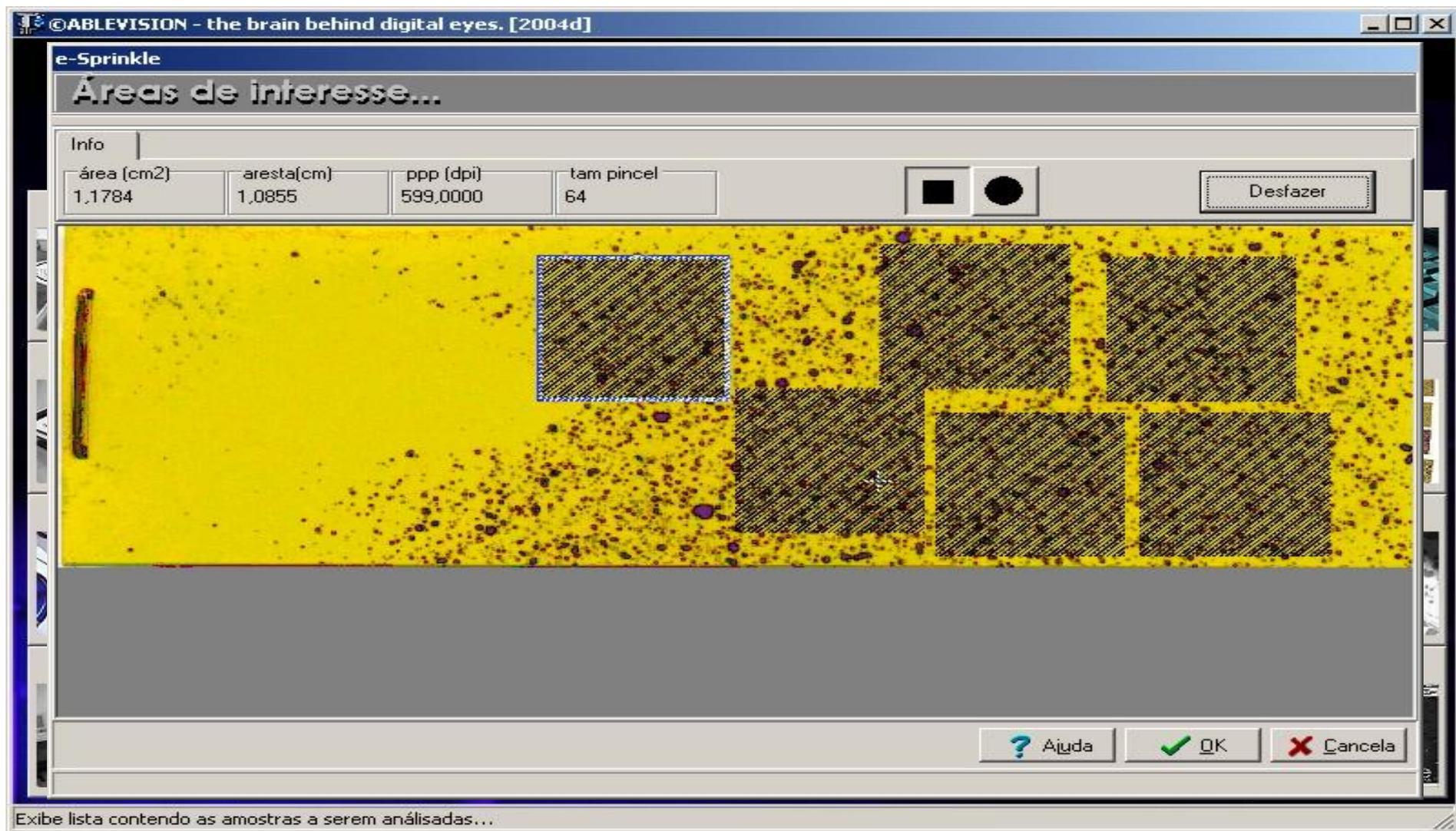


## Potencial de Risco de Deriva

CLASSE DE GOTAS	SÍMBOLO	COR	DMV (NORMA ASAE)	DMV (NORMA BCPC)
MUITO FINA	MF	VERMELHA	< 100 µm	< 119 µm 
FINA	F	LARANJA	100 – 175 µm	119 – 216 µm
MÉDIA	M	AMARELA	175 – 250 µm	217 – 352 µm
GROSSA	G	AZUL	250 – 375 µm	354 – 464 µm
MUITO GROSSA	MG	VERDE	375 – 450 µm	> 464 µm
EXTREMAMENTE GROSSA	EG	BRANCA	> 450 µm	-----

Fonte: Adaptado da norma ASAE S572 e BCPC, 2005

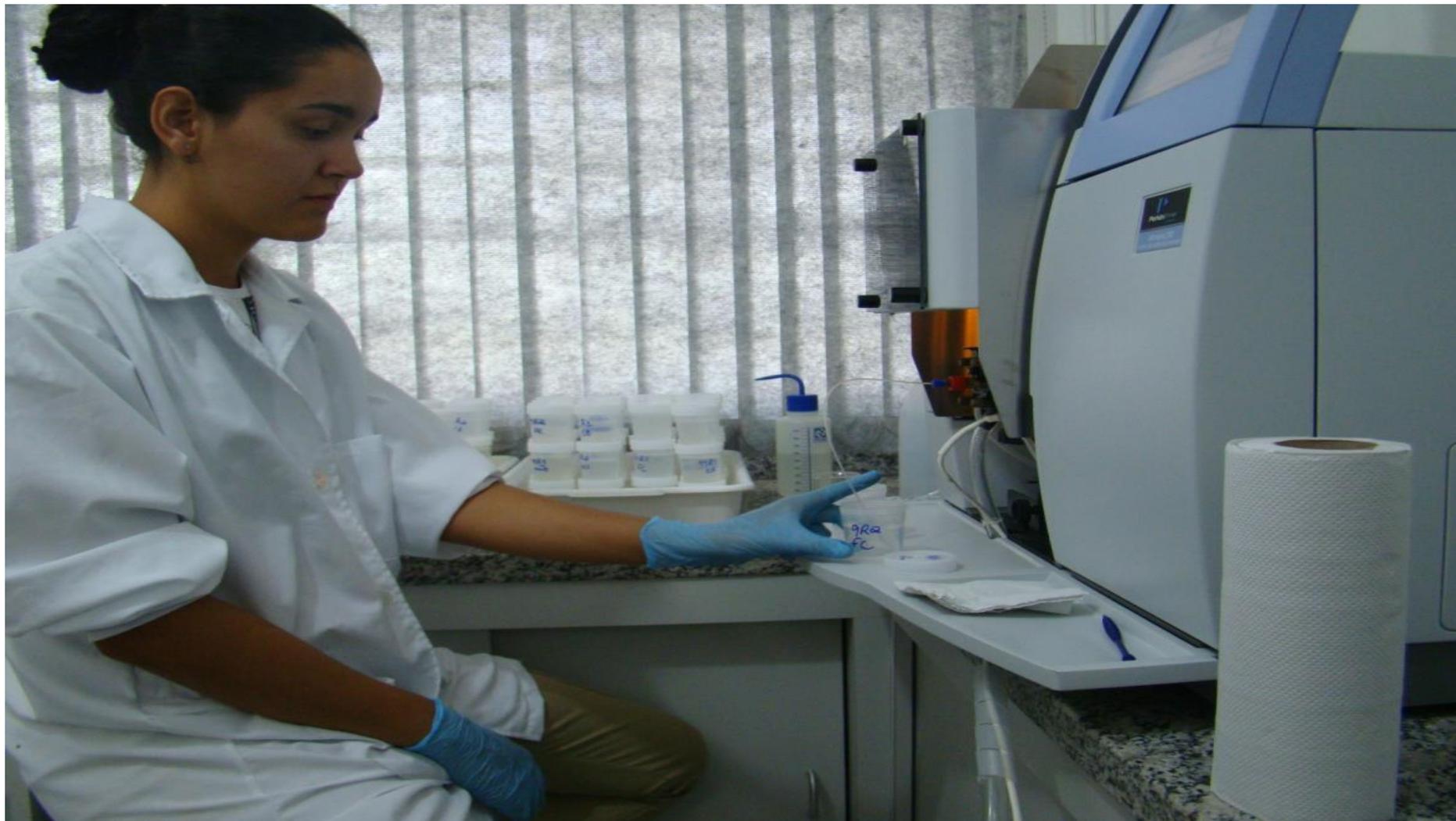




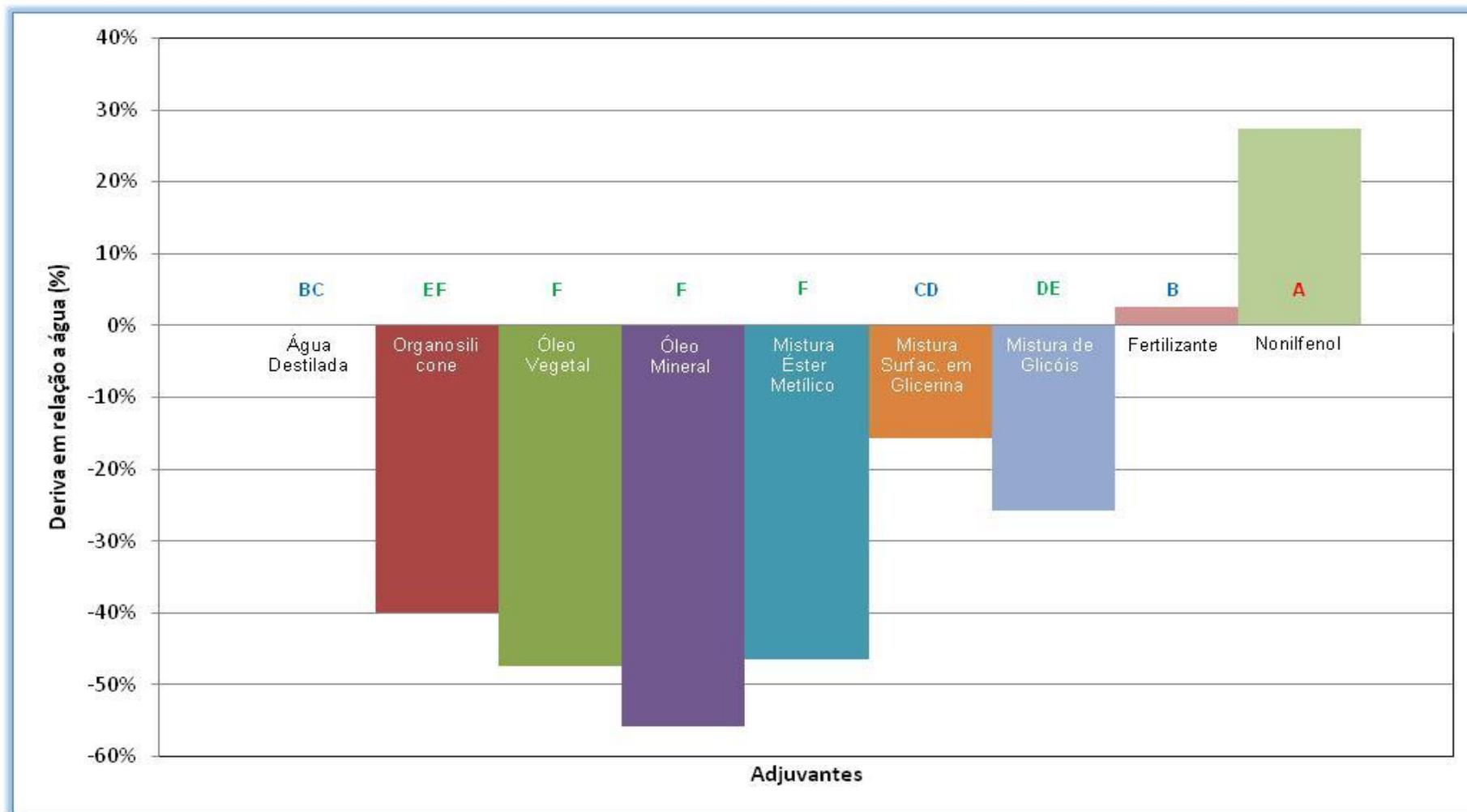








# ADJUVANTES X POTENCIAL DE RISCO DE DERIVA



Capelli, Pereira, Ramos (2009)

# COBERTURA

$$\downarrow C = 15 \frac{VRK^2}{AD} \uparrow$$

**C = Cobertura (% da área)**

**V = Volume de aplicação (L/ha)**

**R = Taxa de recuperação (% do volume aplicado, captado pelo alvo)**

**K = Fator de espalhamento de gotas**

**A = Superfície vegetal existente no hectare**

**D = Diâmetro de gotas**

# ADESIVOS



# ADESIVOS





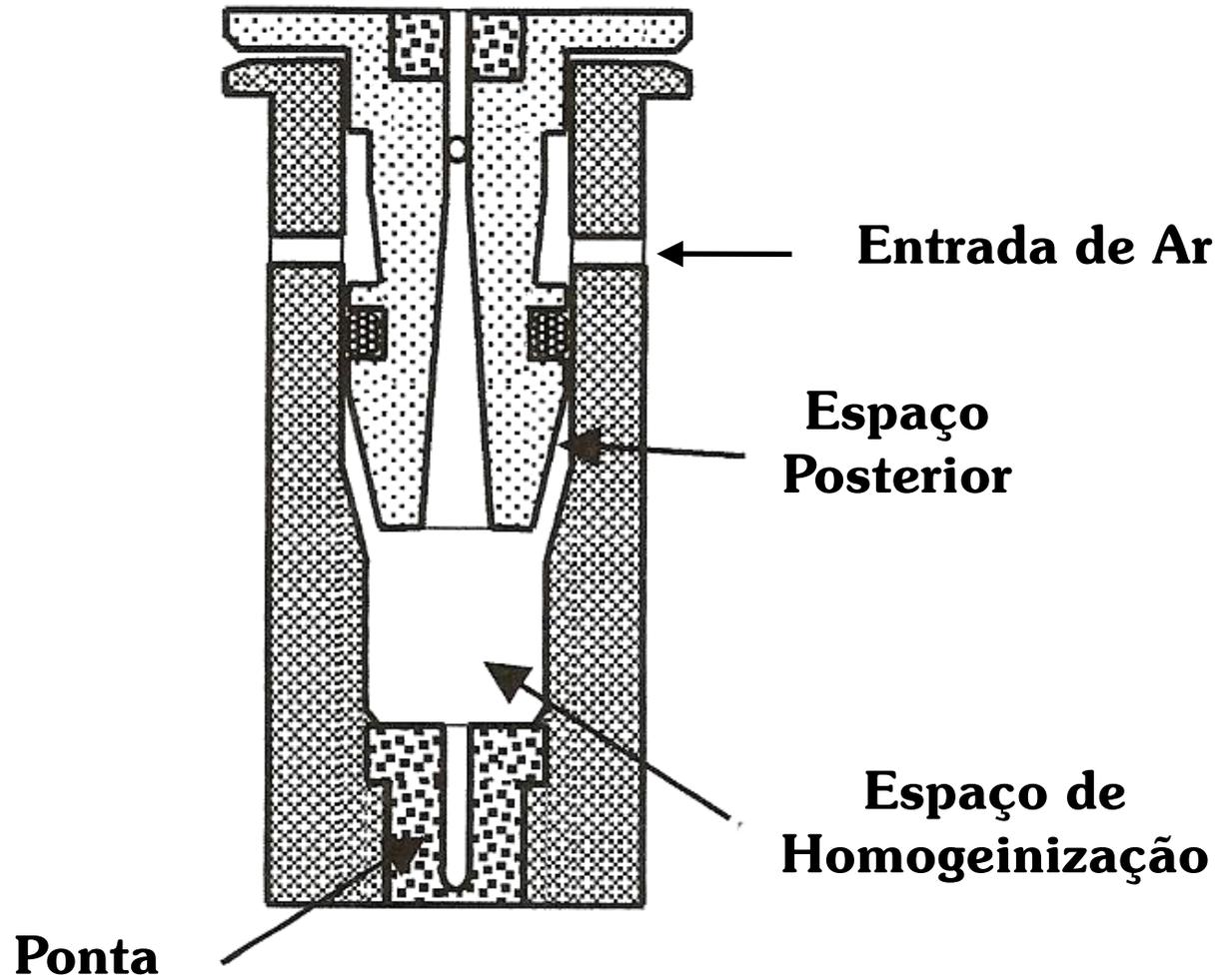
# REDUTOR DE ESPUMA











# COBERTURA

$$\uparrow C = 15 \frac{VRK^2}{AD} \downarrow$$

**C = Cobertura (% da área)**

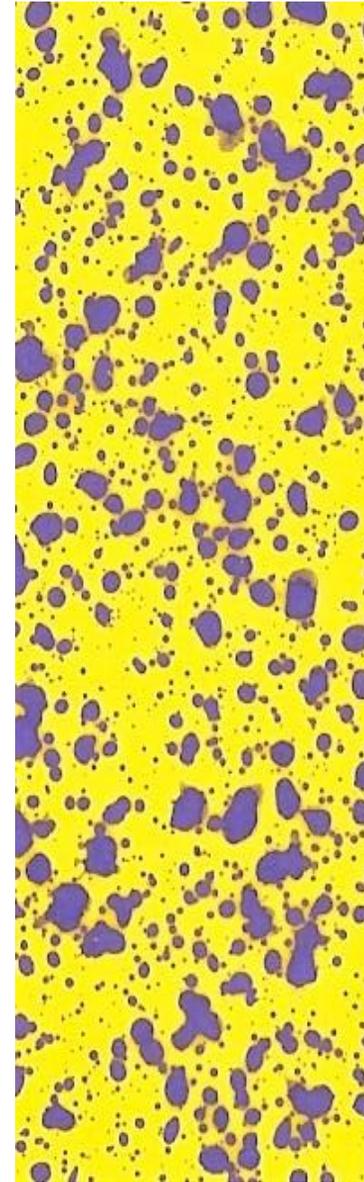
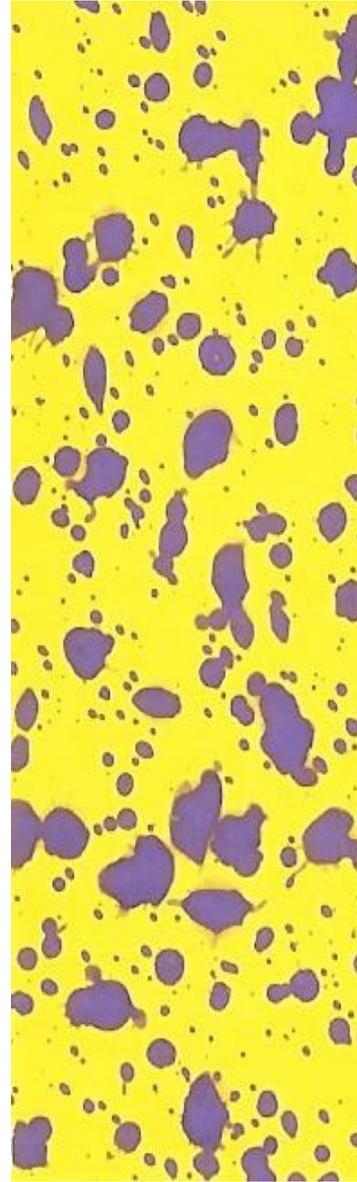
**V = Volume de aplicação (L/ha)**

**R = Taxa de recuperação (% do volume aplicado, captado pelo alvo)**

**K = Fator de espalhamento de gotas**

**A = Superfície vegetal existente no hectare**

**D = Diâmetro de gotas**



# CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL



## CONCLUSÃO



# OBRIGADO!

Dr. Hamilton Humberto Ramos  
Instituto Agrônômico  
Centro APTA de Engenharia e Automação  
CEP 13201-970 - Jundiaí - SP  
Fone (11) 4582-8155  
E-mail: [engenharia@iac.sp.gov.br](mailto:engenharia@iac.sp.gov.br)



[www.iac.sp.gov.br](http://www.iac.sp.gov.br)



[www.quepia.org.br](http://www.quepia.org.br)



**UNIDADE DE  
REFERÊNCIA**

[www.unidadedereferencia.com.br](http://www.unidadedereferencia.com.br)

Adjuvantes  
DA PULVERIZAÇÃO