



VII Simpósio Regional • IPNI Brasil

## BOAS PRÁTICAS PARA USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES

Araguaína - TO • 19 e 20/AGOSTO/2014

# Otimização na Aplicação de Fertilizantes e Corretivos Agrícolas

***Prof. Dr. Pedro Henrique de Cerqueira Luz***  
***AGRARIAS/FZEA/USP***



**FZEA/USP**



# AGRADECIMENTOS



# MANEJO DA FERTILIDADE DO SOLO

## ESCOLHA DO FERTILIZANTE



# 6º APLICAÇÃO

CANA



VIZINHO

## TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

“BOAS PRÁTICAS PARA O USO DOS FERTILIZANTES - BPUFs”



# UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO

*Diagnóstico através da Planta no Campo*



**Tecnologia de Aplicação**

**1) MÁQUINAS  
APLICADORAS**

**4) NUTRIÇÃO E  
ADUBAÇÃO  
DAS PLANTAS**

**TECNOLOGIA DE  
APLICAÇÃO**

**2) CORRETIVOS  
E  
FERTILIZANTES**

**3) FERTILIDADE  
DO SOLO**

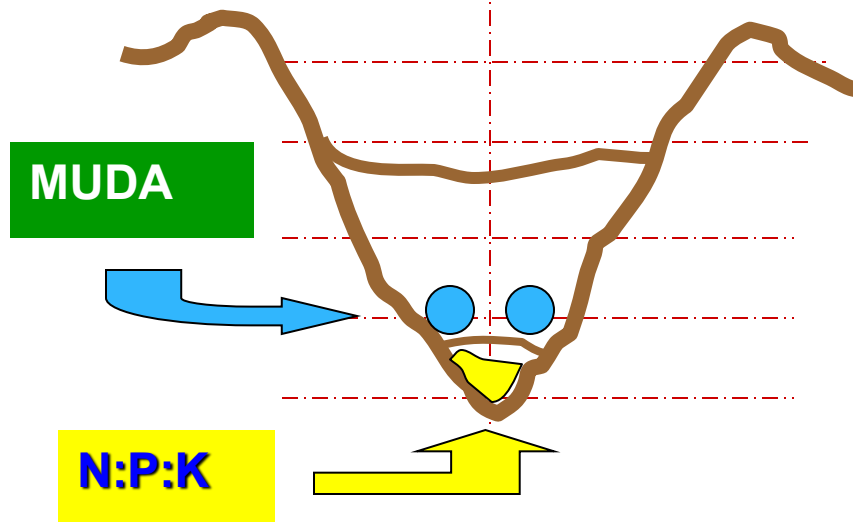


# Tecnologia de Aplicação:

**QUANTO?** **QUANDO?** **COMO?** **ONDE?**

**NUTRIÇÃO DA PLANTA**

**FERTILIDADE DO SOLO**



**ADUBAÇÃO**

**PLANTA**  
**SOLO**  
**ADUBO**  
**MÁQUINA**

**FATOR “f” DE EFICIÊNCIA**

**OTIMIZAÇÃO**

**TÉCNICO**

LOCALIZAÇÃO - DISPONIBILIDADE  
CONTATO ION X RAÍZ - ABSORÇÃO  
SOLUBILIZAÇÃO – CONDIÇÕES DE pH

**OPERACIONAL**

**ÉPOCA DE PLANTIO “TIMELESS”**

**MILHO**



**VALOR MÉDIO = PERDA DE 42 kg/ha.dia**  
**Época: a partir de 1º de novembro**  
**Região de Uberlândia MG**



# VIABILIDADE DO USO DA FONTE, ÉPOCA E MODO DE APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE

## ESTUDO TÉCNICO OPERACIONAL E ECONÔMICO “ETOPEC” (LUZ 2013)

TÉCNICA

ECONÔMICA

OPERACIONAL

APLICAÇÃO A LANÇO EM PRÉ SEMEADURA

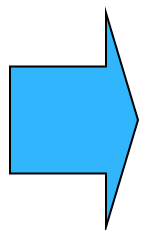


# RECOMENDAÇÃO: DOSAGEM - CAMPO

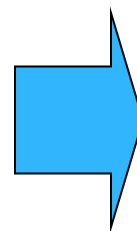
$$\text{TAXA DE APLICAÇÃO} = \frac{\text{MASSA}}{\text{ÁREA ou DISTÂNCIA ou PLANTA}}$$

➔ kg/ha; t/ha; kg/alq; g/planta; g/m etc...

**QUANTO?**



**OBJETIVO**  
Variação  
+/- 5 a 10%



**META**  
Variação  
+/- 2 a 3%

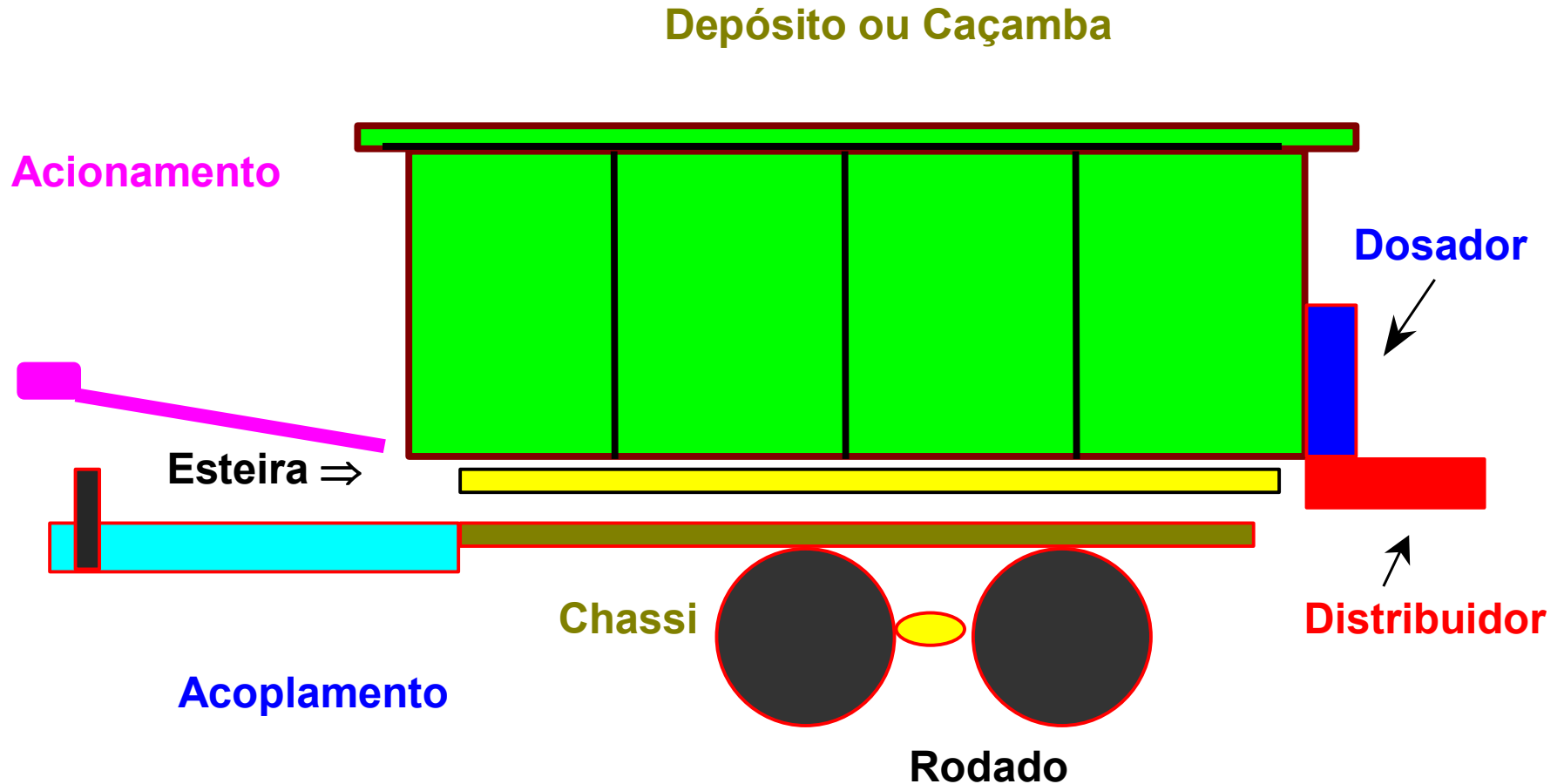
**PROGRAMAS DE  
QUALIDADE**

Ex. 400 kg/ha  
360 a 440 kg/ha

Ex. 400 kg/ha  
392 a 408 kg/ha



# APLICADORES DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS



# 1. MÁQUINAS APLICADORAS

**MECANISMO DOSADOR: FLUXO DE PRODUTO DO DEPÓSITO PARA O DISTRIBUIDOR**

## TIPOS: 1) GRAVIMÉTRICO

DOSAGEM VARIÁVEL:  $\Rightarrow f(\ )$  ALTURA DE CARGA

PROCEDIMENTOS PRÁTICOS - REGULAGEM

TIPOS: Ex. COCHO

## 2) VOLUMÉTRICO

DOSAGEM CONSTANTE. TIPOS:

- a) ESTEIRA
- b) ROTOR DENTEADO/ROSETA
- c) PRATO GIRATÓRIO
- d) HELICOIDAL

# 1. MÁQUINAS APLICADORAS

**MECANISMO DISTRIBUIDOR: APLICAÇÃO EFETIVA DO PRODUTO, ORIUNDO DO DOSADOR, AO CAMPO**

**A) QUEDA LIVRE:**

- em linha
- em área total

**B) CENTRÍFUGO COM 01 ou 02 discos**

- em área total
- em faixa

**C) PENDULAR:**

- em área total
- em faixa

**D) LANÇAMENTO MECÂNICO:**

- área total

**E) TURBINA:**

- em linha



# 1. MÁQUINAS APLICADORAS

## INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS



**CENTRÍFUGO COM DOIS DISCOS COM DOSADOR VOLUMÉTRICO TIPO ESTEIRA LONGITUDINAL CENTRAL**



Pedro Luz - Agrarias/USP 2014























## INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS



**QUEDA LIVRE COM DOSADOR VOLUMÉTRICO TIPO ESTEIRA LONGITUDINAL CENTRAL**



## INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS



**DISTRIBUIDOR PNEUMÁTICO COM DOSADOR  
VOLUMÉTRICO TIPO ESTEIRA LONGITUDINAL**



LANÇAMENTO

Rota  
Flow

NOGUEIRA

ATENÇÃO  
1650 Kg

ATENÇÃO

CENTRÍFUGO COM 2 DISCOS E DOSADOR GRAVIMÉTRICO



TAFLOW  
DISTRIBUIDOR

NOGUEIRA

SAZONANCO



Pedro Luz - Agrônomo USP 2011 SAZONANCO



# SEMEADORAS - ADUBADORAS



**GRÃOS GRAÚDOS**



# DOSADOR DE FERTILIZANTES



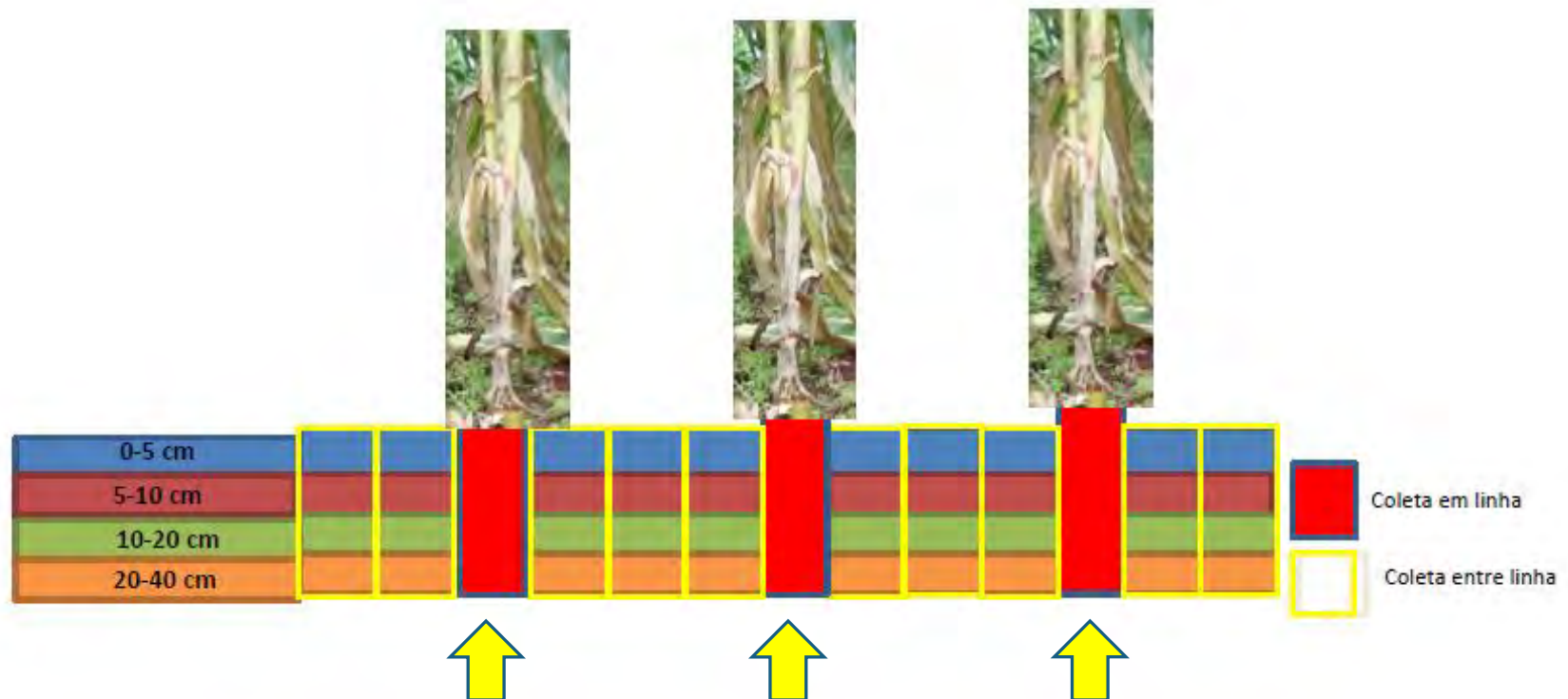
# SEMEADURA PARA AGRICULTURA DE PRECISÃO EM TAXA VARIÁVEL DE DUAS FONTES





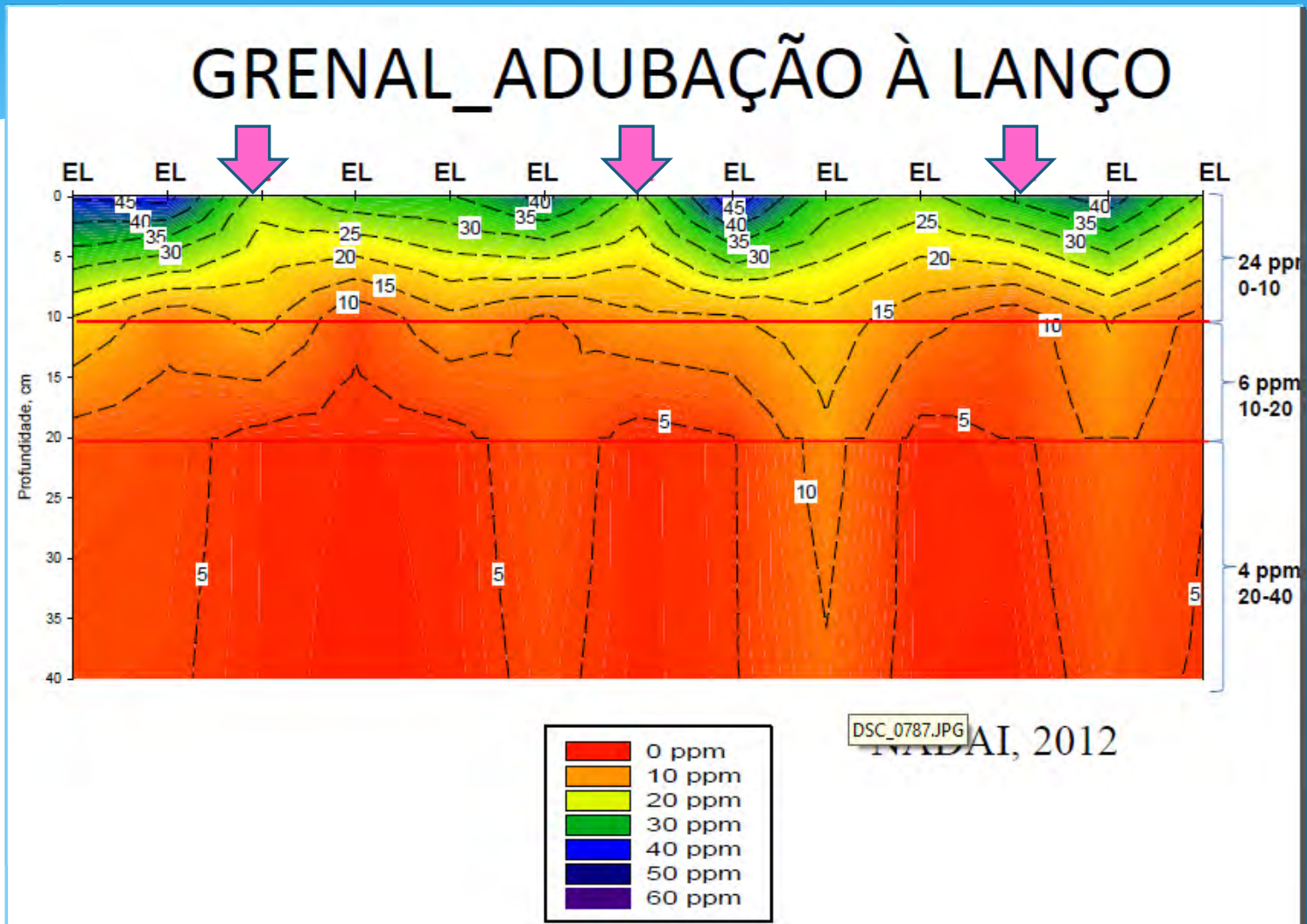
# AVALIAÇÃO ESPACIAL DO FÓSFORO - UFSM

## Esquema de Coleta



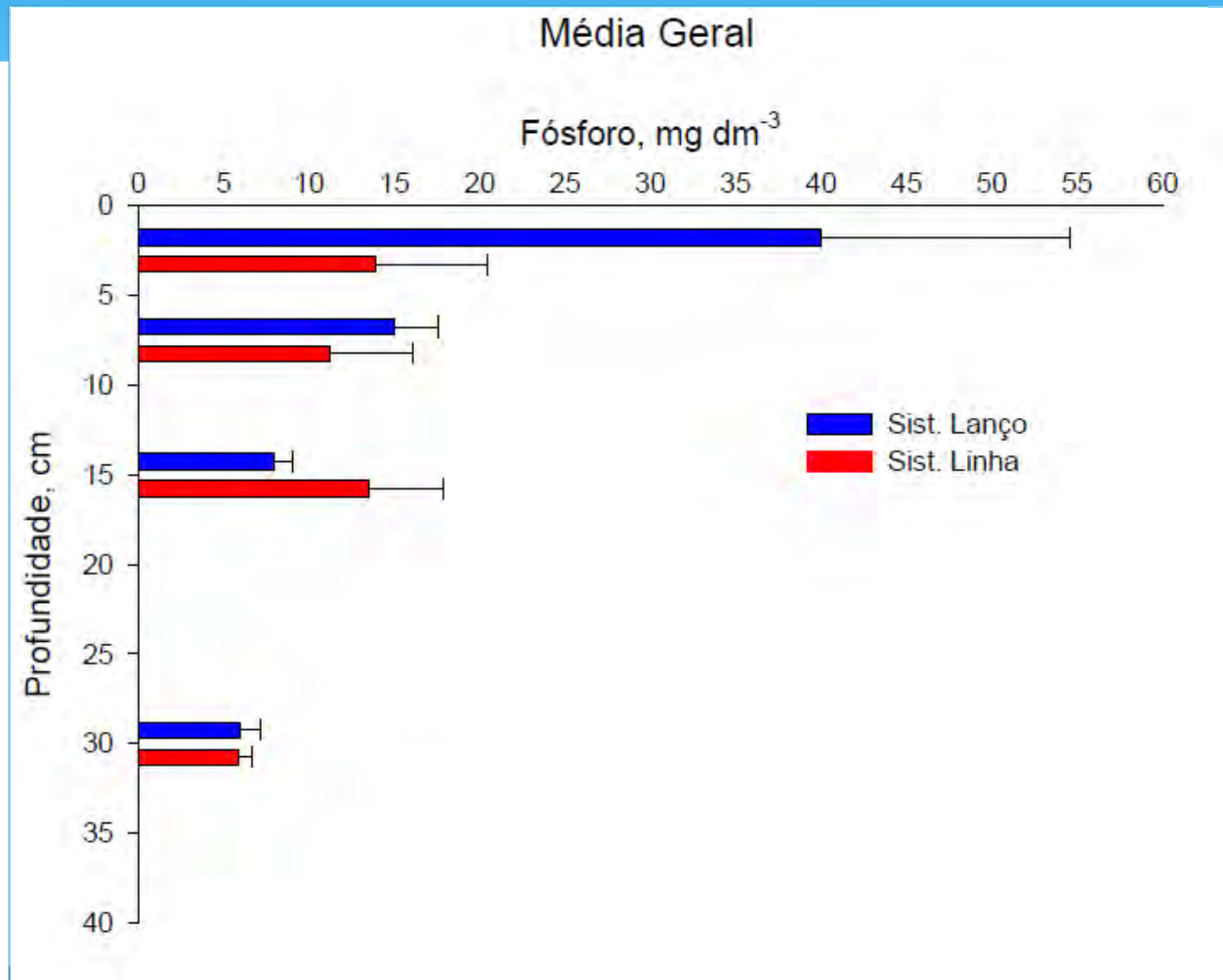
**Prof Dr. Telmo Amado - UFSM**

# AVALIAÇÃO ESPACIAL DO FÓSFORO - UFSM





# AVALIAÇÃO ESPACIAL DO FÓSFORO - UFSM



## 2. CORRETIVOS E FERTILIZANTES

### ○ PROPRIEDADES FÍSICAS

- A) ESTADO FÍSICO ⇒

#### ○ Sólido x Fluido x Gasoso

- B) GRANULOMETRIA – Tamanho e formato
- C) DUREZA DOS GRÂNULOS
- D) FLUIDEZ ou ESCOABILIDADE
- E) DENSIDADE



# PRODUTO: GRANULOMETRIA

NATUREZA FÍSICA	ESPECIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA		
	Peneira	Passante	Retido
<b>GRANULADO E MISTURA GRANULADA (COMPLEXO)</b>			
Produto constituído de partículas em que cada grânulo contenha os elementos declarados ou garantidos do produto.	4 mm (ABNT n° 5) 1 mm (ABNT n° 18)	95% mínimo 5% máximo	5% máximo 95% mínimo
<b>MISTURA DE GRÂNULOS:</b>			
<b>MISTURA DE GRÂNULOS:</b> Produto em que os grânulos contenham, separadamente ou não, os elementos declarados ou garantidos do produto.	4 mm (ABNT n° 5) 1 mm (ABNT n° 18)	95% mínimo 5% máximo	5% máximo 95% mínimo
<b>Microgranulado</b>	2,8 mm (ABNT n° 7) 1 mm (ABNT n° 18)	90% mínimo 10% máximo	10% máximo 90% mínimo
<b>Pó</b>	2,0 mm (ABNT n° 10) 0,84 mm (ABNT n° 20) 0,3 mm (ABNT n° 50)	100% 70% mínimo 50% mínimo	0% 30% máximo 50% máximo
<b>Farelado</b>	3,36 mm (ABNT n° 6) 0,5 mm (ABNT n° 35)	95% mínimo 25% máximo	5% máximo 75% mínimo
<b>Farelado Grosso</b>	4,8mm (ABNT n° 4) 1,0 mm (ABNT n° 18)	100% 20% máximo	0% 80% mínimo

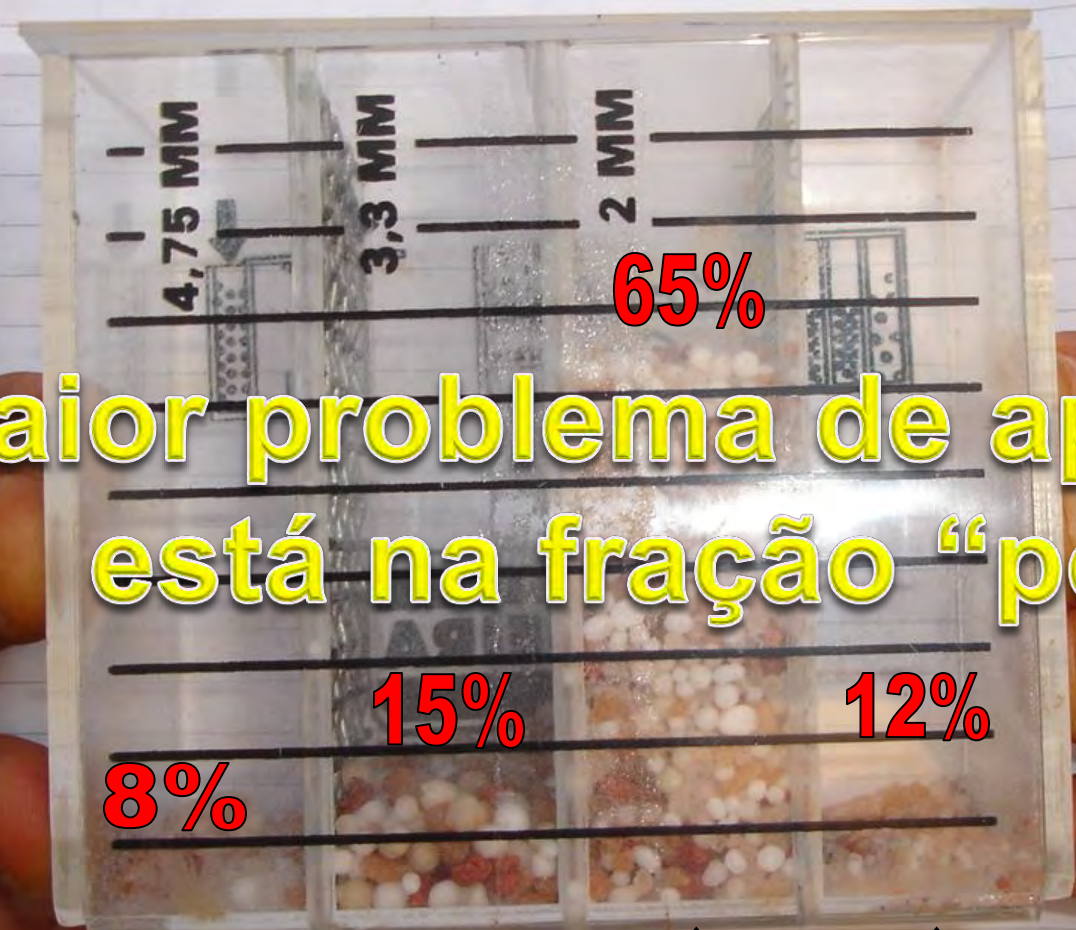
# DETERMINAÇÃO DA GRANULOMETRIA





# HOMOGENEIDADE DO TAMANHO DOS GRANULOS

17:05:29



O maior problema de aplicação está na fração “pó”

# QUALIDADE E UNIFORMIDADE

## MISTURA DE GRÂNULOS

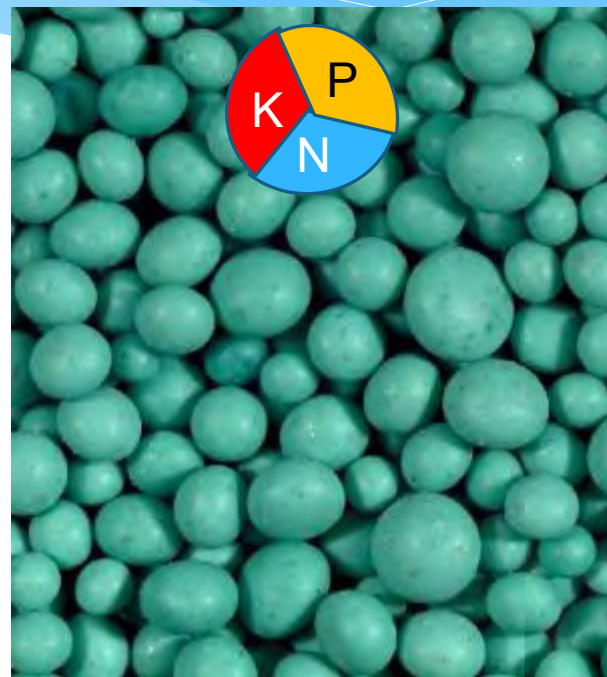
Uma mistura com diferentes tamanhos, formatos e densidades !



**Risco de segregação e aplicação desuniforme no campo**

## MISTURA GRANULADA OU COMPLEXA

Todos os nutrientes no mesmo grão

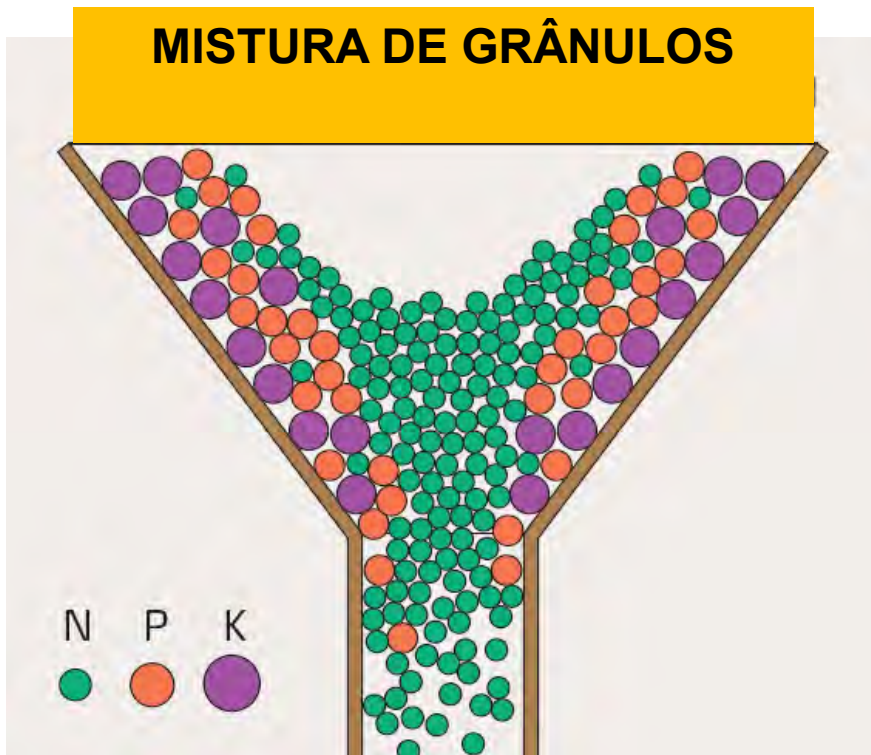


**Aplicação uniforme dos nutrientes**



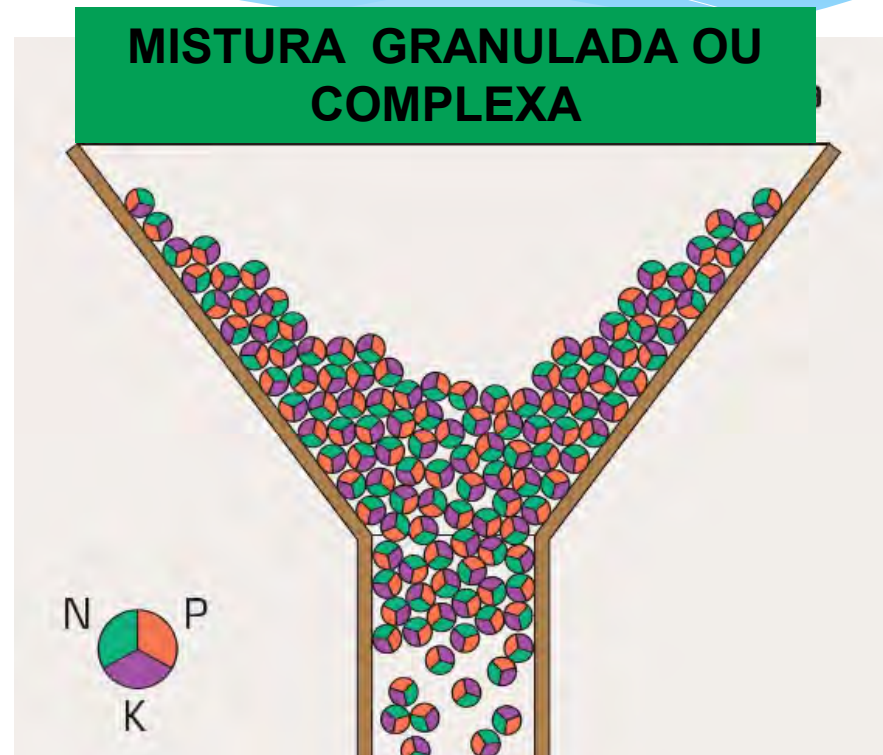
# UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO: SEGREGAÇÃO NO PROCESSO DE ESCORRIMENTO

## MISTURA DE GRÂNULOS



Resultado: Segregação de nutrientes  
Lavoura desuniforme

## MISTURA GRANULADA OU COMPLEXA



Resultado: Nutrição equilibrada  
Lavoura uniforme

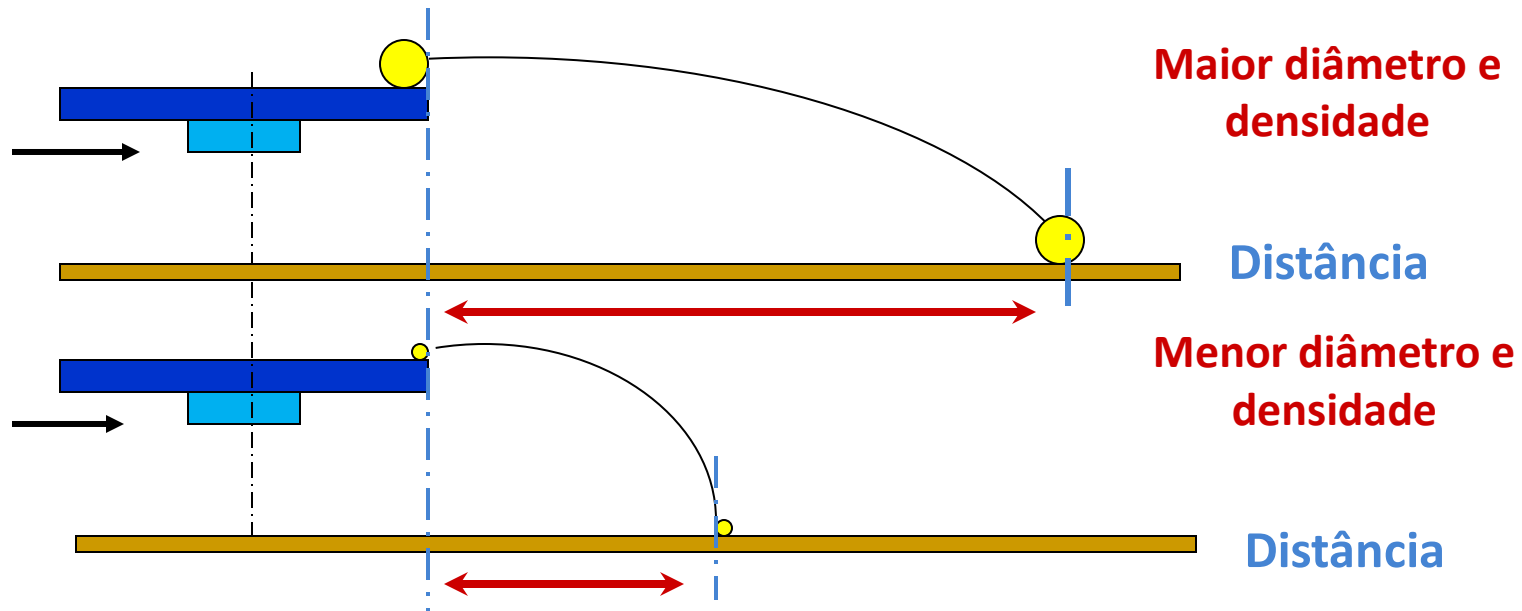
# ESCOAMENTO DE MISTURA DE GRÂNULOS N:P:K EM ADUBADORA DE SOQUEIRA ÂNGULO DE REPOUSO x SEGREGAÇÃO





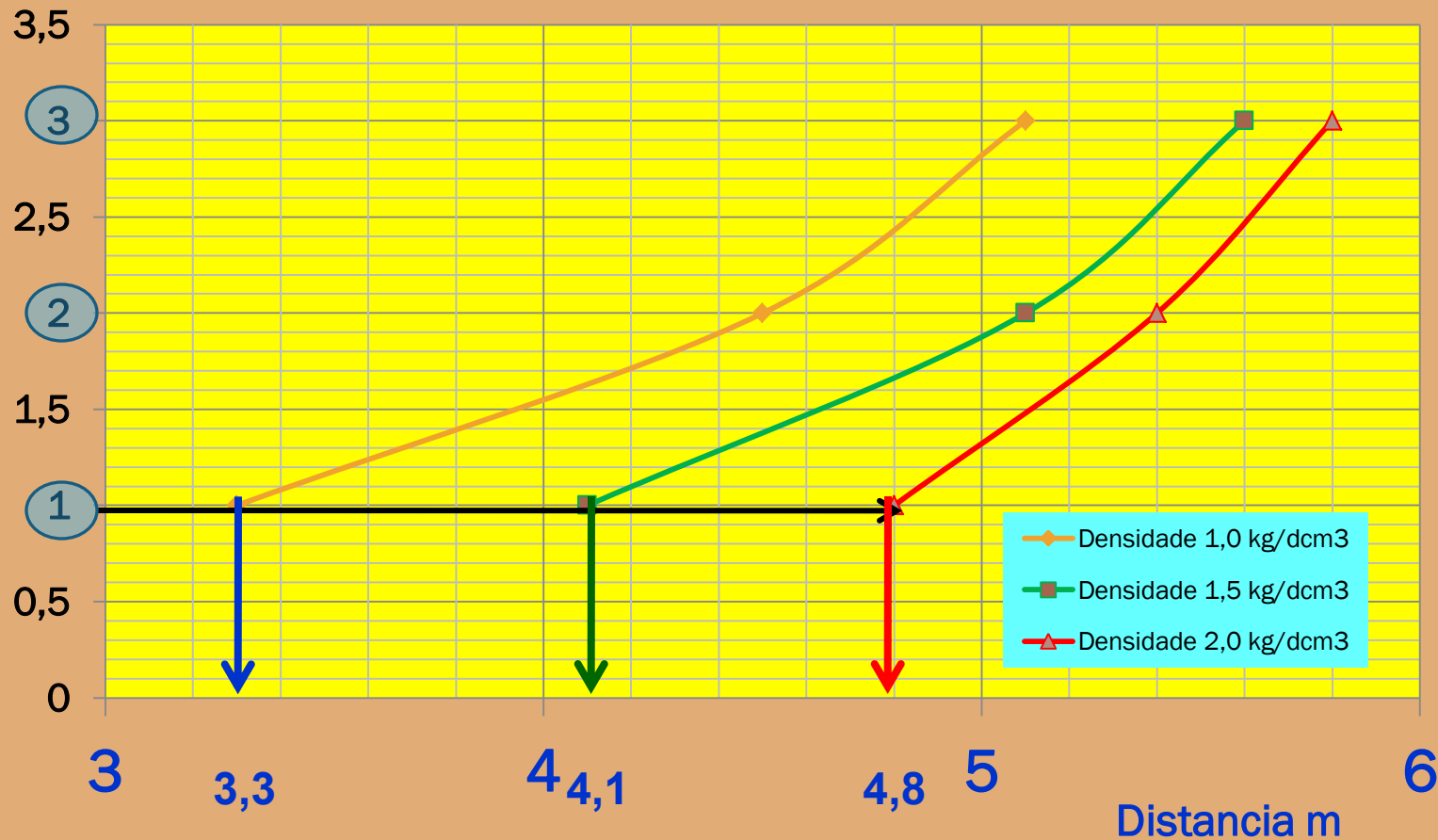
# GRANULOMETRIA X SEGREGAÇÃO

- \* A) Na embalagem: transporte e manuseio
  - \* Sacaria 50 kg e Big Bag (500 a 1.000 kg)
- \* B) Na aplicação
  - \* Lançamento mecânico: Distância  $f$  ( tamanho e densidade )



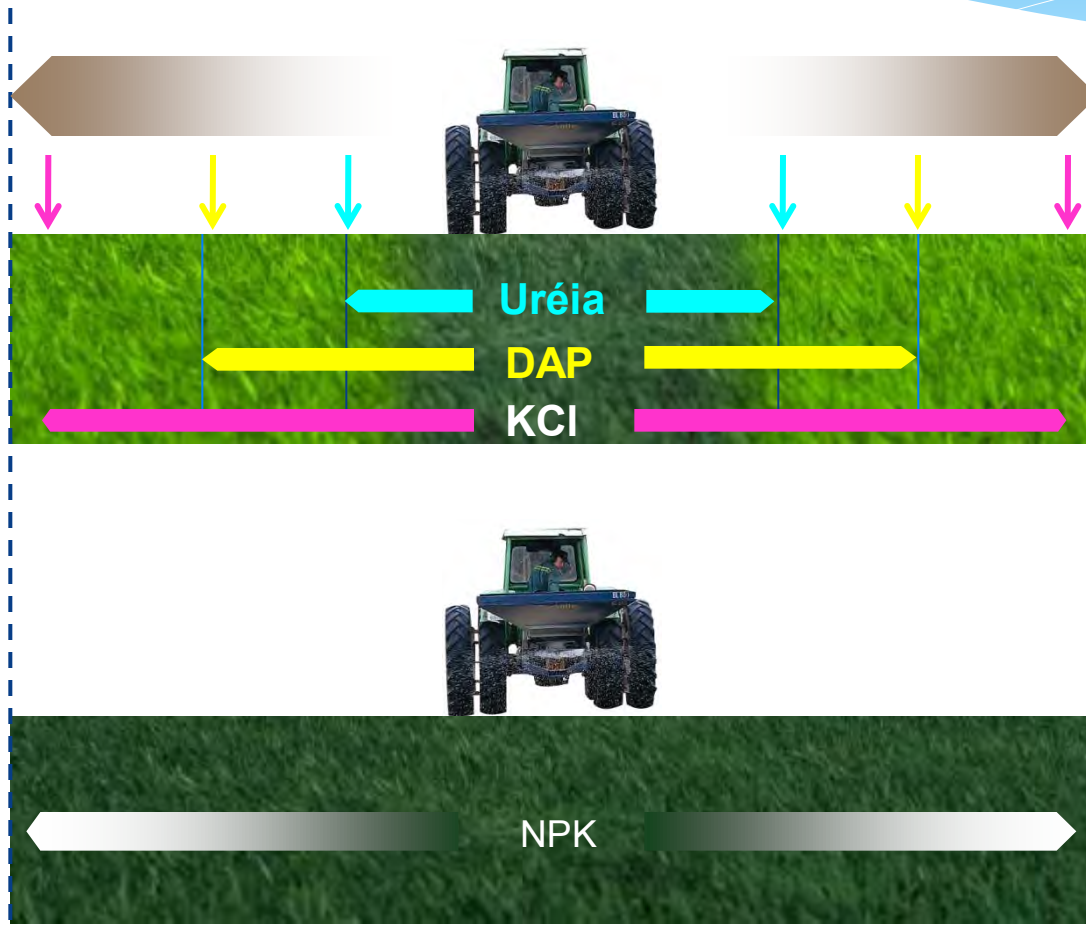
# DISTANCIA (m) DE LANCAMENTO DE PARTICULAS EM FUNCAO DO TAMANHO E DENSIDADE

Tamanho mm





## Largura de aplicação



- A largura de aplicação de partículas leves como a uréia é menor do que as mais pesadas como DAP e KCl.

# DUREZA DOS GRÂNULOS



Crushing strength measurement



Type	Crushing strength kg							
	1	2	3	4	5	6	7	8
NPK (CI)	25-7-7			■				
	25-7-7			■				
NPK (S)	20-11-11			■				
	16-11-14				■			
NP	21-7-14					■		
	15-15-15						■	
	12-11-18S					■		
NP	26-14					■		
	23-23						■	
Misc.	CN-granule					■		
	AN-prill			■				
	Urea-prill	■						

**IMPORTANTE PARA EVITAR A FORMAÇÃO DA FRAÇÃO “PÓ”**



# DETERMINAÇÃO DA “DUREZA” DOS GRÂNULOS

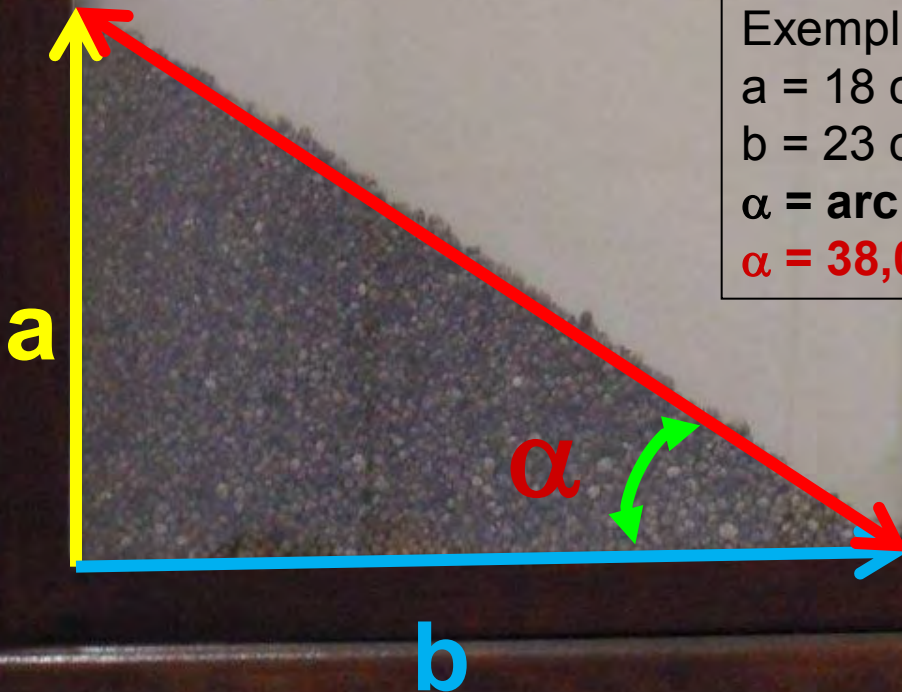


# C) FLUIDEZ OU ESCOABILIDADE

## ÂNGULO DE REPOUSO

$$\alpha = \text{arc tg } a/b$$

Exemplo:  
a = 18 cm  
b = 23 cm  
 $\alpha = \text{arc tg } 18/23$   
 $\alpha = 38,05^\circ$



Determinar as distâncias “a” e “b”



# DETERMINAÇÃO DO ÂNGULO DE REPOUSO

AUSÊNCIA DE “SEGREGAÇÃO”



**Exemplo: 15:09:20 - YARAMILA**

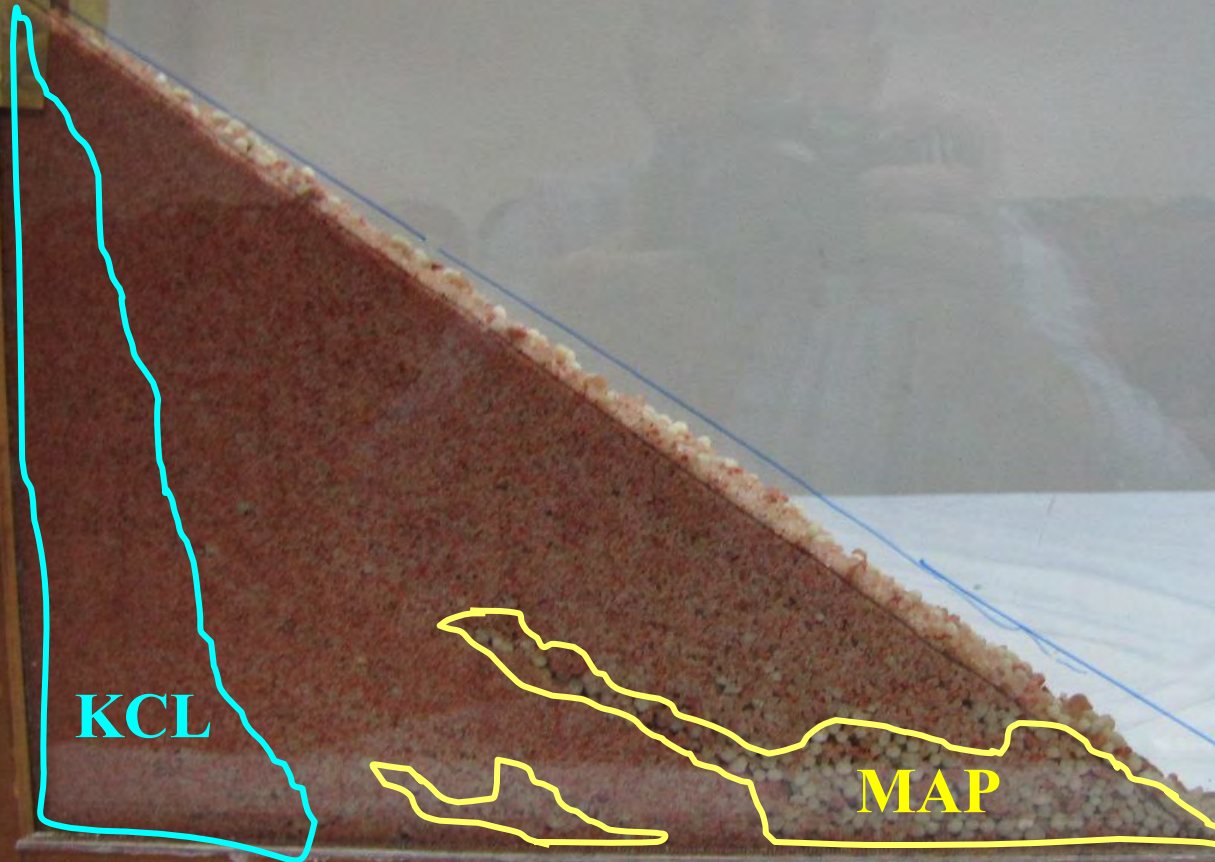
**a = 18 cm      b = 31 cm**

**$\alpha = \arctg 18/31$        $\alpha = 30,2^\circ$**



# DETERMINAÇÃO DO ÂNGULO DE REPOUSO

PRESENÇA DE “SEGREGAÇÃO”



Exemplo: 12:06:18 – SA + MAP + KCL

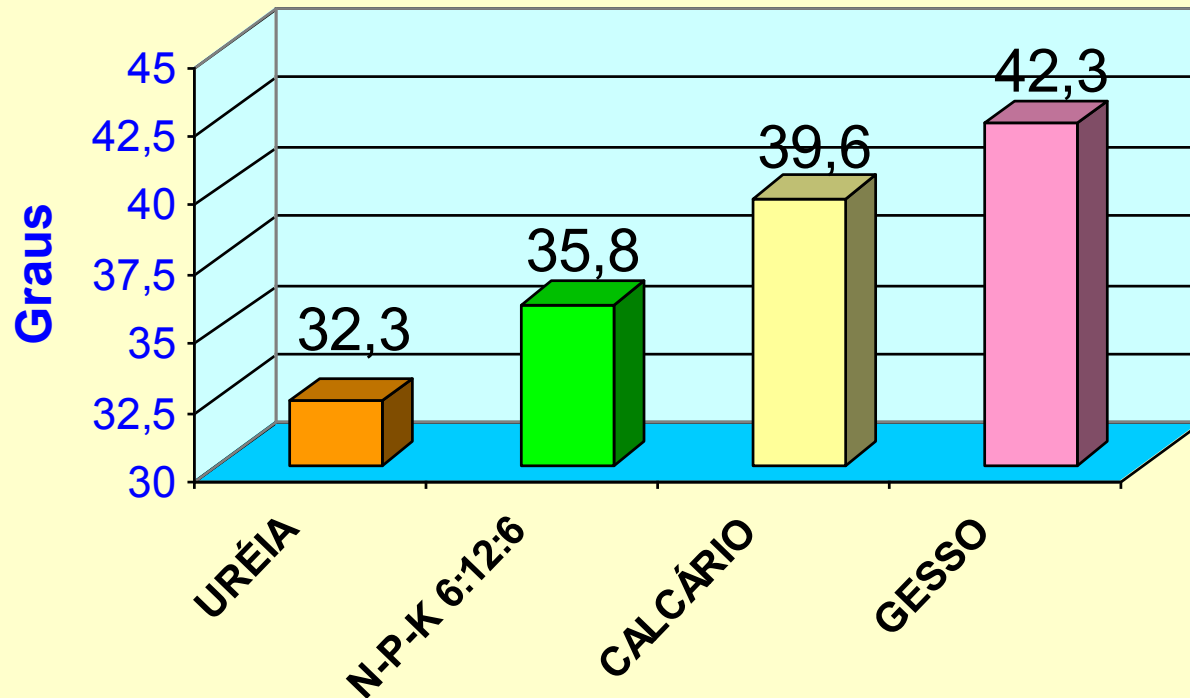
$a = 18 \text{ cm}$        $b = 26 \text{ cm}$

Pedro Luz - Agrarias/USP 2014

$\alpha = \text{arc tg } 18/26$        $\alpha = 34,7^\circ$

# TENDÊNCIA DE ESCOAMENTO: CORRETIVOS E FERTILIZANTES

## ÂNGULO DE REPOUSO DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES



# QUALIDADE DO FERTILIZANTE MISTURA DE GRÂNULOS



**CENTRO**

**5 m**

**10 m**

**15 m**



# UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO

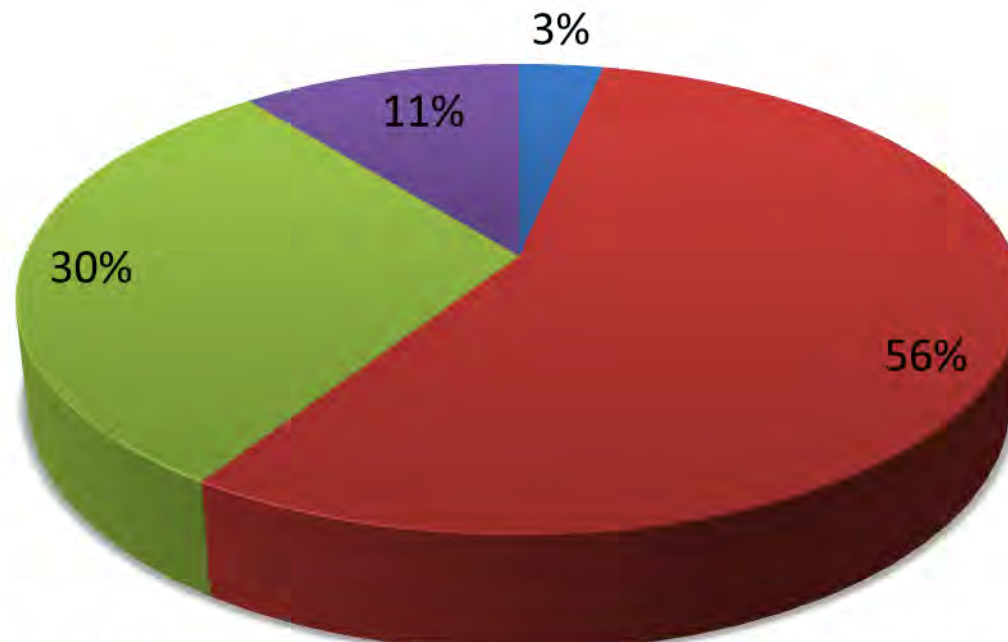
## *Diagnóstico através da Planta no Campo*



# UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO

## Percepção do Cliente

Você já presenciou “faixas” na lavoura?



■ Nunca ocorreu

■ Muito raro

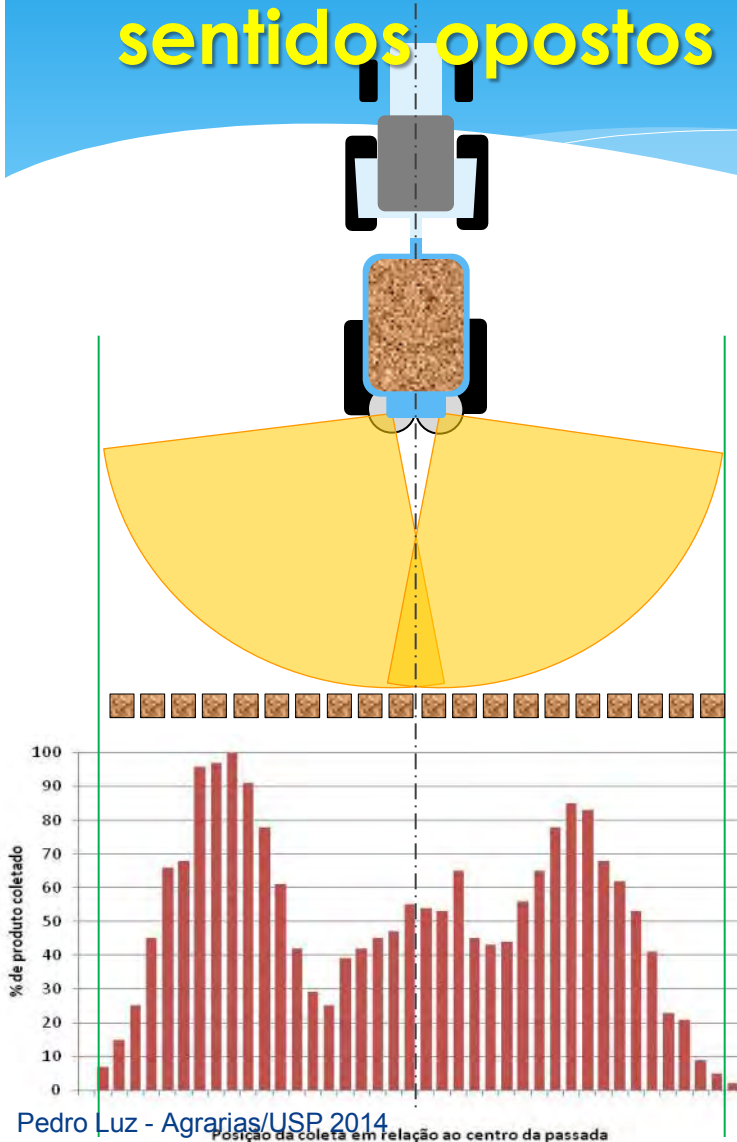
■ Toda safra em algumas áreas

■ Desconfio, mas não enxergo

# “Perfil transversal” Centrífugo com dois discos

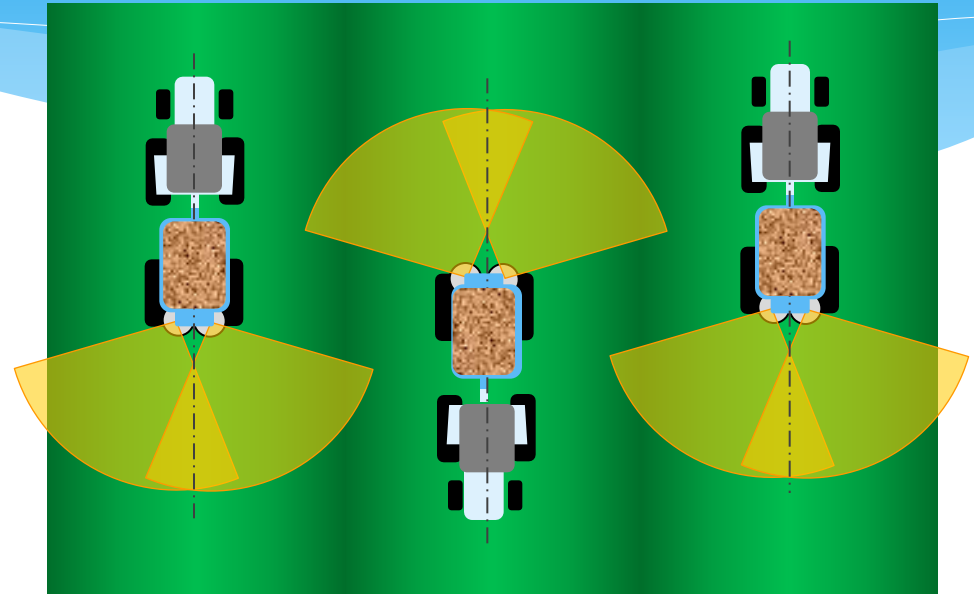
Discos giram em sentidos opostos

Sobreposição entre as passadas

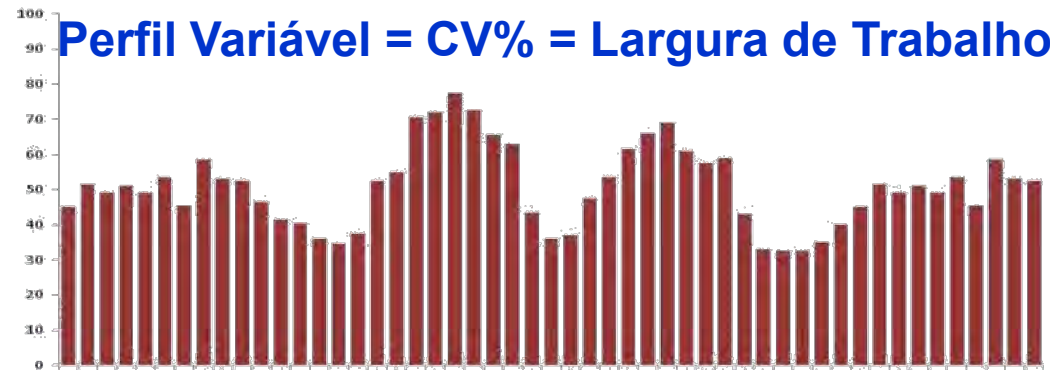


Pedro Luz - Agrarias/USP 2014

Posição da coleta em relação ao centro da passada



Perfil Variável = CV% = Largura de Trabalho



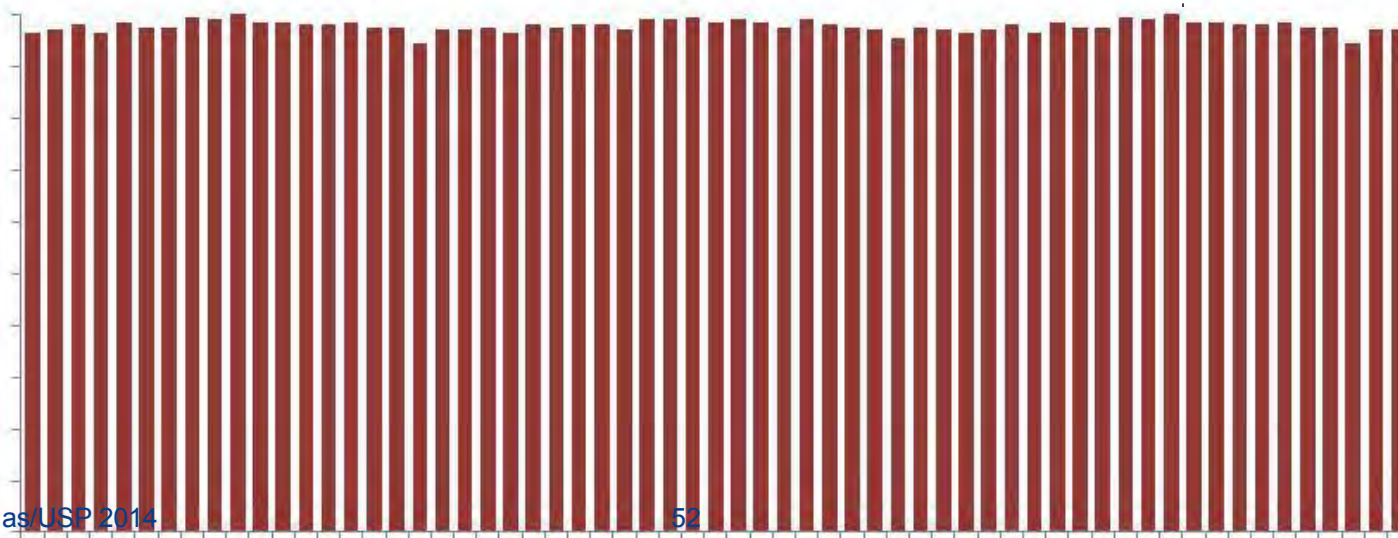
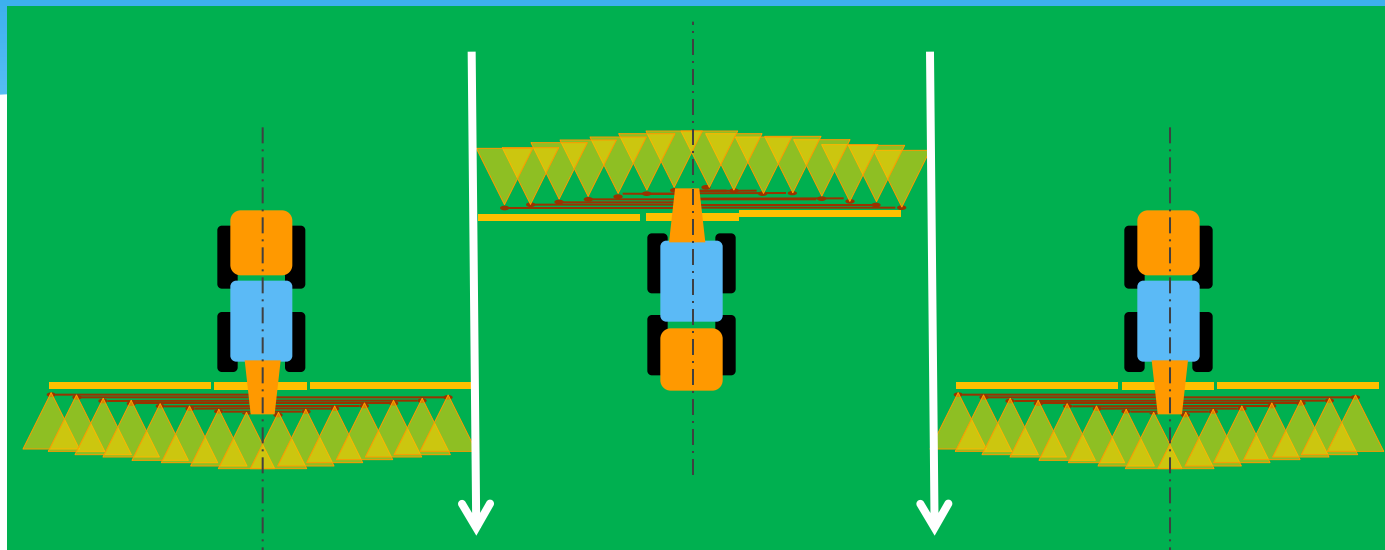
51

Simulação da sobreposição



# “Perfil transversal” - Pneumático

## Perfil Transversal Uniforme = sem sobreposição



## 2. CORRETIVOS E FERTILIZANTES

### OPROPRIEDADES QUÍMICAS E FÍSICO-QUÍMICAS

- A) SOLUBILIDADE
- B) ÍNDICE SALINO
- C) PODER ACIDIFICANTE
- D) HIGROSCOPICIDADE

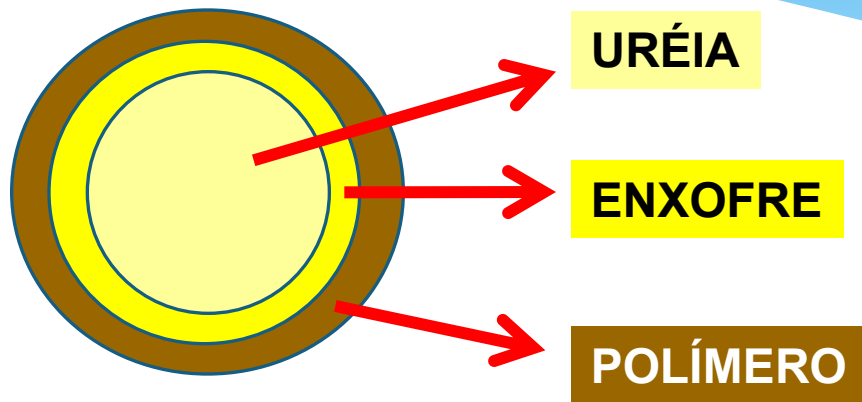
### INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS: Produto

-Micronutrientes: a) na base SPS

b) micro revestido no NPK

c) revestimento com polímeros

# FERTILIZANTES “ESPECIAIS” DE “ALTA PERFORMANCE”



## TECNOLOGIAS DE COLOCAÇÃO DE “ADITIVOS”

### INIBIDORES OU ESTABILIZANTES

↳ Redução da perda de “N” da uréia. Ex NBPT, Ac. Bórico + Sulf. De Cobre

### COMPOSTO ORGÂNICOS SINTÉTICOS NÃO REVESTIDOS

↳ Uréia Formaldeído, metileno uréia

### REVESTIMENTOS PARA FERTILIZANTES SOLÚVEIS

↳ Recobrimento dos grânulos dos fertilizantes. Ex Enxofre, polímeros especiais

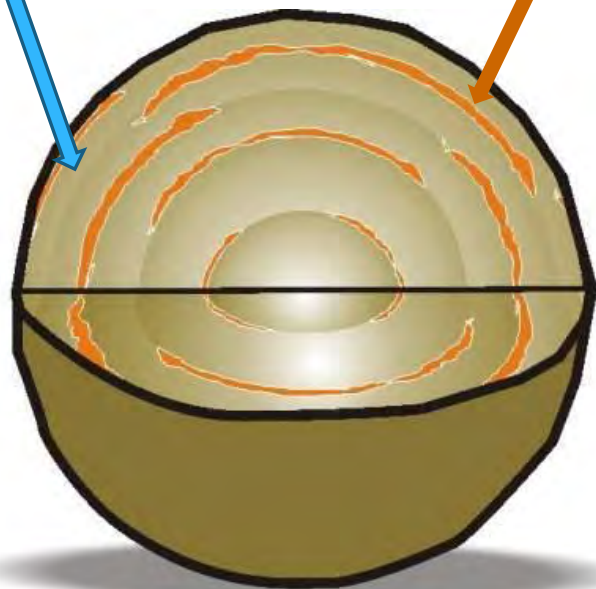


# CARACTERÍSTICAS FÍSICAS – FÍSICOQUÍMICAS - QUÍMICAS

## PROCESSO DE PRODUÇÃO EM CAMADAS

FÓSFORO

ENXOFRE



GRANULOMETRIA - SGN = 290 IU = 55

	Variação	Análise do produto	MAP
Grânulos com diâmetro 2mm x 4mm	90% - 99%	95%	69 - 90
Tamanho médio do grão (SGN)	260 - 320	290	
Índice de uniformidade (IU)	45 - 65	55	

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

	Variação	Análise do produto	MAP
Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	900 - 960	930	880-930
Ângulo de repouso (graus)	30 - 34	32	32
Dureza (kg)	3 - 7	5	1,7 - 2,8

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

	Variação (%)	Análise do produto (%)
Nitrogênio total (N)	9,0 - 9,5	9,1
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		
CNA + água	46,0 - 46,4	46,0
Solúvel em água	42,0 - 45,0	43,5
Umidade	0,5 - 2,0	1,2
Enxofre (S)	7,8 - 8,5	8,0
Enxofre elementar (S <sup>0</sup> )	6,0 - 7,0	6,6
Enxofre sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	1,2 - 1,8	1,4
pH solução 1%	4,2 - 5,5	5,0

# HIGROSCOPICIDADE E BAIXA DUREZA DOS GRÂNULOS



## “FORMAÇÃO DA FRAÇÃO “PÓ”

### SAÍDA DO HELICÓIDE



**REDUÇÃO DO DIÂMETRO DO  
TUBO DE DESCARGA**



A photograph of a soybean plant in a field. The plant is green and has several pods hanging from its stem. A person's hand is visible, holding the stem of the plant. The root system of the plant is circled in red. The background shows a vast field of soybean plants under a clear sky.

# LOCALIZAÇÃO DO FERTILIZANTE

11/01/2013



# MAPA INFORMATIZADO



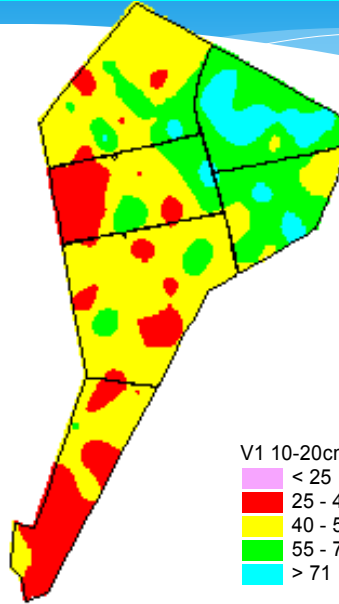
**APLICAÇÃO EM TAXA VARIÁVEL**  
**BARRA DE LUZ - Espaçamento**  
**PILOTO AUTOMÁTICO**

**NOTA:**

**SOMENTE APLICAÇÃO GEO-REFERENCIADA  
NÃO GARANTE A QUALIDADE DO PERFIL  
TRANSVERSAL.**

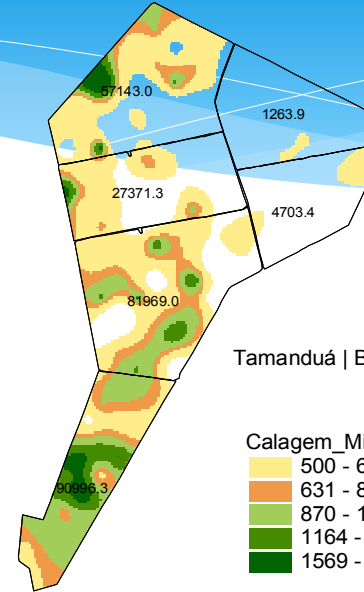
1 2 2006

# CALAGEM



Calagem\_Milho  
 500 - 631 (207.4 ha.)  
 631 - 870 (67.1 ha.)  
 870 - 1164 (74.0 ha.)  
 1164 - 1569 (25.8 ha.)  
 1569 - 2443 (12.0 ha.)

V1 10-20cm  
 < 25 (0.0 ha.)  
 25 - 40 (126.6 ha.)  
 40 - 55 (340.0 ha.)  
 55 - 70 (177.7 ha.)  
 > 71 (49.8 ha.)



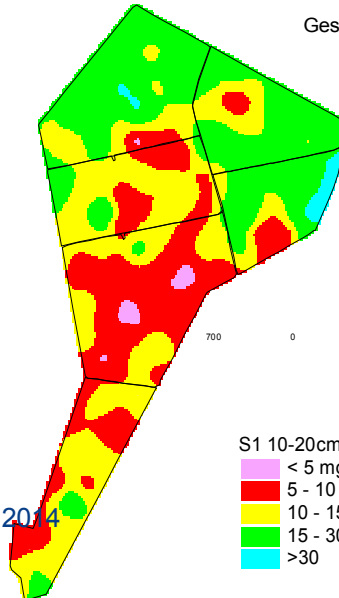
Tamanduá | Bloco 1 | 2009

Calagem\_Milho  
 500 - 631 (207.4 ha.)  
 631 - 870 (67.1 ha.)  
 870 - 1164 (74.0 ha.)  
 1164 - 1569 (25.8 ha.)  
 1569 - 2443 (12.0 ha.)

57143.0  
 27371.3  
 81969.0

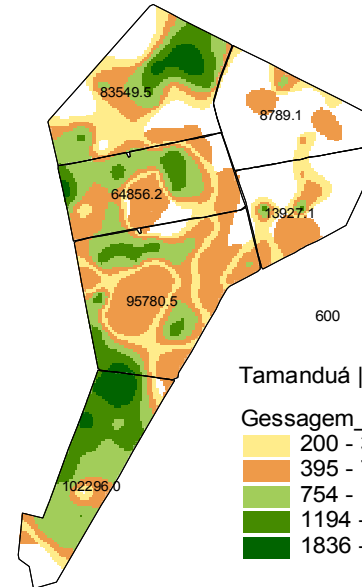
# GESSAGEM

S1 10-20cm  
 < 5 mg/dm<sup>3</sup> (7.2 ha.)  
 5 - 10 (187.8 ha.)  
 10 - 15 (239.5 ha.)  
 15 - 30 (249.0 ha.)  
 >30 (10.6 ha.)



Gessagem\_Milho  
 200 - 395 kg/ha (97.9 ha.)  
 395 - 754 (204.7 ha.)  
 754 - 1194 (118.7 ha.)  
 1194 - 1836 (69.8 ha.)  
 1836 - 3000 (21.9 ha.)

S1 10-20cm  
 < 5 mg/dm<sup>3</sup> (7.2 ha.)  
 5 - 10 (187.8 ha.)  
 10 - 15 (239.5 ha.)  
 15 - 30 (249.0 ha.)  
 >30 (10.6 ha.)



Tamanduá | Bloco 1 | 2009

Gessagem\_Milho  
 200 - 395 kg/ha (97.9 ha.)  
 395 - 754 (204.7 ha.)  
 754 - 1194 (118.7 ha.)  
 1194 - 1836 (69.8 ha.)  
 1836 - 3000 (21.9 ha.)

90996.3

83549.5

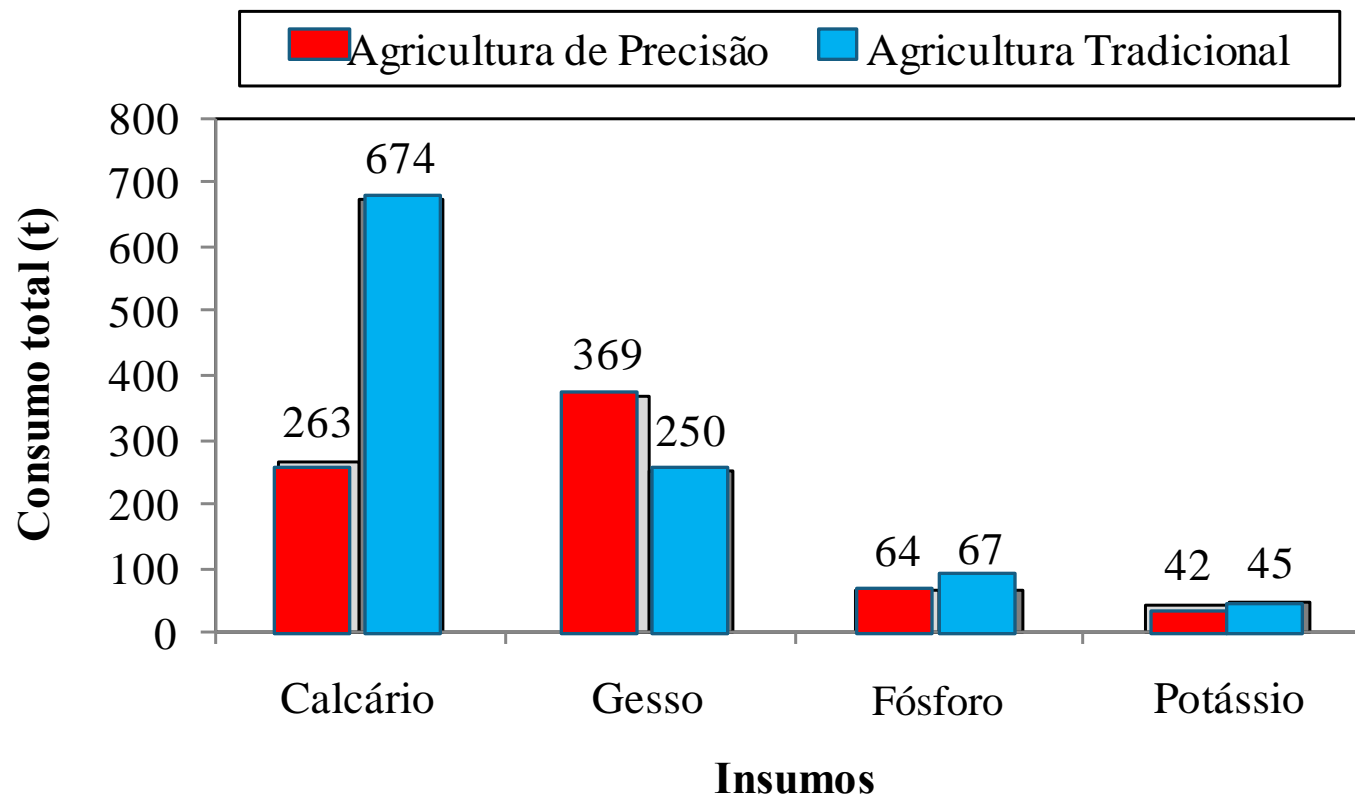


# NECESSIDADE DE INSUMOS

## AGRICULTURA TRADICIONAL vs AGRICULTURA DE PRECISÃO (grid: 4 ha)

### FAZENDA TAMANDUÁ (671 ha)

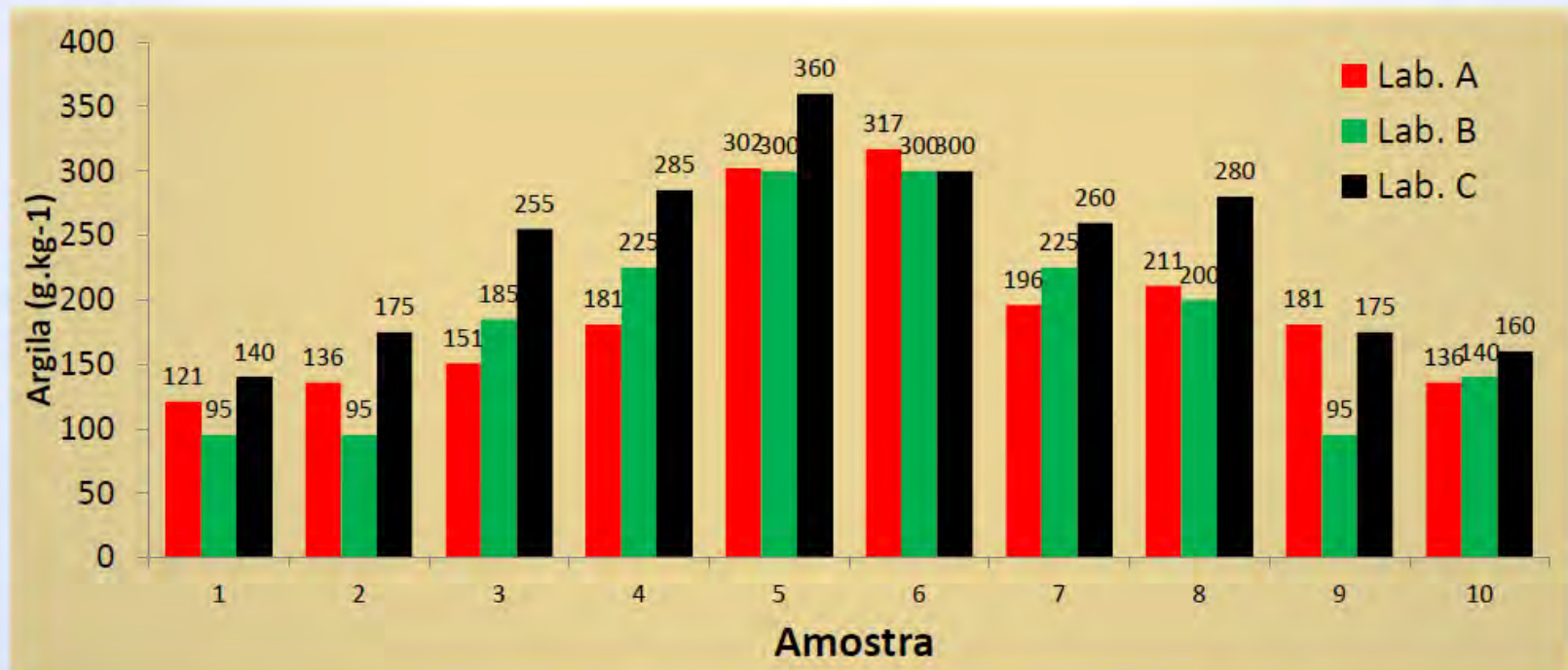
#### UBERLÂNDIA/MG





# LABORATÓRIO

## Qualidade dos resultados analíticos



Fonte: PMA - Fundação MT (2012)

**APLICAÇÃO GEO-REFERENCIADA  
BARRA DE LUZ**

© 2007 Europa Technologies

Image © 2007 DigitalGlobe

© 2007 Google™

# 4. NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DAS PLANTAS

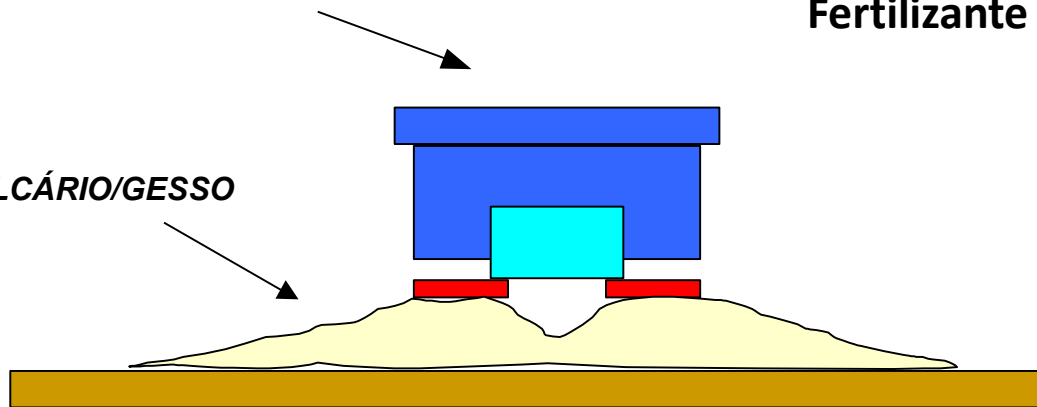
## MODOS DE APLICAÇÃO

### A LANÇO

### EM LINHA

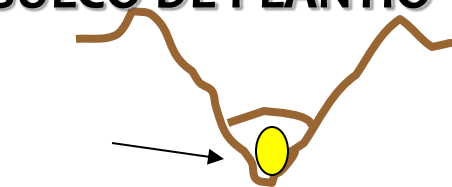
APLICADOR DE CORRETIVO

CALCÁRIO/GESSO

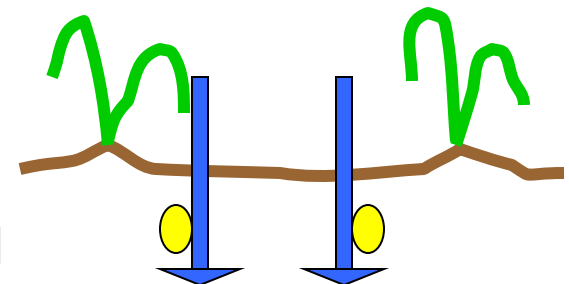


Fertilizante

SULCO DE PLANTIO



CULTIVO DE SOCA





# 5.0 DESEMPENHO DA APLICAÇÃO

Montagem coletores: 100 coletores de 0,25x 1,0 m = 25 m









# COLETA DO PERFIL TRANSVERSAL E LONGITUDINAL

## Determinação dos parâmetros meteorológicos



27 3 2006



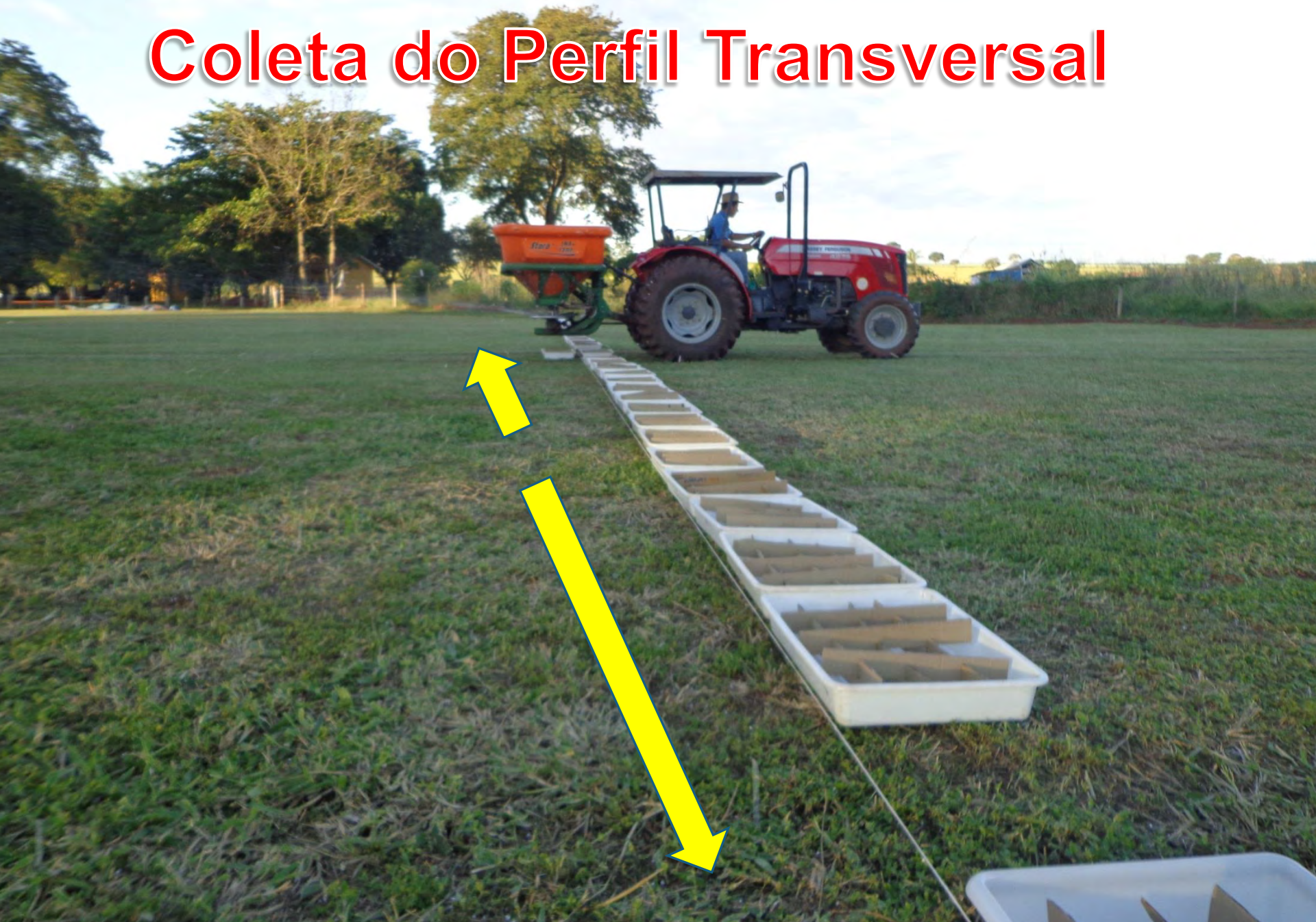
# Coleta do Perfil Transversal



23/04/2014



# Coleta do Perfil Transversal





**Stara**

**TORNADO**  
**1300**  
GERAÇÃO IV



**Intensidade do Vento**  
**Direção do Vento**  
**Umidade Relativa**  
**Temperatura**



# UNIFORMIDADE

## HOMOGENEIDADE

Coeficiente de Variação =  $CV = \frac{\text{Desvio Padrão} \cdot 100}{\text{Média}}$



Medida da “Dispersão” dos dados em relação a média

Coeficiente de Variação  $\Rightarrow$  **C.V.**

$\Rightarrow$  A Lanço CV = 15 a 20%

$\Rightarrow$  Queda livre CV = 5 a 10%

23/04/2014



# COEFICIENTE DE SIMETRIA

LADO ESQUERDO

LADO DIREITO



**Coeficiente de Simetria**

$$CS = xDir / xEsq$$

$$\Rightarrow CS = 0,9 \text{ a } 1,1$$

23/04/2014

# AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS

## \* PERFIL TRANSVERSAL

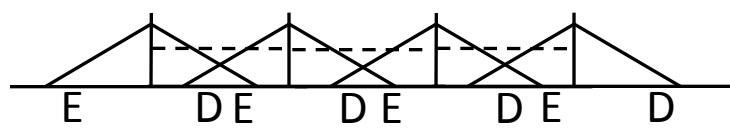
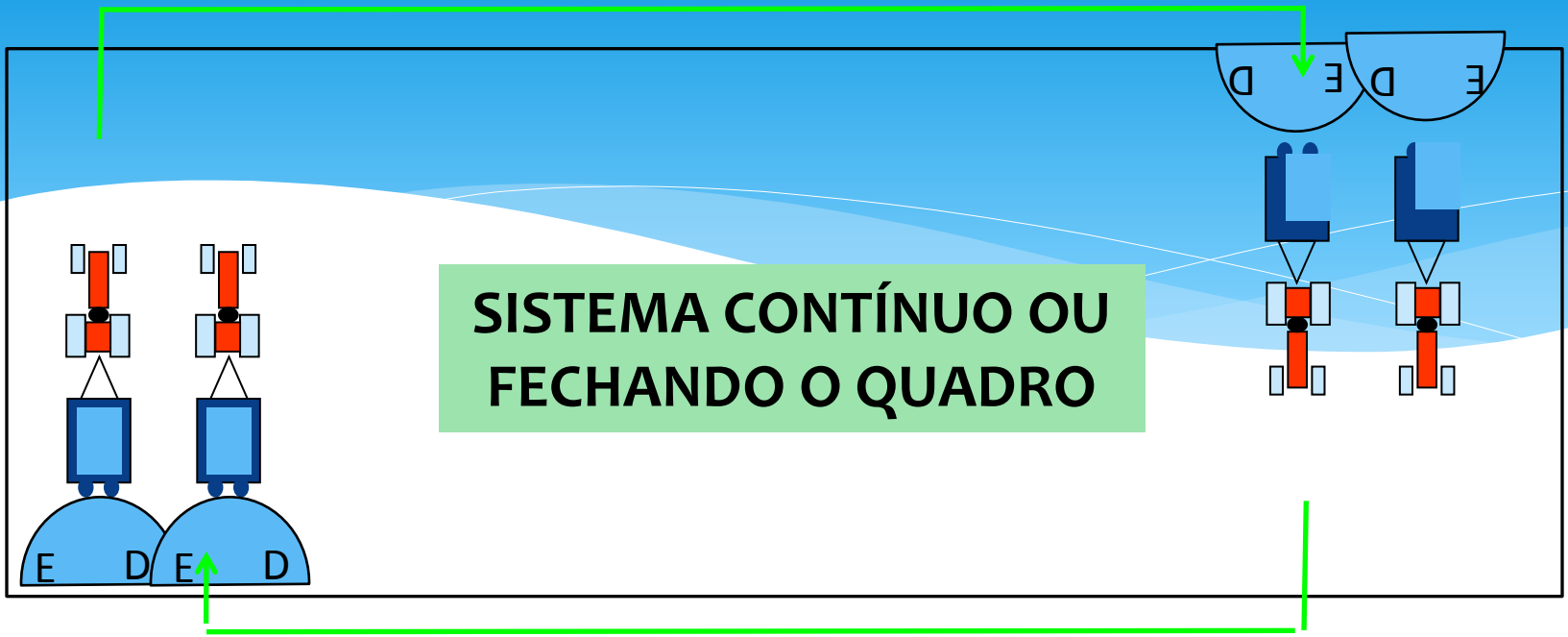
- \* TAXA DE APLICAÇÃO MÉDIA
- \* LARGURA DE TRABALHO
- \* SIMETRIA
- \* SEGREGAÇÃO

## \* PERFIL LONGITUDINAL

- \* VAZÃO DO DOSADOR
- \* DOSAGEM MÉDIA, MÁXIMA E MÍNIMA
- \* VARIAÇÃO DA ALTURA DE CARGA

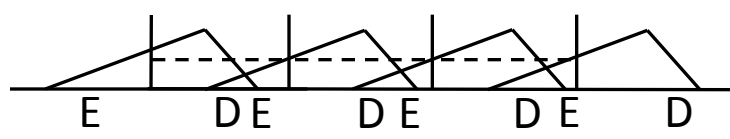


# SISTEMA OPERACIONAL DE CAMPO



**SOBREPOSIÇÃO**

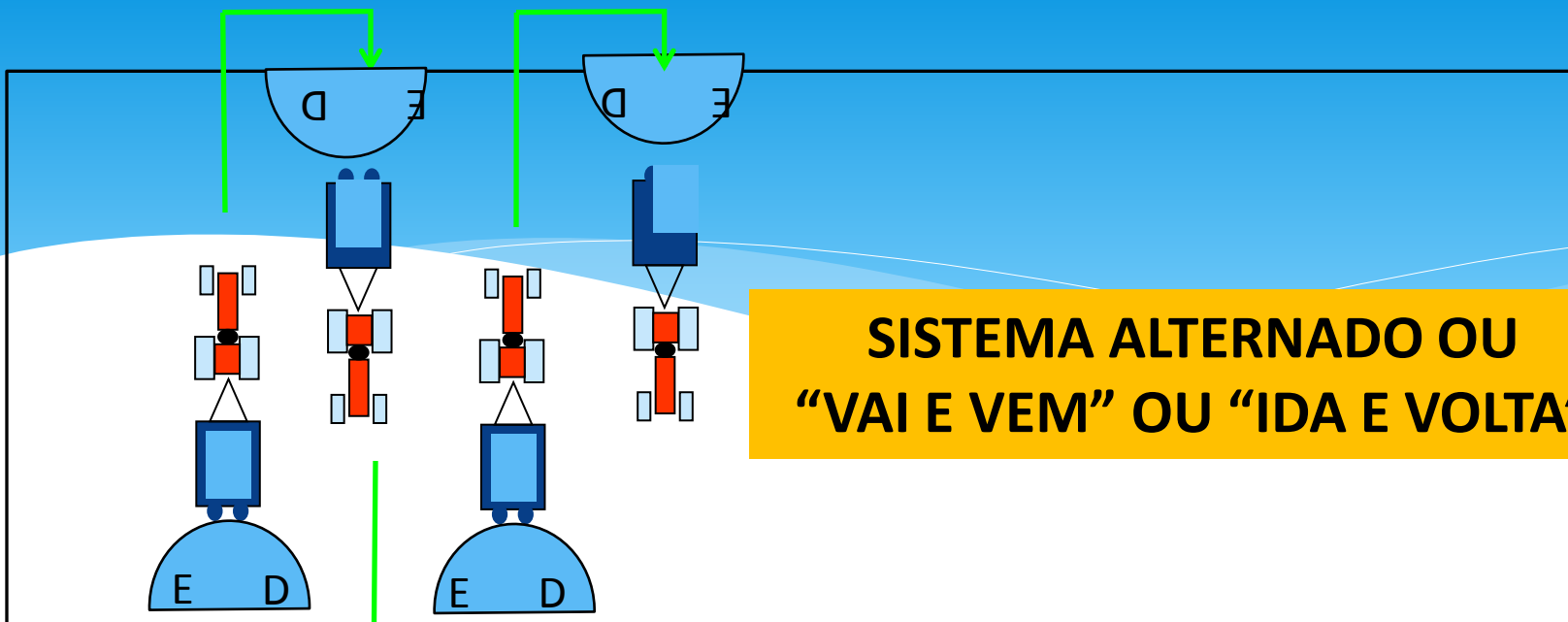
**PERFIL SIMÉTRICO**



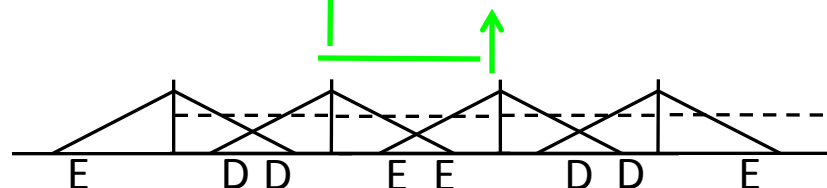
**PERFIL ASSIMÉTRICO = MANTÉM A DOSE MÉDIA ENTRE AS PASSADAS**

----- **DOSE MÉDIA**

# SISTEMA OPERACIONAL DE CAMPO



**SISTEMA ALTERNADO OU  
“VAI E VEM” OU “IDA E VOLTA”**



**PERFIL SIMÉTRICO**

**SOBREPOSIÇÃO**



**PERFIL ASSIMÉTRICO = OSCILAÇÃO DA  
DOSE MÉDIA ENTRE AS PASSADAS**

----- DOSE MÉDIA



## **5.2 RESULTADOS EXPERIMENTAIS**

**Efeito de “Quebra Vento”  
Importância da “Manutenção”  
Aspectos de “Simetria de Aplicação”  
Aplicação x Custos x Operação**

# TESTE DE DESEMPENHO

## APLICAÇÃO DE CALCÁRIO “SEM QUEBRA-VENTO”

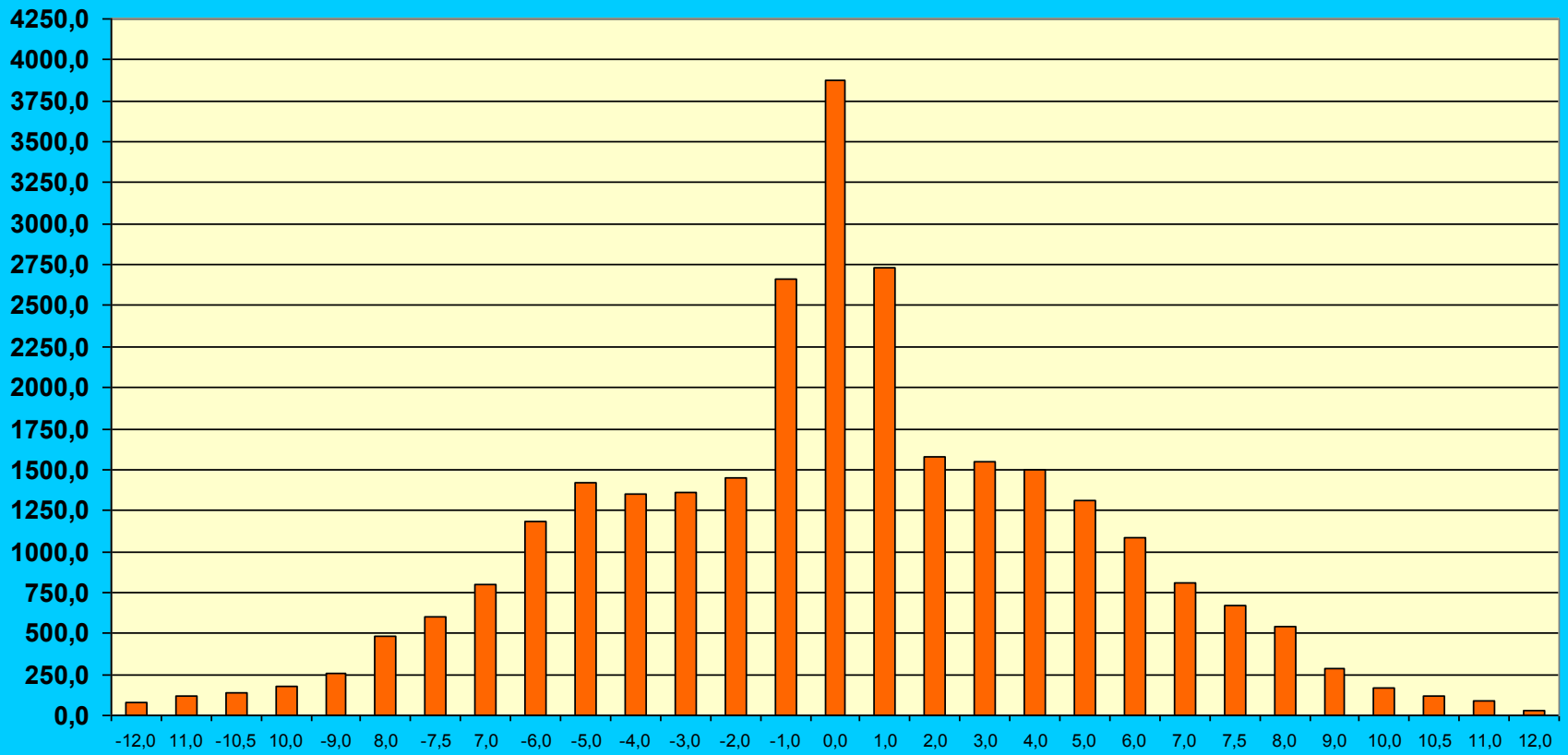


**DISTRIBUIDOR CENTRÍFUGO COM 2 DISCOS  
DOSADOR VOLUMÉTRICO TIPO ESTEIRA CENTRAL  
DEPÓSITO MONTADO SOBRE CAMINHÃO**

2005

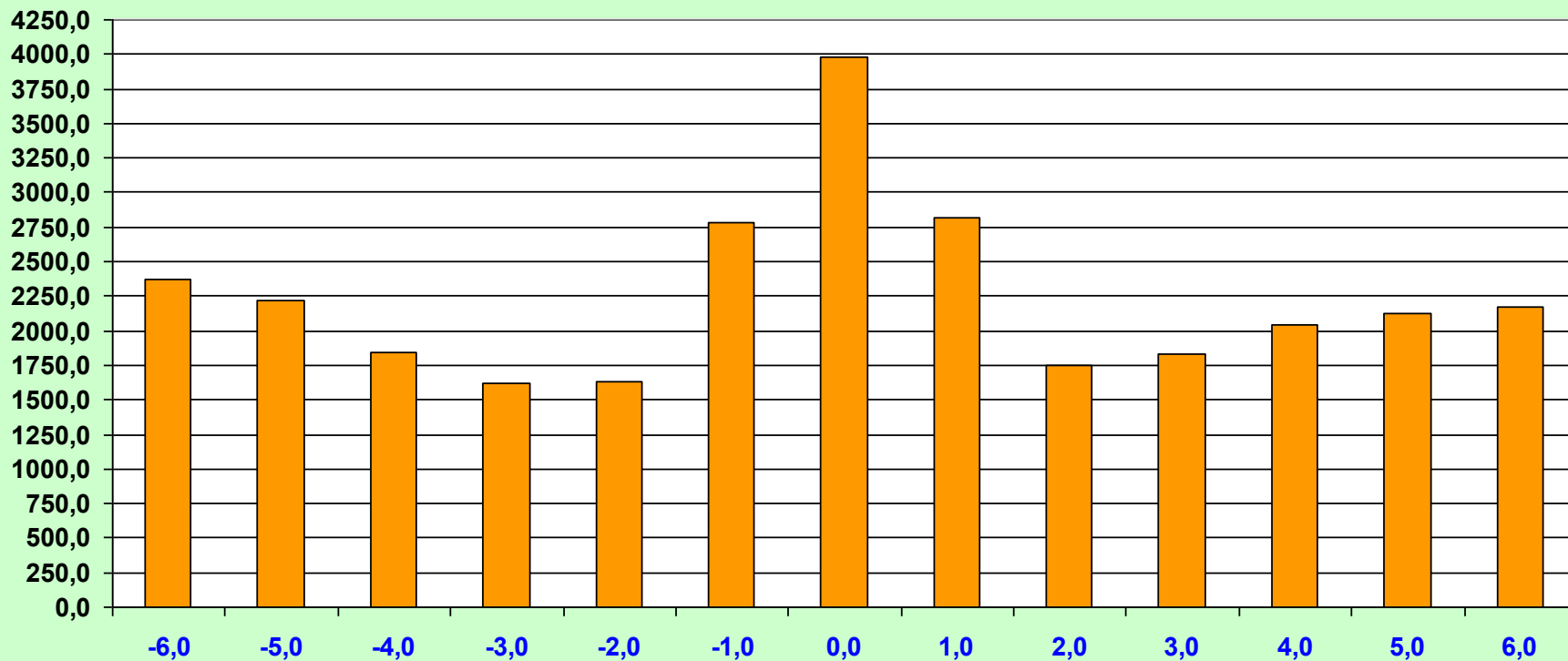


**PERFIL TRANSVERSAL BÁSICO CENTRÍFUGO COM 2 DISCOS  
 APLICADOR SOBRE CAMINHÃO - OTA - CALCÁRIO**



**ESQUERDO** **DIREITO**

**PERFIL TRANSVERSAL largura de trabalho = 12 m  
Caminhão com Aplicador OTA - CALCÁRIO**



**DOSAGEM MÉDIA = 2243 kg/ha**  
**COEFICIENTE DE VARIAÇÃO = 20,4%**  
**COEFICIENTE DE SIMETRIA = 1,022**



# TESTE DE DESEMPENHO

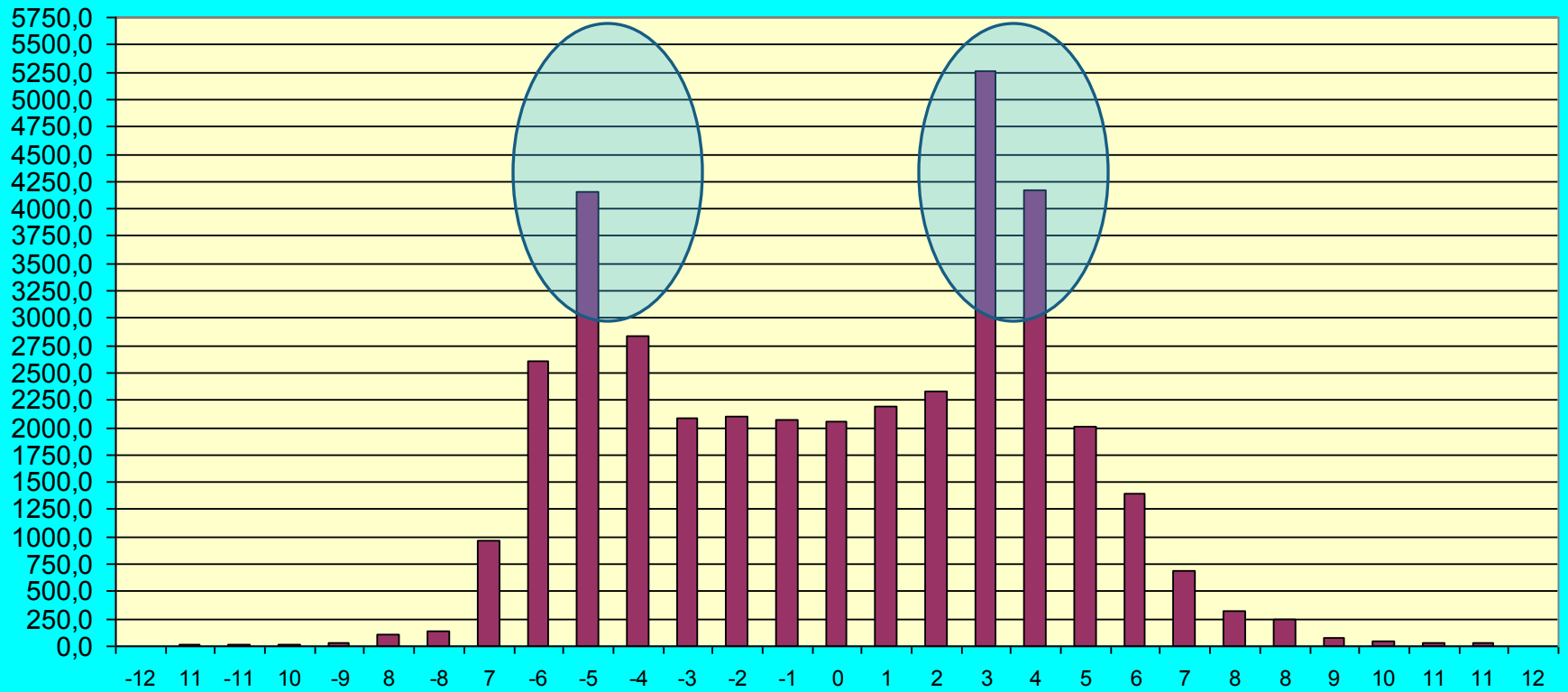
## APLICAÇÃO DE CALCÁRIO “COM QUEBRA-VENTO”



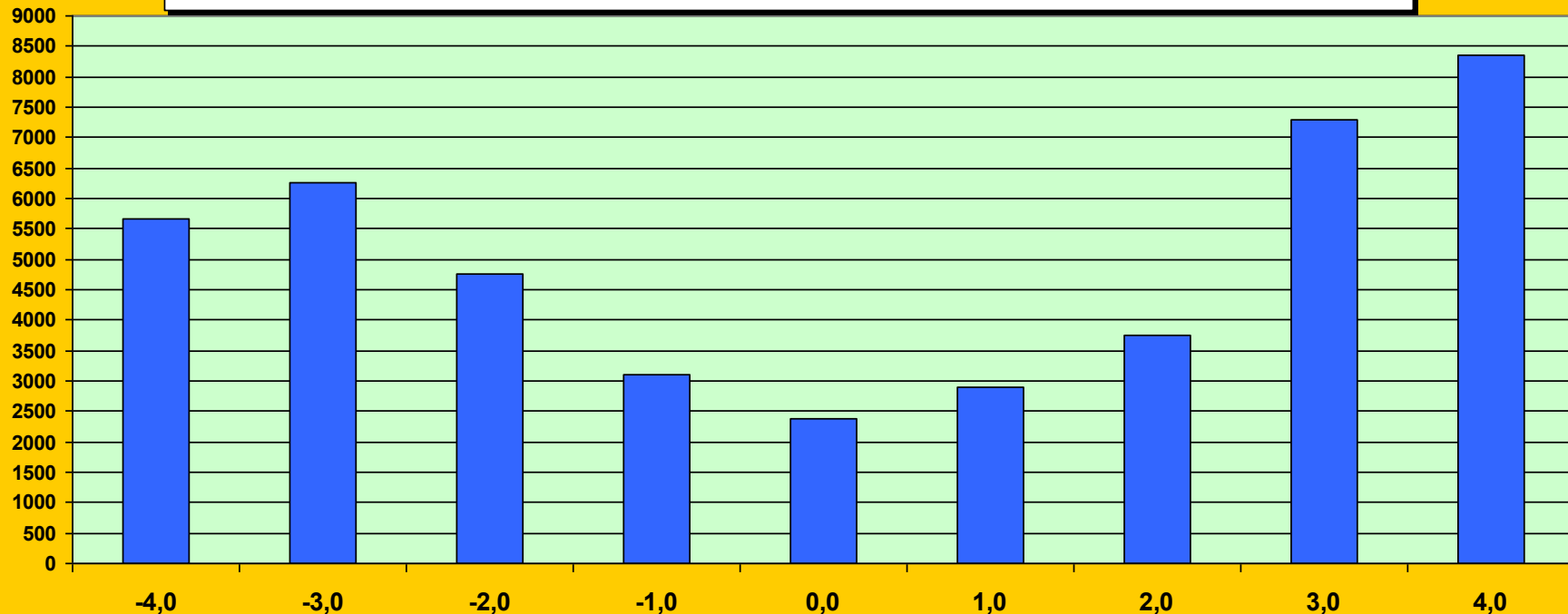
**INTENSIDADE DO VENTO > 8,0 a 10,0 km/h**

**31 8 2005**

**PERFIL TRANSVERSAL BÁSICO CENTRÍFUGO COM 2 DISCOS - APLICADOR SOBRE CAMINHÃO  
OTA COM ABAFADOR - CALCÁRIO**



**PERFIL TRANSVERSAL LARGURA DE TRABALHO DE 8,0m APLICADOR OTA SOBRE CAMINHÃO COM ABAFADOR - CALCÁRIO**



**DOSAGEM MÉDIA = 4941 kg/ha**  
**COEFICIENTE DE VARIAÇÃO = 35,1%**  
**COEFICIENTE DE SIMETRIA = 1,114**



# Testes Usina São Manoel - Março de 2007 - Spander Canavieira - SOLLUS

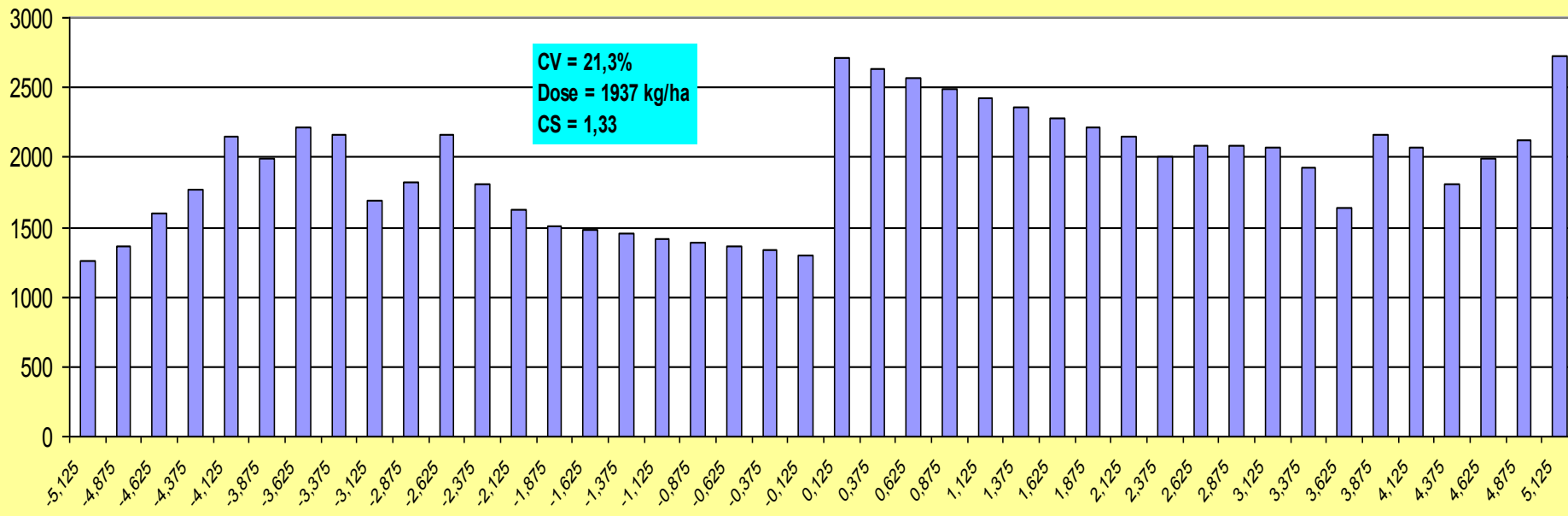


# Carreta Sollus com calcário “filler”

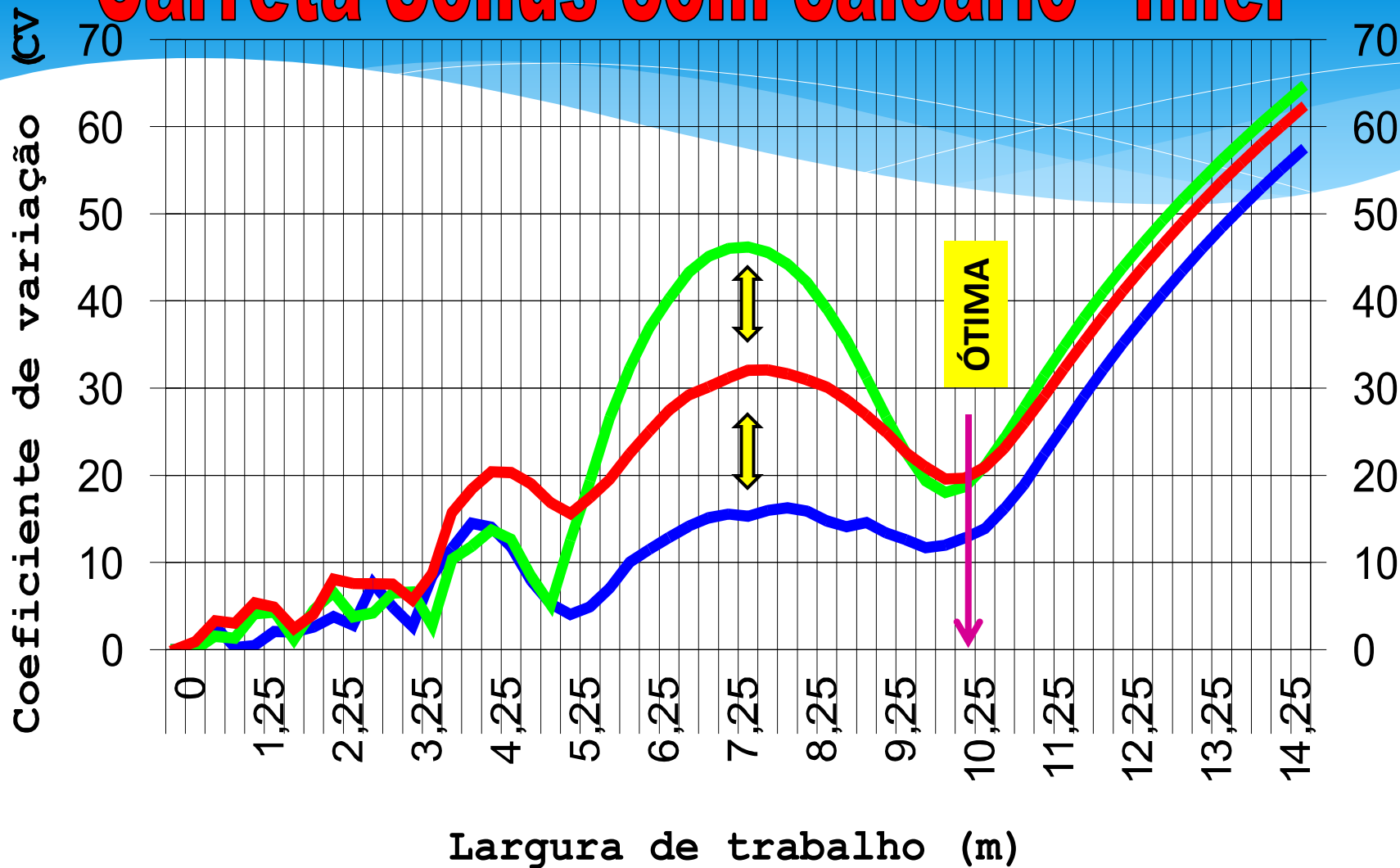
Teste feito com calcário Geocal – 96% < 0,3mm

Equipamento regulado para 2,0 t/ha

Teste 6 -Sollus com calcário Geocal mar/07 Us. São Manoel - Largura = 10,25 m



# Carreta Sollus com calcário "filler"



— Sistema Contínuo

— Alternado Esquerdo

— Alternado Direito

Pedro Luz - Agrarias/USP 2014

Fechando o Quadro ou Perimétrico

84

“Vai e Vem ou Ida e Volta”



# ERROS BÁSICOS

## Falta de reparos & manutenção

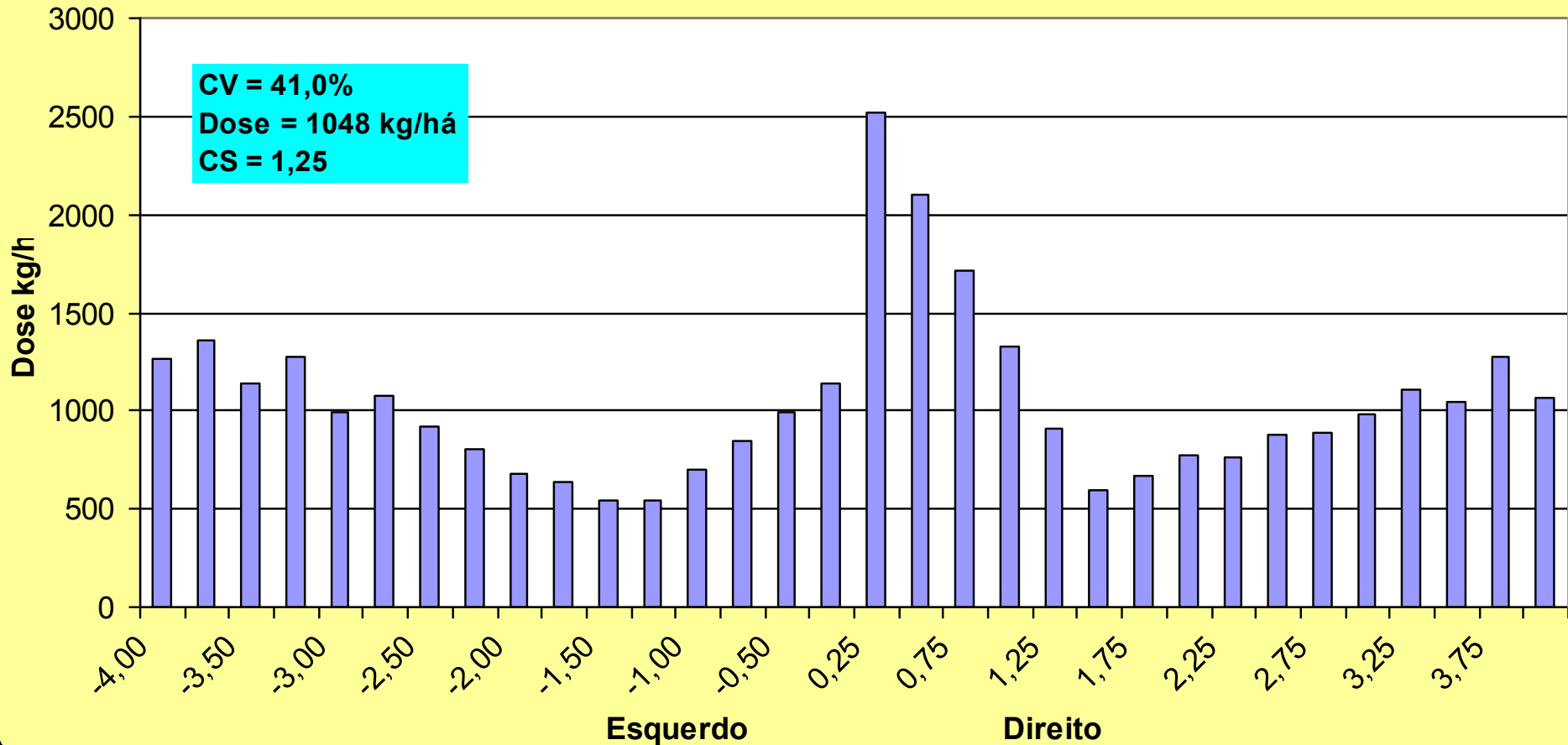


**Disco com somente “2 aletas”**

14 3 2006

# EQUIPAMENTO SEM MANUTENÇÃO

Teste 1 - Jan 7500 com Gesso - Us São Manoel abr/06 - Largura = 8,0 m





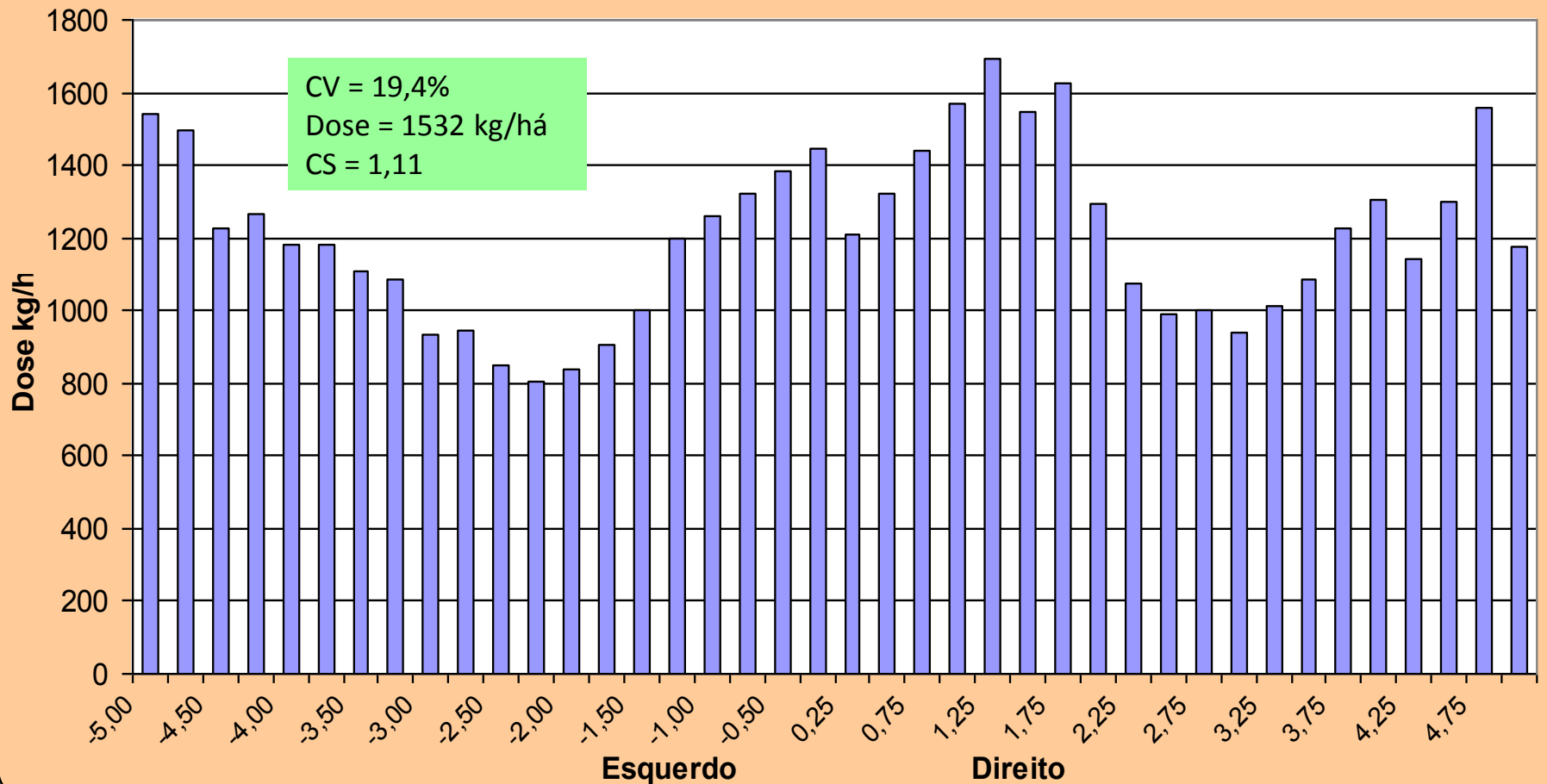
# EQUIPAMENTO COM MANUTENÇÃO





# EQUIPAMENTO COM MANUTENÇÃO

Teste 3 - PICCIN 5500 com Gesso. Us São Manoel abr/06. Largura = 10,0m



# Avaliação da aplicação de KCl em Soqueira de Cana-de-Açúcar. Distribuidor Pendular Usina São João



**Coleta do Perfil Transversal:  
KCl - Pó Branco**

**Controle:  
Velocidade operacional  
Direção e intensidade do vento**



## Avaliação da aplicação de tipos de KCl em Soqueira de cana-de-açúcar - Distribuidor Pendular - USJ

Parâmetro	Cloreto de Potássio					
	Granulado		Pó Róseo		Pó Branco	
Opção	A	B	A	B	A	B
Largura de trabalho – m	7,1	<b>8,1</b>	<b>5,1</b>	6,1	<b>4,1</b>	5,1
Percurso teórico – m	1408	<b>1235</b>	<b>1961</b>	1639	<b>2439</b>	1961
Percurso comparativo %	57,7	<b>50,6</b>	<b>80,4</b>	67,2	<b>100</b>	80,4
Coef. de Variação	23,3	<b>25,7</b>	<b>22,6</b>	38,5	<b>19,4</b>	32,6
Coef. de Simetria	1,20	<b>1,18</b>	<b>0,76</b>	0,76	<b>1,03</b>	1,07



# ETOPEC - AVALIAÇÃO DE CUSTOS DE PRODUTO - KCl E APLICAÇÃO - USJ - ARARAS - SP

Cloreto de Potássio	LT m	Rendimento Operacional		Custo Aplicação R\$/ha	Diferença Aplicação		Custo Produto R\$/ha	Diferença Produto		Custo KCl Aplicado R\$/ha	Saldo R\$/ha
		ha/h	h/ha		h/ha	R\$/ha		R\$/ha	R\$/ha		
Granulado	8,1	4,0	0,25	18,75	0,0	0,00	216,00	0,00	234,75	0,00	
Pó Róseo	5,1	3,0	0,33	24,75	+ 0,08	6,00	194,40	- 21,60	219,15	+ 15,60	
Pó Branco	4,1	2,5	0,4	30,00	+ 0,15	11,25	201,60	- 14,40	231,60	+ 3,15	

LT = Largura de Trabalho

**Custo Horário: FORD 4630 + APLICADOR PENDULAR VICON = R\$ 65,00/hora**

**Dosagem KCl = 180 kg/ha ou 108 Kg K<sub>2</sub>O/ha**

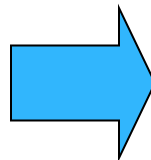
**Custo KCl: Granulado = R\$ 1.200,00/t**

**Pó Róseo = R\$ 1080,00/t**

**Pó Branco = R\$ 1120,00/t**

**Opção: KCl pó róseo**

**Área aplicada = 8.000 ha**



**Redução de Custo  
KCl aplicado  
R\$ 124.800,00**

# GRANULOMETRIA - KCl

Tipos de KCl	Retido			
	Peneira 10 – 2,0 mm	Peneira 20 – 0,84 mm	Peneira 40 – 0,5 mm	Fundo < 0,5 mm
Granulado	77,2	17,62	0,86	4,31
Pó róseo	0,28	29,14	59,61	10,97
Pó branco	1,02	2,73	26,26	69,69

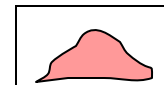
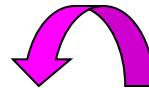
Peneiras

10 - 2,00 mm

20 - 0,84 mm

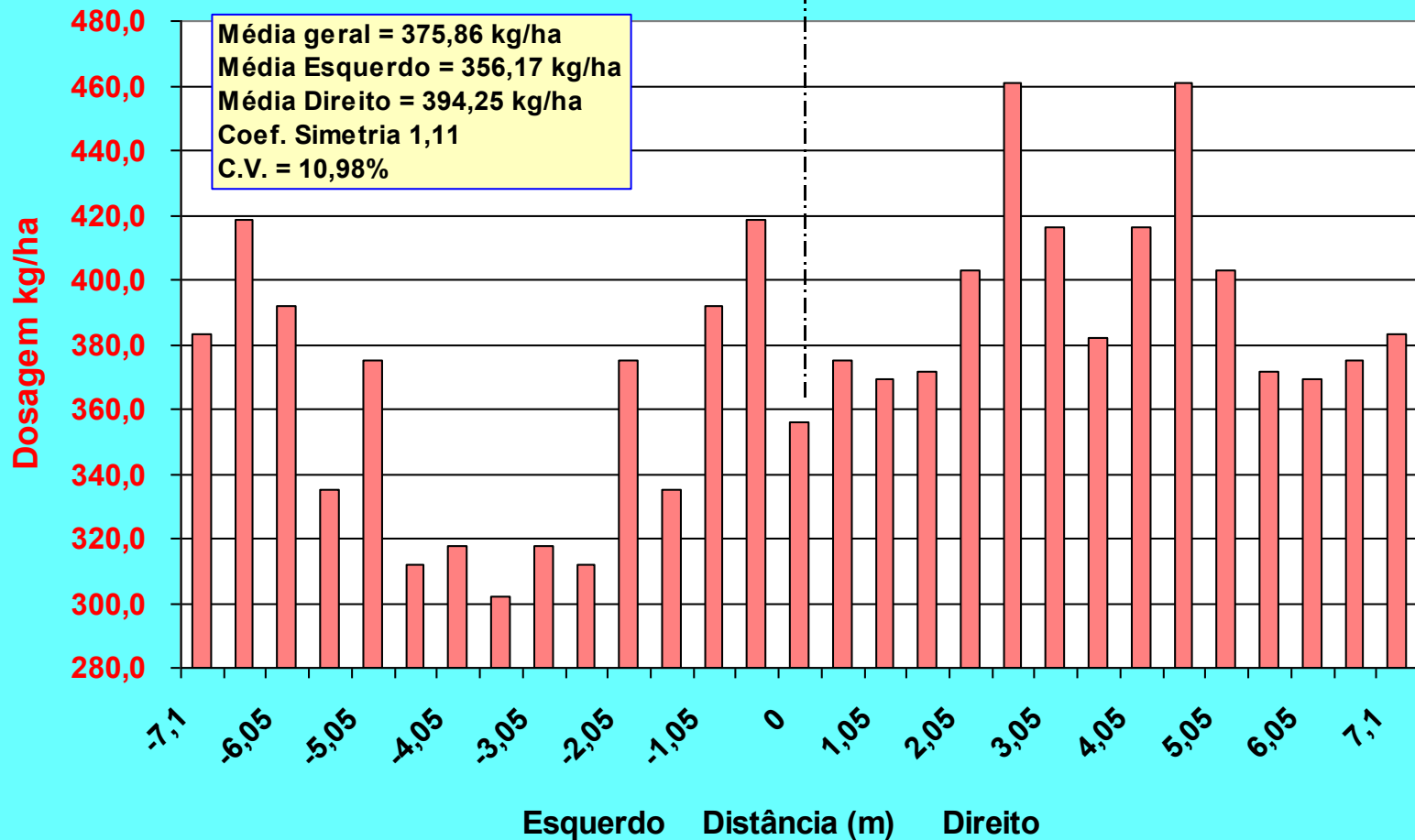
40 - 0,50 mm

Fundo



**Produto KCl**

**Perfil Transversal da aplicação (kg/ha) - USJ 1999**  
**Mistura de grânulos N-P-K = 22:00:22 Espaçamento = 7,10 m**

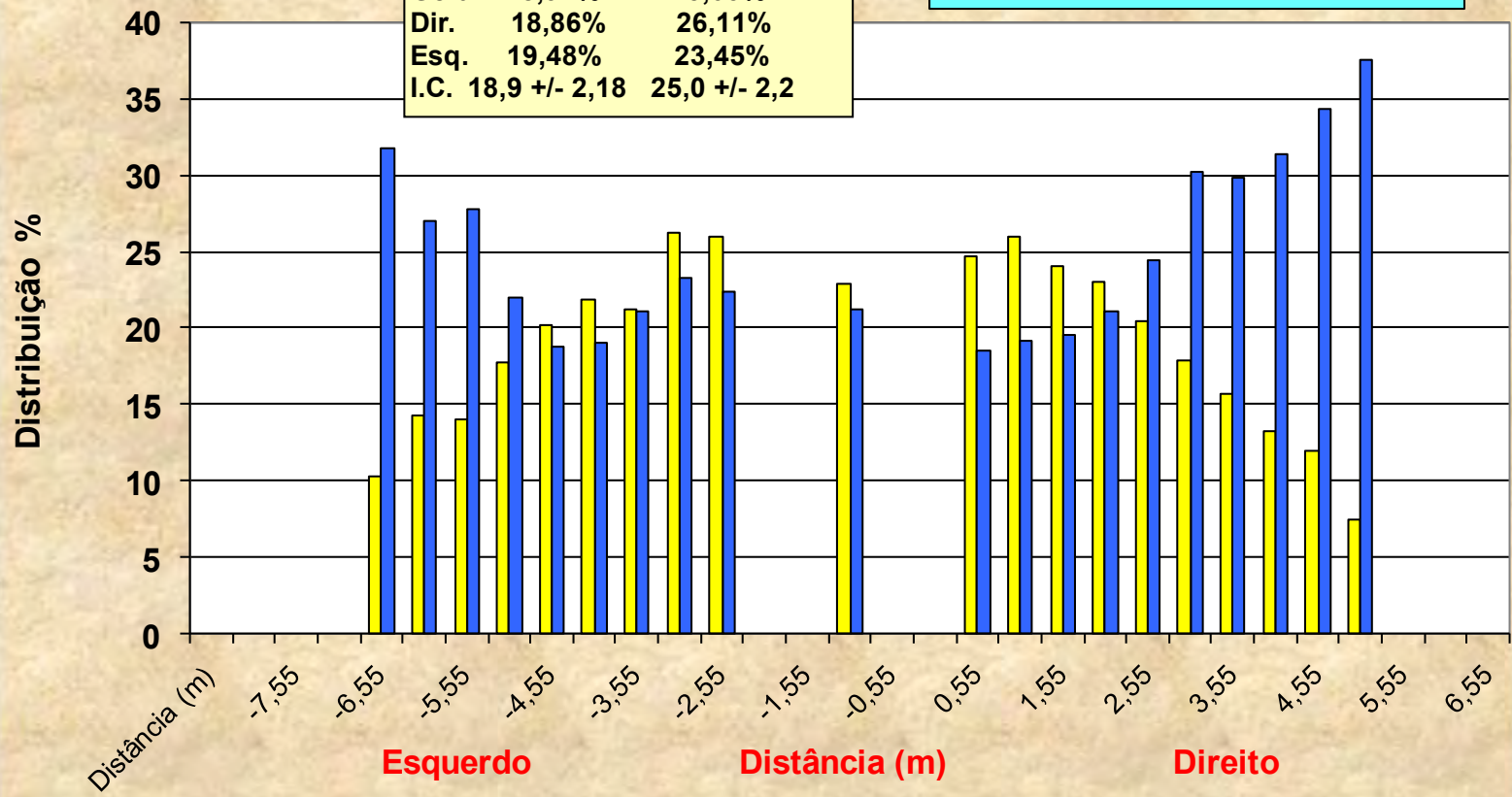




**Tecnologia de aplicação - FZEA/USP & Usina São João**  
**Produto: Fórmula N : K - 22:00:22**

Média	N	K2O
Geral	18,97%	25,03%
Dir.	18,86%	26,11%
Esq.	19,48%	23,45%
I.C.	18,9 +/- 2,18	25,0 +/- 2,2

■ N (%)    ■ K2O (%)



# TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

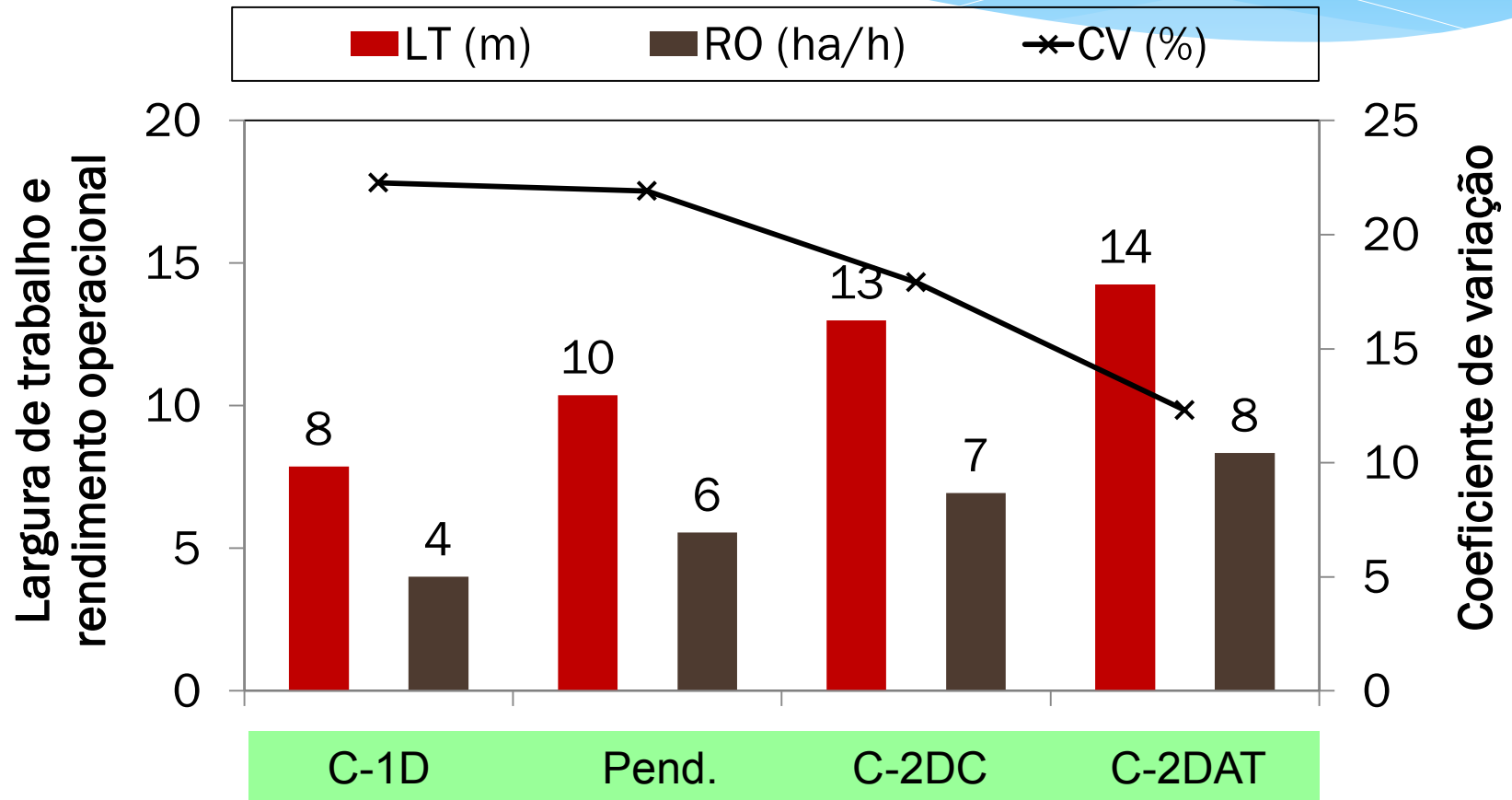
## TESTES DE DESEMPENHO

4 FONTES DE KCl  
4 APLICADORES  
16 COMBINAÇÕES

## AVALIAÇÃO A CAMPO

17 7 2006  
AGRARIAS - FZEA - USP - PIRASSUNUNGA/SP

# RESUMO DOS EQUIPAMENTOS DISTRIBUIDORES DE FERTILIZANTES





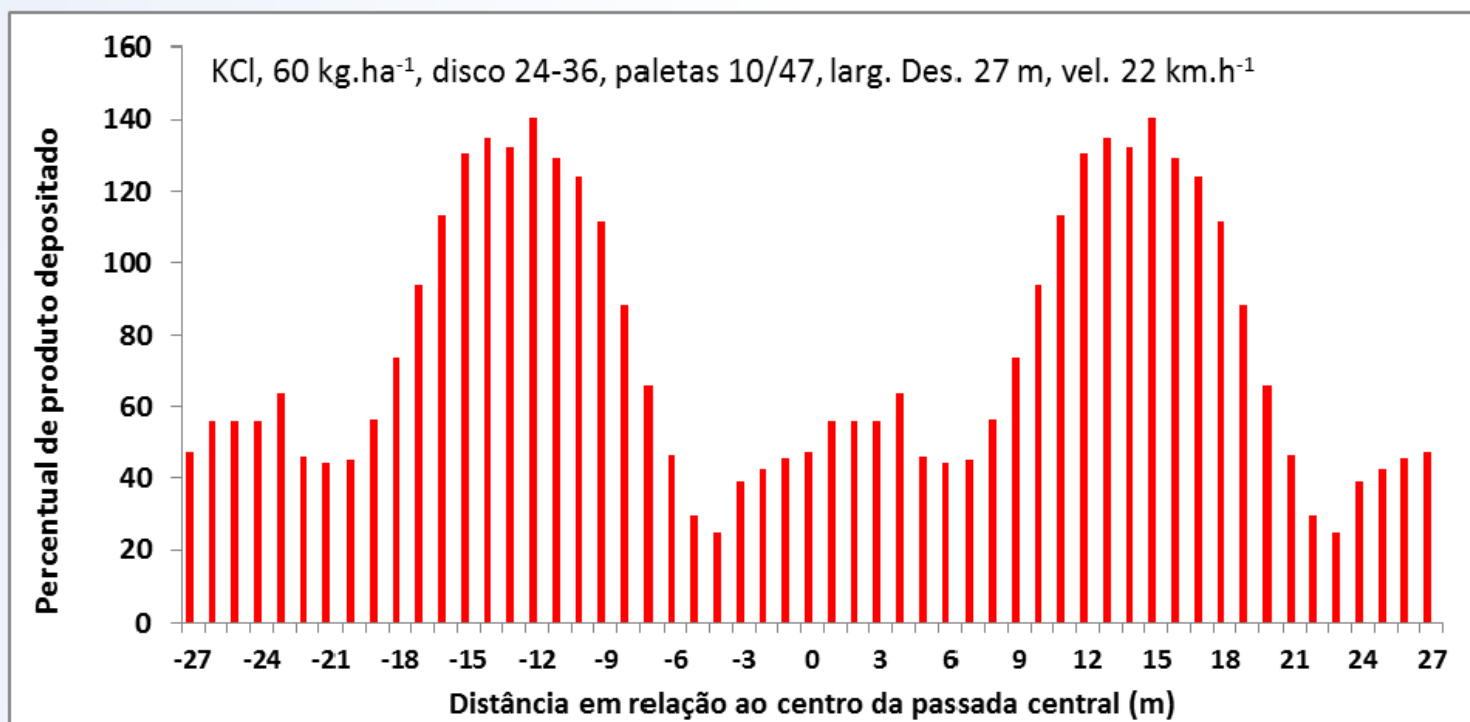
# AVALIAÇÕES DE APLICADORES

## Fundação MT – PMS



# Distribuidor Centrífugo com dois discos

## Fertilizante = KCl - Teste dose = 60 kg/ha



# Distribuidor Centrífugo com dois discos Fertilizante = KCl - Resultados Gerais – Coeficiente de Variação – CV%

Valores de coeficientes de variação médios para as distribuições

Largura (m)	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1.7	1.4	2.4	1.9	1.3	1.5
4	1.8	1.4	1.2	0.9	1.8	2.4
5	1.3	2.4	2.4	2.9	2.3	3.0
6	1.6	6.3	2.8	5.7	6.6	3.3
7	3.2	6.0	3.5	6.4	4.8	4.4
8	5.4	3.5	5.9	4.5	7.3	3.4
9	10.2	4.3	9.0	7.1	7.1	4.8
10	16.7	5.8	9.6	11.0	6.7	7.0
11	21.2	7.6	9.9	20.0	9.3	9.9
12	21.6	8.4	9.7	25.6	12.3	8.0
13	18.0	9.9	1.7	25.6	12.0	3.7
14	12.8	8.9	8.5	20.0	8.8	8.5
15	7.4	8.9	7.5	10.3	9.1	16.5
16	7.3	10.4	7.3	4.5	12.0	24.6
17	10.2	13.3	7.9	14.1	14.6	30.8
18	13.8	14.6	8.3	24.6	19.9	35.5
19	17.3	15.5	9.5	33.5	24.3	38.1
20	20.1	14.5	10.9	40.8	27.1	39.3
21	21.9	13.3	13.4	47.0	29.7	38.9
22	22.7	11.4	15.1	51.3	31.5	37.2
23	22.7	11.3	18.1	54.1	32.6	34.4
24	22.0	11.4	20.7	55.1	31.8	30.6
25	21.1	14.0	23.6	54.7	30.5	26.2
26	20.5	17.4	26.6	52.6	28.1	21.4
27	21.0	21.4	29.1	49.2	25.4	17.3
28	22.7	25.4	31.9	45.0	22.7	14.8
29	25.7	29.1	34.4	40.5	19.9	15.6
30	29.4	32.7	37.3	35.8	17.9	18.7





## TESTES DE DESEMPENHO

### PRODUTOS:

2 Corretivos = Calcário e Gesso

2 Fertilizantes = MAP e KCl

### IMPLEMENTO:

Dosador = Volumétrico com esteira central

Distribuidor: Centrífugo com 2 discos

Tratamentos: Velocidades de deslocamento

8,0 – 10,0 e 12,0 km.h<sup>-1</sup>

Trator: Valtra BM-125i

Local: Fazenda Roçinha 1

Grupo S.A. Agroindustrial Eldorado



## AVALIAÇÃO A CAMPO

# TESTES DE DESEMPENHO

**Adequação do aplicador para  
Aplicação de corretivo ou fertilizante**



**Monitoramento das condições  
climáticas**





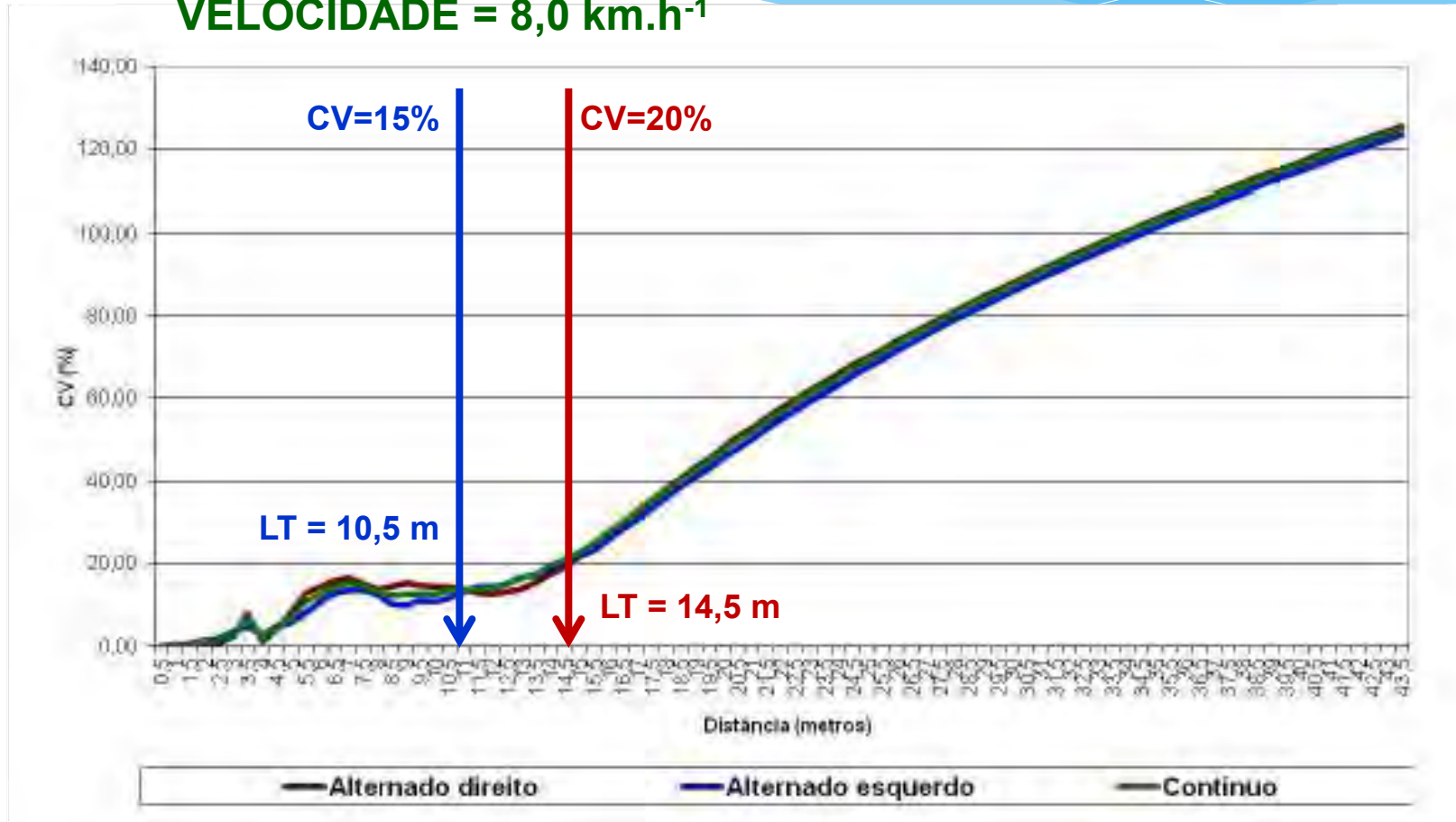
## RESULTADOS DOS TESTES DE APLICAÇÃO





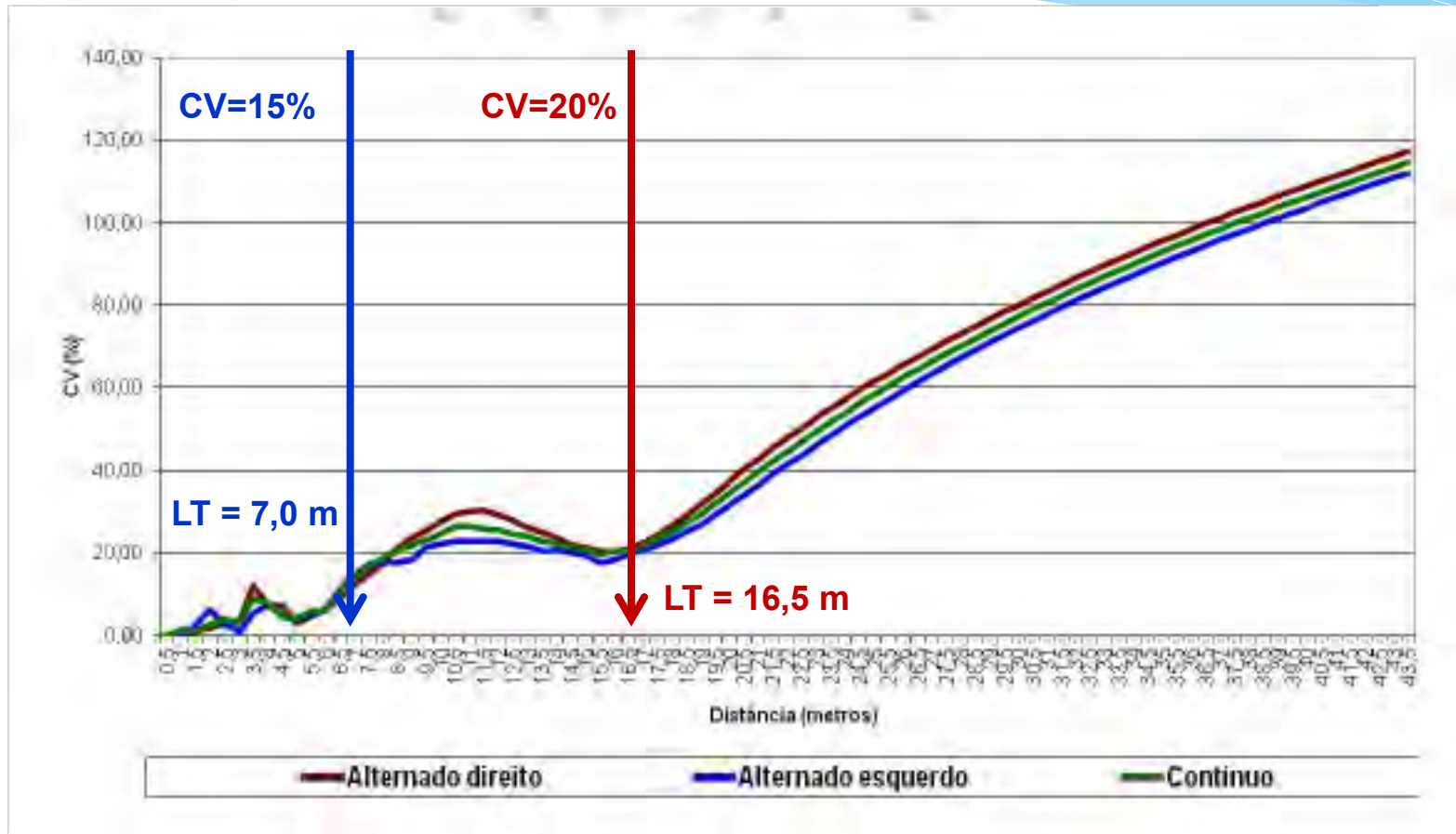
# RESULTADO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO – CV%

VELOCIDADE = 8,0 km.h<sup>-1</sup>



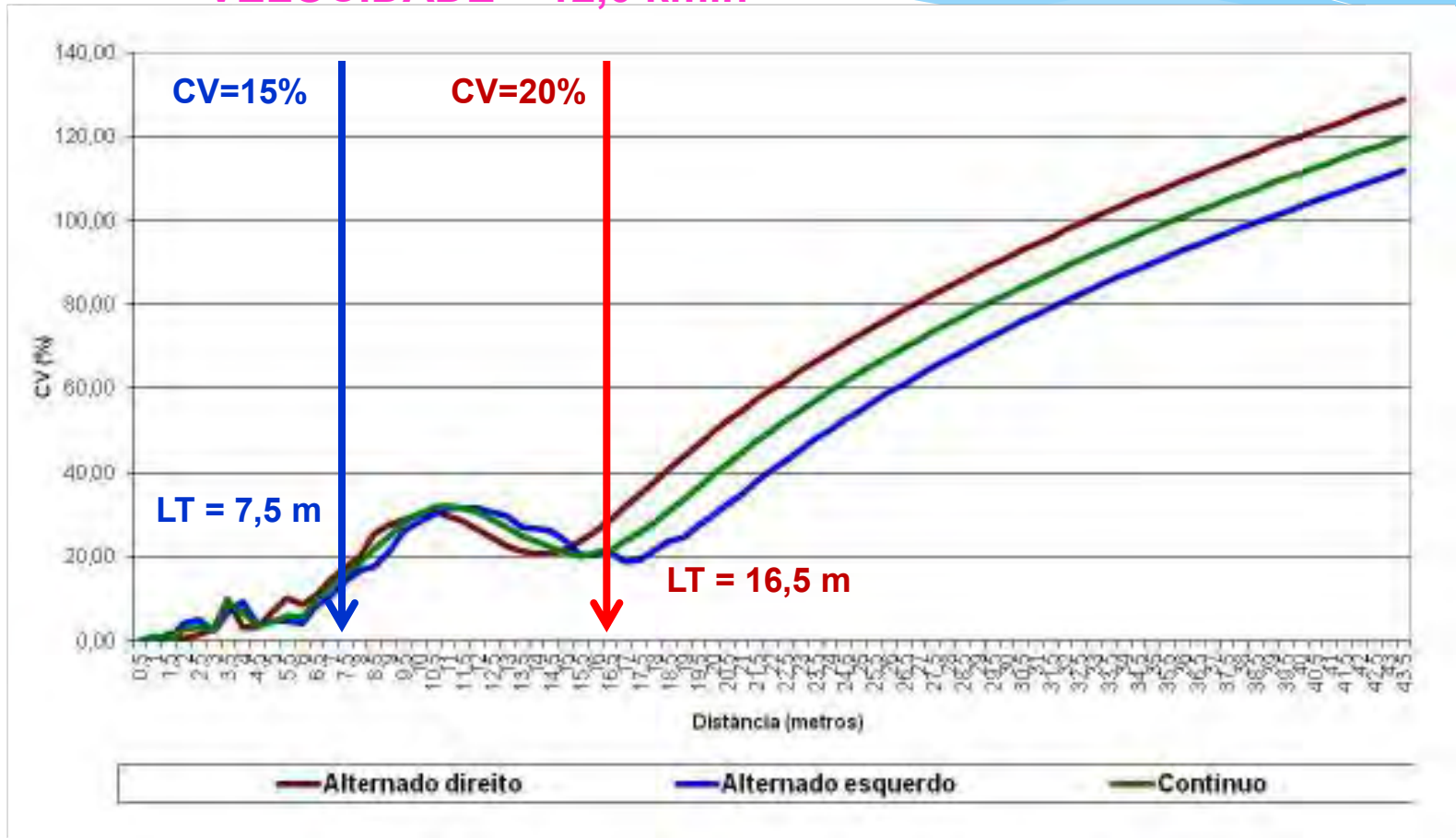
# RESULTADO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO – CV%

VELOCIDADE = 10,0 km.h<sup>-1</sup>



# RESULTADO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO – CV%

VELOCIDADE = 12,0 km.h<sup>-1</sup>





# RESULTADOS DOS TESTES DE APLICAÇÃO



**LARGURA DE TRABALHO - m**

**Coefficiente de Variação – CV%**

CV %	8,0 km.h-1	10,0 km.h-1	12,0 km.h-1
20	14,5	16,0	16,5
15	10,5	7,0	7,5

## TESTES COM CALCÁRIO

# RESULTADOS DOS TESTES DE APLICAÇÃO



**LARGURA DE TRABALHO - m**

**Coefficiente de Variação – CV%**

CV %	8,0 km.h-1	10,0 km.h-1	12,0 km.h-1
20	8,5	8,5	9,0
15	7,5	8,0	8,5

## TESTES COM GESSO

# RESULTADOS DOS TESTES DE APLICAÇÃO



**LARGURA DE TRABALHO - m**

**Coefficiente de Variação – CV%**

CV %	8,0 km.h-1	10,0 km.h-1	12,0 km.h-1
20	19,0	9,0	8,5
15	9,0	8,0	8,0

## TESTES COM MAP



# RESULTADOS DOS TESTES DE APLICAÇÃO



**LARGURA DE TRABALHO - m**

**Coefficiente de Variação – CV%**

CV %	8,0 km.h-1	10,0 km.h-1	12,0 km.h-1
20	15,5	16,0	16,0
15	8,0	8,5	8,5

## TESTES COM KCI

# TESTE DE APLICAÇÃO: PERFIL TRANSVERSAL 9 LINHAS – 1,5m Cana-de-açúcar



# TESTE DE APLICAÇÃO: PERFIL TRANSVERSAL 9 LINHAS – 1,5m Cana-de-açúcar

Fertilizante N:P:K Mistura de Grânulos: 20:05:20

Tabela 1. Massa coletada (kg), vazão de adubo (kg/min) e CV% das vazões ao longo dos bocais

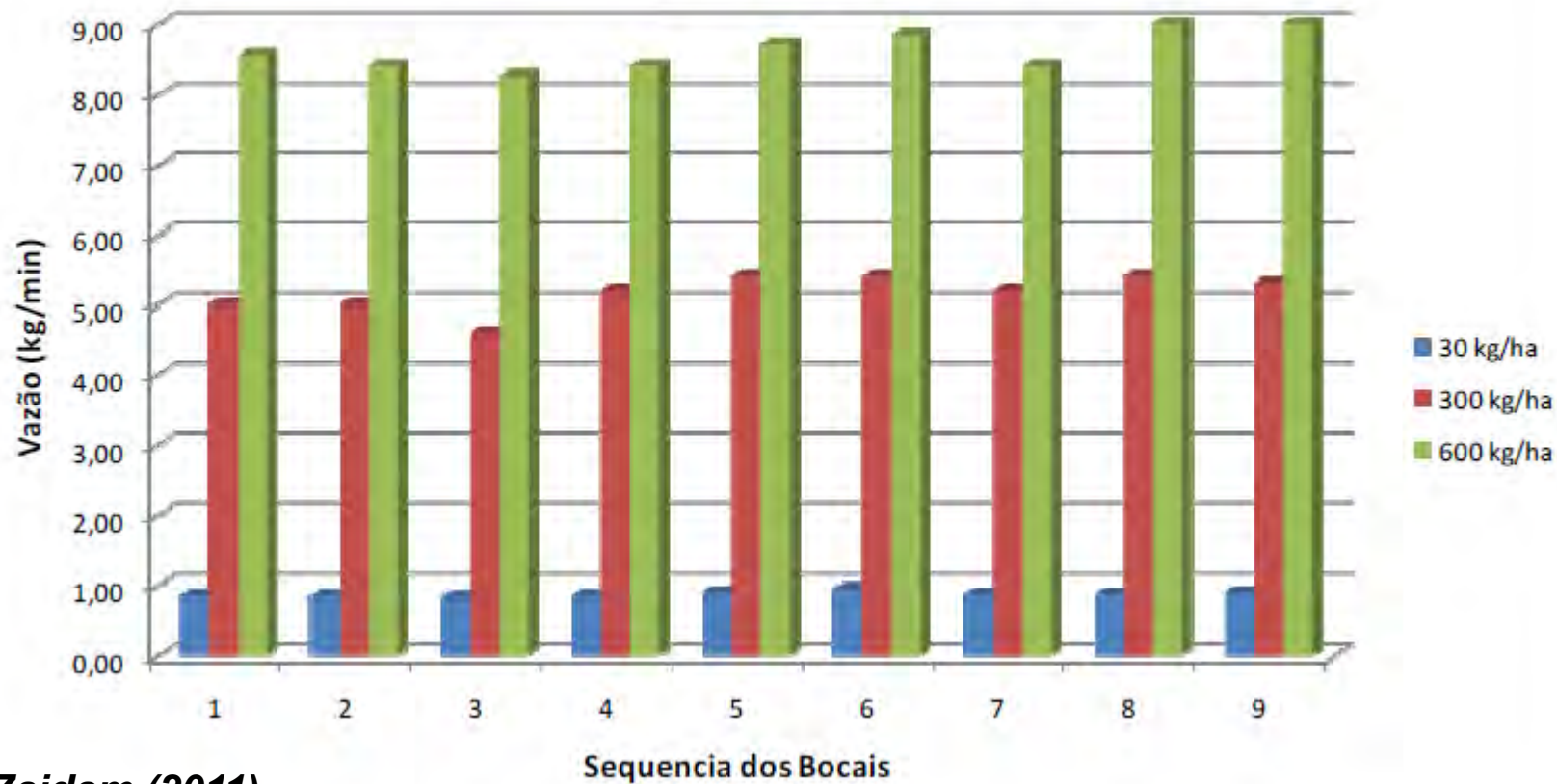
TAXA DE APLICAÇÃO	MASSA COLETADA (Kg)									VAZÃO (Kg . MIN <sup>-1</sup> )									CV%
	BOCAIS									BOCAIS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
DIMENSÃO ABERTURA (mm)	64,0	54,8	63,4	64,4	55,8	63,0	64,5	55,8	63,7	64,0	54,8	63,4	64,4	55,8	63,0	64,5	55,8	63,7	
(30 Kg/ha)	1,70	1,70	1,65	1,70	1,80	1,90	1,75	1,75	1,80	0,85	0,85	0,83	0,85	0,90	0,95	0,88	0,88	0,90	4,29
(300 Kg/ha)	2,50	2,50	2,30	2,60	2,70	2,70	2,60	2,70	2,65	5,00	5,00	4,60	5,20	5,40	5,40	5,20	5,40	5,30	5,12
(600 Kg/ha)	2,85	2,80	2,75	2,80	2,90	2,95	2,80	3,00	3,00	8,55	8,40	8,25	8,40	8,70	8,85	8,40	9,00	9,00	3,27

*Zaidam (2011)*



# TESTE DE APLICAÇÃO: PERFIL TRANSVERSAL 9 LINHAS – 1,5m Cana-de-açúcar

Distribuição transversal entre os bocais - NPK(Cana)



Zaidam (2011)

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

- **QUALIDADE DA APLICAÇÃO EXIGE DIVERSIDADE DE CONHECIMENTOS;**
- **DESEMPENHO COM FERTILIZANTES A LANÇO:** superioridade dos equipamentos com distribuidor centrífugo com dois discos de alta tecnologia;
- **A aplicação em “taxa variável” na agricultura de precisão possibilita a exatidão da dosagem, porem não garante a qualidade do perfil transversal – uniformidade;**
- **Não é possível “generalizar” os resultados dos testes de aplicação (condições específicas do teste);**
- **Para garantir uma aplicação com qualidade:**
  - **Avaliações da qualidade da aplicação no campo: TESTES**
  - **Treinamento constante dos operadores: MÃO DE OBRA**
  - **Qualificação em nível acadêmico: PROFISSIONAL**





**Mais importante que a vontade de vencer  
é a coragem de começar.**

*Anônimo*



USP

Pirassununga SP



*Prof. Dr. Pedro Henrique Luz*

Tel. 19 –3565.4267 ou 9784.5913  
[phcerluz@usp.br](mailto:phcerluz@usp.br) ou  
[pedrohenriqueluz@uol.com.br](mailto:pedrohenriqueluz@uol.com.br)

OBRIGADO!

