

## **SINDAG – CONGRESSO REGIONAL DE AVIAÇÃO AGRÍCOLA / SUL**

**CACHOEIRA DO SUL, RS**

**7 a 9 DE JUNHO DE 2007**

### **ATIVIDADE : TESTES DE DEPOSIÇÃO**



### **RELATÓRIO**

## **SINDAG – CONGRESSO REGIONAL DE AVIAÇÃO AGRÍCOLA / SUL**

### **TESTES DE DEPOSIÇÃO COM AERONAVES AGRÍCOLAS**

#### **1. INTRODUÇÃO**

No dia 8 de junho de 2007, como parte da programação do “Sindag – Congresso Regional de Aviação / Sul” em Cachoeira do Sul, RS, foram realizados os “Testes de Deposição” com aeronaves agrícolas efetuando aplicação de produtos líquidos. Os testes não tiveram o objetivo de comparação entre aeronaves, equipamentos ou tecnologia de aplicação de forma competitiva. O objetivo desta atividade foi a de familiarizar os participantes do Congresso, de forma dinâmica, com os modernos métodos de avaliação de deposição de líquidos, bem como o de proporcionar a cada um dos participantes do teste uma avaliação preliminar do desempenho de seu conjunto avião/equipamento.

#### **2. AERONAVES E EQUIPAMENTOS**

Participaram dos testes as seguintes aeronaves e equipamentos:

<i>Marca/Modelo</i>	<i>Matrícula</i>	<i>Equipamento</i>	<i>Configurações</i>	<i>Proprietário</i>
Cessna A188 B	PR-AHJ	8 AU5000 LD	VRU 13 / 65°	Nitz Aviação Agrícola Ltda
Cessna A188 B	PR-LED	8 AU5000	VRU 11-13 / 65°	Terra Aviação Agrícola Ltda
Ipanema EMB201A	PT-GUO	8 Stol ARD	Orif. 2 / Ang. 2	Aeroagrícola Santos Dumont Ltda

Todas as aeronaves estavam equipadas, ainda, com sistemas DGPS, de diversos modelos.



**PR-LED**



**PR-AHJ**



**PT-GUO**

#### **3. PRODUTO APLICADO**

Foi utilizada água tingida com corante azul (“Hi-light”) na proporção de 1,5% v.v.

Após os vãos, cada aeronave teve o volume do tanque completado até a mesma marcação feita antes da decolagem, para determinação do volume aplicado. Pela indicação do DGPS obteve-se a área aplicada. Pela divisão de ambos valores obteve-se a “Taxa de Aplicação Efetiva” (litros / hectare), assim discriminada para cada aeronave:



Conferência da Taxa de Aplicação

<i>Aeronave</i>	<i>Volume aplicado</i>	<i>Área</i>	<i>Taxa de aplicação</i>	<i>Largura de faixa</i>
PR-AHJ	66 litros	4,9 ha	13,4 l/ha	17 m
PR-LED	53 litros	4,37 ha	12,1 l/ha	18 m
PT-GUO	72 litros	5,0 ha	14,4 l/ha	15 m

#### 4. METODOLOGIA DE COLETA E ANÁLISE

Juntamente com os organizadores do evento, optou-se por efetuar a coleta de deposição empregando o processo de “faixas superpostas”.

Os vôos foram efetuados perpendicularmente a uma linha de cartões de papel “kromekote” (dimensões 7,5cm X 5,0cm) colocados sobre suportes metálicos, a campo aberto e a aproximadamente 0,5 m de altura, com espaçamento de 1 metro. O número de cartões usado em cada vôo foi dependente da largura de faixa utilizada (número = largura de faixa + 1).

Programou-se fazer os vôos perpendicularmente à direção do vento, progredindo as faixas em sentido contrário. Porém, tal vento, presente na véspera dos testes, mudou de direção soprando exatamente no mesmo sentido dos vôos (“vento alinhado”). Como, porém, devido ao Plano de Segurança do Evento era impossível voar no sentido perpendicular, o que faria os aviões invadirem o setor Sul (lado do público), foi mantido o planejamento, fazendo-se os vôos no sentido alinhado com o vento (Leste-Oeste-Leste). O croquis a seguir ilustra o esquema geral :

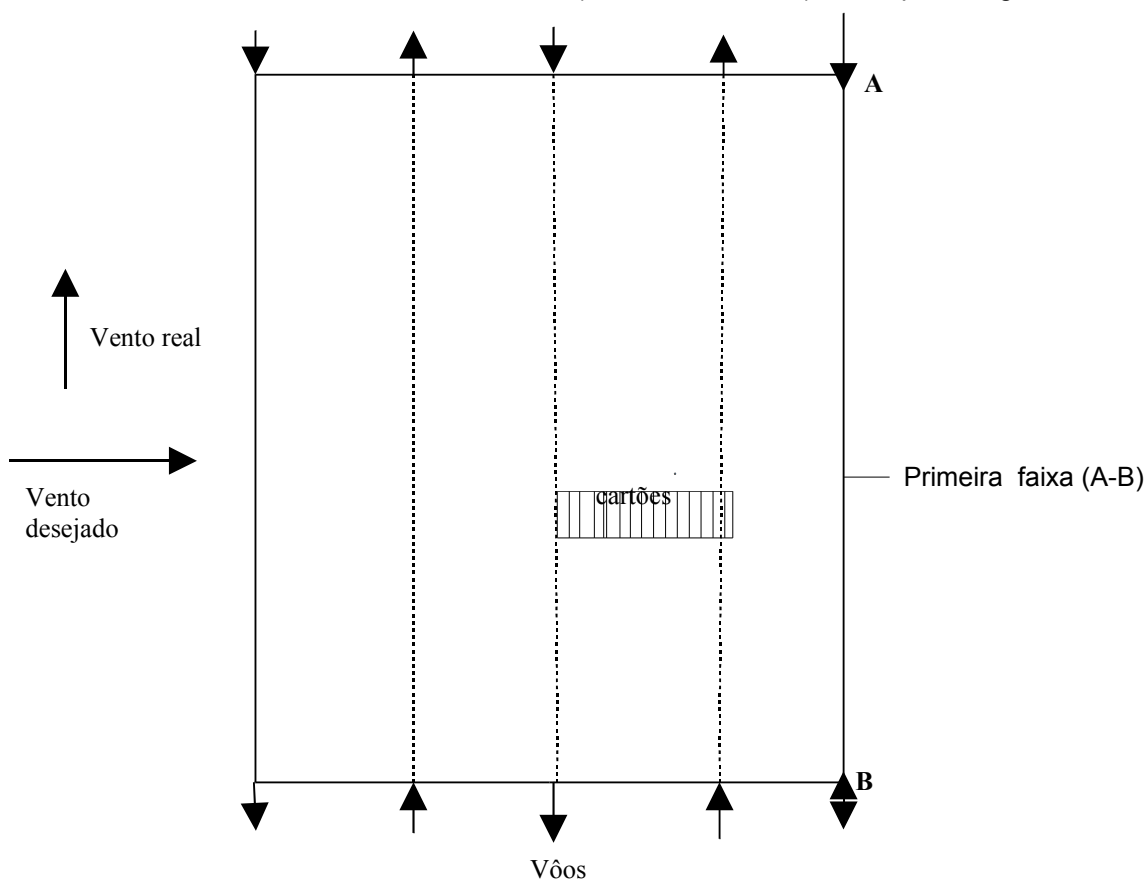


Figura 1 – Croquis dos testes

As condições meteorológicas foram monitoradas ( Temperatura, Umidade Relativa, Velocidade do Vento)', permanecendo relativamente constantes ao longo dos três vôos, conforme mostra a tabela a seguir:

<i>Vôo</i>	<i>Aeronave</i>	<i>Temperatura</i>	<i>Umidade Relativa</i>	<i>Velocidade do vento</i>
<b>1</b>	<b>PR-AHJ</b>	<b>12 C</b>	<b>85%</b>	<b>11 km/h</b>
<b>2</b>	<b>PR-LED</b>	<b>12 C</b>	<b>85%</b>	<b>12 km/h</b>
<b>3</b>	<b>PT-GUO</b>	<b>12 C</b>	<b>84%</b>	<b>13 km/h</b>

A primeira faixa de cada vôo foi efetuada sobre uma linha previamente demarcada, sobre a qual foram marcados os pontos "A-B" do DGPS. Esta linha estava à distância equivalente a "uma faixa" do primeiro cartão.

Em cada vôo foram efetuadas 6 faixas no padrão "BK-BK",

A altura do vôo situou-se entre 3 a 4 metros

O início e final de cada faixa ocorreram respectivamente a 200 metros antes e 200 metros depois da linha de cartões.



**Vôos com corante para coleta da deposição**

## 5. AVALIAÇÃO DA DEPOSIÇÃO

Após cada vôo, os cartões foram numerados, recolhidos, digitalizados e processados em computador usando o software “AgroScan”<sup>®</sup> (Agrotec Tecnologia Agrícola e Industrial Ltda).



**Sistema de análise informatizado**



**Cartão após coleta**

## 6. RESULTADOS

Os resultados são apresentados no anexo 1, onde as siglas e termos técnicos têm o seguinte significado:

- **DMN** : Diâmetro Médio Numérico. É a soma dos diâmetros de todas as gotas, dividida pelo número de gotas.
- **VMD (ou VMD<sub>0,5</sub>)**: Diâmetro Mediano Volumétrico: é o diâmetro de gota que divide a população de gotas de forma que a metade do VOLUME aplicado é constituído por gotas de diâmetro inferior àquele e a outra metade do VOLUME é constituído por gotas de diâmetro superior.
- **Densidade** (de gotas): é o número de gotas / cm<sup>2</sup>.
- **Amplitude Relativa** : é o resultado da divisão da diferença entre o VMD<sub>0,9</sub> (diâmetro de gota abaixo do qual está 90% do volume) e o VMD<sub>0,1</sub> (diâmetro de gota abaixo do qual está 10% do volume), pelo VMD<sub>50</sub>. Expressa a uniformidade da população de gotas. Quanto menor a Amplitude Relativa, maior a uniformidade em relação à média.
- **C.V.**: Coeficiente de Variação % : expressa a variação em torno da média (da Densidade de Gotas, ou do Volume de Aplicação), em percentagem. Quanto menor o CV, mais uniformidade.

Pelotas, 13 de junho de 2007



Eng.Agr. Eduardo C. de Araújo

# **SINDAG – CONGRESSO REGIONAL DE AVIAÇÃO AGRÍCOLA / SUL**

**CACHOEIRA DO SUL, RS**

**7 a 9 DE JUNHO DE 2007**

**ATIVIDADE : TESTES DE DEPOSIÇÃO**

**ANEXO 1**

**RESULTADOS**

# Dados do Trabalho

Sindag1



## Dados Gerais

Identificação: Sindag1  
Responsável: E.Araujo  
Data: 8/6/2007

## Dados do Avião

Tipo/Modelo: Cessna A188 B  
Prefixo: PR-AHJ  
Equipamentos: 8 atomizadores Micronair AU 5000 LD  
Configurações: VRU 13 / 65 graus

## Dados Operacionais

Direção do vento: Leste  
Vel. do vento: 11 km/h  
Umidade relativa: 85%  
Temperatura: 12 C  
Rumo do vôo: Leste-Oeste-Leste  
Velocidade do vôo: 115 MPH  
Altura do vôo: 3-4 m

## Dados da Coleta

Esp. Coletores: 1 m  
Largura da Faixa: 17 m superposta  
Vazão: 70,73 lpm = 13,5 l/ha  
Pressão: 20 psi

## Observações

Nitz Aviação Agrícola Ltda

---

# Médias por cartão

Sindag1



Cartão	gotas/cm <sup>2</sup>	litros/ha	VMD (mm)	DMN (mm)	Ampl.Rel.
1	19,60	21,800	0,315	0,236	0,804
2	12,70	13,800	0,291	0,245	0,744
3	9,48	7,970	0,315	0,195	1,100
4	12,50	9,710	0,345	0,187	0,964
5	10,20	10,400	0,395	0,196	0,924
6	17,50	11,300	0,312	0,179	0,879
7	13,70	15,600	0,312	0,239	0,965
8	17,90	20,000	0,333	0,238	0,833
9	12,40	15,500	0,311	0,254	0,813
10	13,20	11,000	0,267	0,220	0,824
11	13,30	13,700	0,295	0,230	0,749
12	8,57	15,000	0,347	0,272	0,786
13	9,97	10,200	0,360	0,199	0,972
14	10,40	7,270	0,309	0,182	1,130
15	13,70	16,400	0,317	0,236	0,804
16	6,49	6,260	0,355	0,204	0,725
17	11,10	10,500	0,425	0,188	0,964
18	8,90	3,020	0,234	0,151	0,624

## Resumos:

Densidade: 12,30 gotas/cm<sup>2</sup>

Volume: 12,20 litros/ha

VMD: 0,324 mm

DMN: 0,215 mm

Amplitude Relativa: 0,905

# Média Geral

Sindag1



Classe	lim.inf.(mm)	lim.sup.(mm)	DMN	No.Gotas	No.Gotas(%)	gotas/cm <sup>2</sup>	litros/ha	% volume	% acumulado
1	0,00	0,05	0,000	0	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00
2	0,05	0,10	0,075	607	20,10	2,470	0,058	0,48	0,48
3	0,10	0,15	0,124	394	13,00	1,600	0,165	1,36	1,85
4	0,15	0,20	0,176	417	13,80	1,700	0,496	4,09	5,93
5	0,20	0,25	0,226	508	16,80	2,070	1,260	10,40	16,40
6	0,25	0,30	0,273	454	15,00	1,850	1,990	16,40	32,80
7	0,30	0,35	0,324	287	9,49	1,170	2,100	17,30	50,10
8	0,35	0,40	0,370	173	5,72	0,704	1,880	15,50	65,60
9	0,40	0,45	0,423	90	2,98	0,366	1,450	12,00	77,60
10	0,45	0,50	0,472	58	1,92	0,236	1,300	10,70	88,30
11	0,50	0,55	0,520	19	0,63	0,077	0,572	4,72	93,00
12	0,55	0,60	0,574	12	0,40	0,049	0,484	3,99	97,00
13	0,60	0,65	0,628	5	0,17	0,020	0,265	2,18	99,20
14	0,65	0,70	0,000	0	0,00	0,000	0,000	0,00	99,20
15	0,70	0,75	0,000	0	0,00	0,000	0,000	0,00	99,20
16	0,75	0,80	0,761	1	0,03	0,004	0,094	0,77	100,00

## Resumos:

Densidade: 12,30 gotas/cm<sup>2</sup>

VMD: 0,324mm

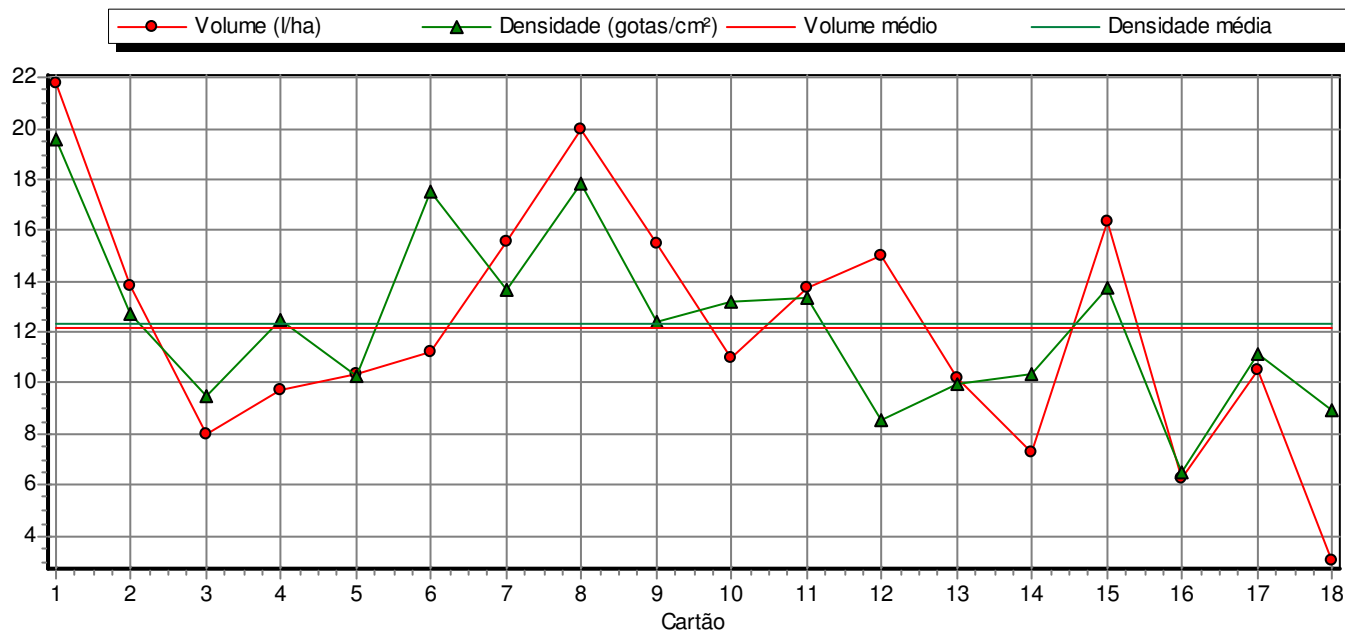
Amplitude Relativa: 0,905

Volume: 12,20 litros/ha

DMN: 0,215mm

# Gráfico Simples

Sindag1



Cartão	Volume	Densidade
1	21,80	19,60
2	13,80	12,70
3	7,97	9,48
4	9,71	12,50
5	10,40	10,20
6	11,30	17,50
7	15,60	13,70
8	20,00	17,90
9	15,50	12,40
10	11,00	13,20
11	13,70	13,30
12	15,00	8,57
13	10,20	9,97
14	7,27	10,40
15	16,40	13,70
16	6,26	6,49
17	10,50	11,10
18	3,02	8,90

Volume médio: 12,20 l/ha    Densidade média: 12,30 gotas/cm<sup>2</sup>    C.V. Volume: 38,0%    C.V. Densidade: 27,0%

# Dados do Trabalho

Sindag2



## Dados Gerais

Identificação: Sindag2  
Responsável: E.Araujo  
Data: 8/6/2007

## Dados do Avião

Tipo/Modelo: Cessna A188 B  
Prefixo: PR-LED  
Equipamentos: 8 Atomizadores AU 5000  
Configurações:

## Dados Operacionais

Direção do vento: Leste  
Vel. do vento: 12 km/h  
Umidade relativa: 85%  
Temperatura: 12 C  
Rumo do vôo: Leste-Oeste  
Velocidade do vôo: 115 MPH  
Altura do vôo: 3-4 m

## Dados da Coleta

Esp. Coletores: 1 m  
Largura da Faixa: 18 m  
Vazão: equiv 12 l/ha  
Pressão: 28 psi

## Observações

Terra Aviação Agrícola Ltda

---

# Médias por cartão

Sindag2



Cartão	gotas/cm <sup>2</sup>	litros/ha	VMD (mm)	DMN (mm)	Ampl.Rel.
1	44,70	20,700	0,266	0,163	0,973
2	43,30	23,100	0,276	0,173	0,836
3	37,50	15,000	0,222	0,165	0,908
4	41,10	7,980	0,196	0,121	1,050
5	43,50	7,580	0,221	0,111	1,070
6	48,70	8,200	0,205	0,111	1,300
7	48,60	8,990	0,199	0,117	0,939
8	55,70	11,700	0,180	0,132	1,020
9	49,00	8,220	0,185	0,117	1,330
10	65,10	11,500	0,190	0,119	1,260
11	51,30	9,170	0,188	0,120	1,230
12	56,90	11,400	0,197	0,125	1,090
13	70,10	13,300	0,184	0,125	1,090
14	62,20	12,500	0,178	0,129	1,170
15	63,10	10,600	0,169	0,121	1,110
16	55,80	12,800	0,212	0,129	1,150
17	68,30	16,500	0,215	0,132	1,120
18	30,50	6,500	0,179	0,134	1,110
19	40,30	6,970	0,173	0,125	0,951

## Resumos:

Densidade: 51,40 gotas/cm<sup>2</sup>

Volume: 11,70 litros/ha

VMD: 0,206 mm

DMN: 0,129 mm

Amplitude Relativa: 1,140

# Média Geral

Sindag2



Classe	lim.inf.(mm)	lim.sup.(mm)	DMN	No.Gotas	No.Gotas(%)	gotas/cm <sup>2</sup>	litros/ha	% volume	% acumulado
1	0,00	0,05	0,000	0	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00
2	0,05	0,10	0,072	5110	44,00	22,600	0,495	4,22	4,22
3	0,10	0,15	0,123	2814	24,20	12,400	1,260	10,70	15,00
4	0,15	0,20	0,172	1885	16,20	8,330	2,260	19,20	34,20
5	0,20	0,25	0,222	1076	9,26	4,750	2,780	23,70	57,90
6	0,25	0,30	0,272	447	3,85	1,980	2,100	17,90	75,80
7	0,30	0,35	0,322	184	1,58	0,813	1,430	12,20	87,90
8	0,35	0,40	0,371	79	0,68	0,349	0,941	8,03	96,00
9	0,40	0,45	0,422	20	0,17	0,088	0,349	2,98	99,00
10	0,45	0,50	0,464	4	0,03	0,018	0,092	0,79	99,70
11	0,50	0,55	0,510	1	0,01	0,004	0,031	0,26	100,00

## Resumos:

Densidade: 51,40 gotas/cm<sup>2</sup>

VMD: 0,206mm

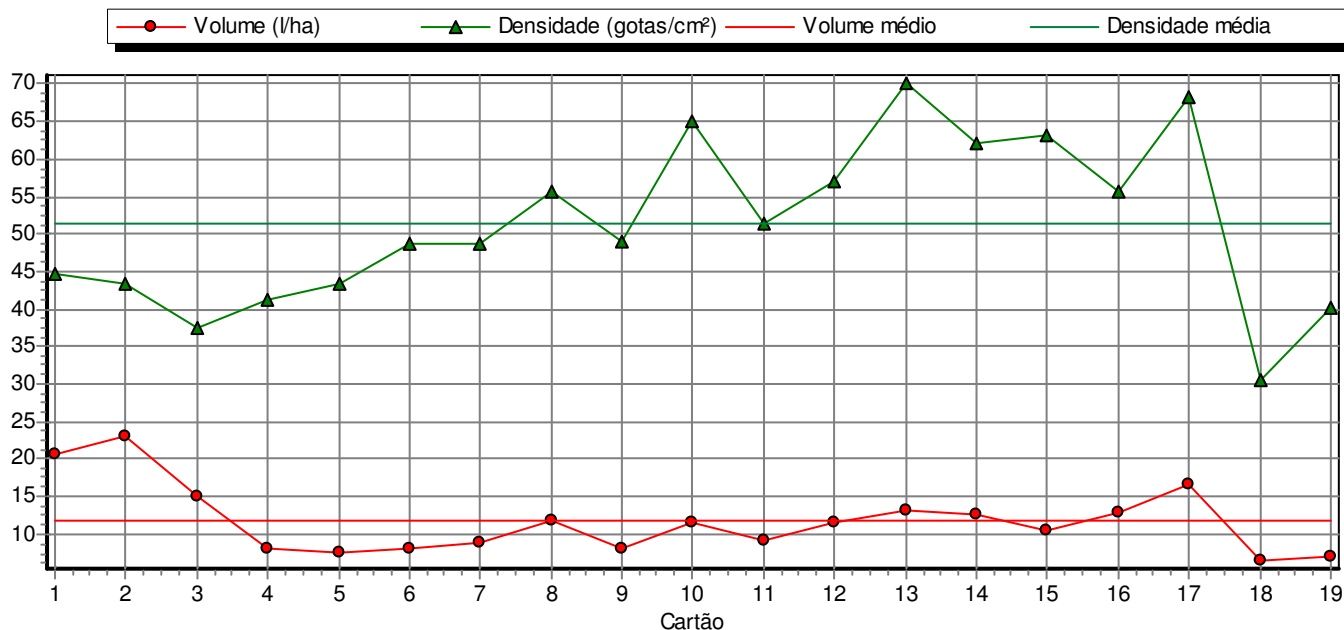
Amplitude Relativa: 1,140

Volume: 11,70 litros/ha

DMN: 0,129mm

# Gráfico Simples

Sindag2



Cartão	Volume	Densidade
1	20,70	44,70
2	23,10	43,30
3	15,00	37,50
4	7,98	41,10
5	7,58	43,50
6	8,20	48,70
7	8,99	48,60
8	11,70	55,70
9	8,22	49,00
10	11,50	65,10
11	9,17	51,30
12	11,40	56,90
13	13,30	70,10
14	12,50	62,20
15	10,60	63,10
16	12,80	55,80
17	16,50	68,30
18	6,50	30,50
19	6,97	40,30

Volume médio: 11,70 l/ha    Densidade média: 51,40 gotas/cm<sup>2</sup>    C.V. Volume: 37,6%    C.V. Densidade: 20,9%

# Dados do Trabalho

Sindag3



## Dados Gerais

Identificação: Sindag3  
Responsável: E.Araujo  
Data: 8/6/2007

## Dados do Avião

Tipo/Modelo: EMB 201 A  
Prefixo: PT-GUO  
Equipamentos: 8 atomizadores STOL ARD  
Configurações:

## Dados Operacionais

Direção do vento: Leste  
Vel. do vento: 13 km/h  
Umidade relativa: 84%  
Temperatura: 12 C  
Rumo do vôo: Leste-Oeste-Leste  
Velocidade do vôo: 110 MPH  
Altura do vôo: 3-4 m

## Dados da Coleta

Esp. Coletores: 1 m  
Largura da Faixa: 15 m superposta  
Vazão: equiv 10 l/ha a 18 m  
Pressão: 30 psi

## Observações

Aeroagrícola Santos Dumont;

---

# Médias por cartão

Sindag3



Cartão	gotas/cm <sup>2</sup>	litros/ha	VMD (mm)	DMN (mm)	Ampl.Rel.
1	44,50	18,000	0,272	0,151	1,050
2	23,30	16,400	0,318	0,179	1,010
3	35,40	23,800	0,342	0,177	0,985
4	27,60	17,800	0,281	0,191	0,899
5	29,80	17,300	0,283	0,181	1,130
6	20,70	14,200	0,300	0,184	0,711
7	16,30	10,200	0,327	0,167	1,000
8	14,40	5,570	0,240	0,159	0,793
9	23,50	9,500	0,275	0,151	1,180
10	31,00	10,800	0,244	0,146	1,050
11	29,70	11,500	0,231	0,162	0,881
12	31,60	11,500	0,227	0,154	1,180
13	16,80	7,560	0,232	0,174	0,843
14	24,50	15,200	0,259	0,192	0,877
15	28,10	24,800	0,331	0,202	0,923
16	17,00	14,300	0,281	0,213	0,956

## Resumos:

Densidade: 25,90 gotas/cm<sup>2</sup>

VMD: 0,282 mm

Amplitude Relativa: 1,030

Volume: 14,30 litros/ha

DMN: 0,172 mm

# Média Geral

Sindag3



Classe	lim.inf.(mm)	lim.sup.(mm)	DMN	No.Gotas	No.Gotas(%)	gotas/cm <sup>2</sup>	litros/ha	% volume	% acumulado
1	0,00	0,05	0,000	0	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00
2	0,05	0,10	0,076	1379	27,90	7,240	0,178	1,25	1,25
3	0,10	0,15	0,125	1035	21,00	5,430	0,574	4,02	5,27
4	0,15	0,20	0,174	826	16,70	4,330	1,220	8,54	13,80
5	0,20	0,25	0,223	742	15,00	3,890	2,290	16,00	29,80
6	0,25	0,30	0,273	437	8,86	2,290	2,450	17,20	47,00
7	0,30	0,35	0,322	249	5,05	1,310	2,290	16,00	63,00
8	0,35	0,40	0,371	144	2,92	0,756	2,030	14,20	77,20
9	0,40	0,45	0,419	73	1,48	0,383	1,480	10,40	87,60
10	0,45	0,50	0,469	27	0,55	0,142	0,770	5,39	93,00
11	0,50	0,55	0,524	20	0,41	0,105	0,792	5,55	98,50
12	0,55	0,60	0,578	1	0,02	0,005	0,053	0,37	98,90
13	0,60	0,65	0,634	1	0,02	0,005	0,070	0,49	99,40
14	0,65	0,70	0,681	1	0,02	0,005	0,087	0,61	100,00

## Resumos:

Densidade: 25,90 gotas/cm<sup>2</sup>

VMD: 0,282mm

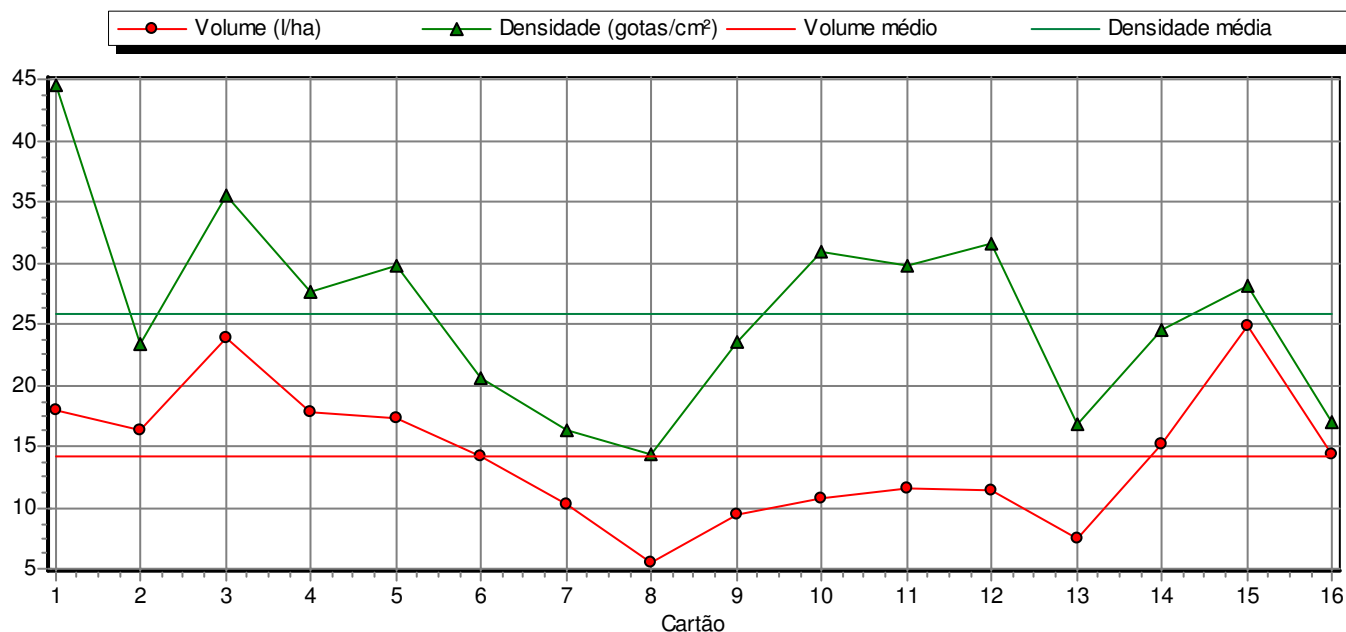
Amplitude Relativa: 1,030

Volume: 14,30 litros/ha

DMN: 0,172mm

# Gráfico Simples

Sindag3



Cartão	Volume	Densidade
1	18,00	44,50
2	16,40	23,30
3	23,80	35,40
4	17,80	27,60
5	17,30	29,80
6	14,20	20,70
7	10,20	16,30
8	5,57	14,40
9	9,50	23,50
10	10,80	31,00
11	11,50	29,70
12	11,50	31,60
13	7,56	16,80
14	15,20	24,50
15	24,80	28,10
16	14,30	17,00

Volume médio: 14,30 l/ha    Densidade média: 25,90 gotas/cm<sup>2</sup>    C.V. Volume: 36,4%    C.V. Densidade: 29,9%