



Ministério do Meio Ambiente  
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
Diretoria de Qualidade Ambiental

# Aviação agrícola e sua relação com a saúde, o meio ambiente e a agricultura

Regis de Paula Oliveira  
Analista ambiental

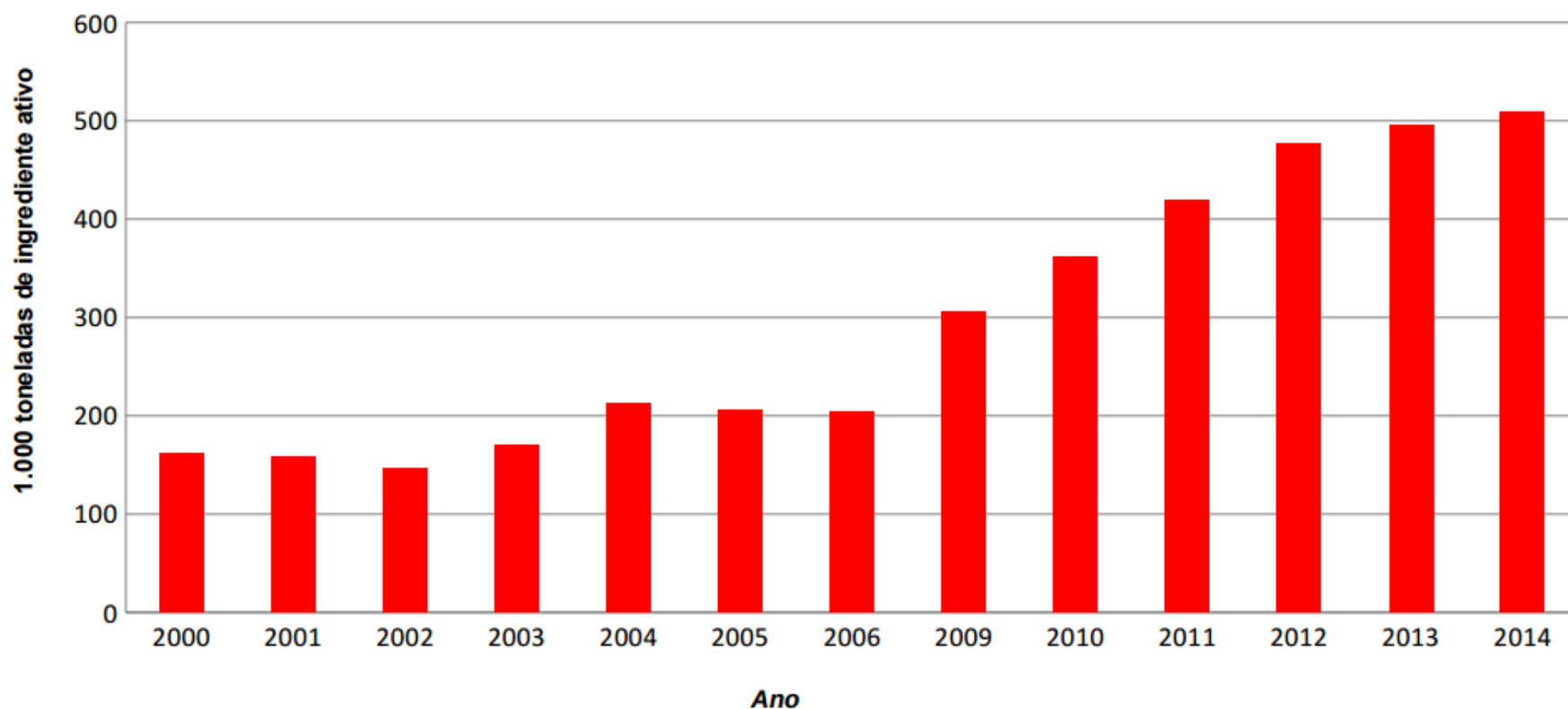
## Registro de agrotóxicos

### II) Protocolo de registro





## ***Consumo de agrotóxicos e afins (2000 - 2014)***



Fonte: Ibama / Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002.

Dados Atualizados: 06/04/2016



## **Desafio da aplicação de agrotóxicos**

Equilíbrio econômico, social, ambiental e de segurança



# Avaliação de Risco Ecológica

Avaliação do impacto ambiental devido à **exposição** a um ou mais **estressores**.

- Químicos
- Alterações na paisagem
- Doenças
- Espécies invasoras
- Mudanças climáticas

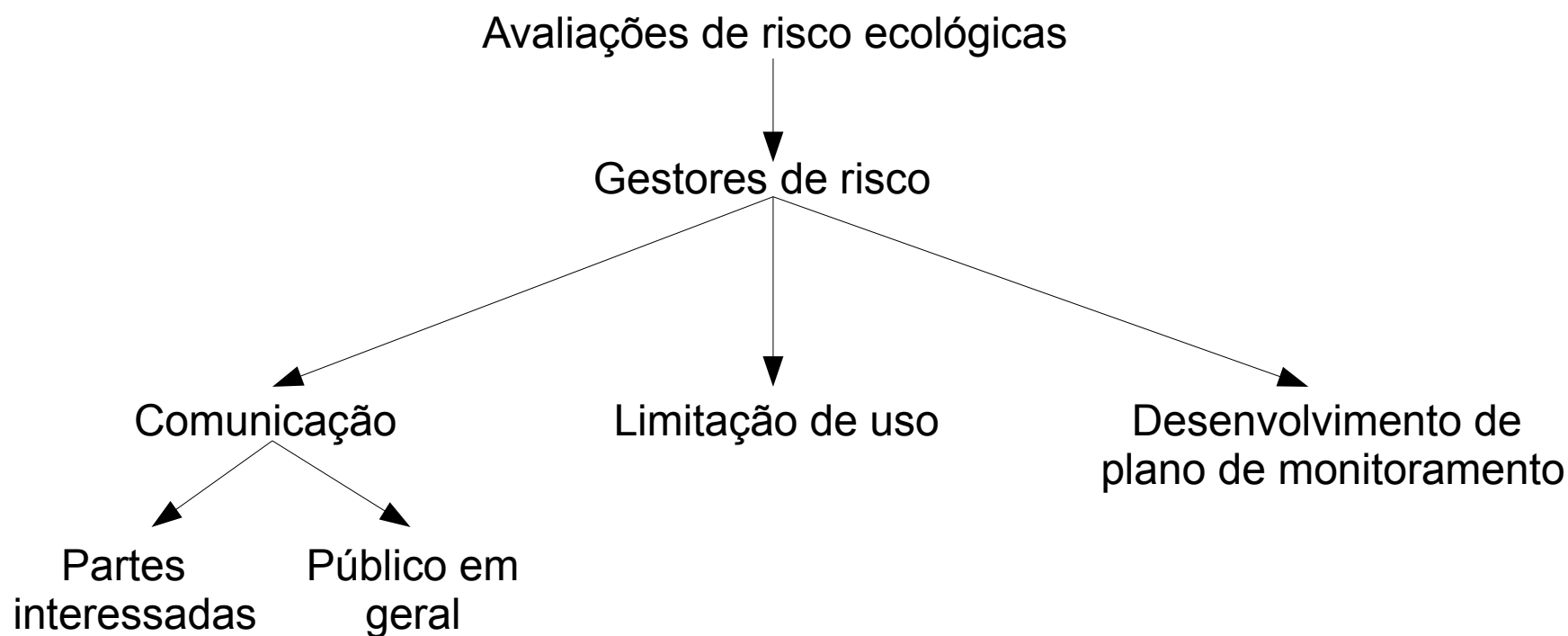


## **Avaliação de risco ecológica - planejamento e definição do escopo**

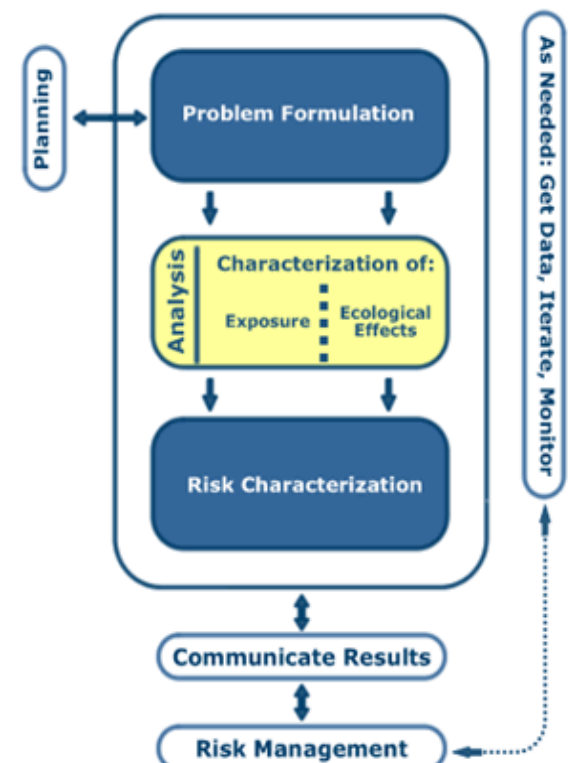
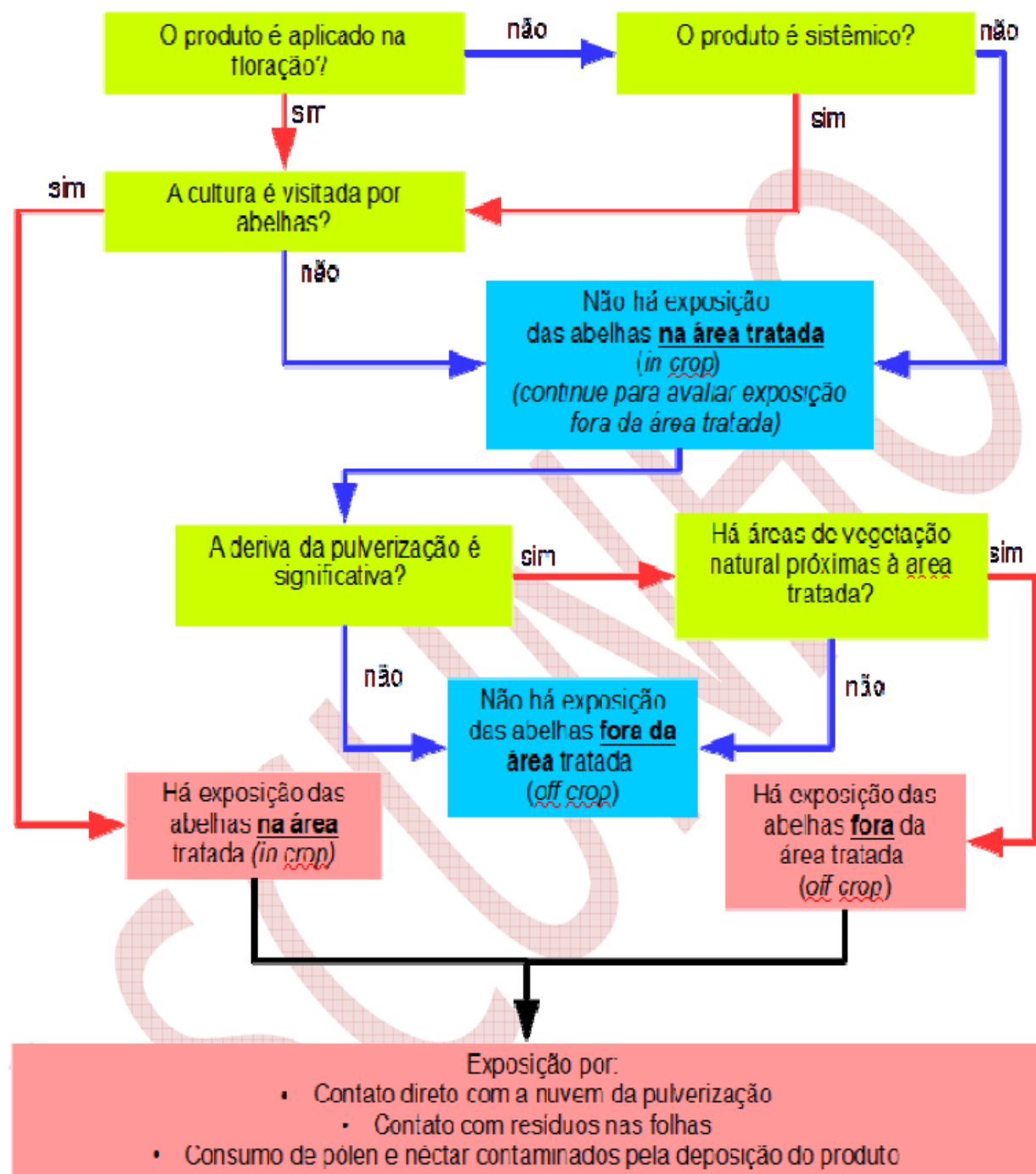
- 1 – **Formulação do problema**: o que está em risco e precisa ser protegido;
- 2 – **Análise**: o nível de exposição pode ou não causar efeitos ecológicos nocivos;
- 3 – **Caracterização do risco**:
  - 3.1 - **Estimativa de risco** – perfil de exposição e efeitos da exposição;
  - 3.2 - **Descrição do risco** – informações importantes para interpretar os resultados de risco.



## Gerenciamento do risco



- Para pulverização foliar:



Phase 2: Analysis

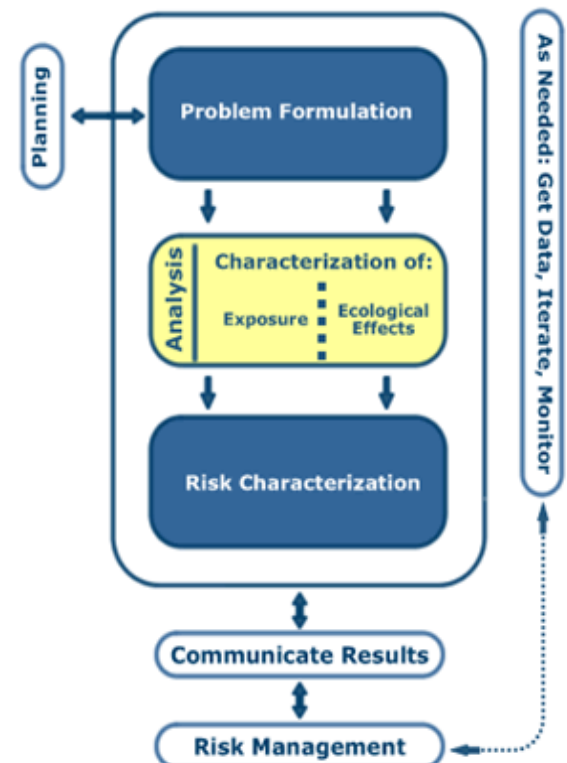


Foto: Cristiano Menezes

Figura 8 - Árvore de decisão para determinar se há exposição das abelhas a produtos aplicados por pulverização foliar



- Para aplicação no solo, tronco ou tratamento de sementes



Phase 2: Analysis



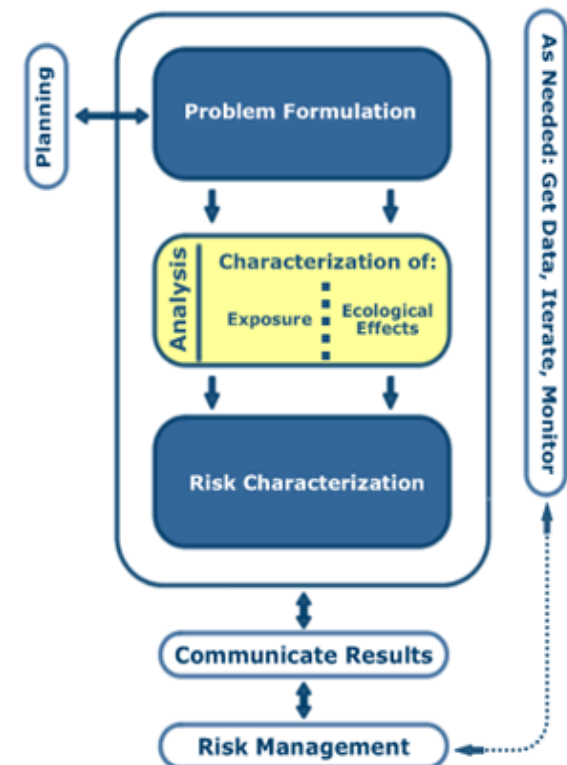
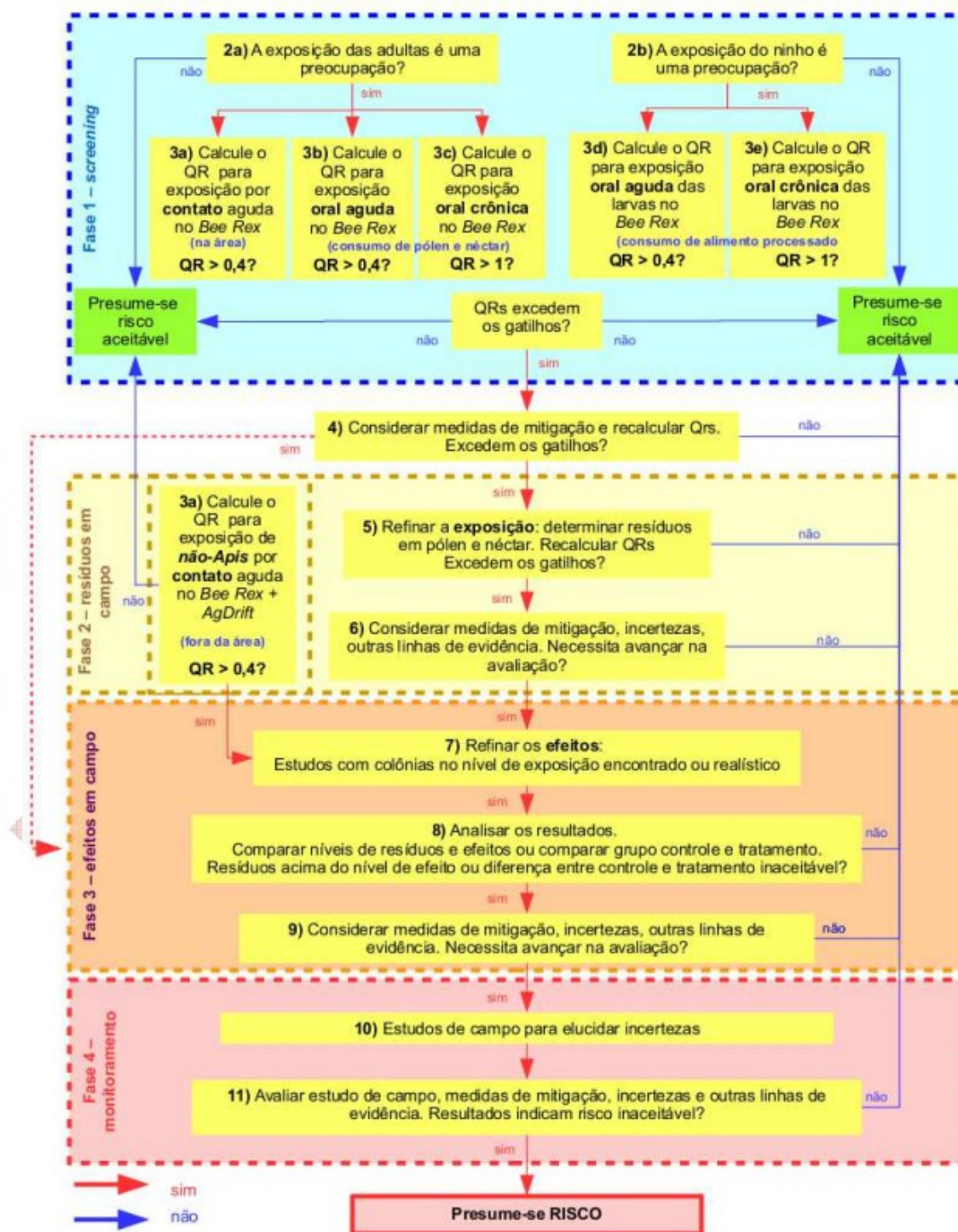
Foto: Cristiano Menezes

Figura 9 - Árvore de decisão para determinar se há exposição das abelhas a produtos aplicados no solo, injetados no tronco ou utilizados em tratamento de sementes



# ESQUEMA DE AVALIAÇÃO DE RISCO DE AGROTÓXICOS PARA ABELHAS – APLICAÇÕES FOLIARES

1) Avaliação da exposição: detalhes do produto e padrão de uso (época e modo de aplicação, etc)



Phase 2: Analysis

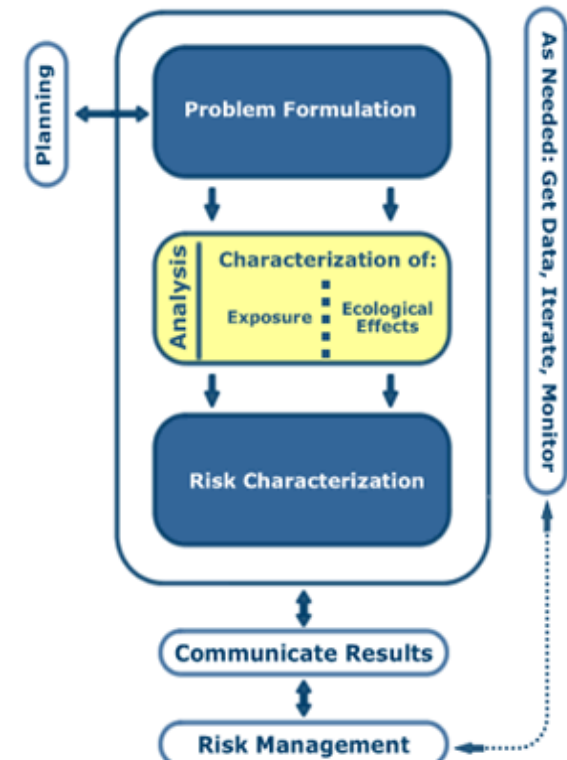
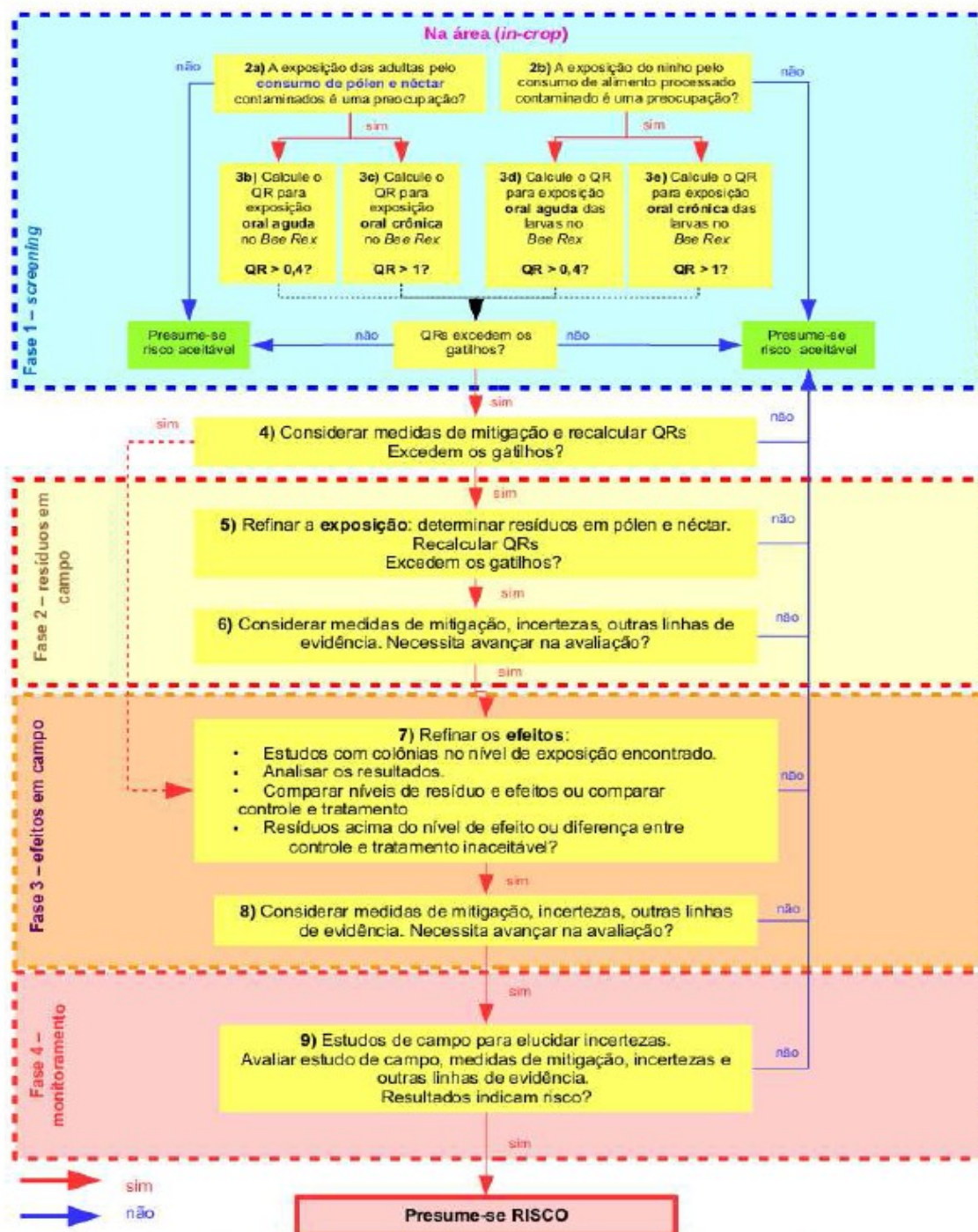


Foto: Cristiano Menezes

Figura 5 – Esquema de avaliação de risco ambiental de agrotóxicos para abelhas para aplicações foliares



1) Análise da exposição: detalhes do produto e padrão de uso (época e modo de aplicação, etc)



Phase 2: Analysis



Foto: Cristiano Menezes


Figura 6 – Esquema de avaliação de risco ambiental de agrotóxicos para abelhas para aplicações em tratamento de sementes, solo ou tronco

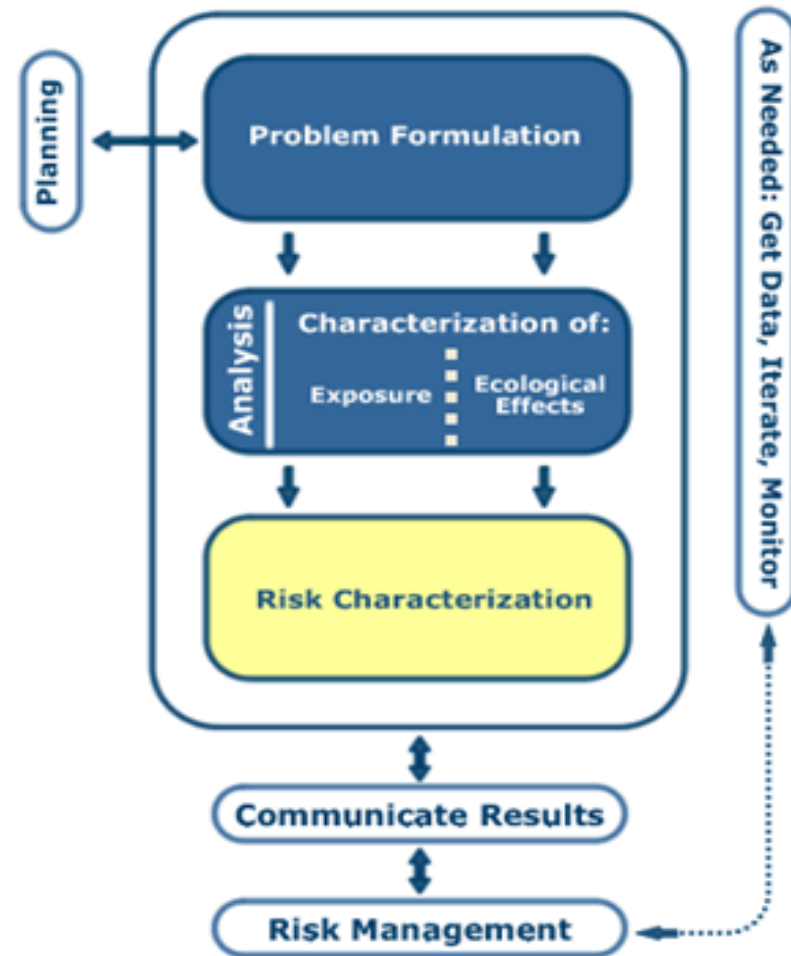


## Caracterização do risco

O risco é agudo ou crônico?  
Qual é a gravidade dos efeitos?  
Qual é o tempo em que eles ocorrem?  
Há risco para uma espécie ou várias?  
Quantos organismos estão em risco?

Necessidades para responder às questões:

- Estudos observacionais de campo;
- Classificação categórica;
- Modelos de processos; 
- Comparações de dados de exposição e efeitos.



Phase 3: Risk Characterization



## Modelos para avaliação de risco

Avaliação da exposição - **modelos matemáticos** são utilizados para prever as concentrações de agrotóxicos no ambiente.

### BeeREX

Fase I de avaliação de risco.

Avalia a exposição de abelhas e calcula o quociente de risco.

Não serve para avaliar exposições e efeitos a nível de colônia.

Na exposição por contato considera-se o valor de resíduos baseado no estudo de **Koch e Weisser 1997**.



Foto: Cristiano Menezes



# Caracterização dos efeitos

Estudos de toxicidade em laboratório

Aguda por contato para abelhas adultas

Aguda via oral para abelhas adultas

Aguda via oral para larvas

Crônica via oral para abelhas adultas

Crônica via oral para larvas

**Estudos de campo** são requeridos quando outras fontes de informação (artigos científicos, etc.) indicarem potenciais efeitos adversos sobre as colônias, especialmente efeitos não agudos (reprodutivos, comportamentais, etc.), dados de estudos de toxicidade residual indicarem extensão da toxicidade residual, ou dados derivados de estudos com artrópodes terrestres indicarem efeito crônico, reprodutivo ou comportamental.



Foto: Cristiano Menezes



# Modelo BeeREX

## White Paper in Support of the Proposed Risk Assessment Process for Bees

[http://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/surfwtr/presentations/epa\\_whitepaper.pdf](http://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/surfwtr/presentations/epa_whitepaper.pdf)

## Guidance for Assessing Pesticide Risks to Bees

[https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-06/documents/pollinator\\_risk\\_assessment\\_guidance\\_06\\_19\\_14.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-06/documents/pollinator_risk_assessment_guidance_06_19_14.pdf)

## BeeREX Version 1.0 (XLSX)(3 pp, 18 K, October 30, 2015)

<https://www.epa.gov/pesticide-science-and-assessing-pesticide-risks/models-pesticide-risk-assessment#beerex>



Foto: Cristiano Menezes





## Modelos para avaliação de risco

Avaliação da exposição - **modelos matemáticos** são utilizados para prever as concentrações de agrotóxicos no ambiente.

### **AgDRIFT<sup>®</sup> (versão 2.1.1)**

É uma versão modificada do AGricultural DISPersal (AGDISP<sup>™</sup>)

Criado em cooperação entre EPA, US Department of Agriculture's Forest Service e Spray Drift Task Force.

Avalia a deriva de aplicações agrícolas líquidas e sua deposição.

Determina zonas tampão para proteção de habitats sensíveis, terrestres e aquáticos.





# Deriva

Desvio da trajetória das gotas.

Gotas **< 100  $\mu\text{m}$**  são facilmente carregadas pelo vento.

Principais fatores que afetam a deriva:

- tamanho de gotas;
- altura ou distância entre o alvo e o bico;
- vento;
- velocidade de aplicação;
- método de aplicação; e
- a volatilidade do produto.

Outros fatores:

- baixa umidade relativa;
- temperatura alta;
- ventos fracos – inversões térmicas;



# ASAE S-572 Spray Tip Classification by Droplet Size

Classificação de bicos de acordo com o tamanho de gotas.





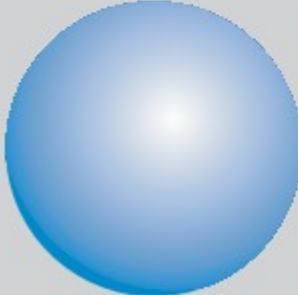
Classification		Color Code	Approximate VMD
Category	Symbol		
Very Fine . . . . .	VF	Red	<100
Fine . . . . .	F	Orange	100-175
Medium . . . . .	M	Yellow	175-250
Coarse . . . . .	C	Blue	250-375
Very Coarse . . . . .	VC	Green	375-450
Extremely Coarse . . . . .	XC	White	>450



## Tamanho de gotas

Fatores que influenciam o tamanho de gotas:

- Tipo de bico;
- Capacidade;
- Pressão de pulverização; e
- Tipo de pulverização.

Degree of Atomization	Droplet Size (Microns)	Relative Size	Relative Size Related to Common Objects
Fog	Up to 20		Point of Needle (25 Microns)
Fine Mist	20-100		Human Hair (100 Microns)
Fine Drizzle	100-250		Sewing Thread (150 Microns)
Light Rain	250-1000		Staple (420 Microns)
Thunderstorm Rain	1000-4000		#2 Pencil Lead (2000 Microns)



## Tamanho de gotas

Color Code	Classifications	Thresholds		
		Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
<b>VF</b>	Very Fine	41.5	99.9	170.8
<b>F</b>	Fine	65.7	163.6	350.1
<b>M</b>	Medium	88	249.4	495.2
<b>C</b>	Coarse	95.6	365.1	683.5
<b>VC</b>	Very Coarse	109.2	408.3	842.6
<b>XC</b>	Extremely Coarse	>109.2	>408.3	>842.6

*Droplet size classification are based on BCPC specification and in accordance with ASAE S-572 as of 5/01. Classifications are subject to change. Measures made by MALVERN particle sizer 2600 and Oxford Visizer.*

## Pressure Conversions

1 Bar . . . . . 15 psi	6 Bar . . . . . 87 psi
1.5 Bar . . . . . 22 psi	7 Bar . . . . . 102 psi
2 Bar . . . . . 29 psi	8 Bar . . . . . 116 psi
2.76 Bar . . . . . 40 psi	10 Bar . . . . . 145 psi
3 Bar . . . . . 44 psi	11 Bar . . . . . 160 psi
3.5 Bar . . . . . 51 psi	12 Bar . . . . . 174 psi
4 Bar . . . . . 58 psi	20 Bar . . . . . 290 psi
4.5 Bar . . . . . 65 psi	30 Bar . . . . . 435 psi
5 Bar . . . . . 73 psi	

$$\text{Amplitude relativa} = (DV_{0.9} - DV_{0.1}) / DV_{0.5}$$

$$VF = 1.29$$

$$F = 1.74$$

$$M = 1.63$$

$$C = 1.61$$

$$VC = 1.8$$





Table 1. AgDRIFT<sup>®</sup> Model Options

Type	Tier I	Tier II	Tier III
Aerial	Preset Model Runs - 4 Drop Size Classes	Model-Based - Limited Number of Model Variables Available for Change - Drop Size Library - DropKick <sup>®</sup>	Model-Based - All Model Variables Available for Change - Drop Size Library - DropKick <sup>®</sup> - Aircraft - Material Properties
Ground	Field Data Curve Fit - 2 Boom Heights - 2 Drop Sizes	No Model	No Model
Orchard Airblast	Field Data Curve Fit - 5 Orchard Types	No Model	No Model





# Fase I



Aérea

Avaliação da deposição até 304,8 m.

Tamanho de gotas  $< 141 \mu\text{m}$  – potencial deriva

Volume de calda - 9,35 L/ha

Aplicações – calda água



# Fase I

Table 2. Tier I Aerial Simulation Variables

## GENERAL PARAMETERS

### Aircraft Description / Operation

Type	Air Tractor AT-401
Weight of Aircraft	26683 N (5998 lb)
Wing Semispan	7.48 m (24.5 ft)
Flight Speed	53.6 m/s (120 mph)
Release Height	3.05 m (10 ft)

### Nozzle Setup

Number	42
Vertical Offset	-0.35 m (-14 in)
Horizontal Offset	-0.25 m (-10 in)
Boom Span	$\pm 5.7$ m ( $\pm 18.7$ ft)
Spacing (even)	0.28 m (11 in)





# Fase I



## Meteorology

Wind Speed @ 2 m (6.28 ft)	4.47 m/s (10 mph)
Wind Direction	Perpendicular to Flight Path
Surface Roughness	0.0075 m (0.3 in)
Stability	Neutral
Relative Humidity	50 %
Temperature	30°C (86°F)

## Test Substance / Application

Specific Gravity	1.0
Nominal Application Rate	100 ng/cm <sup>2</sup> (0.25 lb/ac)
Swath Width	18.29 m (60 ft)
Nonvolatile Fraction	0.03
Number of Flight Lines	20



# Fase I

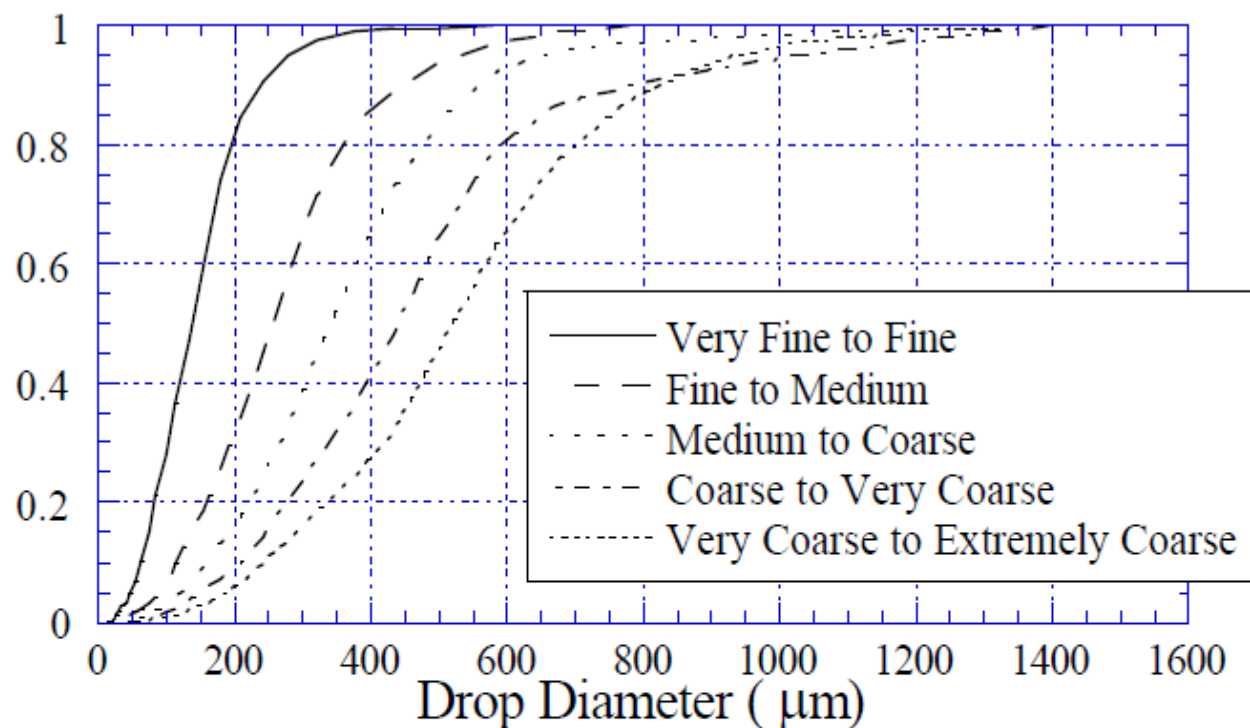


## CURVE SPECIFIC PARAMETERS

Parameter	Very Fine to Fine	Fine to Medium	Medium to Coarse	Coarse to Very Coarse
Swath Displacement/Swath	0.6506	0.3722	0.2851	0.2191
$D_{v0.1}$	62 $\mu\text{m}$	114 $\mu\text{m}$	157 $\mu\text{m}$	209 $\mu\text{m}$
VMD ( $D_{v0.5}$ )	137 $\mu\text{m}$	255 $\mu\text{m}$	341 $\mu\text{m}$	439 $\mu\text{m}$
$D_{v0.9}$	237 $\mu\text{m}$	444 $\mu\text{m}$	560 $\mu\text{m}$	786 $\mu\text{m}$
Fraction < 141 $\mu\text{m}$	0.52	0.16	0.08	0.05

# Fase I

Cumulative Volume Fraction



Fraction < 141 μm

0.52

0.16

0.08

0.05

Figure 1. Drop categories used in the definition of the Tier I aerial assessment curves. The six drop categories (Very Fine, Fine, Medium, Coarse, Very Coarse, and Extremely Coarse) are based on the nozzle categorization scheme developed in ASAE S-572. The five curves shown here define the upper diameter boundaries of Very Fine, Fine, Medium, Coarse, and Very Coarse atomization regimes, and are used as model input to develop the Tier I deposition curves.



# Fase I



Tratorizado com barra

<b>Boom Height</b> <input checked="" type="radio"/> Low Boom <input type="radio"/> High Boom	<b>Extended Settings</b> <input type="checkbox"/> Access Extended Settings Number of Swaths: <input type="text"/>
<b>Drop Size Distribution</b> <input checked="" type="radio"/> ASAE Very Fine to Fine <input type="radio"/> ASAE Fine to Medium/Coarse	<b>Information</b> Low Boom ASAE Very Fine to Fine Boom Height: 0.508 m (20 in) Swath Width: 13.72 m (45 ft) Dv0.5: 175 um Application Efficiency (%) (20 swaths): 98.89
<b>Data Percentile</b> <input type="radio"/> 50th Percentile <input checked="" type="radio"/> 90th Percentile	

<b>Boom Height</b> <input type="radio"/> Low Boom <input checked="" type="radio"/> High Boom	<b>Extended Settings</b> <input type="checkbox"/> Access Extended Settings Number of Swaths: <input type="text"/>
<b>Drop Size Distribution</b> <input type="radio"/> ASAE Very Fine to Fine <input checked="" type="radio"/> ASAE Fine to Medium/Coarse	<b>Information</b> High Boom ASAE Fine to Medium/Coarse Boom Height: 1.27 m (50 in) Swath Width: 13.72 m (45 ft) Dv0.5: 341 um Application Efficiency (%) (20 swaths): 99.22
<b>Data Percentile</b> <input type="radio"/> 50th Percentile <input checked="" type="radio"/> 90th Percentile	



# Fase I



## Turboatomizador

Combination Orchards	
<input checked="" type="radio"/> <u>N</u> ormal (Stone and Pome Fruit, Vineyard)	
<input type="radio"/> <u>D</u> ense (Citrus, Tall Trees)	
<input type="radio"/> <u>S</u> pars (Young, Dormant)	
<input type="radio"/> <u>V</u> ineyard	
<input type="radio"/> <u>O</u> rchard	

Extended Settings	
<input checked="" type="checkbox"/> <u>A</u> ccess Extended Settings	
Swath Range	
Starting Tree Row:	<input type="text" value="1"/>
Ending Tree Row:	<input type="text" value="20"/>

Information	
Normal (Stone and Pome Fruit, Vineyard)	
This composite orchard combines Grape and Apple orchards.	
Mean deposition	
Application Efficiency (%) (20 rows): 99.85	

Individual Orchards	
<input type="radio"/> <u>G</u> rapes (wrap-around sprayer)	<input type="radio"/> <u>G</u> rapefruit (mist blower)
<input type="radio"/> <u>G</u> rapes	<input type="radio"/> <u>S</u> mall Grapefruit
<input type="radio"/> <u>A</u> pples	<input type="radio"/> <u>S</u> mall Grapefruit (mist blower)
<input type="radio"/> <u>A</u> lmonds	<input type="radio"/> <u>P</u> ecans
<input type="radio"/> <u>O</u> ranges	<input type="radio"/> <u>D</u> ormant Apples
<input type="radio"/> <u>G</u> rapefruit	



## Fase II



- Espectro de atomização
- Velocidade do vento
- Área de aplicação
- Umidade relativa
- Aeronaves e suas velocidades
- Largura da faixa de aplicação
- Fração não volátil
- Propriedades da formulação
- Altura de aplicação acima do solo



# Fase II



AgDRIFT - [\*]

File Edit Tier View Run Toolbox Help

Title  
AgDRIFT Version 2.0 User Manual

Aircraft  
Name: Air Tractor AT-401  
(Slow Fixed-wing)  
Boom Length: 76.3 %  
Boom Height: 10 ft  
Flight Lines: 20

Drop Size Distribution  
DSD Type: Basic (ASAE Fine to Medium)

Transport  
Flux Plane: 0 ft

Swath  
Swath Width Definition:  
Fixed Width  
Swath Width: 60 ft  
Swath Displacement Definition:  
Fraction of Swath Width  
Fraction: 0.3722

Spray Material  
Nonvol. Rate: 0.501 lb/ac  
Active Rate: 0.2505 lb/ac  
Spray Volume Rate: 2 gal/ac  
Carrier Type: Water

Meteorology  
Wind Speed: 10 mph  
Temperature: 86 deg F  
Rel. Humidity: 50 %

**AgDRIFT®** Tier II Aerial Agricultural



Table 4. AgDRIFT® Tier II Model Limits



Variable Name	Lower Limit	Upper Limit
Active Rate (lb/ac)	Spray Rate/1000	Nonvolatile Rate
Boom Height (ft)	3.0	30.0
Boom Length (%)	0.0	85.0
Flux Plane (ft)	0.0	1000.0
Nonvolatile Rate (lb/ac)	Active Rate	Spray Rate
Number of Flight Lines	1	20
Relative Humidity (%)	5.0	100.0
Spray Volume Rate (gal/ac)	0.25	30.0
Swath Displacement (ft)	-½ Swath	2 Swaths
Swath Width (ft)	15.0	100.0
Temperature (°F)	32.0	125.0
Wind Speed (mph)	1.0	20.0
Flying Speed (mph)	40.0	226.0 *
Nozzle Orientation (°) **	0.0	90.0
Pressure (psig) **	9.5	120.0

\* 160 mph in DropKick®; \*\* In DropKick®



# Fase II

**Drop Size Distribution 1**

Drop Distribution Name: ASAE Fine to Medium

Drop Distribution Type:

☐ User-defined

Interpolate

Import

Parametric

User Library:

Add Current

Select From/Modify

☒ Basic

ASAE Fine to Medium

☐ Adjust Swath Displacement

☐ DropKick

☐ USDA ARS Nozzle Models

☐ FS Rotary Atomizer Models

☐ Library (SDTF)

☐ Library (FS)

Drop Distribution:

	Average Diameter (μm)	Incremental Volume Fraction	Cumulative Volume Fraction
1	10.77	0.001	0.001
2	16.73	0.000333	0.0013
3	19.39	0.000667	0.002
4	22.49	0.000333	0.0023
5	26.05	0.000667	0.003
6	30.21	0.001	0.004
7	35.01	0.001	0.005
8	40.57	0.002	0.007
9	47.03	0.003333	0.0103
10	54.5	0.005333	0.0157
11	63.16	0.006667	0.0223
12	73.23	0.009	0.0313
13	84.85	0.013333	0.0447
14	98.12	0.022333	0.067

Insert Delete Clear

D<sub>V0.5</sub> : 254.72 μm Relative Span: 1.3

OK Cancel

# Fase III

**AgDRIFT - [?]**

File Edit Tier View Run Toolbox Help

Title  
AgDRIFT Version 2.0 User Manual

**Aircraft**  
Aircraft Type: Basic (Air Tractor AT-401)  
Nozzles and DSD  
Boom Height: 10 ft  
Flight Lines: 20

**Spray Material**  
Material Type: Basic (Water)

**Transport**  
Flux Plane: 0 ft

**Meteorology**  
Wind Speed: 10 mph  
Wind Direction: -90 deg  
Temperature: 86 deg F  
Rel. Humidity: 50 %

**Terrain**  
Surface Roughness: 0.0246 ft

**Swath**  
Swath Width Definition:  
Fixed Width  
Swath Width: 60 ft  
Swath Displacement Definition:  
Fraction of Swath Width  
Fraction: 0.3722  
☐ Half Boom Effect

**Advanced Settings**  
Edit

**AgDRIFT® Tier III Aerial Agricultural**



Table 5. Typical Roughness Lengths Gathered from the Literature



## Fase III

Roughness (m)	Surface
0.0001	Smooth ice
0.0001 to 0.001	Water, depending on wind speed
0.0001 to 0.02	Snow, depending on underlying surface
0.0003	Desert sand, depending on grain size and presence of dunes or ripples
0.001 to 0.01	Bare soil; higher values if plowed
0.003 to 0.01	Grass 0.02 to 0.1 m high
0.04 to 0.1	Grass 0.25 to 1 m high
0.04 to 0.2	Crops, depending on wind speed
0.02 to 0.1	Rural farmland with isolated trees and buildings
0.5 to 1.0	Orchards, seasonal variations
1.0 to 6.0	Forests, seasonal variations
0.4 to 2.0	Suburban; low buildings and trees
1.0 to 10.0	Center city; buildings 10 to 50 m high



Table 6. Extended AgDRIFT<sup>®</sup> Tier III Model Limits



## Fase III

Variable Name	Lower Limit	Upper Limit
Active Rate (lb/ac)	0.001	Nonvolatile Rate
Boom Height (ft)	1.0	300.0
Boom Length (%)	0.0	125.0
Surface Roughness (ft)	0.003	3.28
Flux Plane (ft)	0.0	2600.0
Nonvolatile Rate (lb/ac)	Active Rate	Spray Rate
Number of Flight Lines	1	50
Number of Nozzles	1	60
Relative Humidity (%)	1.0	100.0
Spray Volume Rate (gal/ac)	0.05	100.0
Swath Displacement (ft)	-½ Swath	10 Swaths
Swath Width (ft)	10.0	500.0
Temperature (°F)	32.0	125.0
Wind Speed (mph)	0.5	40.0
Wind Direction (°)	-30.0	-150.0
Flying Speed (mph)	10.0	350.0 *
Nozzle Orientation (°) **	0.0	150.0
Pressure (psig) **	2.9	360.0

\* 250 mph in DropKick<sup>®</sup>; \*\* In DropKick<sup>®</sup>

# Fase III

**Aircraft**

**Aircraft Type**

☐ User-defined

User Library

Add Current

Select From/Modify

☒ Basic

Air Tractor AT-401

☐ Library (SDTF)

☐ Library (FS)

**Properties**

Name: Air Tractor AT-401

Type: Fixed-wing

Semispan: 24.5 ft

Weight: 6000 lbs

Typ. Speed: 119.99 mph

Propeller RPM: 2000

Prop. Radius: 4.5 ft

Biplane Sep.: 0 ft

Planform Area: 294 ft<sup>2</sup>

Engines: 1

Engine Vert.: -1.2 ft

Engine Fwd.: 11.9 ft

Engine Horiz.: 0 ft

Wing Vert.: 1.51 ft

Boom Vert.: -1.15 ft

Boom Fwd.: -0.8333 ft

OK Cancel



# Fase III

**Nozzles**

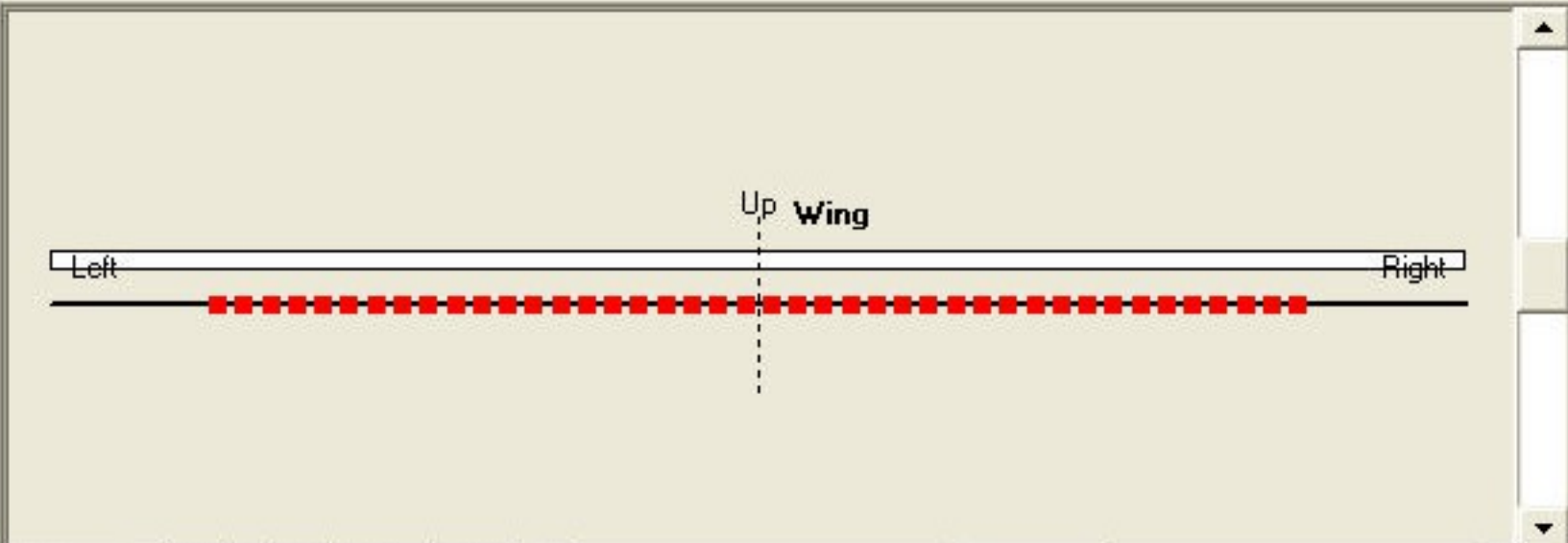
Nozzle Installation Properties

Aircraft:  Semispan:  ft

Nozzle Distribution Extent Left  % Right  %

Nozzles

☒ Graphical View ☐ Tabular View



Rear

Nozzle Location

Horizontal  ft

Vertical  ft

Forward  ft

Nozzle Drop Size Distribution

<input checked="" type="radio"/> DSD 1	<input type="button" value="Edit"/>	Basic (ASAE Fine to Medium)
<input checked="" type="radio"/> DSD 2	<input type="button" value="Edit"/>	Basic (ASAE Fine to Medium)
<input checked="" type="radio"/> DSD 3	<input type="button" value="Edit"/>	Basic (ASAE Fine to Medium)

## Fase III

**Spray Material**

Spray Material Type

☐ User-defined

☒ Basic

Water

☐ Library

Properties

Name: Water

Specific Gravity (Carrier): 1

Specific Gravity (Nonvolatile): 1

Evaporation Rate: 84.76  $\mu\text{m}^2/\text{deg C}/\text{sec}$

Nonvol. Rate: 0.501 lb/ac

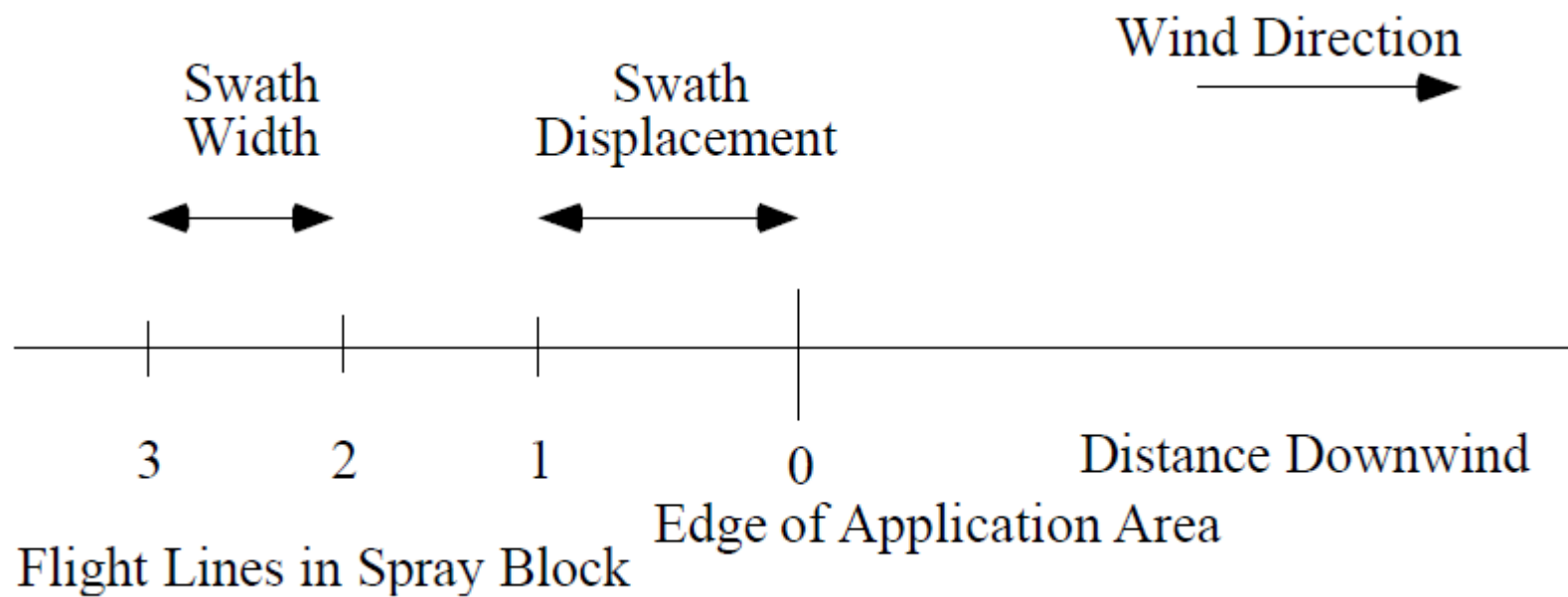
Active Rate: 0.2505 lb/ac

Spray Volume Rate: 2 gal/ac

OK Cancel

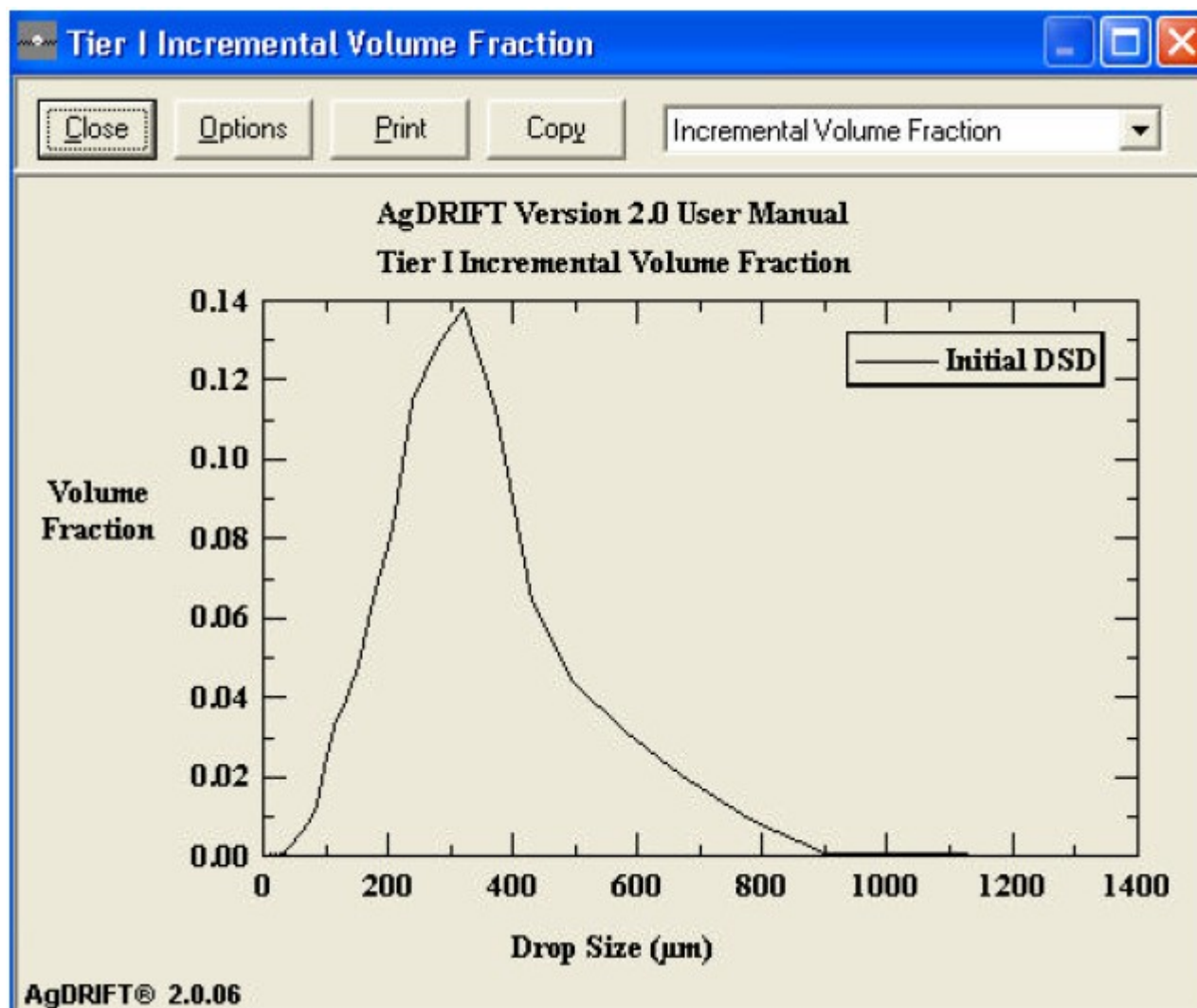


# Análise

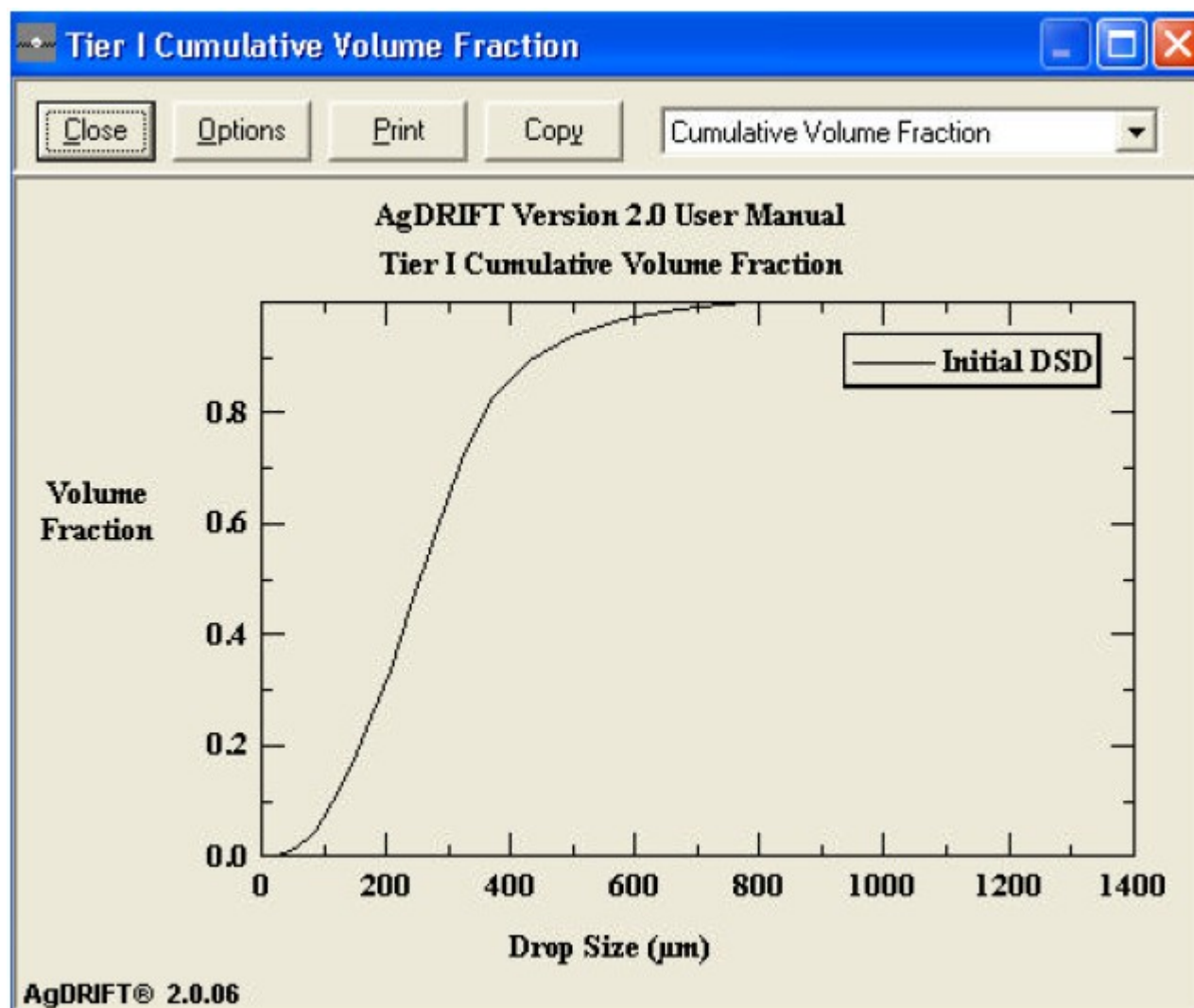




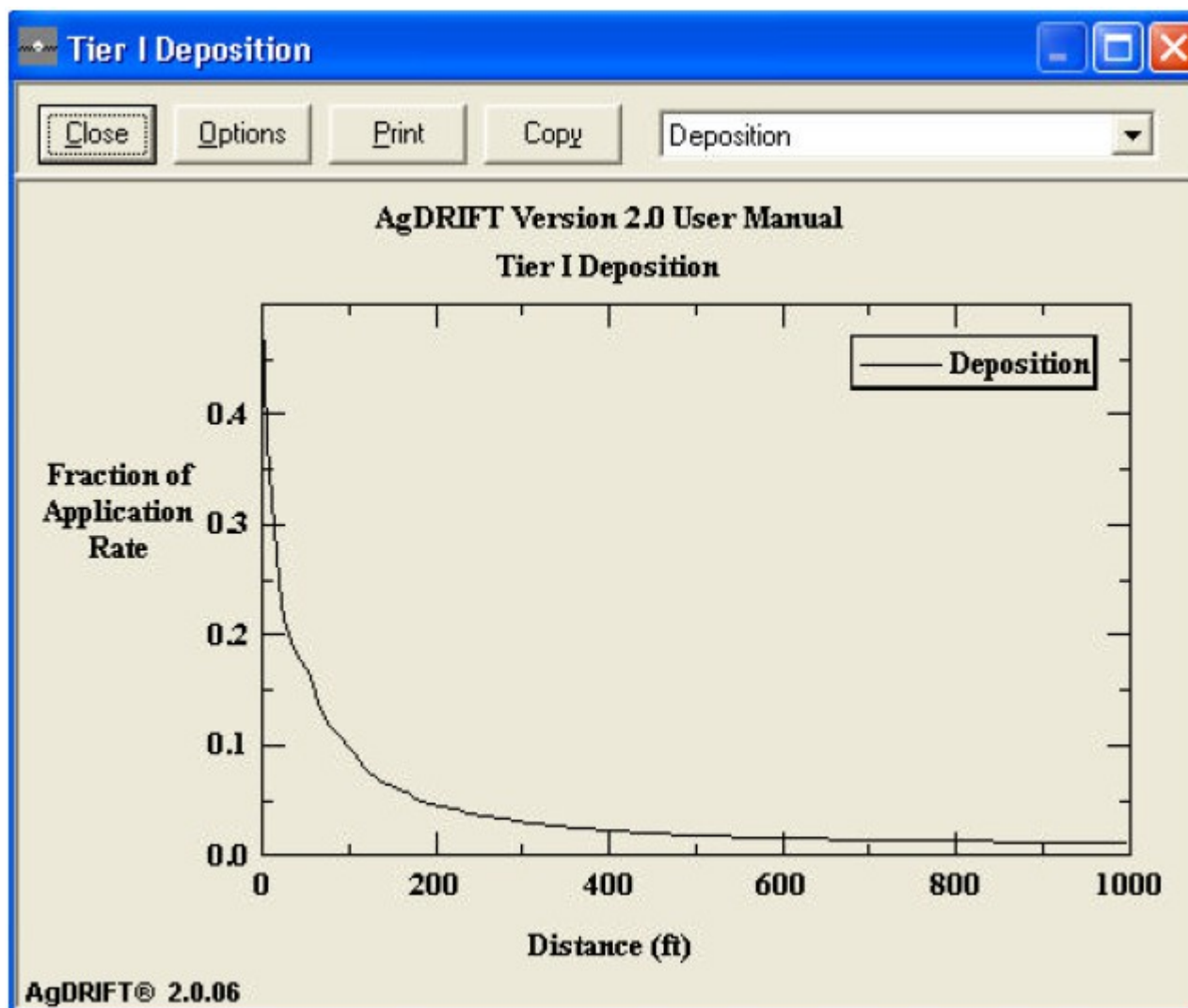
# Análise



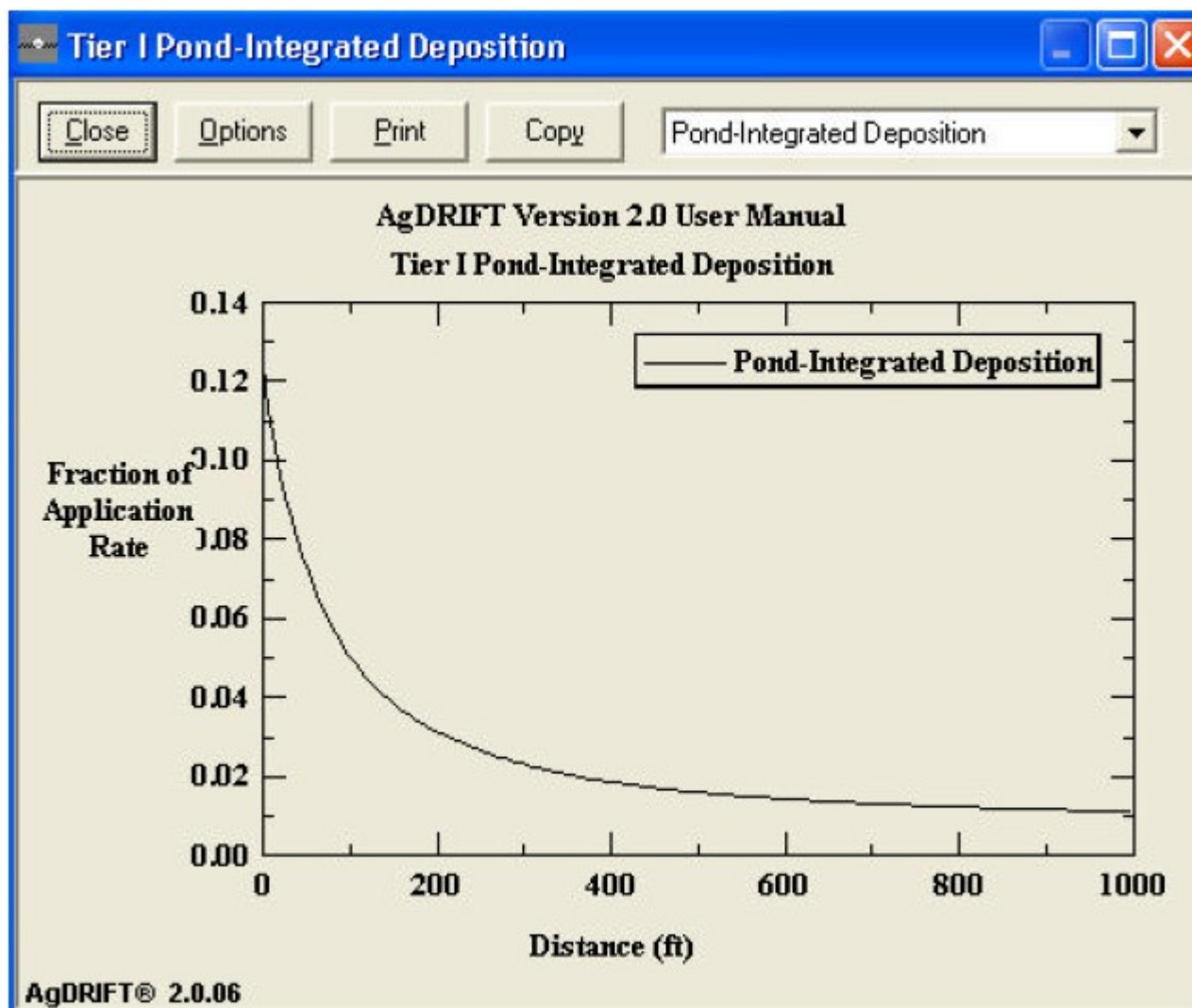
# Análise



# Análise



# Análise



# Análise

**Numerical Values**

Drop Size Distribution

Initial DSD

D <sub>v0.1</sub> :	113.71 μm
D <sub>v0.5</sub> :	254.72 μm
D <sub>v0.9</sub> :	443.58 μm
Relative Span:	1.3
< 141 μm:	15.87 %

Deposition

Swath Displacement:	n/a
COV:	n/a
Mean Deposition:	n/a

Accountancy of Active

Application Efficiency:	n/a %
Downwind Deposition:	n/a %
Airborne Drift:	n/a %
Carrier Evaporated:	n/a %

Save Print OK



# Análise

**Terrestrial Assessment**

Terrestrial Field Definition

☒ Point Deposition

☐ User-defined Area Average

Downwind Width of Area Average: 208.7 ft

Tier I Settings

Active Rate: 0.2505 lb/ac

Calculations

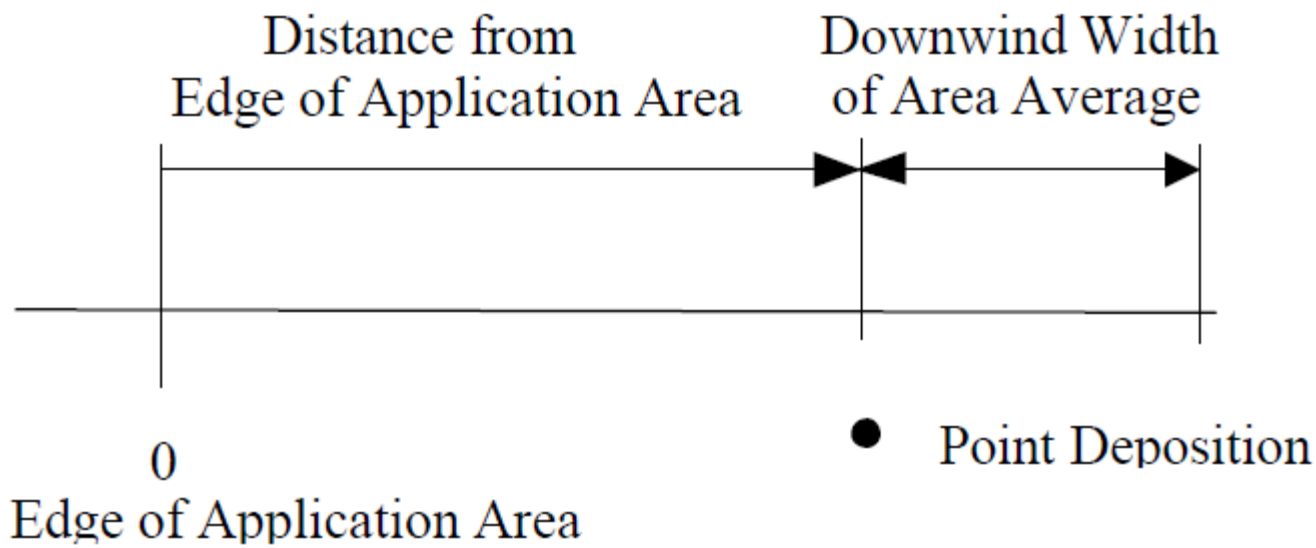
Distance To Point or Area Average From Edge of Application Area: 200 ft

Initial Average Deposition:

0.0456 Fraction of Applied

12.8 g/ha 0.0114 lb/ac

0.0001 mg/cm<sup>2</sup>







# Análise



**Drop Distance Calculator**

Drop Size:   $\mu\text{m}$

Release Height:  ft

Drop Size at Impact: 990.01  $\mu\text{m}$

Distance Traveled: 11.57 ft

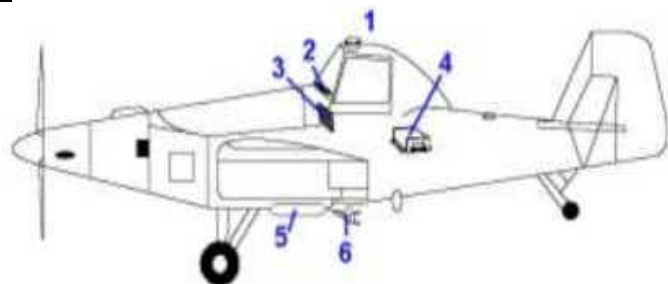
Time to Impact: 1.14 sec



# Lacunas de conhecimento

- Bicos de pulverização não previstos no modelo
- Pulverizadores autopropelidos
- Canhões de aplicação
- Aeronaves com Winglet
- Utilização de drones

# Controle de aplicação



**1) Antena do GPS:** captando os sinais de satélites localizados na atmosfera fornece ao sistema de navegação satelital a precisão sub métrica necessária para as aplicações com máxima precisão.

**2) Barra de Luzes:** orienta o piloto a seguir uma linha imaginária possibilitando aplicar o agroquímico em faixas paralelas com perfeição, sem falhas e sobreposição.

**3) Computador de Bordo:** O controle eletrônico de pulverização conectado ao GPS possibilita a aplicação automática com fluxo variável em função das mudanças de velocidade e em doses variáveis, em função dos diferentes níveis de infestação dos alvos biológicos na área de aplicação.

**4) Receptor GPS:** computador integrado aos sistemas de navegação e pulverização.

**5) Sistema de Controle de Fluxo:** Determina o volume de aplicação em função das modificações da velocidade operacional. Conectado ao GPS e seguindo um mapa de aplicação, o fluxômetro controla o funcionamento da abertura e fechamento das barras de pulverização.

**6) Sistema de Pulverização:** Novos sistemas estão sendo desenvolvidos para equipar a aviação agrícola possibilitando melhor controle na deposição das gotas sobre os alvos biológicos.



1) Receptor GPS

2) Antena do GPS

3) Computador de Bordo

4) Sistema de integração da eletrônica de bordo

5) Reservatório de água limpa

6) Sistema de injeção direta de agroquímicos

7) Sensor de velocidade (Radar)



## Obrigado

“A dúvida não é uma condição agradável,  
mas a certeza é absurda.”

Voltaire (1694-1778)

Regis de Paula Oliveira  
Analista Ambiental – Ibama  
CCONP/CGASQ/DIQUA  
[cgasq.sede@ibama.gov.br](mailto:cgasq.sede@ibama.gov.br)



Ministério do Meio Ambiente  
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
Diretoria de Qualidade Ambiental

## Aviação agrícola e sua relação com a saúde, o meio ambiente e a agricultura

Regis de Paula Oliveira  
Analista ambiental



## Registro de agrotóxicos

### II) Protocolo de registro





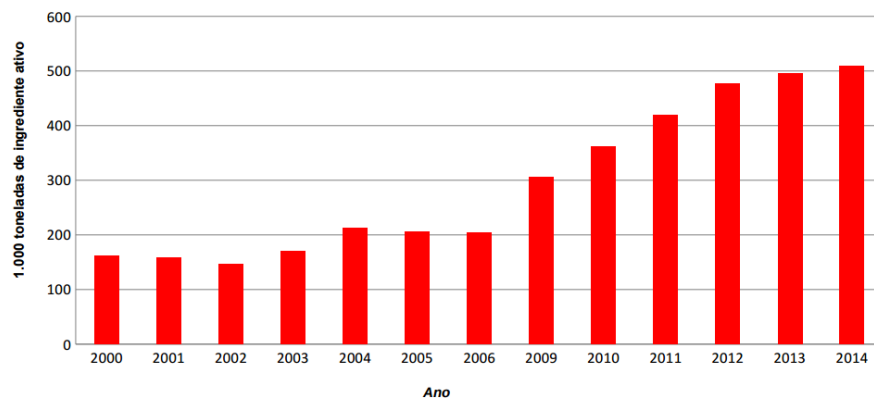


Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

**Ibama**

Ministério do Meio Ambiente

### **Consumo de agrotóxicos e afins (2000 - 2014)**



Fonte: Ibama / Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002.

Dados Atualizados: 06/04/2016



Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

**Ibama**

Ministério do Meio Ambiente

## **Desafio da aplicação de agrotóxicos**

Equilíbrio econômico, social, ambiental e de segurança



## Avaliação de Risco Ecológica

Avaliação do impacto ambiental devido à **exposição** a um ou mais **estressores**.

- Químicos
- Alterações na paisagem
- Doenças
- Espécies invasoras
- Mudanças climáticas

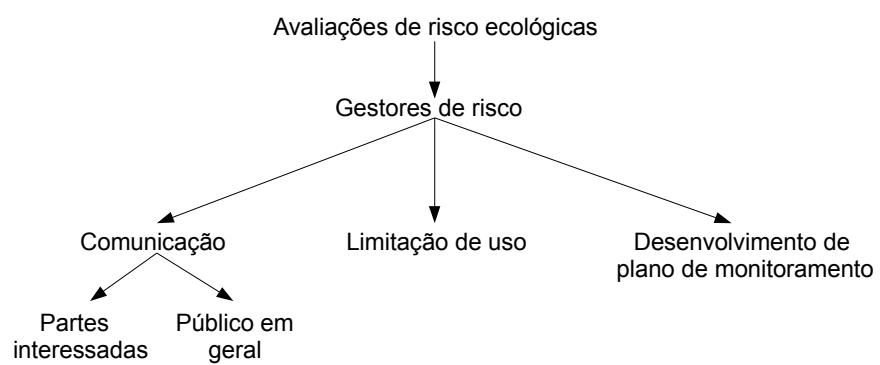


### **Avaliação de risco ecológica - planejamento e definição do escopo**

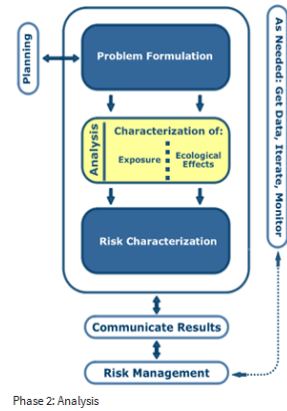
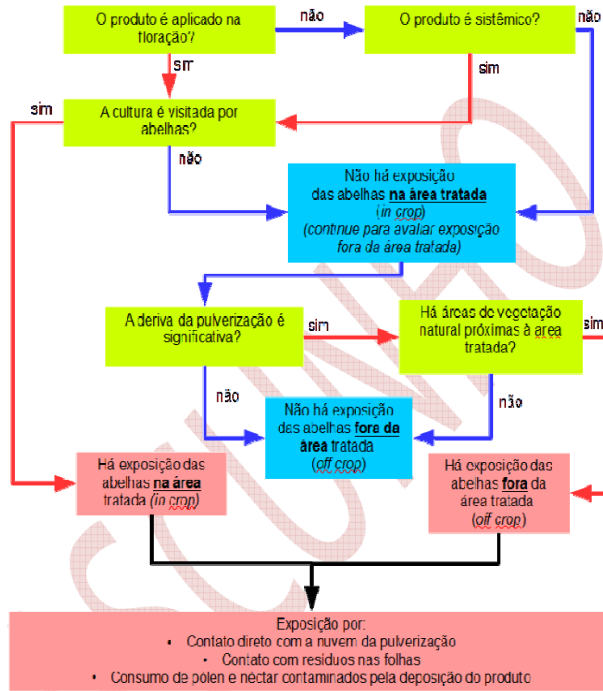
- 1 – **Formulação do problema**: o que está em risco e precisa ser protegido;
- 2 – **Análise**: o nível de exposição pode ou não causar efeitos ecológicos nocivos;
- 3 – **Caracterização do risco**:
  - 3.1 - **Estimativa de risco** – perfil de exposição e efeitos da exposição;
  - 3.2 - **Descrição do risco** – informações importantes para interpretar os resultados de risco.



## Gerenciamento do risco



- Para pulverização foliar:



Phase 2: Analysis



Foto: Cristiano Mendes

Figura 8 - Árvore de decisão para determinar se há exposição das abelhas a produtos aplicados por pulverização foliar



- Para aplicação no solo, tronco ou tratamento de sementes

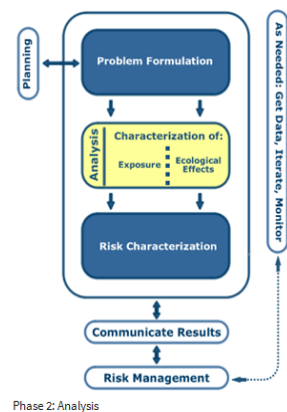
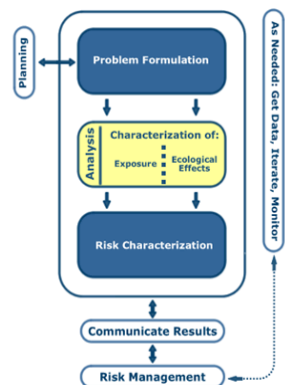
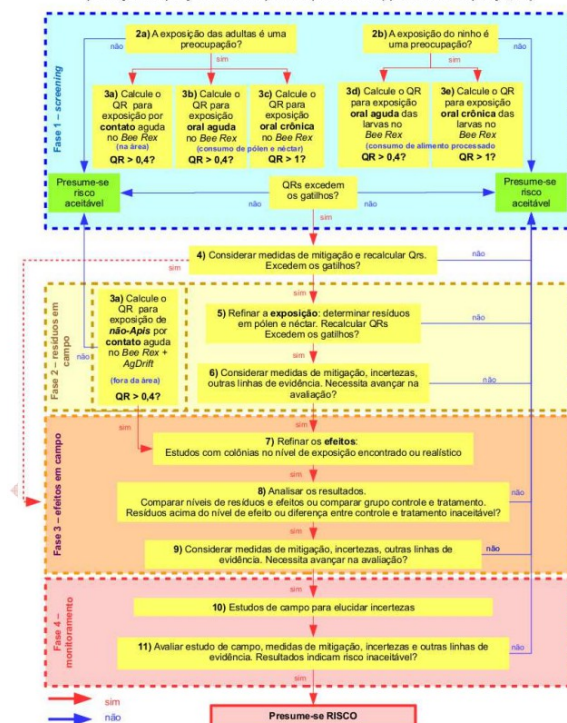


Figura 9 - Árvore de decisão para determinar se há exposição das abelhas a produtos aplicados no solo, injetados no tronco ou utilizados em tratamento de sementes



# ESQUEMA DE AVALIAÇÃO DE RISCO DE AGROTÓXICOS PARA ABELHAS – APLICAÇÕES FOLIARES

1) Avaliação da exposição: detalhes do produto e padrão de uso (época e modo de aplicação, etc)



Phase 2: Analysis



Figura 5 – Esquema de avaliação de risco ambiental de agrotóxicos para abelhas para aplicações foliares

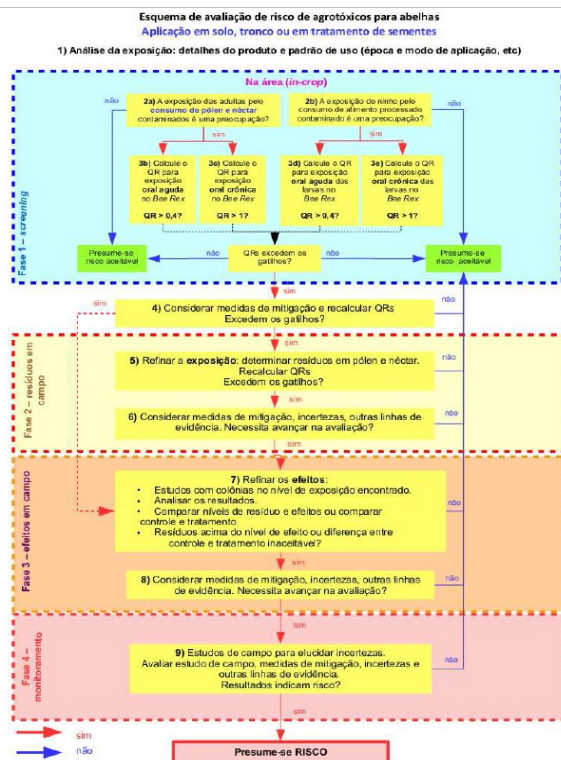
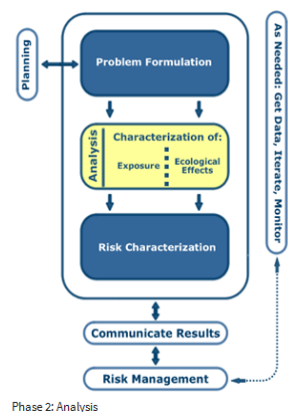


Figura 6 – Esquema de avaliação de risco ambiental de agrotóxicos para abelhas para aplicações em tratamento de sementes, solo ou tronco



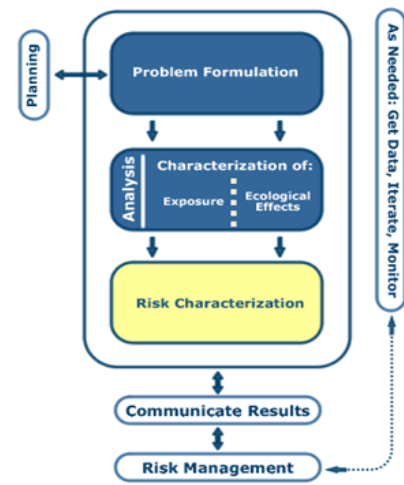


### Caracterização do risco

O risco é agudo ou crônico?  
Qual é a gravidade dos efeitos?  
Qual é o tempo em que eles ocorrem?  
Há risco para uma espécie ou várias?  
Quantos organismos estão em risco?

Necessidades para responder às questões:

- Estudos observacionais de campo;
- Classificação categórica;
- Modelos de processos; ←
- Comparações de dados de exposição e efeitos.



Phase 3: Risk Characterization



### **Modelos para avaliação de risco**

Avaliação da exposição - **modelos matemáticos** são utilizados para predizer as concentrações de agrotóxicos no ambiente.

#### **BeeREX**

Fase I de avaliação de risco.

Avalia a exposição de abelhas e calcula o quociente de risco.

Não serve para avaliar exposições e efeitos a nível de colônia.

Na exposição por contato considera-se o valor de resíduos baseado no estudo de **Koch e Weisser 1997**.





## Caracterização dos efeitos

Estudos de toxicidade em laboratório

Aguda por contato para abelhas adultas

Aguda via oral para abelhas adultas

Aguda via oral para larvas

Crônica via oral para abelhas adultas

Crônica via oral para larvas

**Estudos de campo** são requeridos quando outras fontes de informação (artigos científicos, etc.) indicarem potenciais efeitos adversos sobre as colônias, especialmente efeitos não agudos (reprodutivos, comportamentais, etc.), dados de estudos de toxicidade residual indicarem extensão da toxicidade residual, ou dados derivados de estudos com artrópodes terrestres indicarem efeito crônico, reprodutivo ou comportamental.







# Modelo BeeREX

## **White Paper in Support of the Proposed Risk Assessment Process for Bees**

[http://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/surfwtr/presentations/epa\\_whitepaper.pdf](http://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/surfwtr/presentations/epa_whitepaper.pdf)

## **Guidance for Assessing Pesticide Risks to Bees**

[https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-06/documents/pollinator\\_risk\\_assessment\\_guidance\\_06\\_19\\_14.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-06/documents/pollinator_risk_assessment_guidance_06_19_14.pdf)

## **BeeREX Version 1.0 (XLSX)(3 pp, 18 K, October 30, 2015)**

<https://www.epa.gov/pesticide-science-and-assessing-pesticide-risks/models-pesticide-risk-assessment#beereX>



Foto: Cristiano Mendes



### **Modelos para avaliação de risco**

Avaliação da exposição - **modelos matemáticos** são utilizados para prever as concentrações de agrotóxicos no ambiente.

#### **AgDRIFT® (versão 2.1.1)**

É uma versão modificada do AGricultural DISPersal (AGDISP™)

Criado em cooperação entre EPA, US Department of Agriculture's Forest Service e Spray Drift Task Force.

Avalia a deriva de aplicações agrícolas líquidas e sua deposição.

Determina zonas tampão para proteção de habitats sensíveis, terrestres e aquáticos.



## Deriva

Desvio da trajetória das gotas.

Gotas < **100  $\mu\text{m}$**  são facilmente carregadas pelo vento.

Principais fatores que afetam a deriva:

- tamanho de gotas;
- altura ou distância entre o alvo e o bico;
- vento;
- velocidade de aplicação;
- método de aplicação; e
- a volatilidade do produto.

Outros fatores:

- baixa umidade relativa;
- temperatura alta;
- ventos fracos – inversões térmicas;



## ASAE S-572 Spray Tip Classification by Droplet Size

Classificação de bicos de acordo com o tamanho de gotas.





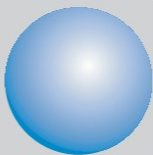
Classification Category	Symbol	Color Code	Approximate VMD
Very Fine .....	VF	Red	<100
Fine .....	F	Orange	100-175
Medium .....	M	Yellow	175-250
Coarse .....	C	Blue	250-375
Very Coarse .....	VC	Green	375-450
Extremely Coarse .....	XC	White	>450



## Tamanho de gotas

### Fatores que influenciam o tamanho de gotas:

- Tipo de bico;
- Capacidade;
- Pressão de pulverização; e
- Tipo de pulverização.

Degree of Atomization	Droplet Size (Microns)	Relative Size	Relative Size Related to Common Objects
Fog	Up to 20		Point of Needle (25 Microns)
Fine Mist	20-100		Human Hair (100 Microns)
Fine Drizzle	100-250		Sewing Thread (150 Microns)
Light Rain	250-1000		Staple (420 Microns)
Thunderstorm Rain	1000-4000		#2 Pencil Lead (2000 Microns)



## Tamanho de gotas

Color Code	Classifications	Thresholds		
		Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9
<b>VF</b>	Very Fine	41.5	99.9	170.8
<b>F</b>	Fine	65.7	163.6	350.1
<b>M</b>	Medium	88	249.4	495.2
<b>C</b>	Coarse	95.6	365.1	683.5
<b>VC</b>	Very Coarse	109.2	408.3	842.6
<b>XC</b>	Extremely Coarse	>109.2	>408.3	>842.6

*Droplet size classification are based on BCPC specification and in accordance with ASAE S-572 as of 5/01. Classifications are subject to change. Measures made by MALVERN particle sizer 2600 and Oxford Visizer.*

Pressure Conversions	
1 Bar . . . . . 15 psi	6 Bar . . . . . 87 psi
1.5 Bar . . . . . 22 psi	7 Bar . . . . . 102 psi
2 Bar . . . . . 29 psi	8 Bar . . . . . 116 psi
2.76 Bar . . . . . 40 psi	10 Bar . . . . . 145 psi
3 Bar . . . . . 44 psi	11 Bar . . . . . 160 psi
3.5 Bar . . . . . 51 psi	12 Bar . . . . . 174 psi
4 Bar . . . . . 58 psi	20 Bar . . . . . 290 psi
4.5 Bar . . . . . 65 psi	30 Bar . . . . . 435 psi
5 Bar . . . . . 73 psi	

$$\text{Amplitude relativa} = (DV_{0.9} - DV_{0.1})/DV_{0.5}$$

VF = 1.29  
 F = 1.74  
 M = 1.63  
 C = 1.61  
 VC = 1.8







Table 1. AgDRIFT® Model Options

Type	Tier I	Tier II	Tier III
Aerial	Preset Model Runs - 4 Drop Size Classes	Model-Based - Limited Number of Model Variables Available for Change - Drop Size Library - DropKick®	Model-Based - All Model Variables Available for Change - Drop Size Library - DropKick® - Aircraft - Material Properties
Ground	Field Data Curve Fit - 2 Boom Heights - 2 Drop Sizes	No Model	No Model
Orchard Airblast	Field Data Curve Fit - 5 Orchard Types	No Model	No Model



## Fase I



Aérea

Avaliação da deposição até 304,8 m.

Tamanho de gotas < 141  $\mu\text{m}$  – potencial deriva

Volume de calda - 9,35 L/ha

Aplicações – calda água



## Fase I



Table 2. Tier I Aerial Simulation Variables

### GENERAL PARAMETERS

#### Aircraft Description / Operation

Type	Air Tractor AT-401
Weight of Aircraft	26683 N (5998 lb)
Wing Semispan	7.48 m (24.5 ft)
Flight Speed	53.6 m/s (120 mph)
Release Height	3.05 m (10 ft)

#### Nozzle Setup

Number	42
Vertical Offset	-0.35 m (-14 in)
Horizontal Offset	-0.25 m (-10 in)
Boom Span	$\pm 5.7$ m ( $\pm 18.7$ ft)
Spacing (even)	0.28 m (11 in)



## Fase I



### Meteorology

Wind Speed @ 2 m (6.28 ft)	4.47 m/s (10 mph)
Wind Direction	Perpendicular to Flight Path
Surface Roughness	0.0075 m (0.3 in)
Stability	Neutral
Relative Humidity	50 %
Temperature	30°C (86°F)

### Test Substance / Application

Specific Gravity	1.0
Nominal Application Rate	100 ng/cm <sup>2</sup> (0.25 lb/ac)
Swath Width	18.29 m (60 ft)
Nonvolatile Fraction	0.03
Number of Flight Lines	20



## Fase I

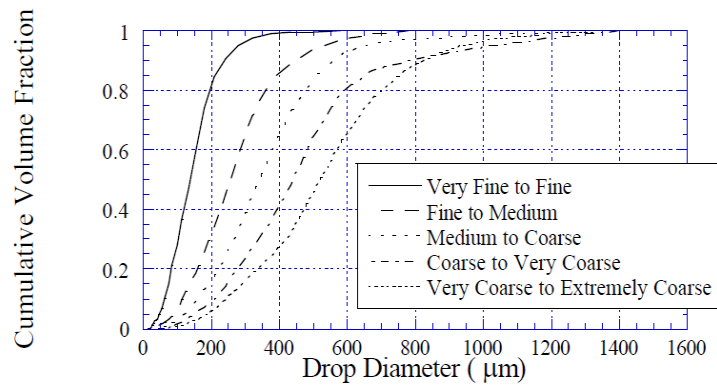


### CURVE SPECIFIC PARAMETERS

Parameter	Very Fine to Fine	Fine to Medium	Medium to Coarse	Coarse to Very Coarse
Swath Displacement/Swath	0.6506	0.3722	0.2851	0.2191
D <sub>v0.1</sub>	62 µm	114 µm	157 µm	209 µm
VMD (D <sub>v0.5</sub> )	137 µm	255 µm	341 µm	439 µm
D <sub>v0.9</sub>	237 µm	444 µm	560 µm	786 µm
Fraction < 141 µm	0.52	0.16	0.08	0.05



## Fase I



Fraction < 141 µm      0.52      0.16      0.08      0.05

Figure 1. Drop categories used in the definition of the Tier I aerial assessment curves. The six drop categories (Very Fine, Fine, Medium, Coarse, Very Coarse, and Extremely Coarse) are based on the nozzle categorization scheme developed in ASAE S-572. The five curves shown here define the upper diameter boundaries of Very Fine, Fine, Medium, Coarse, and Very Coarse atomization regimes, and are used as model input to develop the Tier I deposition curves.



## Fase I



Tratorizado com barra

Boom Height	Extended Settings
<input checked="" type="radio"/> Low Boom	<input type="checkbox"/> Access Extended Settings
<input type="radio"/> High Boom	Number of Swaths: <input type="text"/>
Drop Size Distribution	Information
<input checked="" type="radio"/> ASAE Very Fine to Fine	Low Boom ASAE Very Fine to Fine
<input type="radio"/> ASAE Fine to Medium/Coarse	Boom Height: 0.508 m (20 in)
Data Percentile	Swath Width: 13.72 m (45 ft)
<input type="radio"/> 50th Percentile	Dv0.5: 175 um
<input checked="" type="radio"/> 90th Percentile	Application Efficiency (%) (20 swaths): 98.89

Boom Height	Extended Settings
<input type="radio"/> Low Boom	<input type="checkbox"/> Access Extended Settings
<input checked="" type="radio"/> High Boom	Number of Swaths: <input type="text"/>
Drop Size Distribution	Information
<input type="radio"/> ASAE Very Fine to Fine	High Boom ASAE Fine to Medium/Coarse
<input checked="" type="radio"/> ASAE Fine to Medium/Coarse	Boom Height: 1.27 m (50 in)
Data Percentile	Swath Width: 13.72 m (45 ft)
<input type="radio"/> 50th Percentile	Dv0.5: 341 um
<input checked="" type="radio"/> 90th Percentile	Application Efficiency (%) (20 swaths): 99.22





## Fase I



### Turboatomizador

Combination Orchards		Extended Settings			
<input checked="" type="radio"/> Normal (Stone and Pome Fruit, Vineyard)	<input checked="" type="checkbox"/> Access Extended Settings	Swath Range			
<input type="radio"/> Dense (Citrus, Tall Trees)		Starting Tree Row: <input type="text" value="1"/>			
<input type="radio"/> Sparse (Young, Dormant)		Ending Tree Row: <input type="text" value="20"/>			
<input type="radio"/> Vineyard					
<input type="radio"/> Orchard					
Information		Individual Orchards			
Normal (Stone and Pome Fruit, Vineyard)		<input type="radio"/> Grapes (wrap-around sprayer)		<input type="radio"/> Grapefruit (mist blower)	
This composite orchard combines Grape and Apple orchards.		<input type="radio"/> Grapes		<input type="radio"/> Small Grapefruit	
Mean deposition		<input type="radio"/> Apples		<input type="radio"/> Small Grapefruit (mist blower)	
Application Efficiency (%) (20 rows): 99.85		<input type="radio"/> Almonds		<input type="radio"/> Pecans	
		<input type="radio"/> Oranges		<input type="radio"/> Dormant Apples	
		<input type="radio"/> Grapefruit			



## Fase II



- Espectro de atomização
- Velocidade do vento
- Área de aplicação
- Umidade relativa
- Aeronaves e suas velocidades
- Largura da faixa de aplicação
- Fração não volátil
- Propriedades da formulação
- Altura de aplicação acima do solo



## Fase II



AgDRIFT - [\*]

File Edit Ijer View Run Toolbox Help

Title  
AgDRIFT Version 2.0 User Manual

Aircraft  
Name: Air Tractor AT-401  
(Slow Fixed-wing)  
Boom Length: 76.3 %  
Boom Height: 10 ft  
Flight Lines: 20

Drop Size Distribution  
DSD Type: Basic (ASAE Fine to Medium)

Transport  
Flux Plane: 0 ft

Spray Material  
Nonvol. Rate: 0.501 lb/ac  
Active Rate: 0.2505 lb/ac  
Spray Volume Rate: 2 gal/ac  
Carrier Type: Water

Swath  
Swath Width Definition: Fixed Width  
Swath Width: 60 ft

Swath Displacement Definition: Fraction of Swath Width  
Fraction: 0.3722

Meteorology  
Wind Speed: 10 mph  
Temperature: 86 deg F  
Rel. Humidity: 50 %

**AgDRIFT®** Tier II Aerial Agricultural



Table 4. AgDRIFT® Tier II Model Limits



Variable Name	Lower Limit	Upper Limit
Active Rate (lb/ac)	Spray Rate/1000	Nonvolatile Rate
Boom Height (ft)	3.0	30.0
Boom Length (%)	0.0	85.0
Flux Plane (ft)	0.0	1000.0
Nonvolatile Rate (lb/ac)	Active Rate	Spray Rate
Number of Flight Lines	1	20
Relative Humidity (%)	5.0	100.0
Spray Volume Rate (gal/ac)	0.25	30.0
Swath Displacement (ft)	-½ Swath	2 Swaths
Swath Width (ft)	15.0	100.0
Temperature (°F)	32.0	125.0
Wind Speed (mph)	1.0	20.0
Flying Speed (mph)	40.0	226.0 *
Nozzle Orientation (°) **	0.0	90.0
Pressure (psig) **	9.5	120.0

\* 160 mph in DropKick®; \*\* In DropKick®



## Fase II



**Drop Size Distribution 1**

Drop Distribution Name  
ASAE Fine to Medium

Drop Distribution Type

☐ User-defined

Interpolate    User Library  
Import    Add Current  
Parametric    Select From/Modify

☒ Basic

ASAE Fine to Medium

☐ Adjust Swath Displacement

☐ DropKick

☐ USDA ARS Nozzle Models

☐ FS Rotary Atomizer Models

☐ Library (SDTF)

☐ Library (FS)

Drop Distribution

	Average Diameter (μm)	Incremental Volume Fraction	Cumulative Volume Fraction
1	10.77	0.001	0.001
2	16.73	0.000333	0.0013
3	19.39	0.000667	0.002
4	22.49	0.000333	0.0023
5	26.05	0.000667	0.003
6	30.21	0.001	0.004
7	35.01	0.001	0.005
8	40.57	0.002	0.007
9	47.03	0.003333	0.0103
10	54.5	0.005333	0.0157
11	63.16	0.006667	0.0223
12	73.23	0.009	0.0313
13	84.85	0.013333	0.0447
14	98.12	0.022333	0.067

Insert    Delete    Clear

D<sub>V0.5</sub> : 254.72 μm    Relative Span: 1.3

OK    Cancel



## Fase III



AgDRIFT - [\*]

File Edit Tier View Run Toolbox Help

Title  
AgDRIFT Version 2.0 User Manual

<b>Aircraft</b> Aircraft: Type: Basic (Air Tractor AT-401)  Nozzles and DSD  Boom Height: 10 ft Flight Lines: 20	<b>Spray Material</b> Material: Type: Basic (Water)	<b>Transport</b> Flux Plane: 0 ft
<b>Swath</b> Swath Width Definition: Fixed Width Swath Width: 60 ft  Swath Displacement Definition: Fraction of Swath Width Fraction: 0.3722  <input type="checkbox"/> Half Boom Effect	<b>Meteorology</b> Wind Speed: 10 mph Wind Direction: -90 deg Temperature: 86 deg F Rel. Humidity: 50 %  <b>Advanced Settings</b> Edit	<b>Terrain</b> Surface Roughness: 0.0246 ft

**AgDRIFT®** Tier III Aerial Agricultural



Table 5. Typical Roughness Lengths Gathered from the Literature



### Fase III

Roughness (m)	Surface
0.0001	Smooth ice
0.0001 to 0.001	Water, depending on wind speed
0.0001 to 0.02	Snow, depending on underlying surface
0.0003	Desert sand, depending on grain size and presence of dunes or ripples
0.001 to 0.01	Bare soil; higher values if plowed
0.003 to 0.01	Grass 0.02 to 0.1 m high
0.04 to 0.1	Grass 0.25 to 1 m high
0.04 to 0.2	Crops, depending on wind speed
0.02 to 0.1	Rural farmland with isolated trees and buildings
0.5 to 1.0	Orchards, seasonal variations
1.0 to 6.0	Forests, seasonal variations
0.4 to 2.0	Suburban; low buildings and trees
1.0 to 10.0	Center city; buildings 10 to 50 m high





## Fase III

Table 6. Extended AgDRIFT® Tier III Model Limits



Variable Name	Lower Limit	Upper Limit
Active Rate (lb/ac)	0.001	Nonvolatile Rate
Boom Height (ft)	1.0	300.0
Boom Length (%)	0.0	125.0
Surface Roughness (ft)	0.003	3.28
Flux Plane (ft)	0.0	2600.0
Nonvolatile Rate (lb/ac)	Active Rate	Spray Rate
Number of Flight Lines	1	50
Number of Nozzles	1	60
Relative Humidity (%)	1.0	100.0
Spray Volume Rate (gal/ac)	0.05	100.0
Swath Displacement (ft)	-½ Swath	10 Swaths
Swath Width (ft)	10.0	500.0
Temperature (°F)	32.0	125.0
Wind Speed (mph)	0.5	40.0
Wind Direction (°)	-30.0	-150.0
Flying Speed (mph)	10.0	350.0 *
Nozzle Orientation (°) **	0.0	150.0
Pressure (psig) **	2.9	360.0

\* 250 mph in DropKick®; \*\* In DropKick®



## Fase III



**Aircraft**

**Aircraft Type**

☐ User-defined

User Library

Add Current

Select From/Modify

☒ Basic

Air Tractor AT-401

☐ Library (SDTF)

☐ Library (FS)

**Properties**

Name: Air Tractor AT-401

Type:	Fixed-wing	Engines:	1
Semispan:	24.5 ft	Engine Vert.:	-1.2 ft
Weight:	6000 lbs	Engine Fwd.:	11.9 ft
Typ. Speed:	119.99 mph	Engine Horiz.:	0 ft
Propeller RPM:	2000	Wing Vert.:	1.51 ft
Prop. Radius:	4.5 ft	Boom Vert.:	-1.15 ft
Biplane Sep.:	0 ft	Boom Fwd.:	-0.8333 ft
Planform Area:	294 ft <sup>2</sup>		

OK Cancel



## Fase III



**Nozzles**

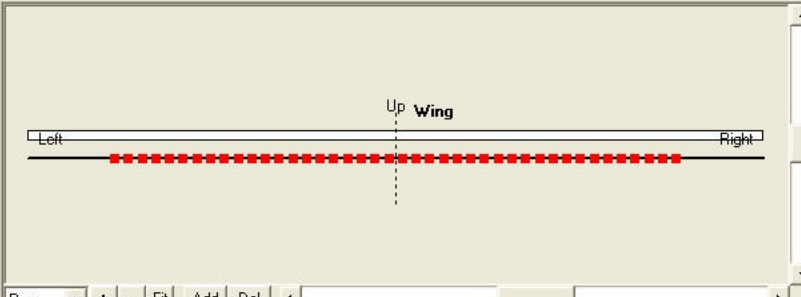
Nozzle Installation Properties

Aircraft: Air Tractor AT-401      Semispan: 24.5 ft

Nozzle Distribution Extent    Left: 76.32 %    Right: 76.32 %

Nozzles

☒ Graphical View    ☐ Tabular View   



Rear    +    -    Fit    Add    Del   




Nozzle Location

Horizontal  ft

Vertical  ft

Forward  ft

Nozzle Drop Size Distribution

 DSD 1	<input type="button" value="Edit"/>	Basic (ASAE Fine to Medium)
 DSD 2	<input type="button" value="Edit"/>	Basic (ASAE Fine to Medium)
 DSD 3	<input type="button" value="Edit"/>	Basic (ASAE Fine to Medium)



## Fase III



**Spray Material**

Spray Material Type

☐ User-defined

☒ Basic

Water

☐ Library

Properties

Name: Water

Specific Gravity (Carrier): 1

Specific Gravity (Nonvolatile): 1

Evaporation Rate: 84.76  $\mu\text{m}^2/\text{deg C}/\text{sec}$

Nonvol. Rate: 0.501 lb/ac

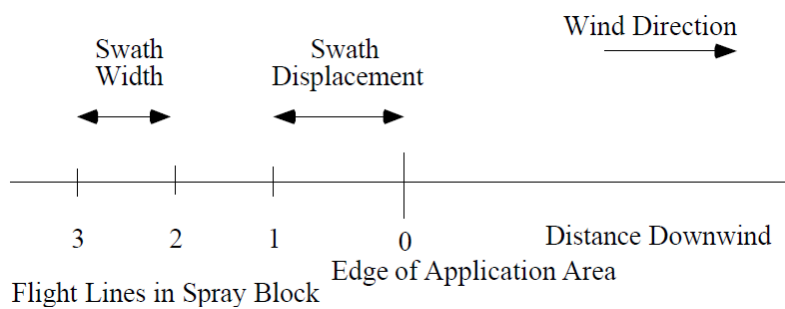
Active Rate: 0.2505 lb/ac

Spray Volume Rate: 2 gal/ac

OK Cancel

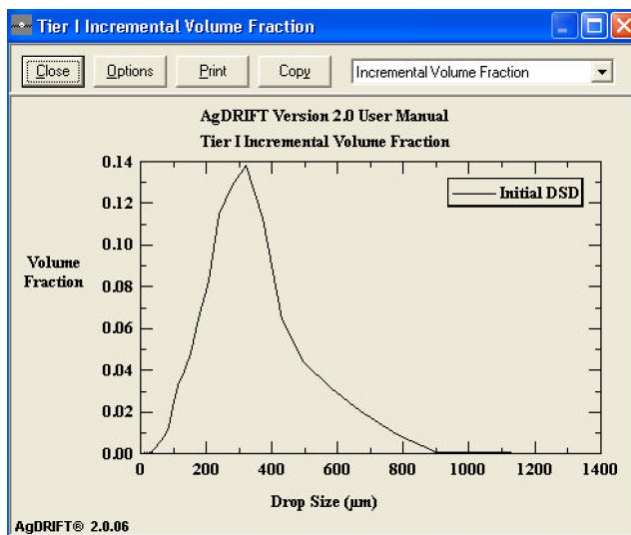


## Análise



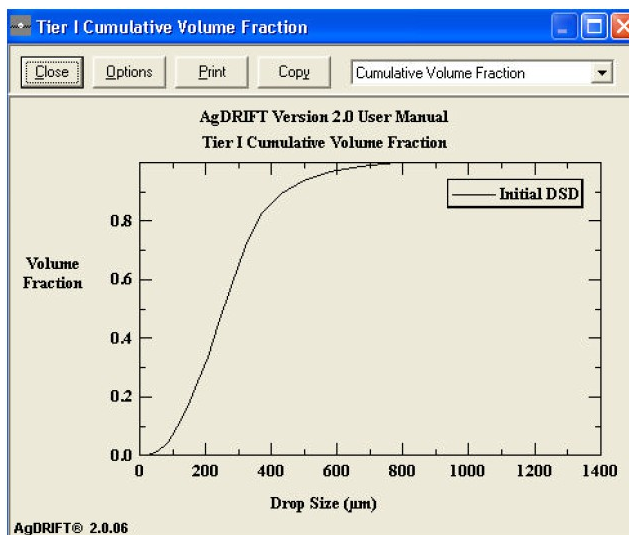


# Análise





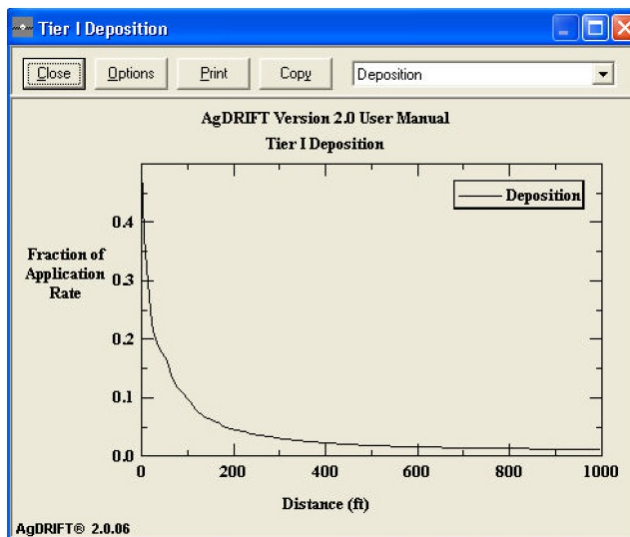
# Análise





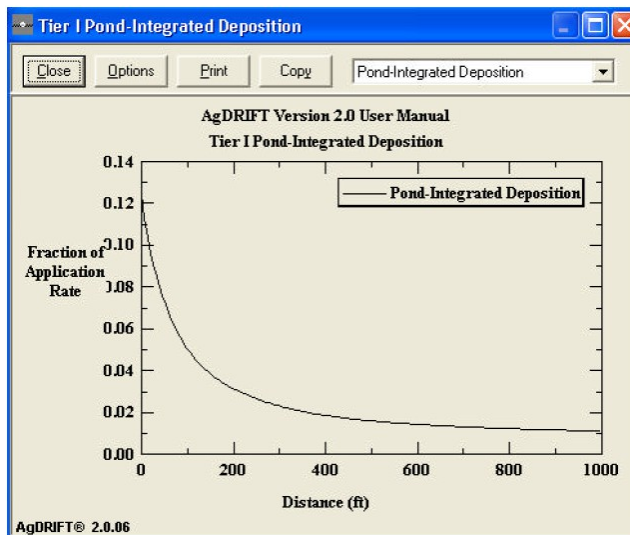


## Análise





## Análise





## Análise



**Numerical Values**

Drop Size Distribution

Initial DSD

D <sub>v0.1</sub> :	113.71 μm
D <sub>v0.5</sub> :	254.72 μm
D <sub>v0.9</sub> :	443.58 μm
Relative Span:	1.3
< 141 μm:	15.87 %

Deposition

Swath Displacement:	n/a
COV:	n/a
Mean Deposition:	n/a

Accountancy of Active

Application Efficiency:	n/a %
Downwind Deposition:	n/a %
Airborne Drift:	n/a %
Carrier Evaporated:	n/a %

Save Print OK



## Análise

**Terrestrial Assessment**

Terrestrial Field Definition

☒ Point Deposition

☐ User-defined Area Average

Downwind Width of Area Average: 208.7 ft

Tier I Settings

Active Rate: 0.2505 lb/ac

Calculations

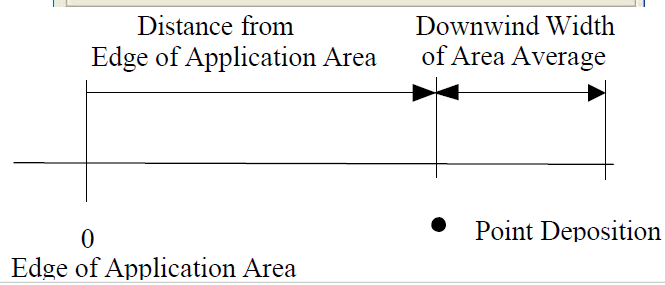
Distance To Point or Area Average From Edge of Application Area: 200 ft

Initial Average Deposition:

0.0456 Fraction of Applied

12.8 g/ha 0.0114 lb/ac

0.0001 mg/cm<sup>2</sup>





## Análise



**Drop Distance Calculator**

Drop Size: 1000  $\mu\text{m}$

Release Height: 10 ft

Drop Size at Impact: 990.31  $\mu\text{m}$

Distance Traveled: 11.57 ft

Time to Impact: 1.14 sec

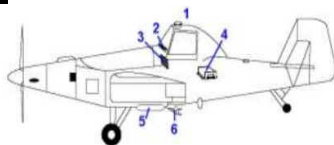


## Lacunas de conhecimento

- Bicos de pulverização não previstos no modelo
- Pulverizadores autopropelidos
- Canhões de aplicação
- Aeronaves com Winglet
- Utilização de drones



## Controle de aplicação



**1) Antena do GPS:** captando os sinais de satélites localizados na atmosfera fornece ao sistema de navegação satelital a precisão sub métrica necessária para as aplicações com máxima precisão.

**2) Barra de Luzes:** orienta o piloto a seguir uma linha imaginária possibilitando aplicar o agroquímico em faixas paralelas com perfeição, sem falhas e sobreposição.

**3) Computador de Bordo:** O controle eletrônico de pulverização conectado ao GPS possibilita a aplicação automática com fluxo variável em função das mudanças de velocidade e em doses variáveis, em função dos diferentes níveis de infestação dos alvos biológicos na área de aplicação.

**4) Receptor GPS:** computador integrado aos sistemas de navegação e pulverização.

**5) Sistema de Controle de Fluxo:** Determina o volume de aplicação em função das modificações da velocidade operacional. Conectado ao GPS e seguindo um mapa de aplicação, o fluxômetro controla o funcionamento da abertura e fechamento das barras de pulverização.

**6) Sistema de Pulverização:** Novos sistemas estão sendo desenvolvidos para equipar a aviação agrícola possibilitando melhor controle na deposição das gotas sobre os alvos biológicos.



1) Receptor GPS

2) Antena do GPS

3) Computador de Bordo

4) Sistema de integração da eletrônica de bordo

5) Reservatório de água limpa

6) Sistema de injeção direta de agroquímicos

7) Sensor de velocidade (Radar)



Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

**Ibama**

Ministério do Meio Ambiente

Obrigado

“A dúvida não é uma condição agradável,  
mas a certeza é absurda.”

Voltaire (1694-1778)

Regis de Paula Oliveira  
Analista Ambiental – Ibama  
CCONP/CGASQ/DIQUA  
cgasq.sede@ibama.gov.br