



# Seminário Interpretação da Instrução Normativa Ibama nº 02/2017

Detalhamento do esquema de  
avaliação de risco para abelhas:  
Caracterização da exposição em  
fase 1 - BeeREX

Regis de Paula Oliveira





# 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



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

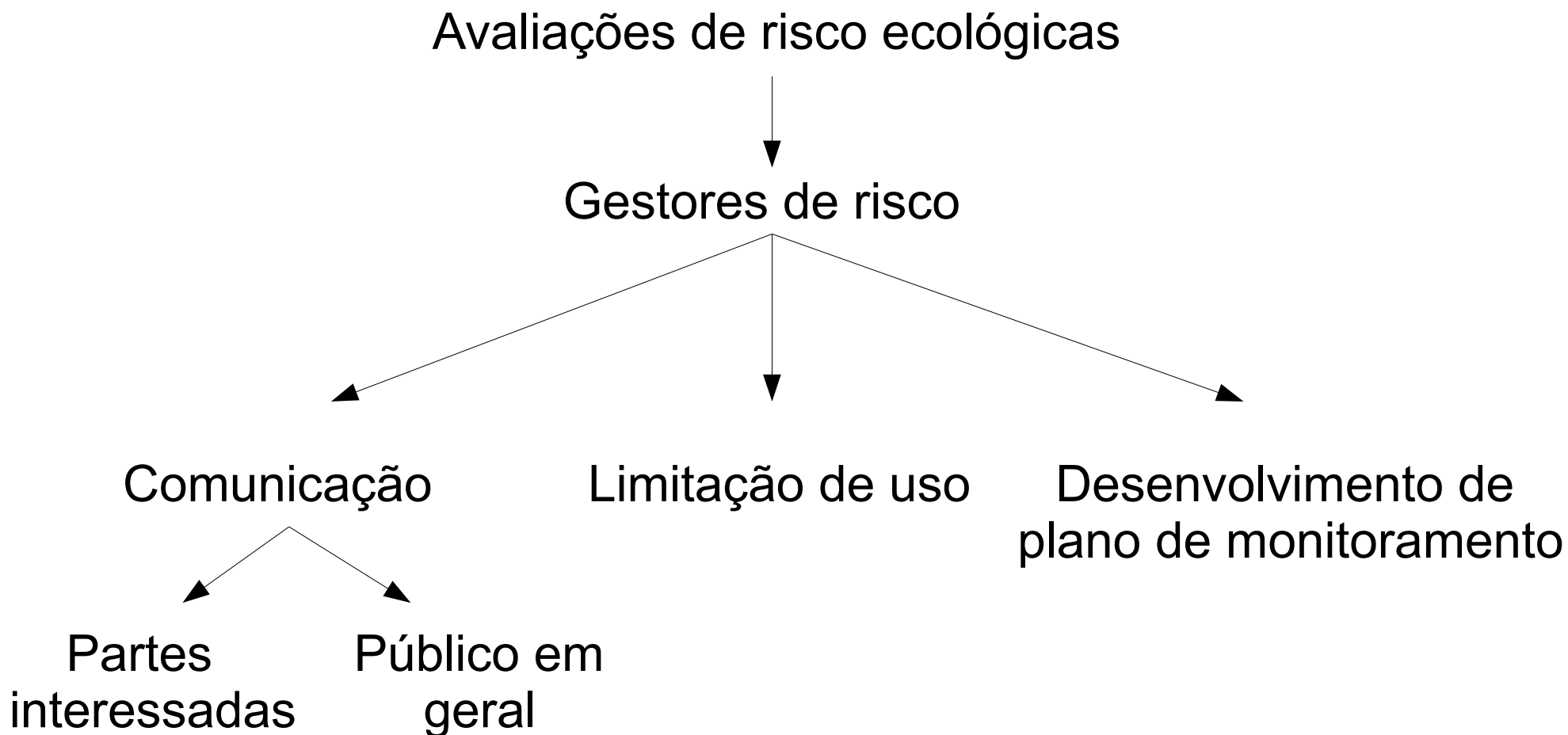
- 1 – **Formulação do problema**: o que está em risco e precisa ser protegido;
- 2 – **Análise**: o nível de exposição pode ou não causar efeitos ecológicos nocivos;
- 3 – **Caracterização do risco**:
  - 3.1 - **Estimativa de risco** – perfil de exposição e efeitos da exposição;
  - 3.2 - **Descrição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



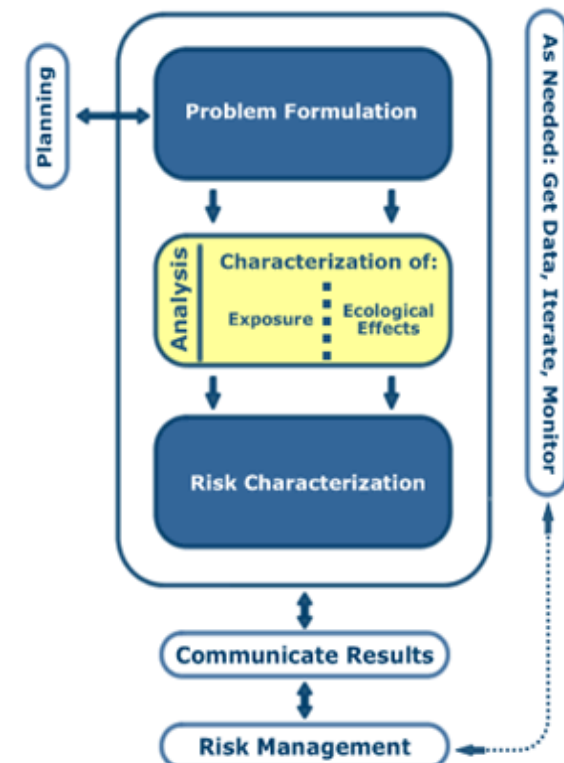
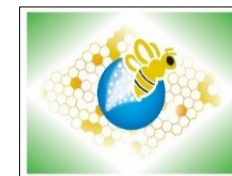
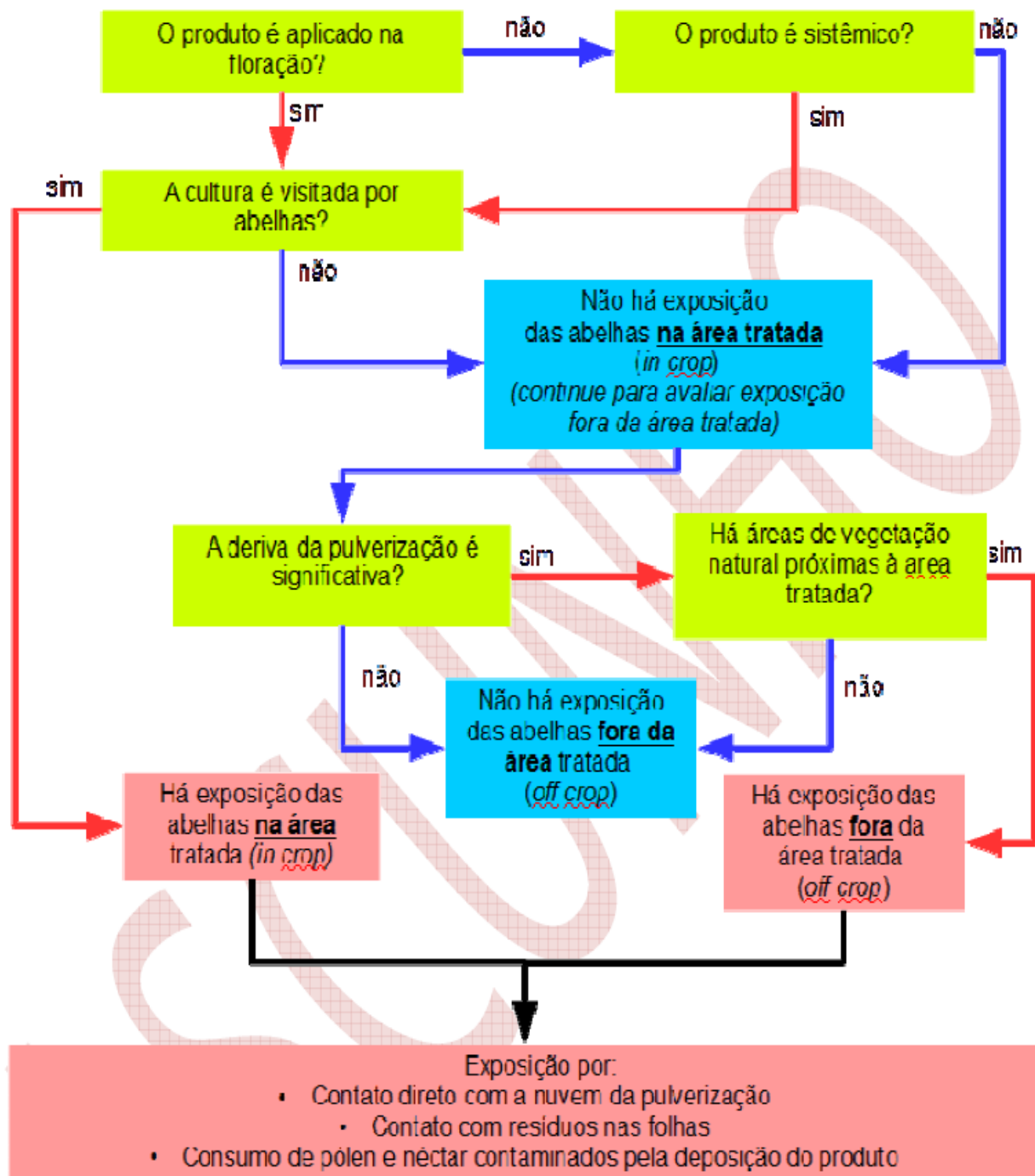
# Avaliação de risco ecológica



## Gerenciamento do risco



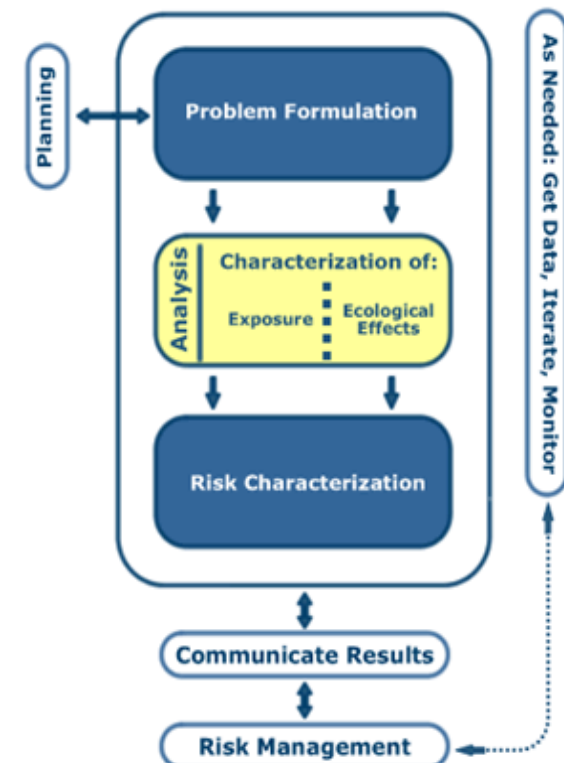
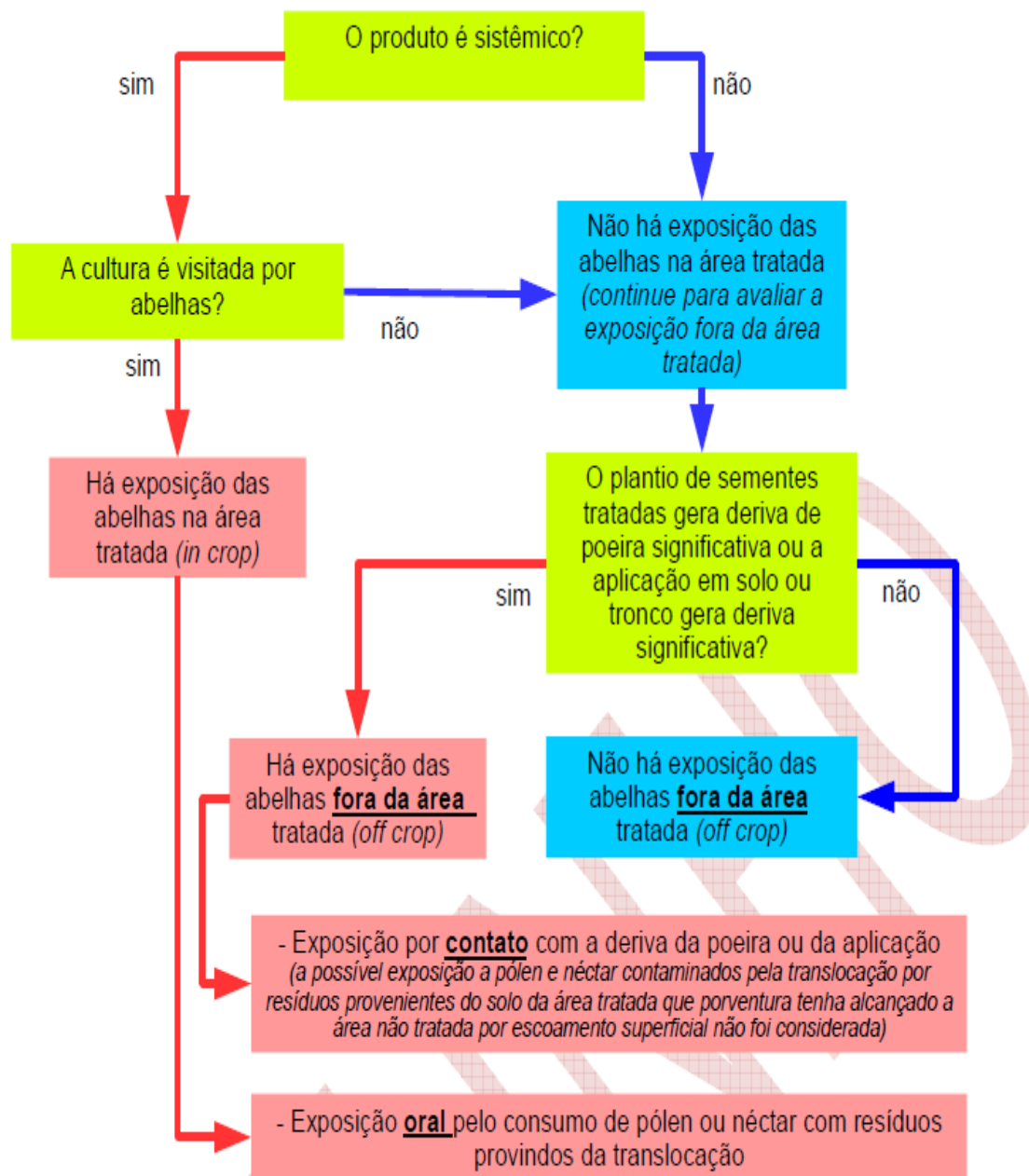
• Para pulverização foliar:



Phase 2: Analysis

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

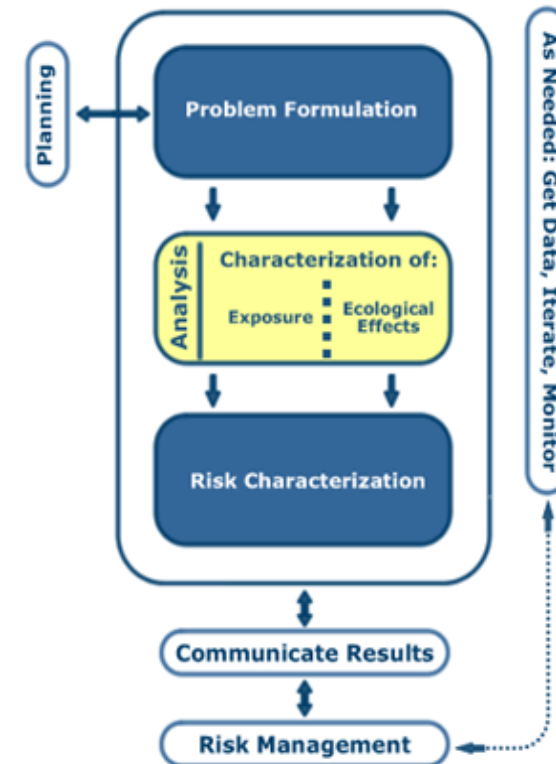
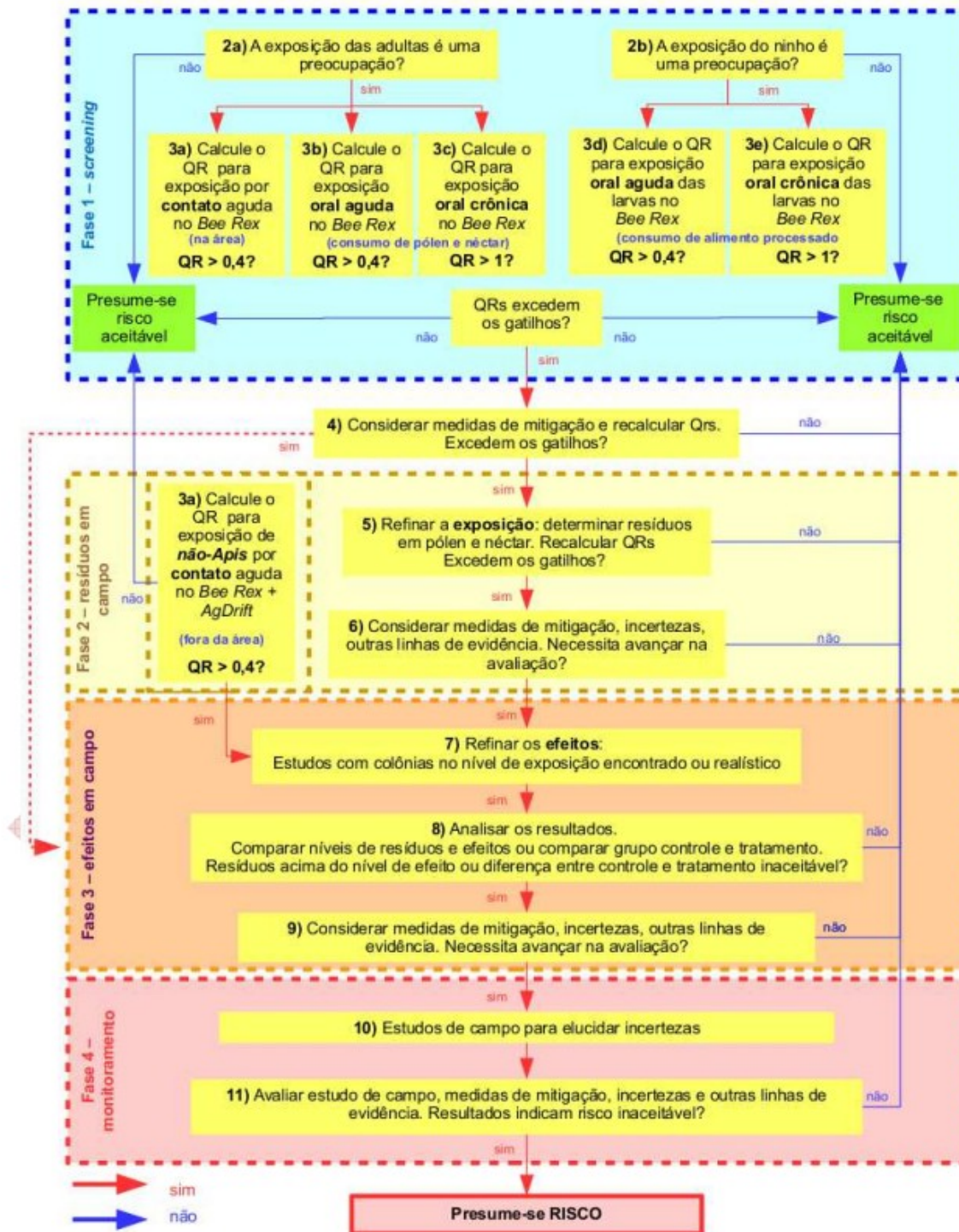
• Para aplicação no solo, tronco ou tratamento de sementes



Phase 2: Analysis

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

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

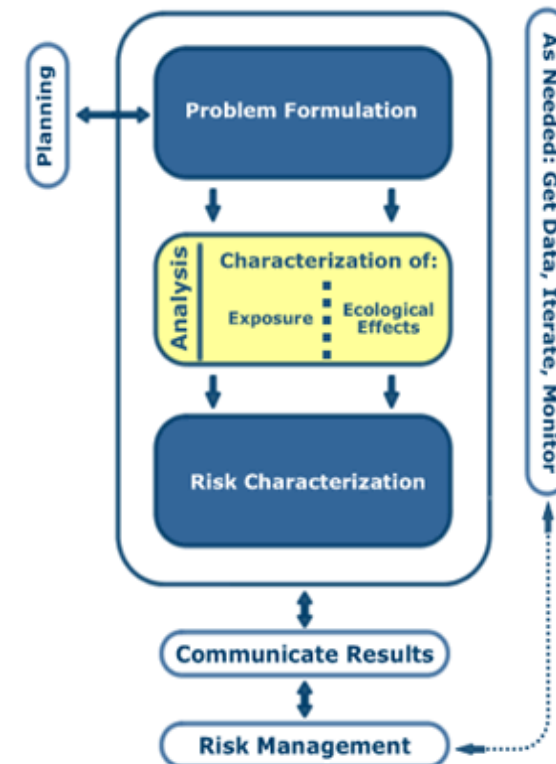
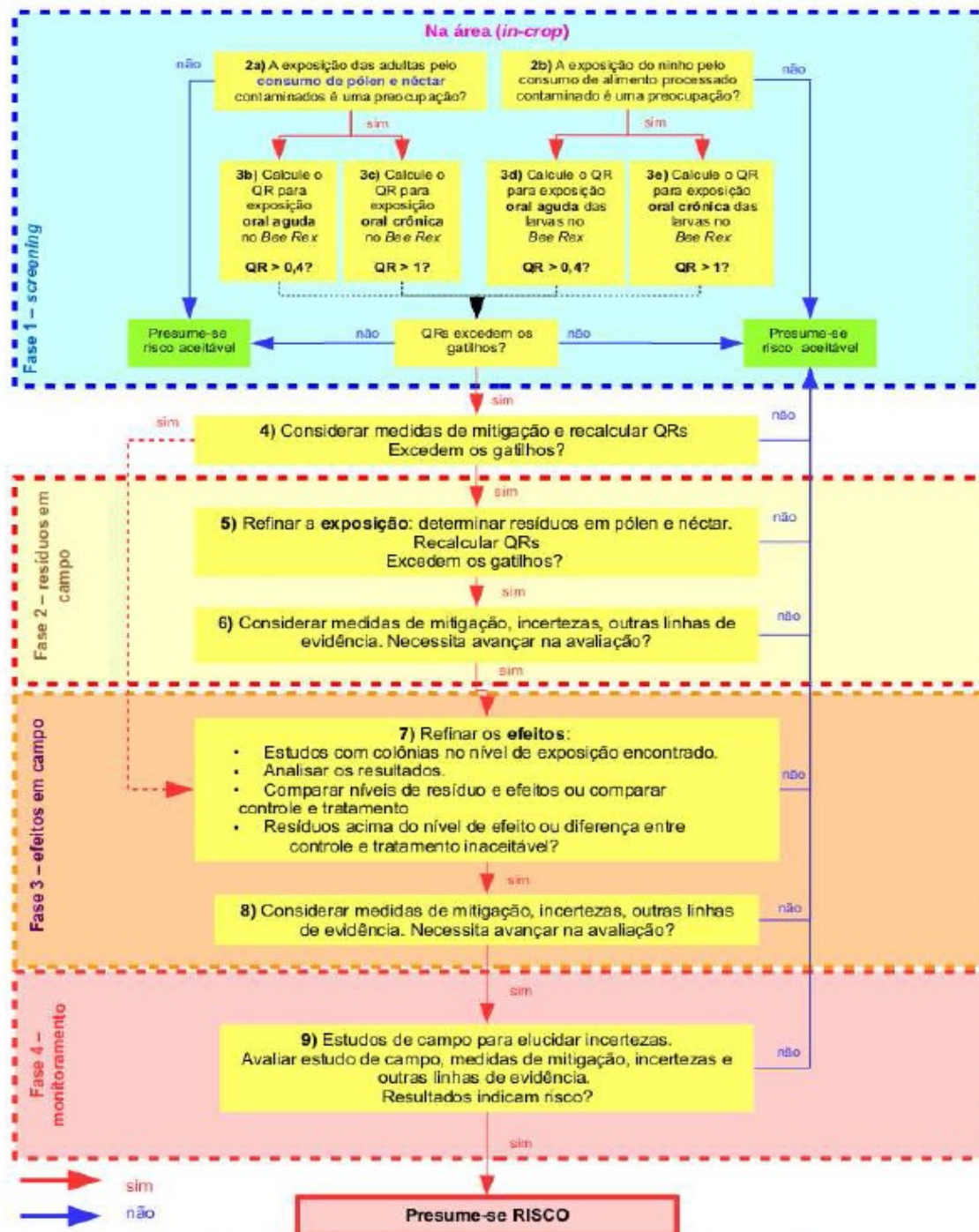


Phase 2: Analysis

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

Esquema de avaliação de risco de agrotóxicos para abelhas  
Aplicação em solo, tronco ou em tratamento de sementes

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



Phase 2: Analysis

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





## Caracterização do risco

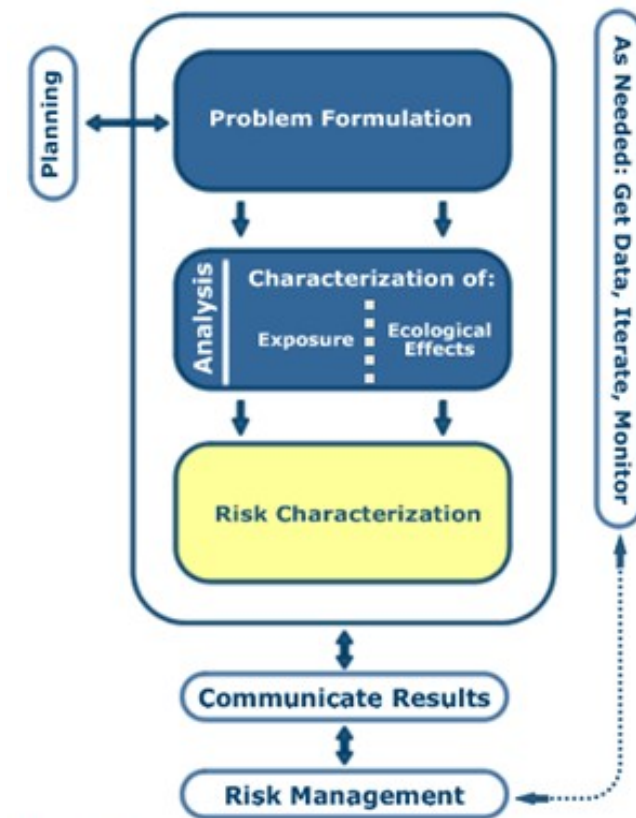
### Princípios:

Transparência: revelação completa e explícita dos métodos de avaliação dos riscos, assunções, lógica, justificativa, extrapolações e incertezas.

Clareza: produtos facilmente compreendidos, concisos, utilizando tabelas, gráficos e equações compreensíveis.

Coerência: deve ser conduzida e apresentada de acordo com a política do Instituto.

Razoabilidade: deve utilizar métodos e suposições consistentes com o estado atual da ciência



Phase 3: Risk Characterization

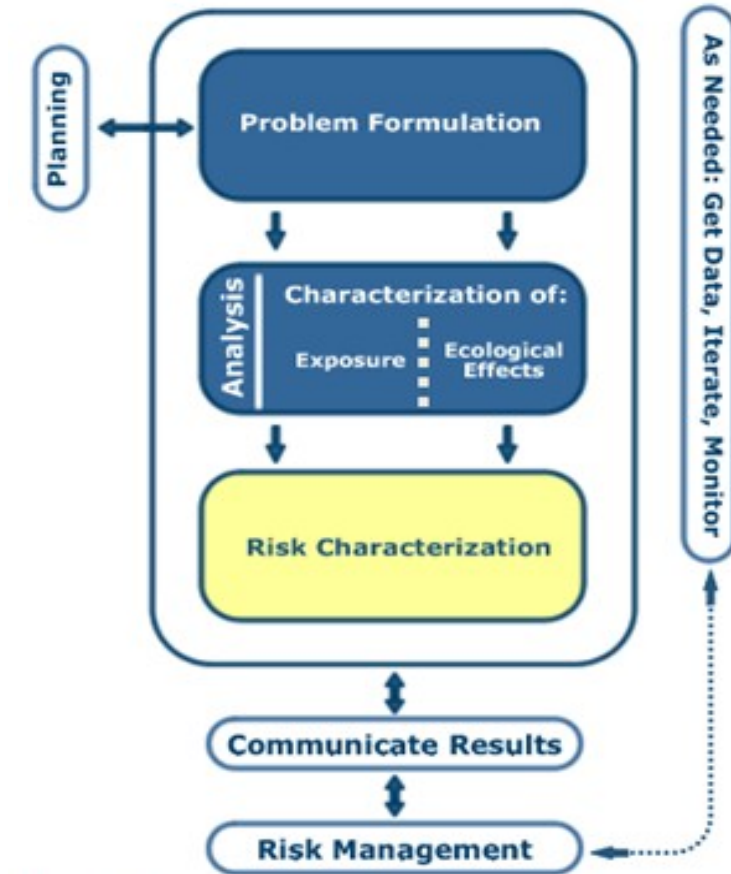


## Caracterização do risco

- 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



## Modelos para avaliação de risco

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

### BeeREX

É um modelo de nível de triagem utilizado em 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.



## Guia para avaliação de risco



O documento é um guia para avaliação de risco para abelhas, particularmente para ***Apis mellifera***.

Os dados adicionais de **outras espécies** disponíveis podem ser incluídos no processo de avaliação de risco como uma **evidência adicional**.

A **fase I** de avaliação de risco **pretende ser suficientemente conservadora**.

Os agrotóxicos que através de refinamento na estimativa de exposição e/ou medidas de mitigação podem reduzir o quociente de risco (QR) para valores menores que o nível de preocupação não necessitam de **refinamento da avaliação**.



## Guia para avaliação de risco



Identificado razoável **potencial de exposição**

**Fase I** – estimativa das concentrações de exposição (EECs)

**Rotas de exposição** por contato (apenas para foliar) e oral. Abelhas adultas e larvas

**Estudos laboratoriais** agudos e crônicos de efeitos em indivíduos

O **QR** é comparado com os LOCs (0,4 agudo e 1 crônico)

**Incertezas** relacionadas à estimativa de exposição e/ou toxicidade serão descritas na caracterização do risco.

Há medidas de **mitigação**?

**Refinamento** – estudos de resíduos em matrizes relevantes (pólen e néctar) nas culturas.



## Guia para avaliação de risco



As **exposições** são estimadas com base nas taxas de **consumo das castas**

Para **larvas** considera-se o consumo de 5 dias de idade

Para **adultas** considera-se o consumo de néctar das abelhas forrageiras. Assume-se que este valor é protetivo para zangões e rainha.

Se os resíduos em **pólen** são preocupantes deve-se observar a exposição das abelhas enfermeiras, que consomem mais pólen.

Nas avaliações das aplicações via solo, tratamento de sementes ou injeção no tronco deve-se verificar se o **produto é sistêmico** (Log Kow, estudos de rotação de culturas ou de metabolismo de plantas).



## Caracterização da exposição



Na **exposição por contato** - valor de resíduos - **Koch e Weisser 1997.**

Dieta de **aplicações foliares** - teor de resíduo em gramínea alta (nomograma de Kenaga T-REX) - **resíduos em néctar e pólen.**

Para **aplicações no solo** assume-se que as concentrações no pólen e néctar são consistentes com as **concentrações no xilema de cevada** (calculado pelo modelo de Briggs, relação entre  $\text{Log } K_{ow}$  e concentração nos brotos).

Para **tratamento de sementes** considera-se que a concentração no néctar e pólen é a mesma presente nas **folhas e caules de plantas tratadas** (European and Mediterranean Plant Protection Organization EPPO – 1 mg/Kg)

Para **injeções no tronco** de árvores a taxa de aplicação é convertida em massa de folhagem da árvore.



**Table 2. Summary of contact and dietary exposure estimates used for foliar applications, soil treatments, seed treatments and tree trunk injections of pesticides for Tier I risk assessments.**

Measurement Endpoint	Exposure Route	Exposure Estimate*
<b>Foliar Applications</b>		
Individual Survival (adults)	Contact	AR <sub>English</sub> *(2.7 µg a.i./bee) AR <sub>Metric</sub> *(2.4 µg a.i./bee)
Individual Survival (adults)	Diet	AR <sub>English</sub> *(110 µg a.i /g)*(0.292 g/day) AR <sub>Metric</sub> *(98 µg a.i /g)*(0.292 g/day)
Brood size and success	Diet	AR <sub>English</sub> *(110 µg a.i /g)*(0.124 g/day) AR <sub>Metric</sub> *(98 µg a.i /g)*(0.124 g/day)
<b>Soil Treatments</b>		
Individual Survival (adults)	Diet	(Briggs EEC)*(0.292 g/day)
Brood size and success	Diet	(Briggs EEC)*(0.124 g/day)
<b>Seed Treatments</b>		
Individual Survival (adults)	Diet	(1 µg a.i /g)*(0.292 g/day)
Brood size and success	Diet	(1 µg a.i /g)*(0.124 g/day)
<b>Tree Trunk Applications<sup>++</sup></b>		
Individual Survival (adults)	Diet	(µg a.i. applied to tree/g of foliage)*(0.292 g/day)
Brood size and success	Diet	(µg a.i. applied to tree/g of foliage)*(0.124 g/day)

AR<sub>English</sub> = application rate in lbs a.i./A; AR<sub>Metric</sub> = application rate in kg a.i./ha

\*Based on food consumption rates for larvae (0.124 g/day) and adult (0.292 g/day) worker bees and concentration in pollen and nectar.

<sup>++</sup>Note that concentration estimates for tree applications are specific to the type and age of the crop to which the chemical is applied.





# Caracterização da exposição



Table 3. Estimated food consumption rates of bees.

Life Stage	Caste (task in hive <sup>a</sup> )	Average age (in days) <sup>a</sup>	Daily consumption rate (mg/day)			
			Jelly	Nectar <sup>b</sup>	Pollen	Total
Larval	Worker	1	1.9	0	0	1.9
		2	9.4	0	0	9.4
		3	19	0	0	19
		4	0	60 <sup>c</sup>	1.8 <sup>d</sup>	62
		5	0	120 <sup>c</sup>	3.6 <sup>d</sup>	124
	Drone	6+	0	130	3.6	134
	Queen	1	1.9	0	0	1.9
		2	9.4	0	0	9.4
3		23	0	0	23	
4+		141	0	0	141	
Adult	Worker (cell cleaning and capping)	0-10	0	60 <sup>f</sup>	1.3 - 12 <sup>g,h</sup>	61 - 72
	Worker (brood and queen tending, nurse bees)	6-17	0	113 - 167 <sup>f</sup>	1.3 - 12 <sup>g,h</sup>	114 - 179
	Worker (comb building, cleaning and food handling)	11-18	0	60 <sup>f</sup>	1.7 <sup>g</sup>	62
	Worker (foraging for pollen)	>18	0	35 - 52 <sup>f</sup>	0.041 <sup>g</sup>	35 - 52
	Worker (foraging for nectar)	>18	0	292 (median) <sup>c</sup>	0.041 <sup>g</sup>	292
	Worker (maintenance of hive in winter)	0-90	0	29 <sup>f</sup>	2 <sup>g</sup>	31
	Drone	>10	0	133 - 337 <sup>c</sup>	0.0002 <sup>c</sup>	133 - 337
	Queen (laying 1500 eggs/day)	Entire lifestage	525	0	0	525

<sup>a</sup>Winston (1987)

<sup>b</sup>Consumption of honey is converted to nectar-equivalents using sugar contents of honey and nectar.

<sup>c</sup>Calculated as described in this paper.

<sup>d</sup>Simpson (1955) and Babendreier *et al.* (2004)

<sup>e</sup>Pollen consumption rates for drone larvae are unknown. Pollen consumption rates for worker larvae are used as a surrogate.

<sup>f</sup>Based on sugar consumption rates of Rortais *et al.* (2005). Assumes that average sugar content of nectar is 30%.

<sup>g</sup>Crailsheim *et al.* (1992, 1993)

<sup>h</sup>Pain and Maugenet 1966



## Caracterização dos efeitos



Toxicidade aguda por contato para abelhas adultas

Teste de toxicidade de resíduos na folhagem

(OCSPG Guideline 850.3030) DL50 < 11 µg por abelha e a abelha pode ser exposta

Toxicidade oral aguda para abelhas adultas

Toxicidade oral aguda para larvas

Toxicidade oral crônica para abelhas adultas

Toxicidade oral crônica 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.

**Table 4. Expected endpoint and consideration of the strengths and limitations of various bee toxicity studies.**

Study Name	Primary Endpoints	Strengths	Limitations
<b>Tier I</b>			
Adult, Acute Contact	Mortality, Contact LD <sub>50</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantifiable test doses</li> <li>• Dose-response curve is generated</li> <li>• Some sublethal effects can be measured</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Only 1 exposure route considered</li> <li>• NOAECs are typically not generated</li> <li>• Acute exposure only</li> <li>• Measurement of sublethal effects is often limited in scope</li> <li>• Effects are assessed at the individual level</li> </ul>
Adult, Acute Oral	Mortality, Oral LD <sub>50</sub>		
Adult, Chronic Oral	Mortality, NOAEC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantifiable test doses</li> <li>• NOAEC and/or dose-response curve can be generated</li> <li>• Some sublethal effects can be measured</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Only 1 exposure route considered</li> <li>• Measurement of sublethal effects is often limited in scope</li> <li>• Effects are assessed at the individual level</li> <li>• Test is currently under development</li> </ul>
Larval Acute (single dose)	Mortality, Larval LD <sub>50</sub> /NOAEC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantifiable test concentrations</li> <li>• NOAEC and/or dose-response curve can be generated</li> <li>• Contact and oral exposure routes are included</li> <li>• Larval effects are important for some MOAs (insect growth regulators)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actual consumed dose may vary</li> <li>• Assessment of effects through pupation is currently difficult</li> <li>• Effects are assessed at the individual level</li> <li>• Test is currently under development (chronic)</li> </ul>
Larval Chronic (repeat dose)	Adult Emergence/NOAEC		
Foliar Residue	Mortality, Residual toxicity and/or RT <sub>25</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contact exposure through residues on foliage</li> <li>• Can assess pesticide residual toxicity</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acute exposure only</li> <li>• Actual dose is not quantified</li> <li>• Effects are assessed at the individual level</li> </ul>



# Caracterização do risco

## Estimativa de risco

Table 5. Summary of exposure and effect estimates used in deriving risk quotients for Tier I risk assessments.

Measurement Endpoint	Exposure Route	Exposure Estimate <sup>+</sup>	Acute Effect Endpoint	Chronic Effect Endpoint <sup>+++</sup>
<b>Foliar Applications</b>				
Individual Survival (adults)	Contact	AR <sub>English</sub> * (2.7 µg a.i./bee) AR <sub>Metric</sub> * (2.4 µg a.i./bee)	Acute contact LD <sub>50</sub>	None
Individual Survival (adults)	Diet	AR <sub>English</sub> * (110 µg a.i /g) (0.292 g/day) AR <sub>Metric</sub> * (98 µg a.i /g) (0.292 g/day)	Acute oral LD <sub>50</sub>	Chronic adult oral NOAEL (effects to survival or longevity)
Brood size and success	Diet	AR <sub>English</sub> * (110 µg a.i /g) (0.124 g/day) AR <sub>Metric</sub> *(98 µg a.i /g) (0.124 g/day)	Larval LD <sub>50</sub>	Chronic larval oral NOAEL (effects to adult emergence, survival,)
<b>Soil Treatments</b>				
Individual Survival (adults)	Diet	(Briggs EEC) * (0.292 g/day)	Acute oral LD <sub>50</sub>	Chronic adult oral NOAEL (effects to survival or longevity)
Brood size and success	Diet	(Briggs EEC) * (0.124 g/day)	Larval LD <sub>50</sub>	Chronic larval oral NOAEL (effects to adult emergence, survival,)
<b>Seed Treatments</b>				
Individual Survival (adults)	Diet	(1 µg a.i /g) * (0.292 g/day)	Acute oral LD <sub>50</sub>	Chronic adult oral NOAEL (effects to survival or longevity)
Brood size and success	Diet	(1 µg a.i /g) * (0.124 g/day)	Larval LD <sub>50</sub>	Chronic larval oral NOAEL (effects to adult emergence, survival,)
<b>Tree Trunk Applications<sup>++</sup></b>				
Individual Survival (adults)	Diet	(µg a.i. applied to tree/g of foliage) * (0.292 g/day)	Acute oral LD <sub>50</sub>	Chronic adult oral NOAEL (effects to survival or longevity)
Brood size and success	Diet	(µg a.i. applied to tree/g of foliage) * (0.124 g/day)	Larval LD <sub>50</sub>	Chronic larval oral NOAEL (effects to adult emergence, survival,)

AR<sub>English</sub> = application rate in lbs a.i./A; AR<sub>Metric</sub> = application rate in kg a.i./ha

<sup>+</sup>Based on food consumption rates for larvae (0.124 g/day) and adult (0.292 g/day) worker bees and concentration in pollen and nectar.

<sup>++</sup>Note that concentration estimates for tree applications are specific to the type and age of the crop to which the chemical is applied.

<sup>+++</sup>To calculate RQs for chronic effect, NOAEC can be used as the effect endpoint to compare with the exposure estimate in concentration.





## Nível de preocupação



### **LOC – QR agudo é 0.4**

Relação dose-resposta da **média histórica** de estudos de toxicidade aguda (contato e oral) de abelhas considerando **10% de mortalidade**.

Essa mortalidade é comparável com a mortalidade dos grupos controles.

Com trata-se de avaliação individual sugere-se que seja protetivo para abelhas solitárias.

Pela limitação de dados para larvas utiliza-se o mesmo LOC agudo.

### **LOC – QR crônico (NOAECs) é 1**



# Incertezas



## **Exposição pela dieta**

Quantidade de alimento consumido

Água consumida

Exsudatos de plantas

## **Exposição por contato**

Quantidade de resíduos nas folhas e solo

## **Diferenças entre abelhas**

Biologia das abelhas e comportamento



## Caracterização dos efeitos



# 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>



# BeeREX



**Table 1. User inputs (related to exposure)**

Description	Value
Application rate	
Units of app rate	lb a.i./A
Application method	foliar spray
Log Kow	5
Koc	30
Mass of tree vegetation (kg-wet weight)	0.1
Are empirical residue data available?	no
Empirical residue in pollen/bread (mg a.i./kg)	1
Empirical residue in nectar (mg a.i./kg)	0.4
Empirical residue in jelly (mg a.i./kg)	0.5

Soil application  
Foliar spray  
Tree trunk

Soil application

Tree trunk

Kg a.i./ha  
mg a.i./tree

Tree trunk

Soil application  
Seed treatment  
Tree trunk





# BeeREX



Table 2. Toxicity data

Description	Value ( $\mu\text{g a.i./bee}$ )
Adult contact LD50	1
Adult oral LD50	1
Adult oral NOAEL	1
Larval LD50	1
Larval NOAEL	1



# BeeREX



Table 3. Estimated concentrations in pollen and nectar

Application method	EECs (mg a.i./kg)	EECs ( $\mu\text{g}$ a.i./mg)
foliar spray	98	0.098
soil application	NA	NA
seed treatment	NA	NA
tree trunk	NA	NA



# BeeREX



Table 4. Daily consumption of food, pesticide dose and resulting dietary RQs for all bees

Life stage	Caste or task in hive	Average age (in days)	Jelly (mg/day)	Nectar (mg/day)	Pollen (mg/day)	Total dose ( $\mu\text{g}$ a.i./bee)	Acute RQ	Chronic RQ
Larval	Worker	1	1.9	0	0	0.001862	0.001862	0.001862
		2	9.4	0	0	0.009212	0.009212	0.009212
		3	19	0	0	0.01862	0.01862	0.01862
		4	0	60	1.8	6.0564	6.0564	6.0564
	Drone	5	0	120	3.6	12.1128	12.1128	12.1128
		6	0	130	3.6	13.0928	13.0928	13.0928
	Queen	1	1.9	0	0	0.001862	0.001862	0.001862
		2	9.4	0	0	0.009212	0.009212	0.009212
		3	23	0	0	0.02254	0.02254	0.02254
		4	141	0	0	0.13818	0.13818	0.13818
Adult	Worker (cell cleaning and capping)	0-10	0	60	6.65	6.5317	6.5317	6.5317
	Worker (brood and queen tending, nurse bees)	6 to 17	0	140	9.6	14.6608	14.6608	14.6608
	Worker (comb building, cleaning and food handling)	11 to 18	0	60	1.7	6.0466	6.0466	6.0466
	Worker (foraging for pollen)	>18	0	43.5	0.041	4.267018	4.267018	4.267018
	Worker (foraging for nectar)	>18	0	292	0.041	28.620018	28.620018	28.620018
	Worker (maintenance of hive in winter)	0-90	0	29	2	3.038	3.038	3.038
	Drone	>10	0	235	0.0002	23.0300196	23.0300196	23.03002
	Queen (laying 1500 eggs/day)	Entire lifestage	525	0	0	0.5145	0.5145	0.5145



# BeeREX



Table 5. Results (highest RQs)

Exposure	Adults	Larvae	
Acute contact	NA	NA	
Acute dietary	0.48	0.20	→ LOC 0.4
Chronic dietary	0.48	0.20	→ LOC 1



## Seminário Interpretação da Instrução Normativa Ibama nº 02/2017

Detalhamento do esquema de  
avaliação de risco para abelhas:  
Caracterização da exposição em  
fase 2 - AgDRIFT

Regis de Paula Oliveira





## 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.

Avaliação da 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;



# Classificação por tamanho de gotas



American Society of Agricultural and Biological Engineers  
 2950 Niles Road, St. Joseph, MI 49085  
 Phone: (269) 429-0300 Fax: (269) 429-3852 [hq@asabe.org](mailto:hq@asabe.org)  
 Copyright © 2015 American Society of Agricultural and Biological Engineers



## 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

## 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	

*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.*

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

$$VF = 1.29$$

$$F = 1.74$$

$$M = 1.63$$

$$C = 1.61$$

$$VC = 1.8$$



# Tamanho de gotas



## AVI-OC 80° - Air-Inducing Venturi Ceramic Off-Center

	40 PSI	50 PSI	60 PSI	70 PSI	80 PSI	90 PSI	100 PSI
AVI-OC-8002	XC	VC	VC	VC	VC	VC	VC
AVI-OC-80025	XC	XC	VC	VC	VC	VC	VC
AVI-OC-8003	XC	XC	XC	VC	VC	VC	VC
AVI-OC-8004	XC	XC	XC	XC	VC	VC	VC



## TR 80° - Total Range - Stainless Steel Insert

	15 PSI	20 PSI	30 PSI	40 PSI	50 PSI	60 PSI	70 PSI
TR80-01	M	F	F	VF	VF	VF	VF
TR80-015	M	F	F	F	F	VF	VF
TR80-02	M	M	F	F	F	F	VF
TR80-03	C	M	M	F	F	F	F
TR80-04	C	C	M	M	M	F	F
TR80-05	C	C	C	M	M	M	F
TR80-06	C	C	C	M	M	M	M
TR80-08	VC	C	C	C	C	M	M
TR80-10	VC	VC	VC	C	C	C	M
TR80-15	XC	VC	VC	C	C	C	C



## HCX 80° - Hollow Cone

	40 PSI	50 PSI	60 PSI	70 PSI	80 PSI	90 PSI	100 PSI	125 PSI	150 PSI
30HCX2	VF	VF	VF	VF	VF	VF	VF	VF	VF
30HCX3	VF	VF	VF	VF	VF	VF	VF	VF	VF
30HCX4	F	F	VF	VF	VF	VF	VF	VF	VF
30HCX6	F	F	VF	VF	VF	VF	VF	VF	VF
30HCX8	F	F	F	VF	VF	VF	VF	VF	VF
30HCX9	F	F	F	F	F	VF	VF	VF	VF
30HCX10	F	F	F	F	F	F	VF	VF	VF
30HCX12	F	F	F	F	F	F	F	VF	VF
30HCX18	F	F	F	F	F	F	F	F	VF



# Tamanho de gotas

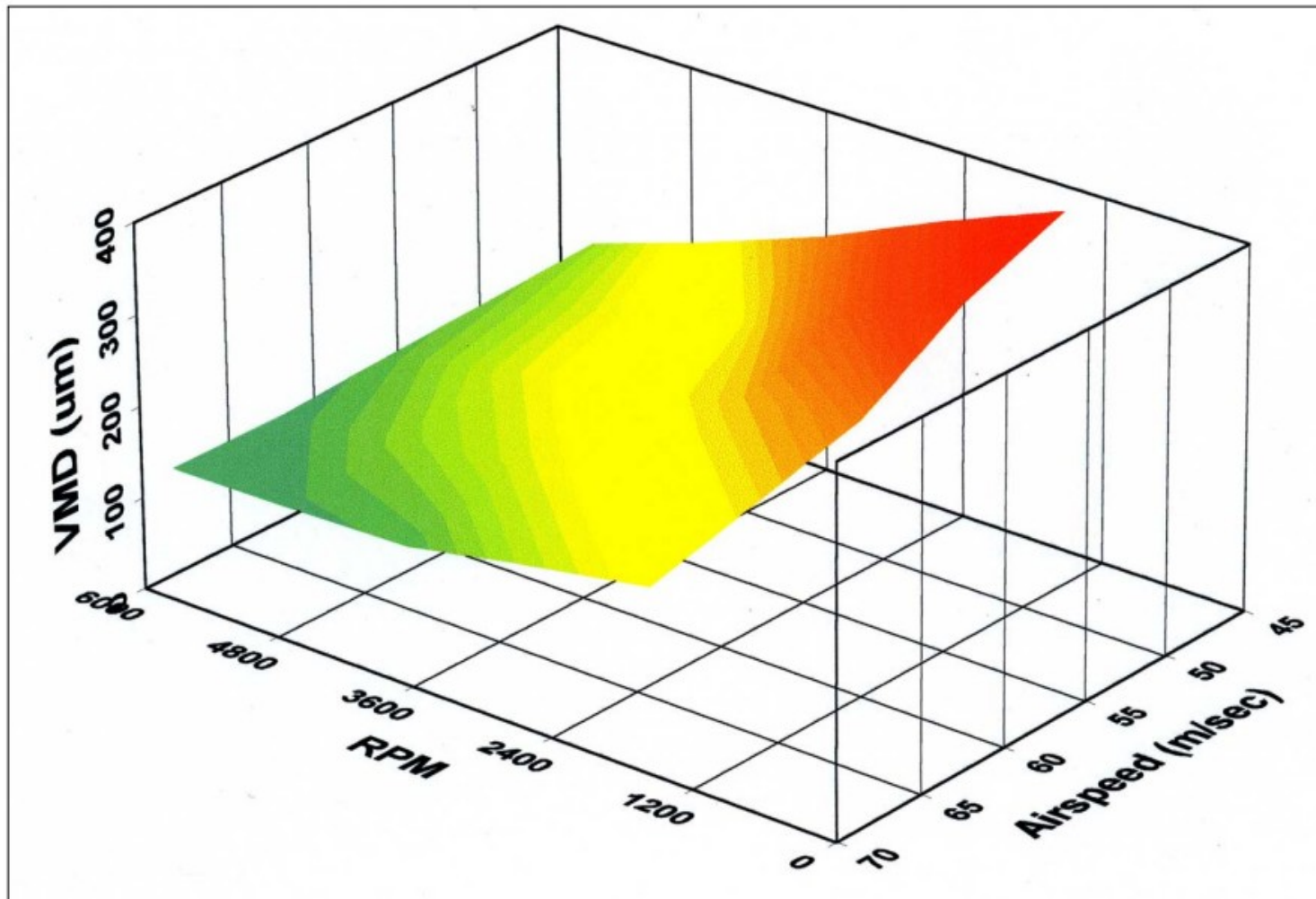


## Specifications

Weight:	2.8 kg (6.4 lb) without mounting clamp or block.
Mounting:	By mounting clamp or block types available to suit Micronair installation kits and popular boom sections.
Liquid throughput:	0 – 30 L/min (0 – 8 USG/min) per atomiser
Flow control:	By variable restrictor unit (VRU).
Liquid shut-off:	By diaphragm check valve and internal secondary shut-off.
Rotational speed:	Adjustable five bladed fan running at 2000 - 10000 rpm (maximum)
Operating airspeed:	80 - 240 Km/Hr (75 - 150 MPH)
Droplet size:	Variable between 30 - 400 microns VMD
Brake:	Electro-magnetic brake 24V DC 20 W



## Effect of Atomiser RPM & Airspeed on Droplet Size





# Tamanho de gotas



Airblast atomiser  
(Turboatomizador)

## Specifications

Length:	15.5 cm
Diameter:	22.5 cm <sup>1</sup>
Weight:	0.7 kg
Chemical Feedpipe:	9.5 mm inside diameter
Chemical Flow Rate:	0.02 – 2.0 litres/minute
Rotational Speed:	2,000 – 10,000 RPM <sup>2</sup>
Flow Control:	Variable or fixed restrictor
Spray droplet size:	Adjustable 40 – 400 microns



# AgDRIFT



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



## AgDRIFT – 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





# AgDRIFT – Fase I - aérea



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	±5.7 m (±18.7 ft)
Spacing (even)	0.28 m (11 in)



# AgDRIFT – Fase I - aérea



## 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



# AgDRIFT – Fase I - aérea



## CURVE SPECIFIC PARAMETERS

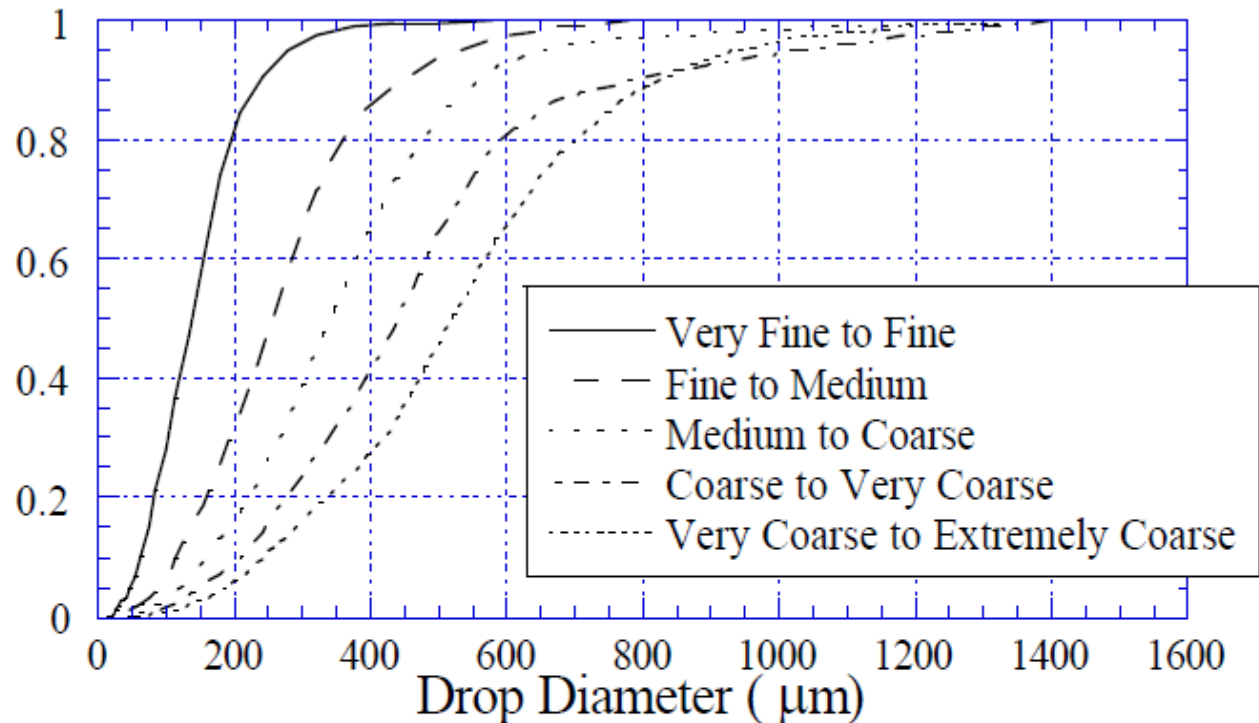
Parameter	Very Fine to Fine	Fine to Medium	Medium to Coarse	Coarse to Very Coarse
Swath Displacement/Swath	0.6506	0.3722	0.2851	0.2191
$D_{v0.1}$	62 $\mu\text{m}$	114 $\mu\text{m}$	157 $\mu\text{m}$	209 $\mu\text{m}$
VMD ( $D_{v0.5}$ )	137 $\mu\text{m}$	255 $\mu\text{m}$	341 $\mu\text{m}$	439 $\mu\text{m}$
$D_{v0.9}$	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



# AgDRIFT – Fase I - aérea



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.



# AgDRIFT – Fase I – Tratorizado com barra



**Boom Height**

Low Boom

High Boom

**Drop Size Distribution**

ASAE Very Fine to Fine

ASAE Fine to Medium/Coarse

**Data Percentile**

50th Percentile

90th Percentile

**Extended Settings**

Access Extended Settings

Number of Swaths:

**Information**

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

**Boom Height**

Low Boom

High Boom

**Drop Size Distribution**

ASAE Very Fine to Fine

ASAE Fine to Medium/Coarse

**Data Percentile**

50th Percentile

90th Percentile

**Extended Settings**

Access Extended Settings

Number of Swaths:

**Information**

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



## AgDRIFT – Fase I - Turboatomizador



Para aplicações com jatos de ar são geradas curvas para cinco tipos de pomares:

- **Normal** – pomares de uva e maçã;
- **Densos** – pomares de amendoas, laranjas, toranjas, pequenas toranjas e noz pecã;
- **Esparsos** – pomares de pequenas toranjas e maçã em período de dormência;
- **Vinhedos**; e
- **Pomares** - maçã, amendoas, laranjas, toranjas, pequenas toranjas, noz pecã e maçã em período de dormência.



# AgDRIFT – Fase I - Turboatomizador



Combination Orchards

- Normal (Stone and Pome Fruit, Vineyard)
- Dense (Citrus, Tall Trees)
- Sparse (Young, Dormant)
- Vineyard
- Orchard

---

Information

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

---

Extended Settings

Access Extended Settings

Swath Range

Starting Tree Row:

Ending Tree Row:

---

Individual Orchards

- Grapes (wrap-around sprayer)
- Grapefruit (mist blower)
- Grapes
- Small Grapefruit
- Apples
- Small Grapefruit (mist blower)
- Almonds
- Pecans
- Oranges
- Dormant Apples
- Grapefruit



## AgDRIFT – Fase II - aérea



- 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





# AgDRIFT – Fase II - aérea



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 %

Table 4. AgDRIFT<sup>®</sup> 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<sup>®</sup>; \*\* In DropKick<sup>®</sup>





# AgDRIFT – Fase II - aérea



**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

$D_{v0.5}$  : 254.72 µm      Relative Span: 1.3



# AgDRIFT – Fase III - aérea



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

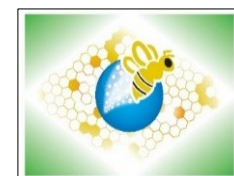
**Advanced Settings**  
 Edit

**AgDRIFT® Tier III Aerial Agricultural**

Table 5. Typical Roughness Lengths Gathered from the Literature

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



Table 6. Extended AgDRIFT<sup>®</sup> 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



# AgDRIFT – Fase III - aérea



**Aircraft**

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



# AgDRIFT – Fase III - aérea



**Nozzles** [Minimize] [Maximize] [Close]

Nozzle Installation Properties

Aircraft:  Semispan:  ft

Nozzle Distribution Extent Left  % Right  %

Nozzles

Graphical View  Tabular View

Rear [Dropdown] [+] [-] [Fit] [Add] [Del] [Left Arrow] [Right Arrow]

Nozzle Location

Horizontal  ft

Vertical  ft

Forward  ft

Nozzle Drop Size Distribution

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

[OK] [Cancel]





# AgDRIFT – Fase III - aérea



**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

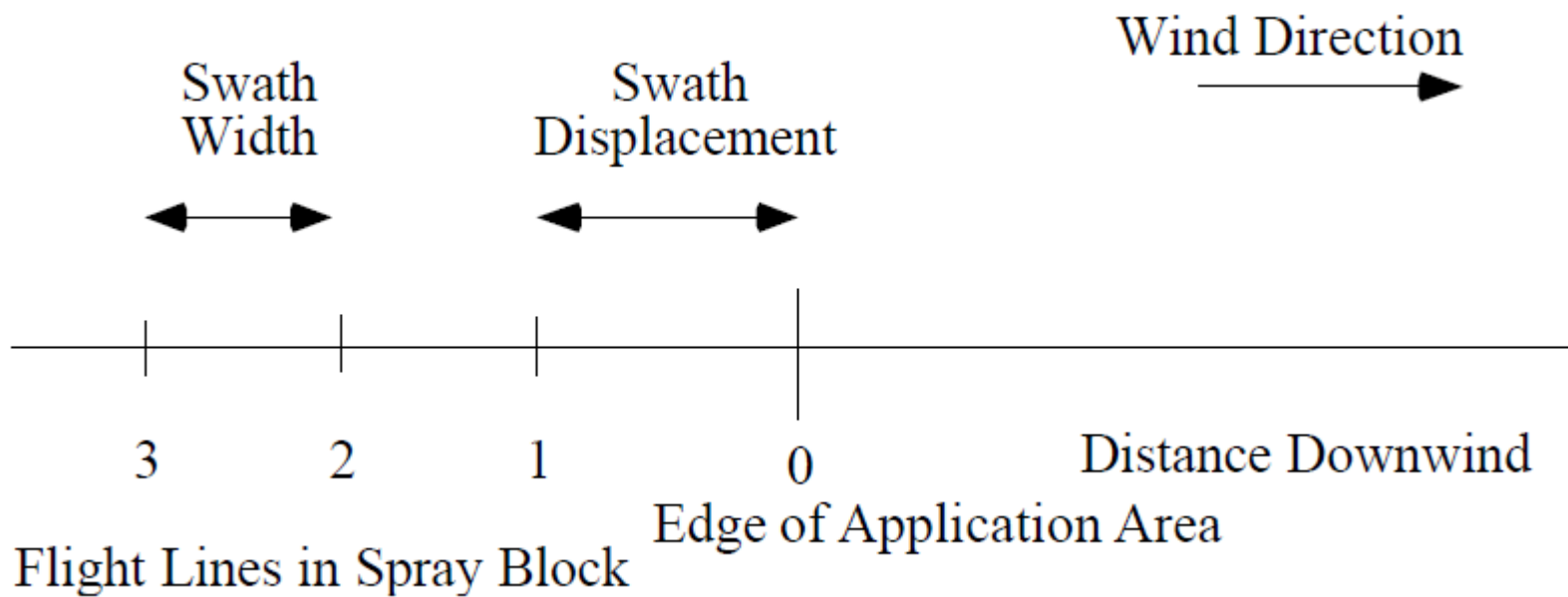
Active Rate: 0.2505 lb/ac

Spray Volume Rate: 2 gal/ac

OK Cancel

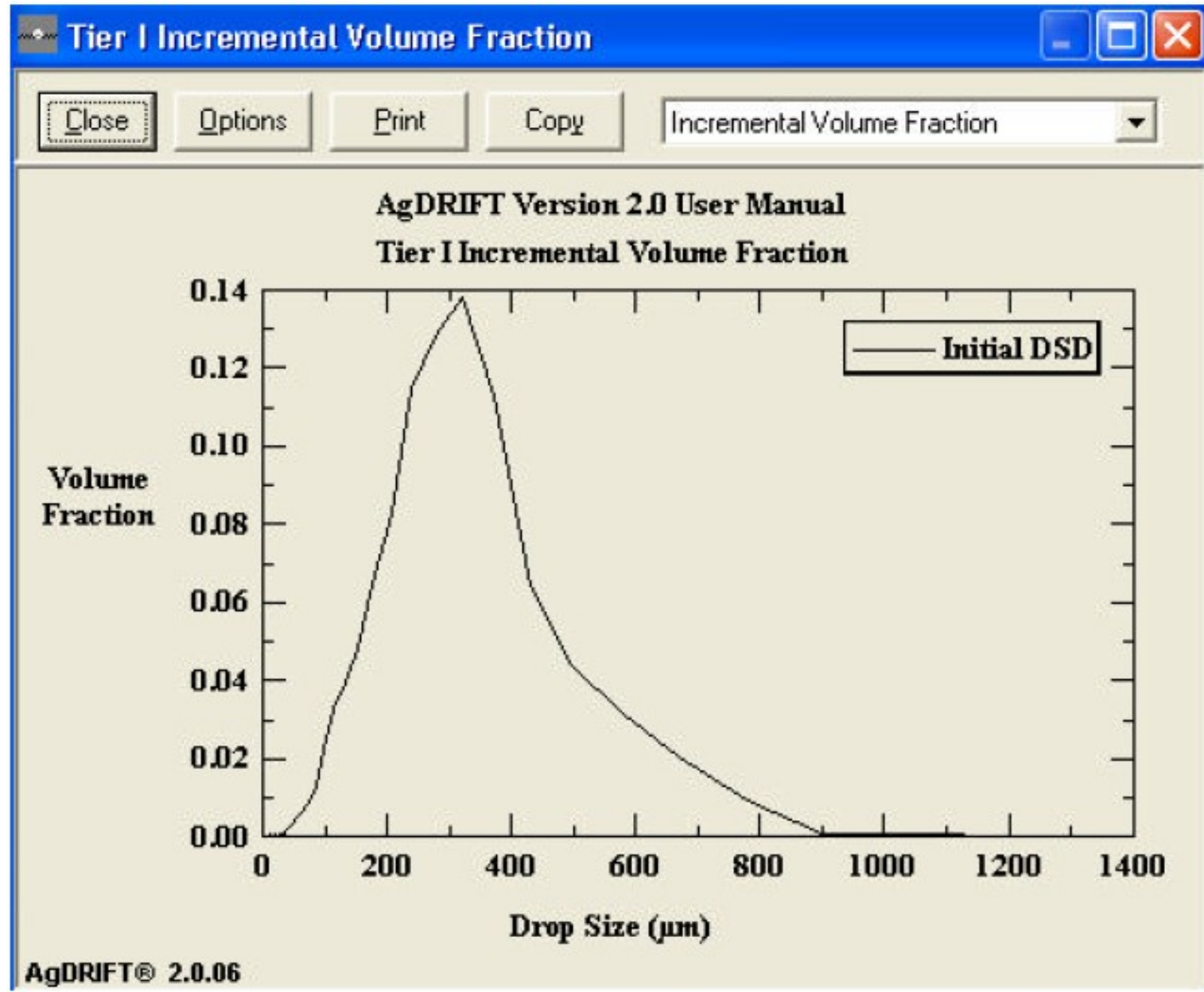


# AgDRIFT – Análise



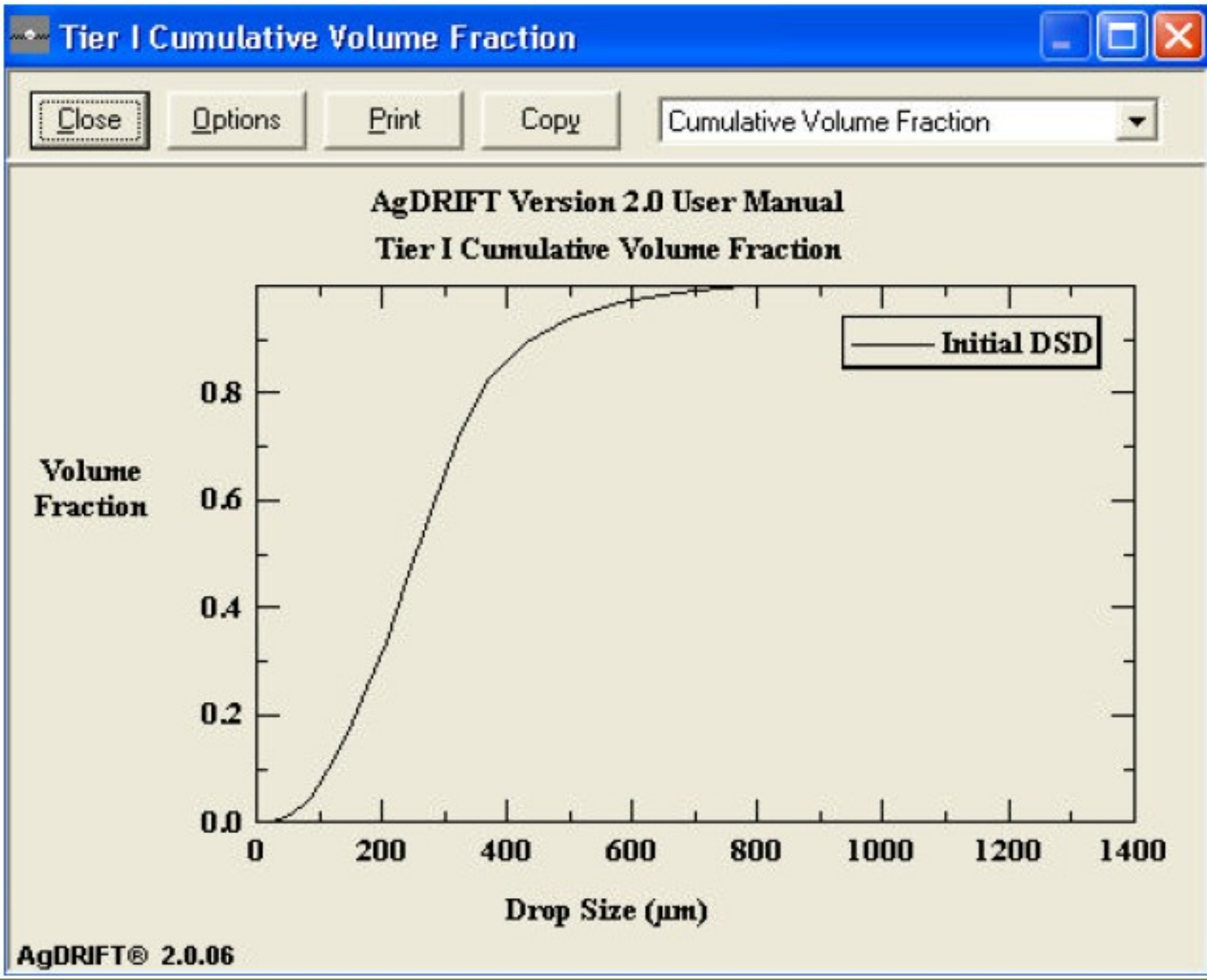


# AgDRIFT – Análise



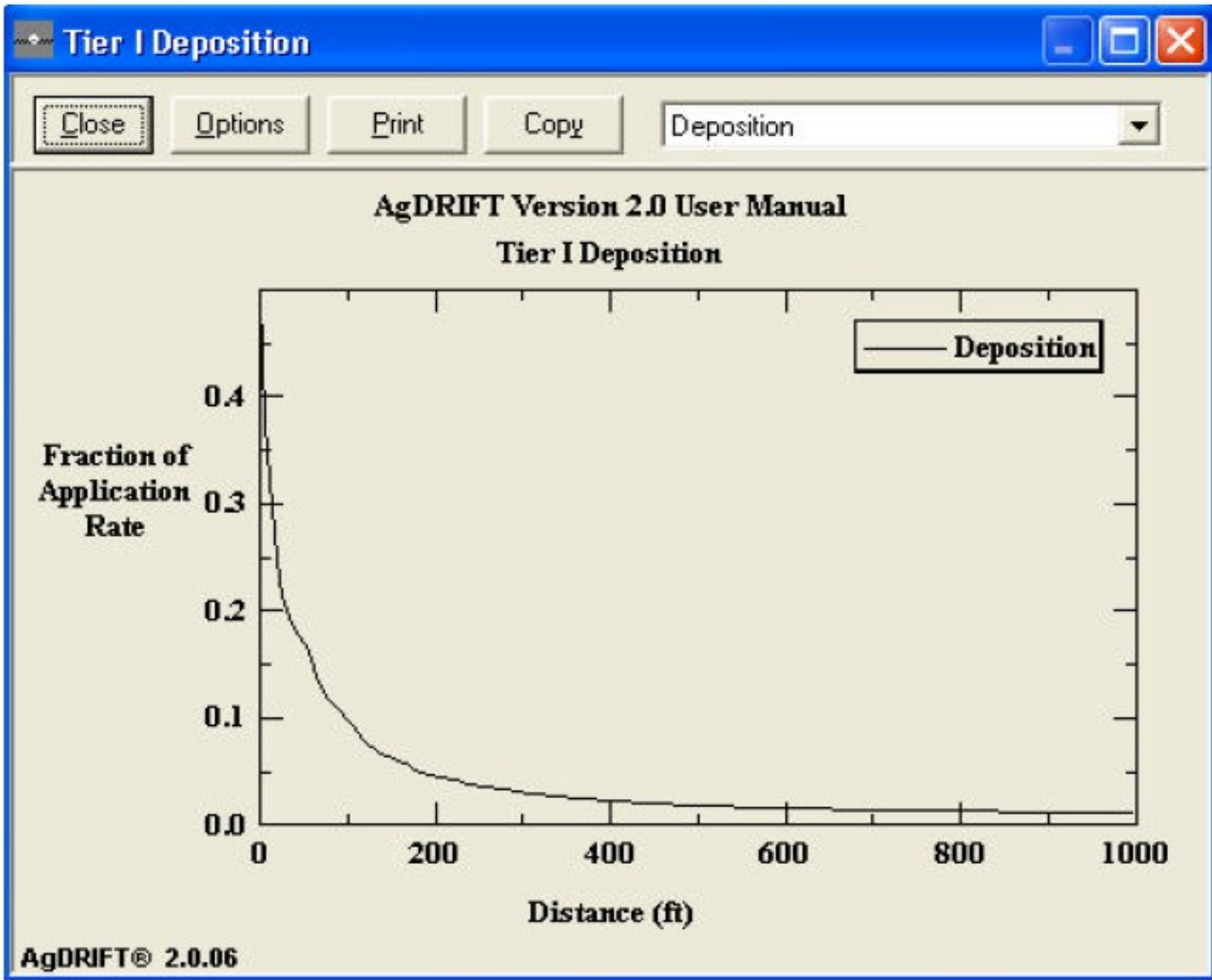


# AgDRIFT – Análise



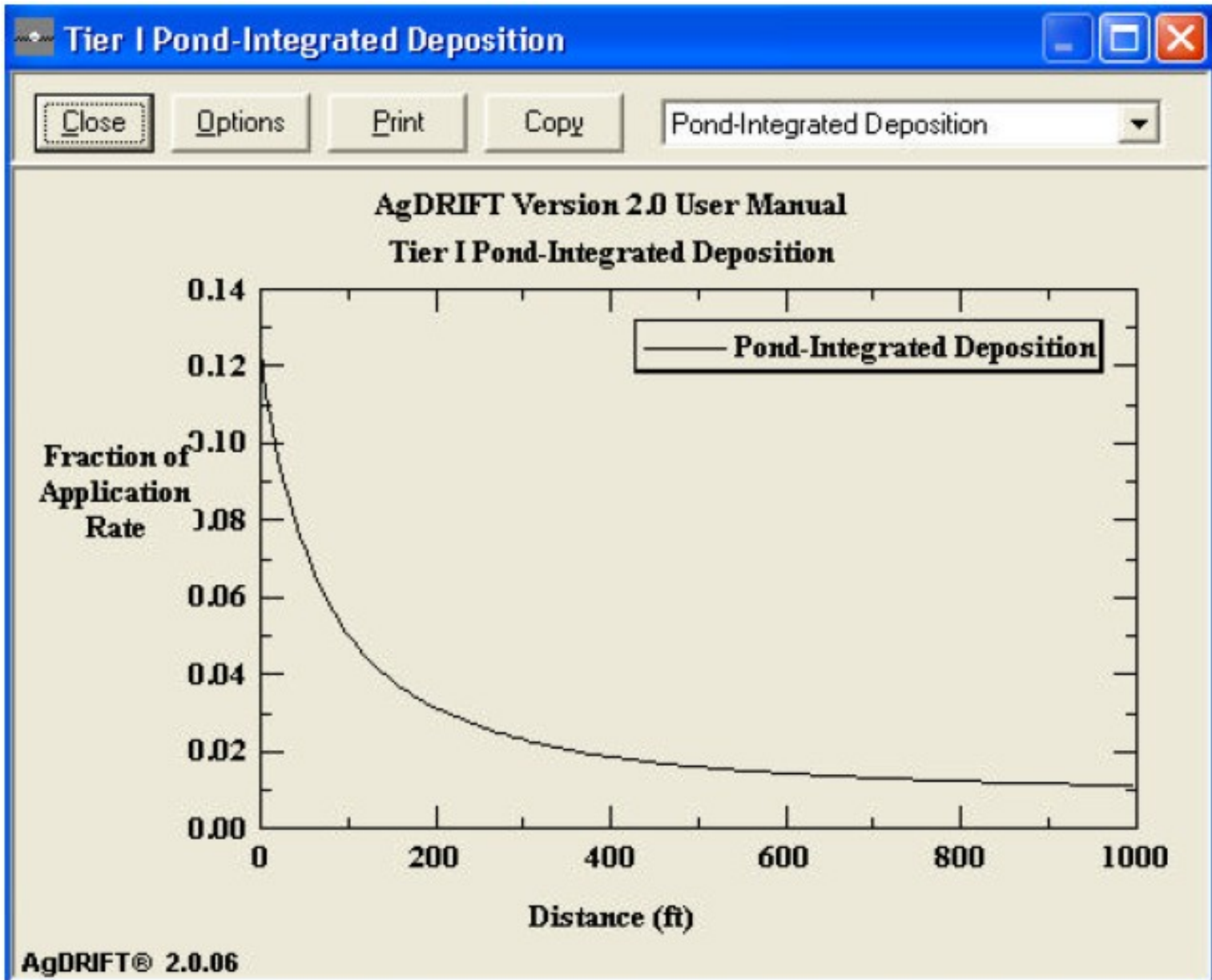


# AgDRIFT – Análise





# AgDRIFT – Análise





# AgDRIFT – Análise



**Numerical Values** [Close]

Drop Size Distribution

Initial DSD [v]

D v0.1:	113.71 μm
D v0.5:	254.72 μm
D v0.9:	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]



### Terrestrial Assessment

Terrestrial Field Definition

Point Deposition

User-defined Area Average  
Downwind Width of Area Average:  ft

Tier I Settings

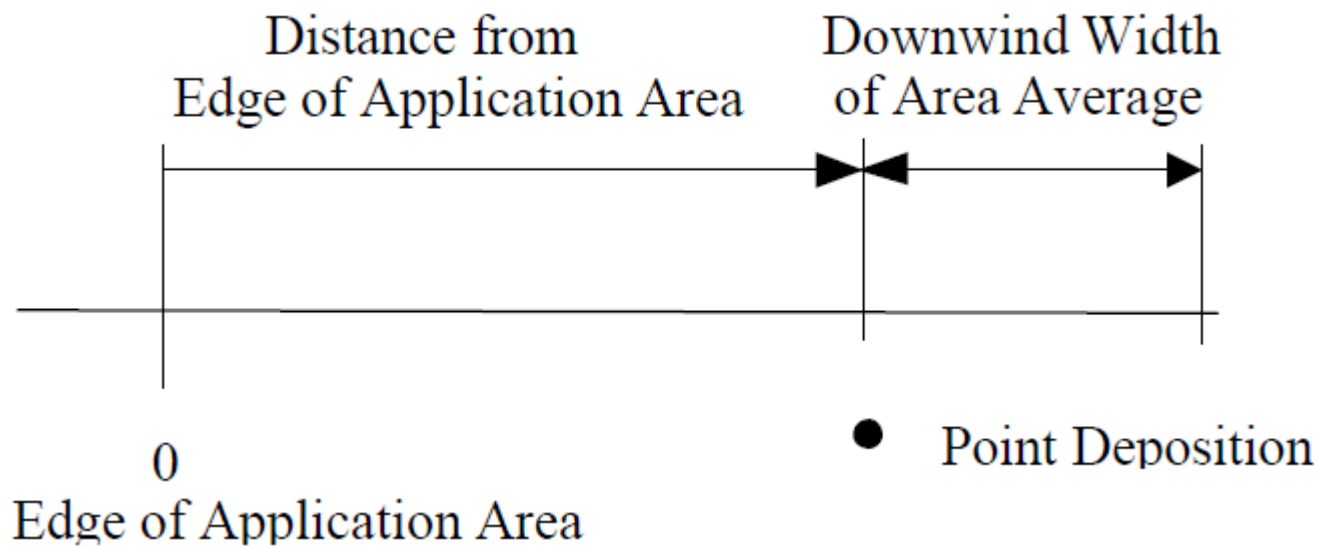
Active Rate:  lb/ac

Calculations

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

Initial Average Deposition:

<input type="text" value="0.0456"/>	Fraction of Applied
<input type="text" value="12.8"/> g/ha	<input type="text" value="0.0114"/> lb/ac
<input type="text" value="0.0001"/>	mg/cm <sup>2</sup>







# AgDRIFT – 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

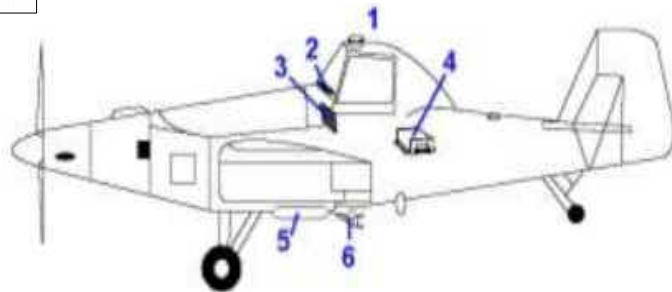
Time to Impact: 1.14 sec



## AgDRIFT – Lacunas de conhecimento



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



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)

