



MANUAL DE AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL DE AGROTÓXICOS PARA ABELHAS



Presidência da República

Jair Messias Bolsonaro

Ministério do Meio Ambiente

Ricardo Salles

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama

Eduardo Fortunato Bim

Diretoria de Qualidade Ambiental - Diqua

Carolina Fiorillo Mariani

Coordenação-Geral de Avaliação e Controle de Substâncias Químicas - CGAsq

Juliana Carvalho Rodrigues

Coordenação de Avaliação Ambiental de Substâncias e Produtos Perigosos - Coasp

Daniela Nogueira Borges de Amorim

Coordenação de Controle Ambiental de Substâncias e Produtos Perigosos - Ccomp

Danilo Lourenço de Sousa

Divisão de Gerenciamento de Substâncias - Diges

Jaciara Aparecida Rezende



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

MANUAL DE AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL DE AGROTÓXICOS PARA ABELHAS

IBAMA

Brasília, 2020



EQUIPE TÉCNICA

Autores

Karina de Oliveira Cham
Rafaela Maciel Rebelo
Regis de Paula Oliveira
Alan Alves Ferro
Flávia Elizabeth de Castro Viana Silva
Leandro de Oliveira Borges
Cristiane Oliveira Silva Dias Saretto
Carlos Augusto Maruch Tonelli
Tiara Carvalho Macedo.

Grupo Técnico de Trabalho sobre procedimentos de avaliação de risco de agrotóxicos para abelhas

Karina Cham (Coordenadora)
Carlos Tonelli (Ibama)
Cristiane Dias (Ibama)
Ivan Teixeira (Ibama)
Flávia Viana-Silva (Ibama)
Leandro Borges (Ibama)
Ceres Belchior (MMA)
Cayssa Marcondes (MMA)
Osmar Malaspina (Unesp Rio Claro)
Roberta Nocelli (UFSCar)
Carmem S. S. Pires (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia)
Indústria: Guilherme Guimarães
Andrea Ferraz (Andef)
Ana Paola Cione (Andef)
Andreia Shiwa (Andef)

Levantamento bibliográfico de visitação de abelhas em culturas:

Letícia Mariano da Costa - MSc em Agricultura e Ambiente pela UFSCar

EDIÇÃO

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama)

SCEN, Trecho 2, Edifício-Sede do Ibama.
CEP: 70818-900, Brasília/DF
Telefone: (61) 3316-1294
Fax.: (61) 3316-1123
Email: cogia.sede@ibama.gov.br
<http://www.ibama.gov.br>

Centro Nacional de Monitoramento e Informações Ambientais (Cenima)

Pedro Alberto Bignelli

Coordenação de Gestão da Informação Ambiental (Cogia)

Rosana de Souza Ribeiro Freitas

Revisão
Enrique Calaf
Maria José Teixeira

Capa e diagramação
Paulo Luna e Carlos José

Bibliotecária
Ana Lucia Campos Alves

Capa: Fotomontagem
Karina Cham

<http://2007maryam.blogspot.com.br/p/ruta-8-de-los-modubares-y-vv-del.html>

De Tilo Hauke - Self-published work by Tilo Hauke, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=777407>

Arte do logo Abelhas:
Gustavo de Paiva Ferreira

Catálogo na fonte

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

I59m Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Manual de avaliação de risco ambiental de agrotóxicos para abelhas
[recurso eletrônico] / Karina de Oliveira Cham... [et al]. 2. ed. – Brasília:
IBAMA/DIQUA, 2020.

114 p. ; il. Color.

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-5799-007-0

1. Manual. 2. Abelhas. 3. Risco ambiental. 4. Agrotóxicos. I. Título.

CDU(2.ed.)591

Referência para citar o livro:

CHAM, K. de O.; REBELO, R. M.; OLIVEIRA, R. de P.; FERRO, A. A.; VIANA-SILVA, F. E. de C.; BORGES, L. de O.; SARETTO, C. O. S. D.; TONELLI, C. A. M.; MACEDO, T.C. **Manual de avaliação de risco ambiental de agrotóxicos para abelhas**. Brasília: Ibama/Diqua, 2020. 114 p.

APRESENTAÇÃO

O Ibama, por delegação do Ministério do Meio Ambiente, de acordo com as disposições da lei nº 7.802, de 1989, é o órgão federal cujo papel no processo de registro de agrotóxicos é avaliar estes produtos, seus componentes e afins do ponto de vista ambiental.

A avaliação ambiental de agrotóxicos realizada pelo Ibama compreende duas vertentes, a Avaliação do Potencial de Periculosidade Ambiental (PPA) e a Avaliação de Risco Ambiental (ARA). A primeira é realizada desde 1990, quando foi editada a Portaria Ibama nº 349/1990, que estabeleceu os requisitos necessários para que os agrotóxicos pudessem ser avaliados pela ótica ambiental, conforme requeria a lei aprovada em 1989. A segunda, embora já fosse requerida pela Portaria Ibama nº 84 de 1996 e pelo Decreto nº 4.074 de 2002, somente começou a ser implementada pelo Ibama em meados de 2011, e encontra-se ainda em fase de desenvolvimento e implementação. A avaliação do PPA baseia-se na toxicidade inerente do produto e no comportamento obtido nos testes laboratoriais. A ARA também se baseia nesses pressupostos, mas considera a exposição potencial do organismo não alvo, ou seja, o modo como o produto será utilizado na prática e suas possíveis consequências. Dessa forma, na ARA o modo e a época de aplicação, as doses, a cultura, o clima, entre diversos outros fatores, passam a ter um grande peso.

A ARA é a forma de avaliação mais abrangente para que os produtos atendam as diretrizes e exigências da área ambiental com vistas a atingir a utilização mais racional e segura dos agrotóxicos e ao mesmo tempo preservar a qualidade dos recursos naturais. Entretanto, sua aplicação demanda maiores esforços do que as abordagens baseadas em perigo, requer um maior número de informações e análise técnica mais detalhada.

O Ibama busca continuamente a capacitação de sua equipe técnica para avaliação de risco, e um dos resultados desse trabalho foi a publicação da Instrução Normativa (IN) nº 02, de 10/02/2017, que é a primeira norma específica baseada em uma abordagem de risco.

O contexto global do declínio de polinizadores favoreceu que a avaliação de risco para abelhas tivesse um maior avanço no Brasil quando comparada à avaliação de risco para os outros organismos não alvo. Contudo, a intenção deste Instituto é desenvolver esse instrumento também para os organismos aquáticos, organismos do solo, plantas, aves e mamíferos, e répteis e anfíbios.

Este Manual de Avaliação de Risco de Agrotóxico para Abelhas tem por objetivo apresentar as bases conceituais da avaliação de risco de agrotóxicos e as orientações gerais sobre os novos procedimentos de avaliação, alterados com a publicação da IN em 2017.

Essa publicação também objetiva dar publicidade ao trabalho desenvolvido pelo Ibama no cumprimento de seu papel legal no que tange aos agrotóxicos, e tornar esse procedimento acessível, transparente e com maior possibilidade de controle social.

Com a completa implementação da avaliação de risco para agrotóxicos, o Ibama, com o apoio dos demais parceiros envolvidos, espera cumprir sua missão de proteger o meio ambiente e contribuir, dentro de sua área de atuação, para a elevação dos padrões regulatórios para agrotóxicos, para a proteção das abelhas nativas e para a sustentabilidade da produção global de alimentos.

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho à Adriana de Araújo Maximiano (*in memoriam*), cuja incansável dedicação à causa ambiental sempre nos inspirou, e cujo exemplo de superação, profissionalismo, perseverança, otimismo e amizade nos motivou a perseguir este trabalho. Agradecemos pelo tempo que você dividiu suas experiências com a gente. Impossível não relembrar uma frase que você repetia:

“E que você carregue dentro de si uma vontade enorme de continuar, de não desistir, de não se abalar. Que você carregue dentro de si uma vontade enorme de vencer... todos os dias.”

Monalisa Macêdo



SUMÁRIO

<u>Lista de Figuras</u>	9
<u>Lista de Tabelas</u>	10
<u>Lista de Siglas</u>	11
<u>GLOSSÁRIO</u>	13
<u>1. RESUMO DA BASE TEÓRICA DA AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL</u>	17
1.1 <u>Formulação do problema</u>	17
1.2 <u>Caracterização da exposição</u>	17
1.3 <u>Caracterização da toxicidade (ou dos efeitos)</u>	18
1.4 <u>Caracterização do risco</u>	19
1.5 <u>Gerenciamento do risco</u>	19
1.6 <u>Avaliação de risco ambiental como um processo faseado</u>	20
<u>2. AVALIAÇÃO DE RISCO DE AGROTÓXICOS PARA ABELHAS</u>	22
2.1 <u>Objetivos de proteção gerais e específicos</u>	22
2.2 <u>Esquema de avaliação de risco de agrotóxicos para abelhas</u>	24
<u>3. DETALHAMENTO DO ESQUEMA DE AVALIAÇÃO DE RISCO PARA ABELHAS</u>	27
3.1 <u>Formulação do problema</u>	27
3.1.1 <u>Árvores de decisão para determinar se há exposição para abelhas</u>	30
3.2 <u>Caracterização da exposição para abelhas em Fase 1</u>	38
3.3 <u>Caracterização dos efeitos para abelhas em Fase 1</u>	39
3.4 <u>Caracterização do risco para abelhas em Fase 1</u>	40
3.5 <u>Refinamento da Fase 1: Considerar medidas de mitigação e recalcular QRs</u>	41
3.6 <u>Resumo das etapas da avaliação de risco para abelhas em Fase 1</u>	41
<u>4. FASE 2 – REFINAMENTO DA EXPOSIÇÃO PARA ABELHAS</u>	43
<u>5. FASE 3 – REFINAMENTO DOS EFEITOS PARA ABELHAS</u>	47
<u>6. FASE 4 – ESTUDOS DE CAMPO E MONITORAMENTO</u>	49
ANEXO I	
1. <u>BeeREX: resumo dos pressupostos do modelo</u>	50
a) <u>Estimativa da exposição por contato</u>	50
b) <u>Estimativa da exposição pela dieta</u>	50
c) <u>Cálculo do Quociente de Risco (QR) e gatilhos indicadores de potencial de risco</u>	51
d) <u>Dados de entrada no BeeREX</u>	51
<u>Tabela 1 – Dados de entrada (exposição).</u>	52
<u>Tabela 2 – Dados de Toxicidade.</u>	52
<u>Tabela 3 – Concentrações ambientais estimadas em pólen e néctar.</u>	53
<u>Tabela 4 – Consumo diário de alimento, dose do agrotóxico e QRs dietas para todas as abelhas.</u>	53
<u>Tabela 5 – Resultados (maiores QRs).</u>	54
e) <u>QR Deriva</u>	54



ANEXO II

<u>AgDRIFT® – Spray Drift Task Force Spray Software – Versão 2.1.1</u>	56
1. <u>Resumo dos pressupostos do modelo</u>	57
2. <u>AgDRIFT®: resumo das fases da avaliação</u>	57
3. <u>Dados de entrada no AgDRIFT® e orientações para o preenchimento das abas</u>	60
a) <u>Aplicações terrestres direcionadas ao solo</u>	60
b) <u>Aplicações terrestres em pomares com turbopulverizadores</u>	64
c) <u>Avaliação de risco para aplicações por aeronaves agrícolas</u>	66
d) <u>Outras Fases</u>	68

ANEXO III

<u>Estimativa de exposição à poeira de sementes tratadas</u>	69
<u>Tabela 1 – Fatores de deposição a serem utilizados por cultura para avaliação de risco da poeira proveniente de semeadura de semente tratadas.</u>	70
<u>Incertezas do cálculo proposto</u>	71

ANEXO IV

<u>Dados sobre culturas e visitação por abelhas</u>	73
<u>Tabela 1 – Índice de visitação por abelhas em culturas agrícolas</u>	75
<u>Tabela 2 – Abelhas visitantes de culturas agrícolas</u>	84
<u>Tabela 3 – Agrupamento de culturas para estudo de resíduos</u>	95

ANEXO V

<u>Orientações gerais para estudos em condições de semicampo e campo</u>	98
--	----

ANEXO VI

<u>Classificação de estudos submetidos ao Ibama para suportar a avaliação de risco ambiental</u>	101
--	-----

ANEXO VII

<u>Critérios mínimos para utilização de dados de literatura na avaliação de risco</u>	102
---	-----

REFERÊNCIAS 107

<u>Referências sobre visitação de abelhas em culturas</u>	109
---	-----



LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Integração entre os componentes do risco: exposição e toxicidade. 19
- Figura 2 – Esquema geral da avaliação de risco. Tradução de US-EPA, Guidelines for Ecological Risk Assessment, 1998. 19
- Figura 3 – Características das fases da avaliação de risco ambiental. 20
- Figura 4 – Representação esquemática do aumento da complexidade e do custo dos testes ecotoxicológicos, conforme se avança nas fases da avaliação de risco. 21
- Figura 5 – Esquema de avaliação de risco ambiental de agrotóxicos para abelhas em aplicações foliares. 25
- Figura 6 – Esquema de avaliação de risco ambiental de agrotóxicos para abelhas em aplicações para tratamento de sementes, solo ou tronco. 26
- Figura 7 – Representação fotográfica e esquemática dos cenários de exposição de abelhas a agrotóxicos. 27
- Figura 8 – Árvore de decisão para determinar se há exposição das abelhas em produtos aplicados por pulverização foliar. 30
- Figura 9 – Árvore de decisão para determinar se há exposição das abelhas em produtos aplicados no solo, injetados no tronco ou utilizados em tratamento de sementes. 31
- Figura 10 – Exemplo de diagrama conceitual. 32
- Figura 11 – Modelo conceitual genérico para agrotóxicos não sistêmicos aplicados por pulverização em uso na avaliação de risco para abelhas. Traduzido de US-EPA, Guidance for Assessing Pesticide Risks to Bees, June 23, 2014. 33
- Figura 12 – Modelo conceitual genérico para agrotóxicos sistêmicos aplicados por pulverização em uso na avaliação de risco para abelhas. Traduzido de US-EPA, Guidance for Assessing Pesticide Risks to Bees, 2014. 34
- Figura 13 – Modelo conceitual genérico para agrotóxicos sistêmicos empregados no tratamento de sementes em uso na avaliação de risco para abelhas. Traduzido de US-EPA, Guidance for Assessing Pesticide Risks to Bees, 2014. 35
- Figura 14 – Deriva da poeira durante plantio de sementes. Fonte: Julius Kuhn Institute. 35
- Figura 15 – Modelo conceitual genérico para agrotóxicos sistêmicos aplicados no solo em uso na avaliação de risco para abelhas. Traduzido de US-EPA, Guidance for Assessing Pesticide Risks to Bees, 2014. 36
- Figura 16 – Modelo conceitual genérico para agrotóxicos sistêmicos aplicados por injeção no tronco em uso na avaliação de risco para abelhas. Traduzido de US-EPA, White Paper in support White Paper in Support of the Proposed Risk Assessment Process for Bees - Submitted to the FIFRA Scientific Advisory Panel for Review and Comment. September 11-14, 2012, 2014. 37
- Figura 17 – Principais rotas de exposição das abelhas a agrotóxicos. 37
- Figura 18 – Demonstração da Tabela 1 da planilha do modelo BeeREX na qual devem ser inseridos os dados de entrada. 52
- Figura 19 – Demonstração da Tabela 1 da planilha do modelo BeeREX, na qual devem ser inseridos os dados de resíduos em pólen e néctar, medidos em condições reais. 52
- Figura 20 – Demonstração da Tabela 3 da planilha do modelo BeeREX na qual as CAEs serão exibidas. 52
- Figura 21 – Demonstração da Tabela 4 da planilha do modelo BeeREX na qual os dados de consumo de cada casta de abelhas e respectivos QRs serão exibidos. 53



- Figura 22 – Demonstração da Tabela 5 da planilha do modelo BeeREX na qual os maiores QRs serão exibidos. 53
- Figura 23 – Representação esquemática simplificada do cenário de exposição das abelhas à deriva da poeira. 54
- Figura 24 – Modelo AgDRIFT®, opção que deve ser selecionada quando se deseja avaliar o nível 1 de aplicações terrestres direcionadas ao solo. 60
- Figura 25 – Modelo AgDRIFT®, parâmetros que devem ser selecionados quando a bula não apresentar especificação da aplicação terrestre direcionada ao solo, nível 1. 61
- Figura 26 – Modelo AgDRIFT®, aba Toolbox opção que deve ser selecionada para continuar a avaliar o nível 1 de aplicações terrestres direcionadas ao solo. 62
- Figura 27 – Modelo AgDRIFT®, aba Toolbox Terrestrial Assessment, indicação do local onde adicionar a taxa de ingrediente ativo (Active Rate) em kg/ha, da distância do ponto ou distância média da área aplicada (Distance to point or area average from edge of application area) e de onde será exibida a deposição média inicial (Initial average deposition). 62
- Figura 28 – Modelo AgDRIFT®, aba Toolbox Terrestrial Assessment, em que há local para adicionar a taxa de ingrediente ativo (Active Rate) em kg/ha, da distância do ponto ou distância média da área aplicada (Distance to point or area average from edge of application area) e onde será exibida a deposição média inicial (Initial average deposition). 63
- Figura 29 – Modelo AgDRIFT®, opção que deve ser selecionada quando se deseja avaliar o nível 1 de aplicações terrestres em pomares com turbopulverizadores. 64
- Figura 30 – Modelo AgDRIFT®, parâmetro que deve ser selecionado quando a bula não apresentar especificação da aplicação terrestre em pomares com turbopulverizadores, nível 1. 65
- Figura 31 – Modelo AgDRIFT®, opção que deve ser selecionada quando se deseja avaliar o nível 1 de aplicações por aeronaves agrícolas. 66
- Figura 32 – Modelo AgDRIFT®, parâmetro que deve ser selecionado quando a bula não apresentar especificação da aplicação por aeronaves agrícolas, nível 1. 67
- Figura 33 – Representação esquemática simplificada do cenário de exposição das abelhas à deriva da poeira. 71

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Objetivos gerais e específicos de proteção para abelhas. 23
- Tabela 2 – Estudos requeridos para avaliação de risco em Fase 1. 39
- Tabela 3 – Relação entre os objetivos de proteção e os parâmetros de toxicidade (endpoints) de avaliação obtidos nos estudos. 40

ANEXO I

- Tabela 1 – Dados de entrada (exposição). 52
- Tabela 2 – Dados de toxicidade. 52
- Tabela 3 – Concentrações ambientais estimadas em pólen e néctar. 54
- Tabela 4 – Consumo diário de alimento, dose do agrotóxico e QRs dieta para todas as abelhas. 54
- Tabela 5 – Resultados (maiores RQs). 55



ANEXO III

Tabela 1 – Fatores de deposição a serem utilizados por cultura para avaliação de risco da poeira proveniente da sementeira de sementes tratadas. 71

ANEXO IV

Tabela 1 – Índice de visitação por abelhas em culturas agrícolas. 76

Tabela 2 – Abelhas visitantes de culturas agrícolas. 85

Tabela 3 – Agrupamento de culturas para estudos de resíduos. 96

LISTA DE SIGLAS

BPL: Boas Práticas de Laboratório

CAE: Concentração Ambiental Estimada

CENO: Concentração de efeito não observado (NOEC, em inglês)

CRED: *Criteria for reporting and evaluating ecotoxicity data*

DENO: Dose de efeito não observado (NOED, em inglês)

EFSA: *European Food Safety Authority*

EPPO: *European and Mediterranean Plant Protection Organization*

GTT: Grupo Técnico de Trabalho

HQ: *Hazard Quotient*

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LOD: Limite de Detecção

LOEC ou LOEL: *Lowest Observed Effect Concentration / Level*

LOQ: Limite de Quantificação

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

NOEC: *No Observed Effect Concentration*

NOED: *No Observed Effect Dose*

OPE: Objetivo de proteção específico

OPG: Objetivo de proteção geral

OPP: *Office of Pesticide Programs*

PF: Produto Formulado

PT: Produto Técnico

QP: Quociente de Perigo

QR: Quociente de Risco

RFID: *Radio-frequency identification*

SDTF: *Spray Drift Task Force*

TDep: Taxa de Deposição

USDA: *United States Department of Agriculture.*

US-EPA: *United States Environmental Protection Agency*



Foto: Cristiano Menezes



GLOSSÁRIO

Agente estressor: ingrediente ativo ou seu(s) metabólito(s) e produto(s) de degradação que potencialmente possa(m) causar efeito adverso.

Avaliação de risco ambiental de agrotóxicos: processo que avalia a probabilidade de um efeito ecológico adverso ocorrer ou estar ocorrendo como resultado da exposição a um ou mais agentes estressores¹.

Caracterização da exposição: etapa da avaliação de risco ambiental na qual são descritas as fontes do agrotóxico, distribuição e concentrações esperadas no meio ambiente, dentro de um cenário de exposição, e as vias pelas quais os organismos podem ser expostos a elas.

Caracterização do risco: é a fase na qual a caracterização da exposição e dos efeitos são integradas, ou seja, os níveis de exposição são comparados aos níveis que produzem efeitos tóxicos, de forma a fornecer uma conclusão sobre a natureza e a existência de riscos. Inclui as premissas, incertezas, forças e fraquezas da análise.

Caracterização dos efeitos: consiste na determinação da magnitude e do tipo de efeito(s) ambiental(ais) que pode(m) ser esperado(s) ou observado(s). Envolve a avaliação da relação estressor-resposta ou a evidência de que a exposição a um dado estressor causa determinada resposta. É realizada por meio da revisão técnica dos estudos ecotoxicológicos quanto ao mérito científico, validade dos resultados e conclusões. Envolve também a seleção, nos estudos, dos *endpoints* que serão empregados na fase de caracterização do risco, conforme sua relevância para responder adequadamente as hipóteses de risco vislumbradas na formulação do problema.

Cenário de exposição: um conjunto de condições ou suposições sobre fontes, rotas de exposição, quantidades ou concentrações esperadas do estressor no meio ambiente, organismos, sistema ou população expostos usados para auxiliar na avaliação e quantificação da exposição em uma dada situação.

CENO – Concentração de efeito não observado (NOEC, em inglês): é a maior concentração de uma substância que, em teste, não causou nenhuma alteração (NOEC) ou não causou alterações adversas detectáveis (NOAEC) na morfologia, capacidade funcional, crescimento, desenvolvimento ou sobrevivência do organismo, quando comparados ao controle, sob condições definidas de exposição.

CL₅₀ – Concentração Letal 50: é a concentração de uma substância no meio que produz a morte de 50% de uma população de organismos submetidos à experimentação, após exposição por certo período.

Concentração ambiental estimada (CAE): é a concentração de uma substância, estimada por meio de cálculos ou modelos que simulam o quanto da substância está disponível após a aplicação de determinada quantidade de produto, por determinado modo de aplicação. Na fase inicial da avaliação de risco, a razão entre a CAE e o parâmetro de toxicidade (DL₅₀, NOEC etc.) proveniente dos estudos ecotoxicológicos determina o quociente de risco (QR).

DENO – Dose de efeito não observado (NOED, em inglês): é a maior quantidade de uma substância administrada em um teste que não causou efeito nos organismos, sob condições definidas de exposição.

¹ US-EPA, *Guidelines for ecological risk assessment*, Washington DC. EPA-630/R-95/002 F, 1998.



Diagrama conceitual: é a representação esquemática das potenciais rotas de exposição, tipos de receptores biológicos e efeitos potencialmente preocupantes, usados para formular a hipótese de risco.

DL₅₀ – Dose Letal 50: é a dose de uma substância administrada por via oral, por contato ou pela via inalatória, que é letal para 50% dos organismos submetidos à experimentação. No caso específico das abelhas é usualmente expressa como a massa da substância por indivíduo (exemplo: $\mu\text{g}/\text{abelha}$).

Efeito adverso: é a mudança na fisiologia, morfologia, crescimento, desenvolvimento, reprodução ou tempo de vida de um organismo, sistema ou população, que resulta em incapacidade funcional, ou incapacidade em compensar o estresse adicional, ou aumento na susceptibilidade a outras influências.

Efeito: é a mudança no estado ou dinâmica de um organismo, sistema ou população, causada pela exposição a um agente estressor.

Endpoint: vide Parâmetro de toxicidade.

Exposição: é o contato ou co-ocorrência de um estressor (agrotóxico) com um receptor (organismo); ou, para fins práticos, a quantidade do agente estressor presente no ambiente e que esteja disponível para entrar em contato com organismo(s) não alvo; usualmente, expressa em termos numéricos de concentração, duração e frequência.

Formulação do problema: é a etapa da avaliação de risco ambiental na qual é estabelecida a hipótese de risco e o plano de avaliação dessa hipótese.

Gatilho: é a informação quantitativa usada como referência para a tomada de decisão ou que indica a necessidade de refinamento da avaliação de risco.

Gerenciamento de risco: é o processo de identificar, avaliar, selecionar e implementar ações para reduzir o risco dos agrotóxicos ao meio ambiente. Se o uso de um agrotóxico é associado a um risco inaceitável, o gerenciamento do risco deve considerar controle sobre esse uso ou outras opções regulatórias para reduzir o risco a níveis aceitáveis, integrando medidas que sejam suportadas cientificamente e custo-efetivas para reduzir ou prevenir os riscos, levando em conta fatores sociais, culturais, éticos, políticos e legais.

LOEC ou LOEL (*Lowest Observed Effect Concentration/Level*): é o menor nível (quantidade, dose ou concentração) que, em condições experimentais, causa efeito nos organismos testados.

Matriz relevante para abelha: é o material por meio do qual as abelhas podem ser expostas a um agente estressor, por contato ou via oral, tais como néctar, pólen e folhas.

NOEC (*No Observed Effect Concentration*): vide CENO.

NOED (*No Observed Effect Dose*): vide DENO.

Objetivo de proteção específico (OPE): é a conexão entre o objetivo de proteção geral e os procedimentos práticos de avaliação de risco. É composto das seguintes dimensões: as entidades ecológicas que necessitam ser protegidas, os atributos ou funções desses organismos, bem como a magnitude e a escala temporal e espacial dos efeitos sobre esses atributos ou funções que podem ser tolerados sem impactar o objetivo de proteção geral e o grau requerido de certeza, com o qual o objetivo de proteção definido deve ser alcançado.



Objetivo de proteção geral (OPG): reflete os valores da sociedade e define o que proteger, onde proteger e durante quanto tempo proteger, de modo a guiar o desenvolvimento da avaliação de risco.

Parâmetro de toxicidade (ou *endpoint*): é o resultado do teste de toxicidade, que representa a medida do efeito (ex.: DL₅₀, CL₅₀, NOEC etc.).

Quociente de risco (QR): é a razão entre a exposição, em termos de concentração do agente estressor, no ambiente, e o parâmetro de toxicidade desse agente.

Reavaliação: é a reanálise de ingrediente(s) ativo(s) em virtude de indícios da ocorrência de riscos que desaconselhem o uso de produtos registrados ou quando o País for alertado, nesse sentido, por organizações internacionais responsáveis pelo meio ambiente, das quais o Brasil seja membro integrante ou signatário de acordos.

Risco: é a probabilidade de ocorrência de um efeito adverso resultante da exposição a um agrotóxico, sozinho ou em mistura, sob circunstâncias determinadas.

Risco aceitável: é o nível de dano tolerável diante dos objetivos de proteção, que depende das incertezas, de dados científicos, ambientais, sociais e econômicos, e de fatores políticos, bem como do benefício que surge do uso do(s) ingrediente(s) ativo(s).

Secreção açucarada (*honey dew*): é uma substância pegajosa rica em açúcar, secretada por insetos (afídeos) enquanto alimentam-se da seiva da planta.

Serviços ecossistêmicos: são benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas direta ou indiretamente e que incluem serviços de provisão como alimentos e água; serviços reguladores como controle de doenças e regulação do clima; serviços culturais como benefícios recreacionais e espirituais; e serviços de suporte, tais como ciclagem de nutrientes, produção de oxigênio e outros que mantêm as condições de vida na Terra.

Toxicidade: é a capacidade de uma substância causar efeitos adversos, podendo ser aguda ou crônica, a depender da duração da exposição e dos efeitos.

Toxicidade aguda: descreve os efeitos adversos resultantes da exposição única a uma substância.

Toxicidade crônica: descreve os efeitos adversos da exposição repetida, em níveis subletais de uma substância, por determinado período de tempo.





1

RESUMO DA BASE TEÓRICA DA AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL

Conceitualmente, o termo risco é definido como a probabilidade de ocorrência de um efeito adverso resultante da exposição a um agente estressor.

Já a avaliação de risco, para fins deste Manual, é o processo que avalia a probabilidade de um efeito ecológico adverso ocorrer, ou estar ocorrendo, como resultado da exposição a um ou mais agrotóxicos. Portanto, a avaliação de risco ambiental envolve dois componentes essenciais: exposição e toxicidade. **Se um dos dois estiver ausente, não há risco.**

O processo de avaliação de risco é usado para avaliar e organizar, de forma sistemática, dados, informações, pressupostos e incertezas que ajudem a entender e prever quais as relações entre um estressor e seus efeitos ecológicos, de maneira que seja útil para a tomada de decisão.

Os subtópicos seguintes explicam os componentes da avaliação de risco como: formulação do problema, caracterização da exposição, caracterização dos efeitos, caracterização do risco e gerenciamento do risco.

1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A formulação do problema é a base da avaliação de risco. Nesta etapa, é gerada a hipótese de risco, que fornece as premissas nas quais se baseia sobre os efeitos que podem ocorrer, ou ocorrerem, como resultado da exposição dos organismos não alvo a determinado produto. Nesta etapa, são levantadas todas as informações disponíveis sobre a natureza do problema, selecionados os parâmetros de avaliação e elaborado um modelo conceitual, que é uma representação esquemática da hipótese de risco. Os modelos conceituais nos quais este Manual se baseia serão detalhados na Seção 3.

1.2 CARACTERIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO

Neste Manual, a palavra exposição é o contato ou a co-ocorrência de um estressor (no caso, agrotóxico) com um receptor (no caso, organismo não alvo). Em termos práticos, é a quantidade do agente estressor presente no ambiente, que esteja disponível para entrar em contato com o(s) organismo(s) não alvo, o que inclui, também, por quais vias ele poderá entrar em contato com o organismo sob análise. Essa quantidade é usualmente expressa em termos numéricos de concentração, ou dose, podendo também englobar duração e frequência.

Para avaliar exposição, é preciso definir o cenário de exposição. Esse cenário, por sua vez, é o conjunto de condições ou suposições sobre fontes, rotas de exposição, quantidade ou concentrações esperadas do estressor no meio ambiente e quais organismos, sistemas ou populações podem ser expostos. A partir dessas informações, é possível construir a hipótese de risco que será depois utilizada para auxiliar na avaliação e na quantificação da exposição em determinada situação.

Para definir o cenário de exposição, é necessário saber, minimamente:

- características físico-químicas do agrotóxico e como elas influenciam o comportamento do produto no meio ambiente;
- detalhes do padrão de uso do produto: onde, quando, de que forma e quanto do produto é aplicado;



As informações sobre o modo de uso são as indicadas na bula do produto. Informações complementares podem ser solicitadas ao(s) registrante(s), caso as constantes na bula não sejam suficientes para definir o cenário de exposição.

1.3 CARACTERIZAÇÃO DA TOXICIDADE (OU DOS EFEITOS)

Na avaliação de risco ambiental de agrotóxicos, a toxicidade está relacionada ao potencial da substância ou do produto de causar efeitos adversos em determinado organismo.

A toxicidade pode ser aferida por meio de testes ecotoxicológicos com os organismos de interesse que geram como resultado algum parâmetro de toxicidade. Quando o parâmetro de toxicidade ou efeito observado é a mortalidade, o resultado do teste pode ser dado em CL_{50} ou DL_{50} , que representam, respectivamente, a concentração ou a dose estimada que está associada com a morte de 50% da população testada.

Tanto a CL_{50} como a DL_{50} são resultados de testes agudos, ou seja, testes que são realizados em curto espaço de tempo – até no máximo 96h – e que buscam observar qual o efeito de uma única exposição (exposição aguda) a uma alta dose ou concentração do agente estressor.

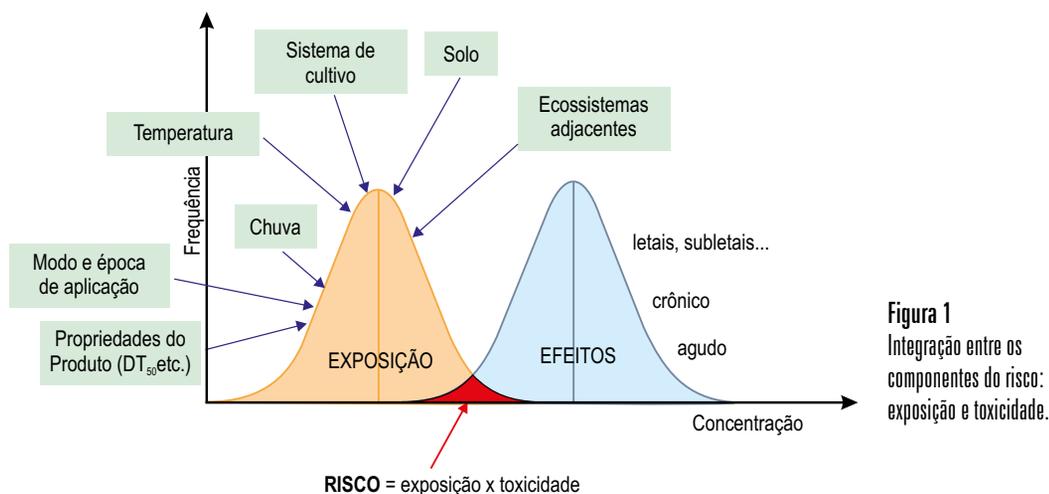
Para investigar o efeito da exposição repetida em níveis subletais do estressor, são utilizados os testes crônicos, cuja duração engloba um período maior de vida do organismo, ou são realizados em estágios de vida mais críticos, como por exemplo, na fase larval. Os resultados dos testes crônicos geralmente são dados em termos de CENO (concentração de efeito não observado ou NOEC, em inglês) ou LOEC (do inglês, *Lowest Observed Effect Concentration*), que representam, respectivamente, o maior nível no qual não se observou nenhum efeito, ou o menor nível no qual se observou algum efeito.

Os testes agudos e crônicos são realizados em laboratórios, mas há também os testes em condições de semicampo e campo, que avaliam se os efeitos observados em laboratório ocorrem em condições mais realísticas.

A vantagem dos testes de laboratório é o fato de que eles são conduzidos em condições controladas e com enfoque nos indivíduos e isso possibilita o estabelecimento de uma ligação – ou relação dose-resposta – mais clara entre um efeito e um estressor. O fato de serem realizados em condições padronizadas também facilita a comparação entre testes. A desvantagem, porém, é que as condições laboratoriais, na maioria das vezes, não espelham o que acontece na realidade, na qual, certamente, haverá a interferência de muitos outros fatores. Os testes de semicampo e campo, por sua vez, são mais realísticos, uma vez que focam na população. Porém, essa mesma vantagem impõe desvantagens, pois é altíssima a complexidade de instalação, condução e análise dos resultados, uma vez que não é possível controlar todas as interferências do ambiente.

Para serem utilizados na avaliação de risco, os estudos devem ser considerados válidos e, para isso, é necessário que tenham sido conduzidos de acordo com os protocolos padronizados, que apresentem todos os critérios de validação, isto é, que se comprove mediante a reconstrução do estudo, pela análise dos dados brutos, que os resultados são fidedignos.

Uma vez caracterizadas a exposição e a toxicidade, o risco pode ser caracterizado. Isso se dá pela integração das informações sobre exposição e sobre toxicidade.



1.4 CARACTERIZAÇÃO DO RISCO

Na fase inicial da avaliação, a caracterização do risco pode ser feita por meio do quociente de risco (QR), que é obtido pela razão entre a **Concentração Ambiental Estimada (CAE)** e o **parâmetro de toxicidade** (DL_{50} , NOEC etc.), proveniente dos estudos ecotoxicológicos.

A CAE pode ser estimada por meio de cálculos ou modelos que simulam o quanto da substância está disponível após a aplicação de determinada quantidade de produto, por determinado modo de aplicação.

Mais informações sobre a caracterização do risco de agrotóxicos para abelhas são dadas na Seção 3.4 e respectivos anexos.

1.5 GERENCIAMENTO DO RISCO

O gerenciamento do risco envolve a definição de medidas para reduzir o risco identificado no processo de avaliação. São exemplos de medidas de gerenciamento:

- a redução de doses;
- recomendações específicas de uso;
- restrição de uso;
- recomendações em rótulo e em bula;
- obrigação de aplicação por pessoal especializado, entre outras medidas.

A Figura 2 ilustra o esquema de avaliação de risco, mostrando as etapas e como elas se relacionam entre si.

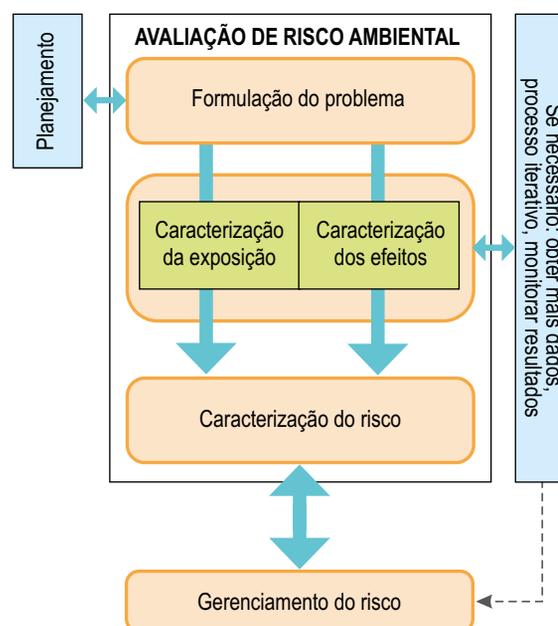


Figura 2
Esquema da avaliação de risco.
Fonte: Traduzida e adaptada de US-EPA, *Guidelines for Ecological Risk Assessment*, 1998.



1.6 AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL COMO UM PROCESSO FASEADO

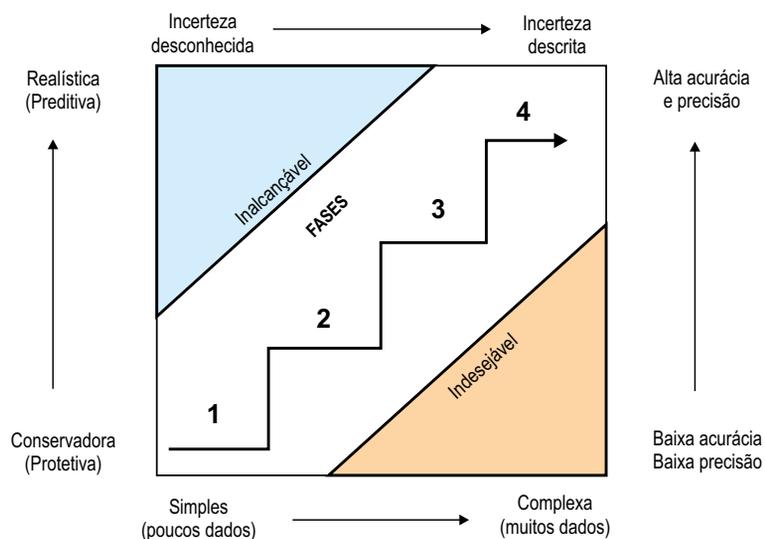
A avaliação de risco é desenvolvida em fases, partindo de pressupostos conservadores na fase inicial e avançando para fases com cenários mais realistas, conforme a necessidade.

Por ser um processo complexo, multidisciplinar e de alto custo, a condução da avaliação de risco em fases visa otimizar os recursos e os custos da análise, para que os esforços sejam direcionados para aqueles compostos que realmente apresentam maior probabilidade de causar dano.

A Fase 1, nível inicial da avaliação de risco, funciona como uma ferramenta de triagem. Nessa fase, são aplicados pressupostos conservadores com relação à exposição e utilizados os parâmetros de toxicidade mais sensíveis, provenientes de estudos com abelhas em laboratório, no nível de indivíduo. Esses pressupostos compõem o que comumente é chamado de cenário de pior caso (*worst case scenario*). Nessa fase, a exposição geralmente é superestimada, ou seja, toma-se por base a dose máxima aplicada e considera-se que a substância não sofrerá a influência dos fatores ambientais. Por esse mesmo motivo, se a Fase 1 não indicar risco, pode-se considerar que o risco é baixo ou aceitável. Entretanto, com base na mesma premissa, a indicação de risco na Fase 1 não necessariamente significa que esse risco exista. A Fase 1 indica apenas potencial risco, e não se pode afirmar, com base apenas nessa fase, que há risco, pois vários fatores que influenciam o comportamento da substância foram propositadamente desconsiderados. Portanto, a Fase 1 pode descartar um risco com segurança, mas não pode afirmar, com precisão, que o risco existe.

Na medida em que a avaliação de risco é refinada, ou seja, mais variáveis são contabilizadas, a caracterização da exposição e dos efeitos se torna mais complexa, por serem acrescentadas à análise uma série de variáveis que não podem mais ser estritamente controladas, o que dificulta a ligação de determinado efeito à ação da substância ou produto testado. Nas etapas mais avançadas, há necessidade de mudar o foco da avaliação dos efeitos do nível individual para o de colônia, e o foco da avaliação da exposição deve ser redirecionado para a obtenção de valores medidos em condições de campo.

Se nos estudos complexos realizados em condições de campo e, portanto, em condições mais realísticas o risco se confirmar, pode-se afirmar que realmente há risco.

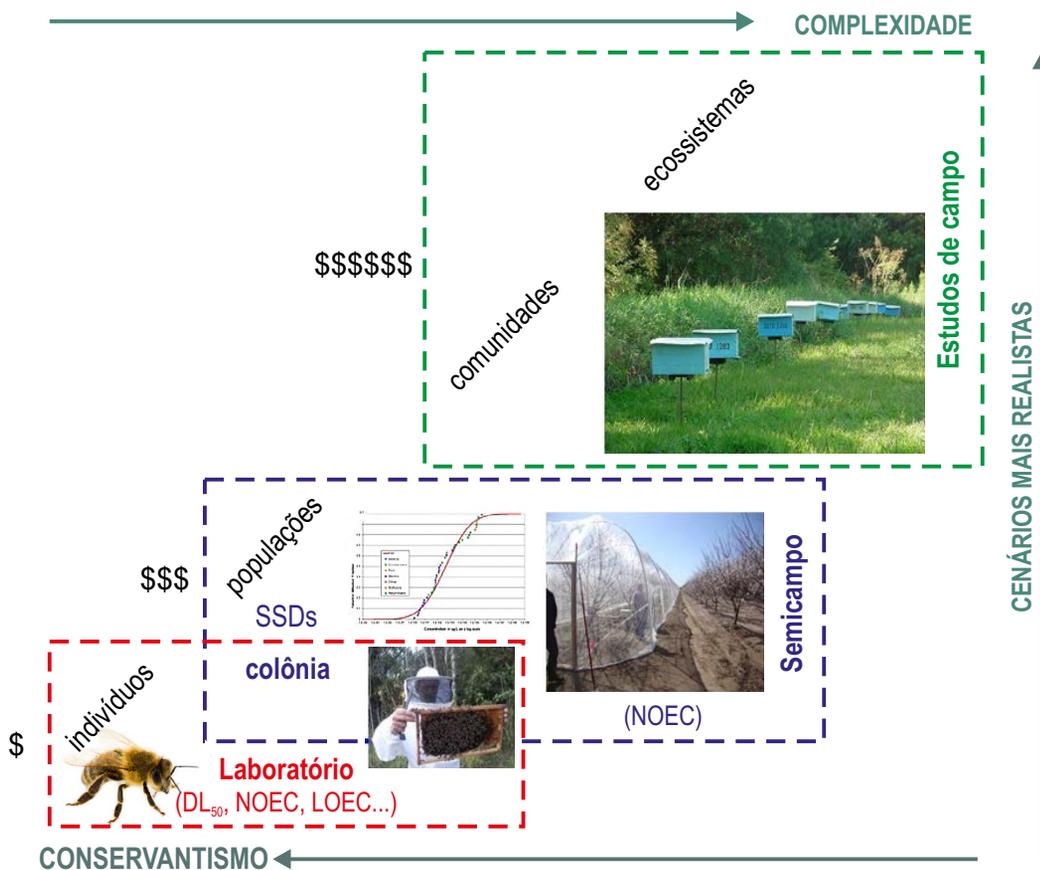


As Figuras 3 e 4 representam esquematicamente as características de cada fase da avaliação de risco, que mudam conforme o processo avança. Pressupostos simples e conservadores são muito úteis para a triagem de substâncias, mas trazem maior incerteza e baixa precisão. O realismo das fases mais avançadas permite maior precisão e melhor descrição das incertezas, contudo demanda muito mais recursos humanos especializados, estruturais e financeiros para sua realização.

Figura 3
Características das fases da avaliação de risco ambiental.



Figura 4
Representação do aumento da complexidade e do custo dos testes ecotoxicológicos, conforme se avança nas fases da avaliação de risco.



Nas seções seguintes, é apresentada a metodologia utilizada pelo Ibama para a condução da avaliação de risco de agrotóxicos para abelhas, que segue as etapas mencionadas, porém, detalhando os procedimentos específicos para esse organismo não alvo.



2. AVALIAÇÃO DE RISCO DE AGROTÓXICOS PARA ABELHAS

2.1 OBJETIVOS DE PROTEÇÃO GERAIS E ESPECÍFICOS

Os objetivos de proteção gerais (OPGs) constituem o que se pretende proteger quando é avaliado o uso de um agrotóxico no meio ambiente e sua definição é uma etapa crítica na avaliação de risco ambiental. A formulação do problema é a etapa inicial para estruturar a avaliação de risco e é nessa etapa que são definidos os objetivos gerais de proteção. A partir da definição dos objetivos gerais de proteção, que são genéricos e abrangentes, são derivados os objetivos de proteção específicos (OPEs), que possuem maior precisão, em termos de qualificação, do que se pretende proteger, e são mais diretamente ligados aos procedimentos de avaliação de risco. Um OPE pode conter, por exemplo, a definição do que é inaceitável, quando se considera que há risco ou se o impacto vai ser significativo ou não, entre outras situações.

No início de 2015, foi formado um grupo técnico de trabalho (GTT) para discutir procedimentos de avaliação de risco para abelhas. Coordenado pelo Ibama com o apoio financeiro da Associação Nacional de Defesa Vegetal (Andef), foi formado por representantes da academia e do setor regulado. O primeiro documento produzido por esse grupo foi uma proposta de objetivos para a proteção para abelhas, ainda não publicado.

Com base na Constituição Federal de 1988, art. 225, e no levantamento de diversas legislações ambientais federais, a conclusão foi que a conservação da biodiversidade, a manutenção da função dos ecossistemas e seus processos ecológicos e a garantia dos serviços ambientais mantidos pela biodiversidade são objetivos gerais a serem perseguidos por ocasião da avaliação de risco ambiental do uso de produtos agrotóxicos no meio ambiente. Esses objetivos independem de qual organismo está sendo utilizado como indicador na avaliação de risco, ou seja, referem-se ao processo de avaliação de risco como um todo.

Com foco especificamente na proteção de polinizadores, partiu-se do que foi depreendido do levantamento da legislação ambiental brasileira, e, adicionando o conceito de serviço ecossistêmico, foram propostos os seguintes OPGs:

- 1) proteger os polinizadores e sua biodiversidade;
- 2) garantir os serviços ecossistêmicos fornecidos por eles, incluindo o serviço de polinização, a produção de produtos da colônia (mel, própolis, cera, etc) e a provisão de recursos genéticos.

Por sua natureza geral e ampla, os OPGs depreendidos da legislação ambiental brasileira foram traduzidos em objetivos de proteção específicos (OPEs). Um OPE, portanto, possui várias dimensões, as quais devem ser definidas de modo a possibilitar posteriormente a elaboração dos procedimentos de avaliação de risco que, ao serem aplicados, devem garantir que os OPGs sejam alcançados. A Tabela 1 apresenta os objetivos de proteção gerais e específicos, definidos para as abelhas frente ao uso de agrotóxicos e é o documento base para iniciar o desenvolvimento do procedimento prático de avaliação de risco.



Tabela 1 - Objetivos de proteção gerais e específicos para abelhas.

Requisito legal (OPG)	Serviço ecossistêmico relacionado	Organismos	Objetivo de Proteção Específico (OPE)	Entidade ecológica	Atributo a ser medido	Magnitude de efeito aceitável	Escala espacial	Escala temporal
Conservação pelo valor dos produtos da colônia	Provisão de alimento	<i>Apis mellifera</i> Meliponíneos	Efeitos não devem comprometer a viabilidade da colônia	colônia	Sobrevivência, vigor e produção de produtos da colônia	Até 20% de redução estatisticamente detectável em todos os atributos quando comparado ao controle	Dentro e fora da área cultivada	Dois ciclos, avaliados em cada um dos estágios de desenvolvimento
Promover a conservação dos polinizadores na agricultura e ecossistemas relacionados; Manter os serviços de polinização	Polinização	<i>Apis mellifera</i> Abelhas nativas	Efeitos não devem comprometer a viabilidade da colônia	colônia	Tamanho da colônia, vigor e comportamento de forrageamento			
Preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País; Manter populações viáveis de espécies em seu meio natural; Garantir e promover a capacidade de reprodução sexuada e cruzada dos organismos	Provisão de Recursos genéticos/ biodiversidade	Espécies nativas sociais Espécies nativas solitárias	Efeitos não devem comprometer a viabilidade da colônia - (lacuna de dados)	colônia - (lacuna de dados)	Sobrevivência, tamanho da colônia, vigor e reprodução Sobrevivência, tamanho da população (lacuna de dados), vigor e reprodução			



Este Manual se baseia no uso da espécie *Apis mellifera* como substituta das demais espécies na avaliação de risco. Esta abelha é mundialmente utilizada como organismo-teste representante dos insetos polinizadores por ter ampla distribuição geográfica, ter a biologia bem conhecida e ser facilmente criada e mantida em laboratório. A principal razão para a utilização de espécies padronizadas é a impossibilidade de testar todas as espécies possíveis e a maior chance de obter melhor sensibilidade e robustez estatística com o desenvolvimento de protocolos padronizados. Conforme a ciência for evoluindo, métodos e estudos utilizando abelhas não *Apis* podem ser considerados e incorporados à avaliação de risco.

2.2 ESQUEMA DE AVALIAÇÃO DE RISCO DE AGROTÓXICOS PARA ABELHAS

O esquema a seguir apresenta de forma resumida as fases de avaliação de risco de agrotóxicos para abelhas. Este é o mesmo esquema apresentado no Anexo II da IN nº 02/2017. O detalhamento de cada um dos passos é dado nas seções seguintes.



ESQUEMA DE AVALIAÇÃO DE RISCO DE AGROTÓXICOS PARA ABELHAS – Aplicação foliar
1) Avaliação da exposição: detalhes do produto e padrão de uso (época e modo de aplicação, etc.)

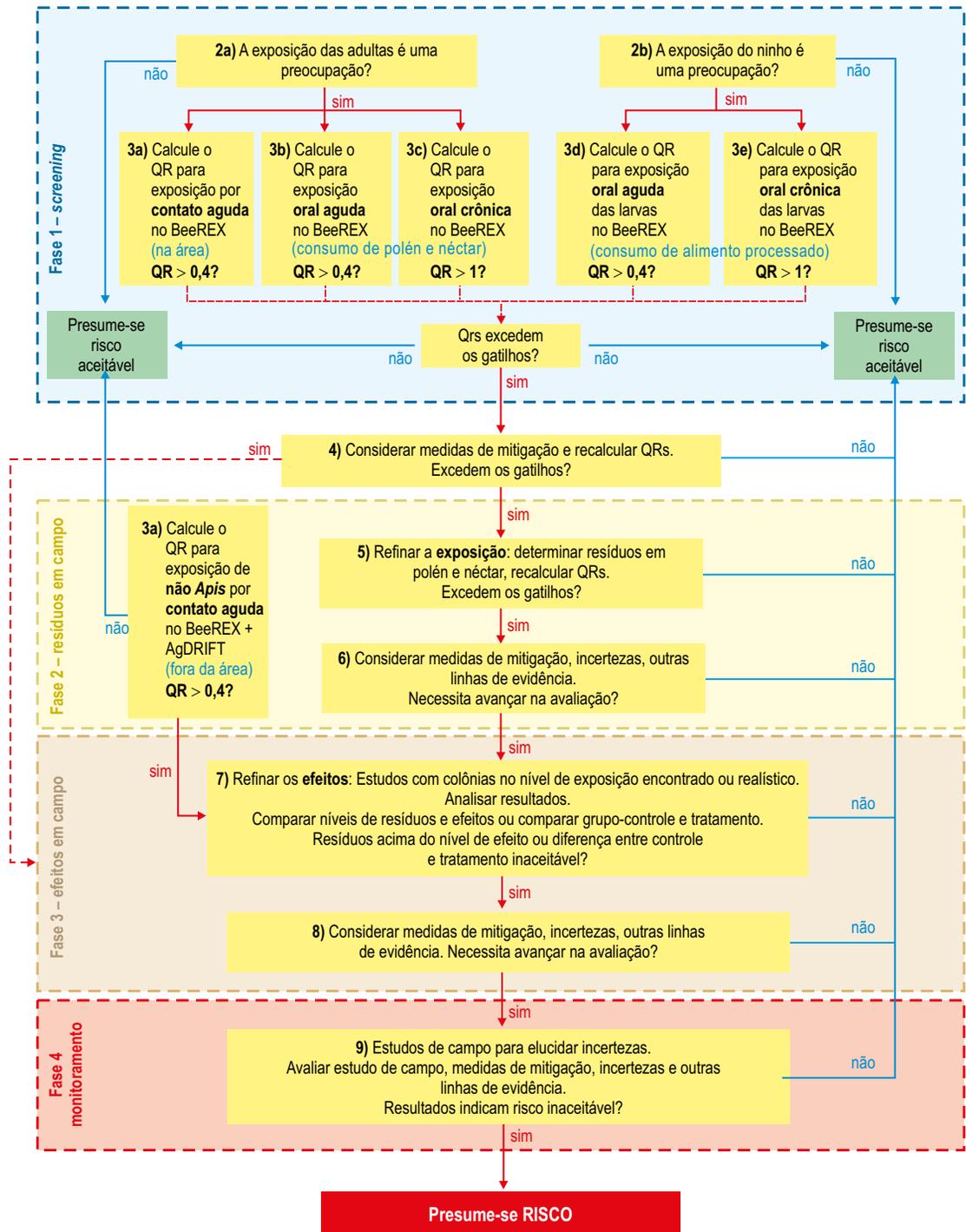


Figura 5
Esquema de avaliação de risco ambiental de agrotóxicos para abelhas em aplicações foliares.



ESQUEMA DE AVALIAÇÃO DE RISCO DE AGROTÓXICOS PARA ABELHAS – Aplicação em solo, tronco ou em tratamento de sementes

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

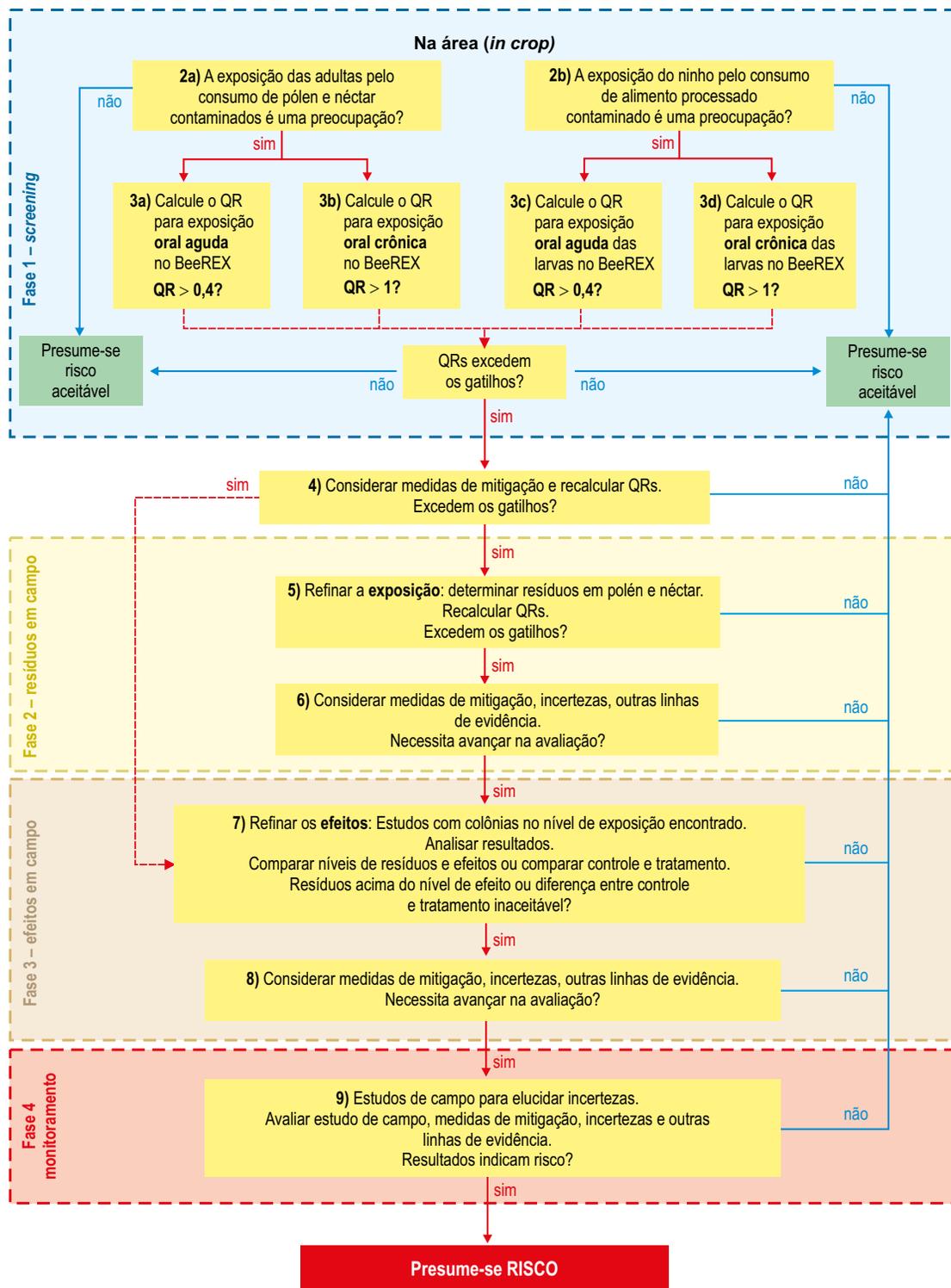


Figura 6
Esquema de avaliação de risco ambiental de agrotóxicos para abelhas em aplicações no tratamento de sementes, solo ou tronco.



3

ESQUEMA DE AVALIAÇÃO DE RISCO PARA ABELHAS

3.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A formulação do problema visa responder às perguntas 2a e 2b do esquema de avaliação de risco, apresentado anteriormente: *a exposição das abelhas adultas e do ninho é uma preocupação?*

Para o caso específico das abelhas, geralmente adotam-se dois cenários de exposição: a área tratada e fora da área tratada.

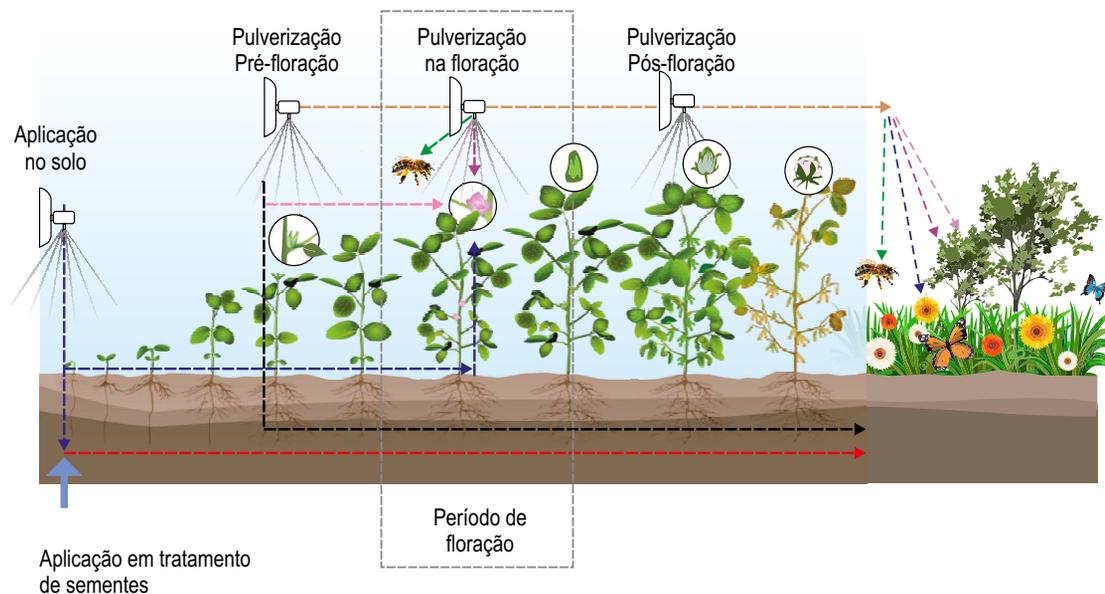


Figura 7
Representação esquemática dos cenários de exposição de abelhas a agrotóxicos.

- > Absorção pelas raízes, possibilidade de translocação de resíduos para pólen e néctar.
- > Absorção pelas folhas, possibilidade de translocação de resíduos para pólen e néctar.
- > Resíduos em solo disponíveis para o próximo ciclo de cultivo.
- > Deposição direta.
- > Contaminação de pólen e néctar pela deposição direta.
- > Deriva da pulverização.



A área tratada (*in crop*) é a de plantio da cultura onde o produto será aplicado, visando ao controle de pragas. A área adjacente, que não faz parte do cultivo, é considerada fora da área tratada (*off crop*), mas pode ser atingida pela aplicação do produto na área tratada.

Em ambos os cenários, as abelhas podem estar expostas, principalmente pelas seguintes razões:

Área tratada (*in crop*):

- contato direto com a nuvem de pulverização, durante o forrageamento, dentro da área tratada. A probabilidade de forrageamento dentro da área é maior quando a cultura está em floração ou possui estruturas que oferecem recursos, como por exemplo, nectários;
- contato com as superfícies atingidas pela aplicação do produto na área tratada, por exemplo, resíduos nas folhas;
- consumo de néctar e de pólen contaminado, via deposição do produto aplicado por pulverização;
- consumo de néctar e de pólen contaminado pela translocação do produto aplicado nas sementes, no tronco ou no solo.

Fora da área tratada (*off crop*):

- durante o forrageamento, pelo contato direto com a deriva da pulverização ou com a deriva da poeira proveniente da semeadura de sementes tratadas;
- durante o forrageamento, pelo contato com as superfícies atingidas pela deriva da pulverização do produto ou pela deriva da poeira proveniente da semeadura de sementes tratadas;
- pelo consumo de néctar e de pólen contaminado, via deposição da deriva do produto aplicado por pulverização ou via deriva proveniente da semeadura de sementes tratadas ou, ainda, pela translocação de resíduos do produto aplicado no solo.

Na área tratada, tanto abelhas do gênero *Apis* como não *Apis* podem estar expostas. Todavia, estudos sugerem que a espécie *Apis mellifera* é a mais frequente e abundante em cultivos agrícolas³. Para fins de avaliação de risco, neste Manual, **dentro da área será considerada a exposição de abelhas *Apis* e fora da área a exposição de não *Apis***. Em virtude da escassez de dados de toxicidade sobre espécies nativas, na avaliação e risco para abelhas não *Apis* será utilizado um fator de segurança detalhado no Anexo I.

Para determinar, em um primeiro momento, se há possibilidade de exposição das abelhas a determinado produto, uma série de perguntas deve ser feita, por exemplo:

- Quais as características da cultura a ser tratada: é cultura visitada? Produz recursos de interesse das abelhas, como néctar e pólen? Qual a duração do período de floração? A cultura é dependente de polinização?

³ D'AVILA, M.; MARCHINI, L. C. Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. *Boletim de Indústria Animal*, v. 62, n. 1, p. 79-90, 2005.



- Quais as características do produto a ser aplicado, como: é rapidamente degradado? Por quais vias? É persistente? É altamente volátil? É sistêmico? Qual o modo de ação? Qual o modo e a época de aplicação?

Essa lista de perguntas não é exaustiva e tem o intuito de ser apenas exemplificativa.

Com relação às características do produto, alguns questionamentos podem ser elucidados por estudos que não fazem parte do rol exemplificativo da Portaria Ibama nº 84/96, mas que são exigidos em outros países, então, o Ibama pode solicitar cópias aos registrantes, conforme o § 1º do art. 4º da referida Portaria. A título de exemplo, confira alguns estudos requeridos para fins de registro pela US-EPA:

- Dissipação terrestre (OCSPP 835.6100)
- Magnitude de resíduos (OCSPP 860.1500)
- Acumulação em culturas rotacionais (OCSPP 860.1850)
- Metabolismo em plantas (OCSPP 860.1300)
- Absorção e translocação em plantas (OCSPP 850.4800)

Também deve ser considerado que as abelhas visitam uma cultura quando há disponibilidade de alimento, ou seja, quando a cultura apresenta flores (que podem fornecer néctar ou pólen) ou outra estrutura que ofereça alimento, por exemplo, os nectários no algodoeiro ou o colmo da cana-de-açúcar, logo após o corte. Para maiores informações sobre quais culturas são visitadas por abelhas, consultar o Anexo IV.

Além disso, conforme as características do ingrediente ativo (i.a.), há possibilidade de serem encontrados resíduos ou seus metabólitos toxicologicamente relevantes nas partes atrativas da cultura, pela translocação no interior da planta, após aplicações em solo, tronco ou em tratamento de sementes.

Também deve ser considerado que, por exemplo, mesmo que a cultura tratada não esteja em floração, a deriva da pulverização ou da poeira proveniente da semeadura de sementes tratadas pode alcançar áreas fora da cultura onde haja plantas em floração. Nesse caso, se as abelhas estiverem forrageando nessas áreas, poderão ser expostas ao agrotóxico diretamente, pelo contato com a nuvem de deriva, ou por meio da dieta, ao coletarem recursos contaminados pela deposição da nuvem de deriva. Portanto, o impacto fora da área tratada não está necessariamente relacionado com a cultura alvo da aplicação ser visitada por abelhas ou não, pois considera-se que as abelhas serão expostas por deriva fora da área tratada com o agrotóxico em questão.

Na avaliação de risco ambiental, a exposição é o componente que mais sofre a influência das condições climáticas, pois elas podem interferir diretamente no comportamento da substância no meio ambiente. Essa influência é determinante quando não é possível descartar o risco na fase inicial e é necessário refinar a exposição.

Se a exposição das abelhas é possível e relevante, um diagrama conceitual com a hipótese de risco deve ser construído para prosseguir para a próxima etapa do esquema de avaliação.



3.1.1 Árvores de decisão para determinar se há exposição das abelhas

As figuras a seguir têm o intuito de auxiliar na determinação da **exposição** das abelhas aos agrotóxicos:

• Para pulverização foliar:

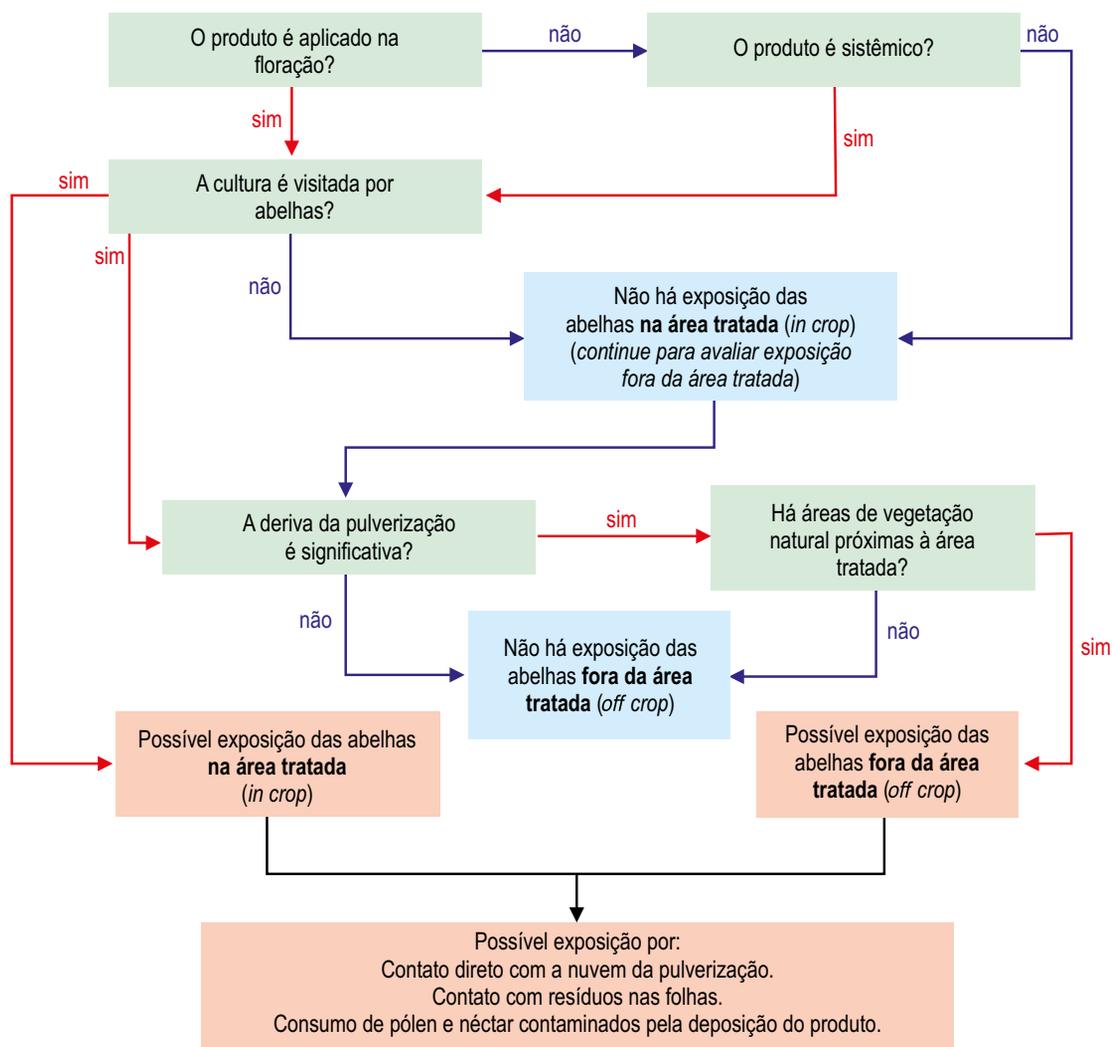


Figura 8
Árvore de decisão para determinar se há exposição das abelhas a produtos aplicados por pulverização foliar.



• Para aplicação no solo, tronco ou tratamento de sementes

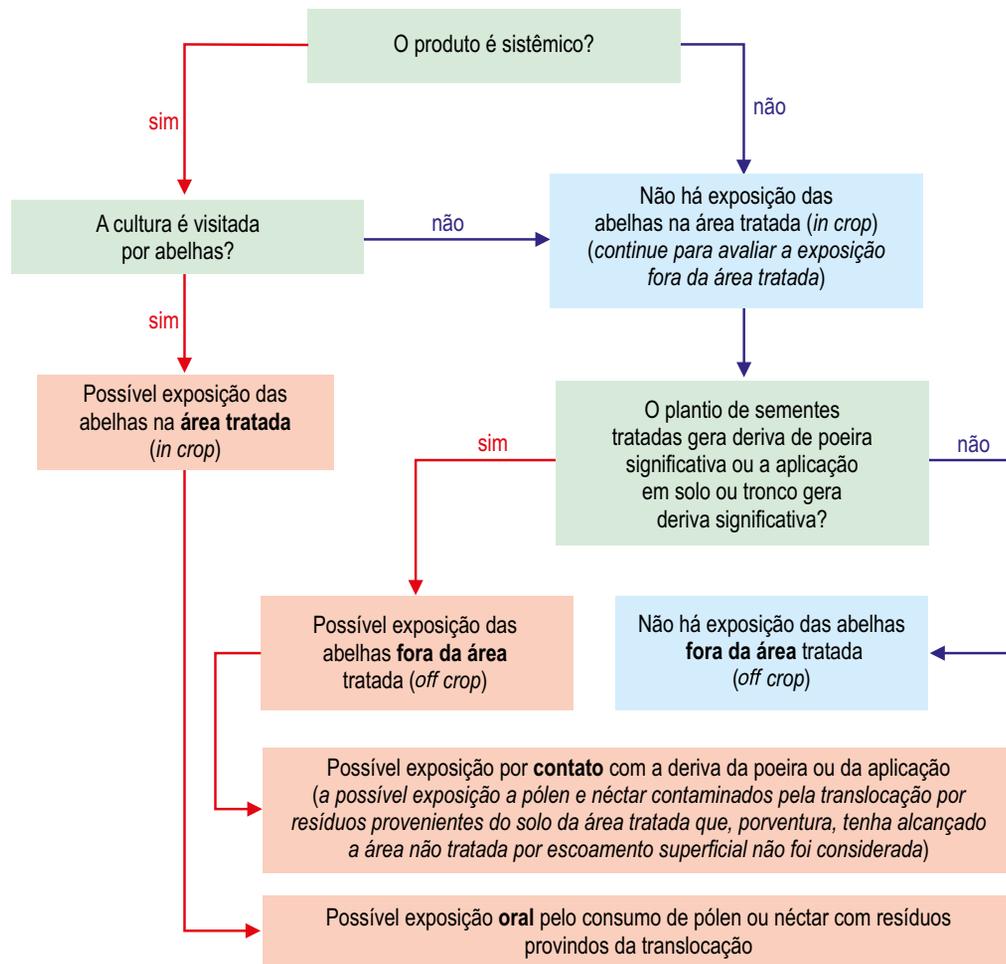


Figura 9
Árvore de decisão para determinar se há exposição das abelhas a produtos aplicados no solo, injetados no tronco ou utilizados em tratamento de sementes.

Com base nas informações sobre o produto e seu modo de uso, um diagrama conceitual deve ser construído. Como afirmado anteriormente, o diagrama conceitual é a representação esquemática da hipótese de risco. O processo de avaliação de risco busca responder se a hipótese é verdadeira ou não.



A Figura 10 apresenta um exemplo de diagrama conceitual:

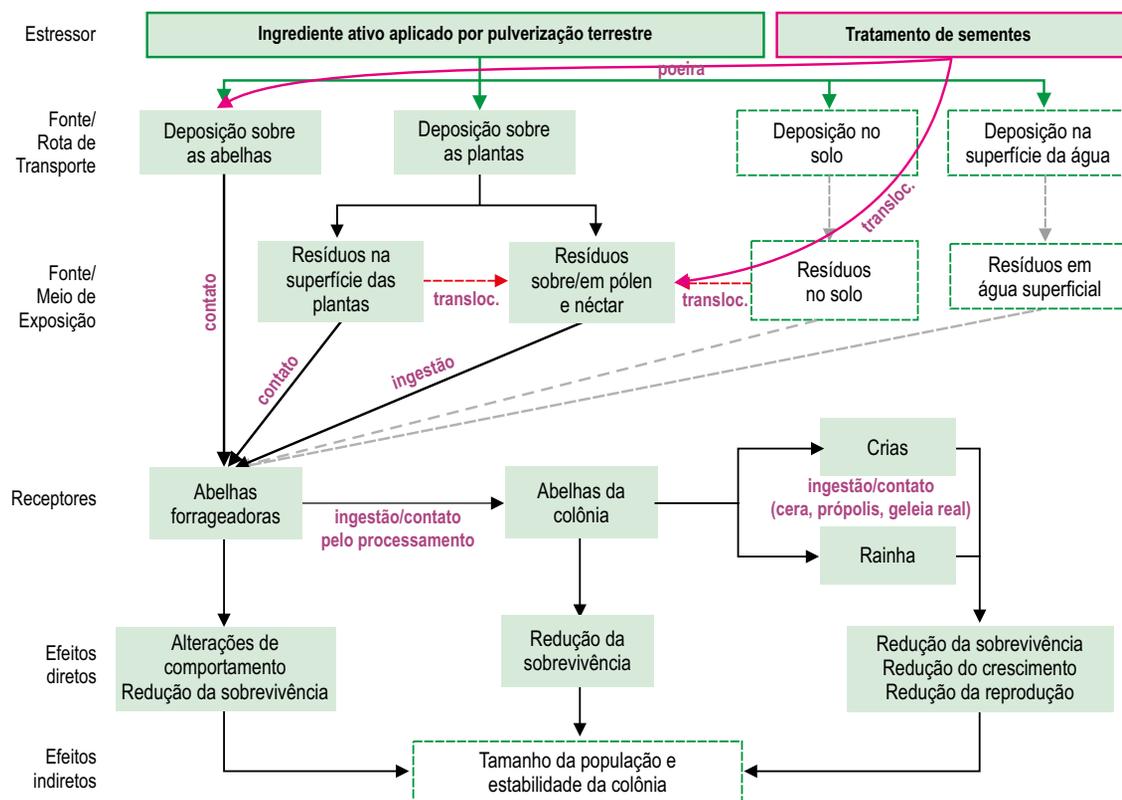


Figura 10
Exemplo de diagrama conceitual.

No exemplo anterior, as setas contínuas e negritadas representam as principais vias de exposição e os quadros e setas pontilhados significam fontes e rotas de exposição que, embora possíveis, não serão avaliados, por não serem considerados principais.

Os modelos conceituais, a seguir, foram esquematizados de acordo com a característica do agrotóxico e o método de aplicação, e exemplificam, de forma genérica, as possíveis rotas de exposição e as hipóteses de risco.

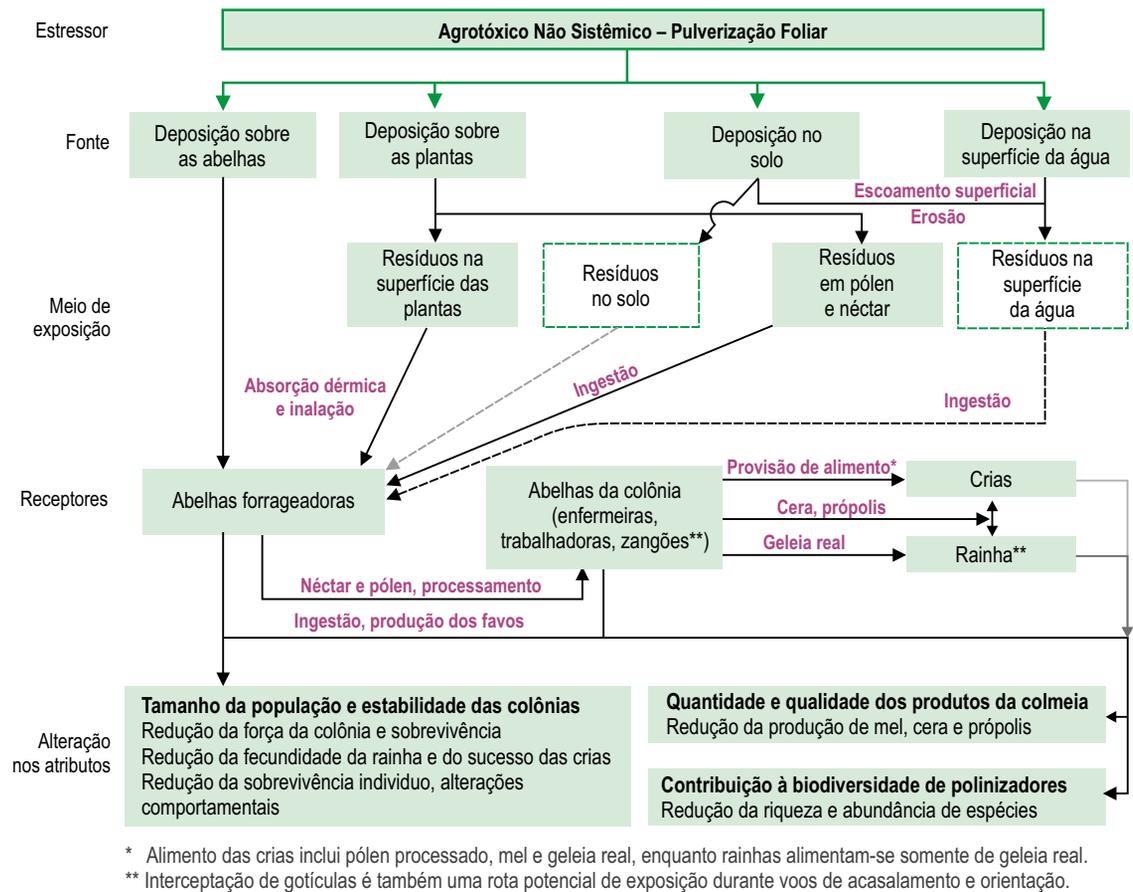


Figura 11
Modelo conceitual genérico para agrotóxicos não sistêmicos aplicados por pulverização foliar na avaliação de risco para abelhas. Linhas pontilhadas representam rotas de exposição que não foram consideradas como principais.

Fonte: Traduzido e adaptado do US-EPA, *Guidance for Assessing Pesticide Risks to Bees*, 2014.

Para agrotóxicos **não sistêmicos** aplicados via **pulverização foliar**, as rotas de exposição dominantes para abelhas forrageadoras incluem a deposição direta das gotas de pulverização sobre as abelhas, deposição sobre a superfície das plantas (flores, folhas) e sobre pólen, néctar e nectários extraflorais, seguido por contato e/ou ingestão dessas matrizes e inalação da fase gasosa do químico (para agrotóxicos altamente voláteis).

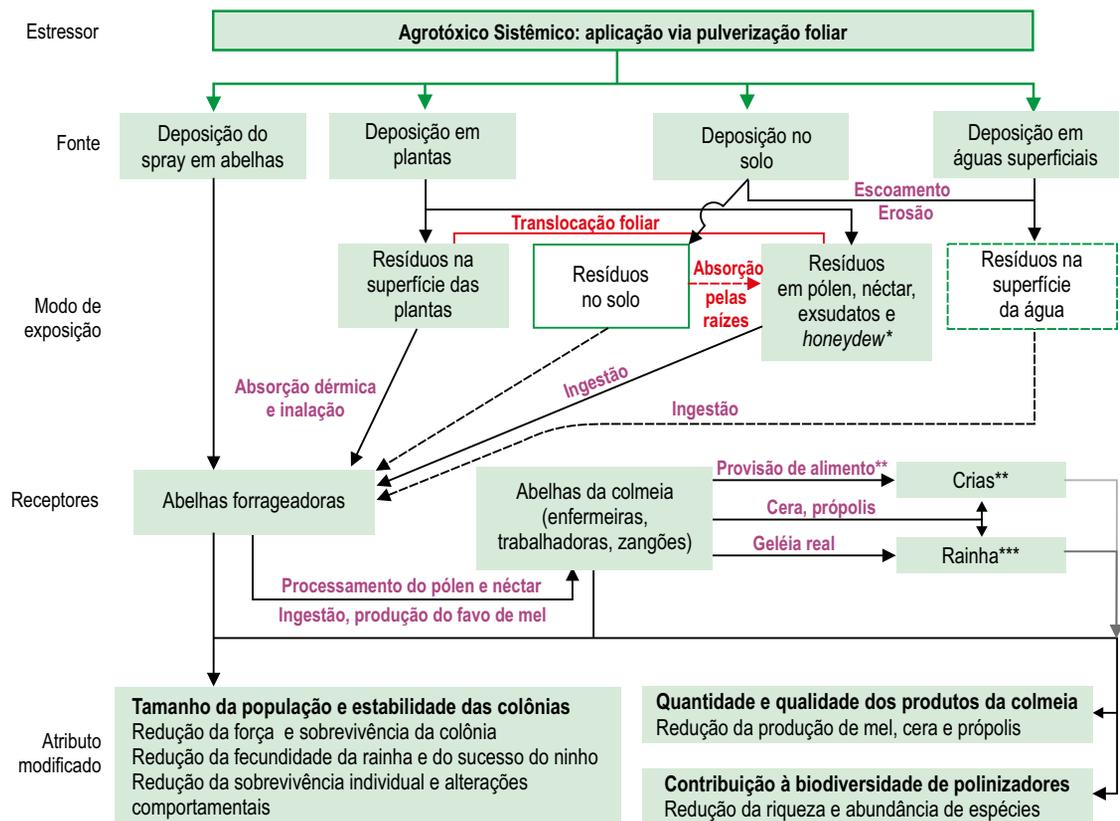


Figura 12
Modelo conceitual genérico para agrotóxicos sistêmicos aplicados por pulverização foliar na avaliação de risco para abelhas. Linhas pontilhadas representam rotas de exposição que não foram consideradas como principais.

Fonte: Traduzido e adaptado do US-EPA, *Guidance for Assessing Pesticide Risks to Bees*, 2014.

* Solução açucarada excretada por afídeos.

** O ninho se alimenta de geleia do ninho e de geleia real, mais tarde, no período de desenvolvimento, ele consome pólen e mel processados, enquanto a rainha se sustenta apenas de geleia real.

*** A interceptação com gotas de spray é uma rota de exposição potencial durante voos de orientação e acasalamento.

Para agrotóxicos **sistêmicos** aplicados via **pulverização foliar**, as rotas de exposição para abelhas incluem muitas das dos agrotóxicos não sistêmicos anteriormente descritas, mas apresentam algumas exceções importantes. Em primeiro lugar, a deposição sobre a superfície das plantas e do solo pode levar à translocação de agrotóxico para outros tecidos da planta, contribuindo para maiores quantidades de resíduos de agrotóxicos em pólen e néctar. Para agrotóxicos sistêmicos, o tempo de exposição pode ser maior comparado a aplicações similares de agrotóxicos não sistêmicos. Em segundo lugar, a presença de resíduos de agrotóxicos nos exsudatos da planta também tem o potencial de tornar-se rota relevante de exposição.

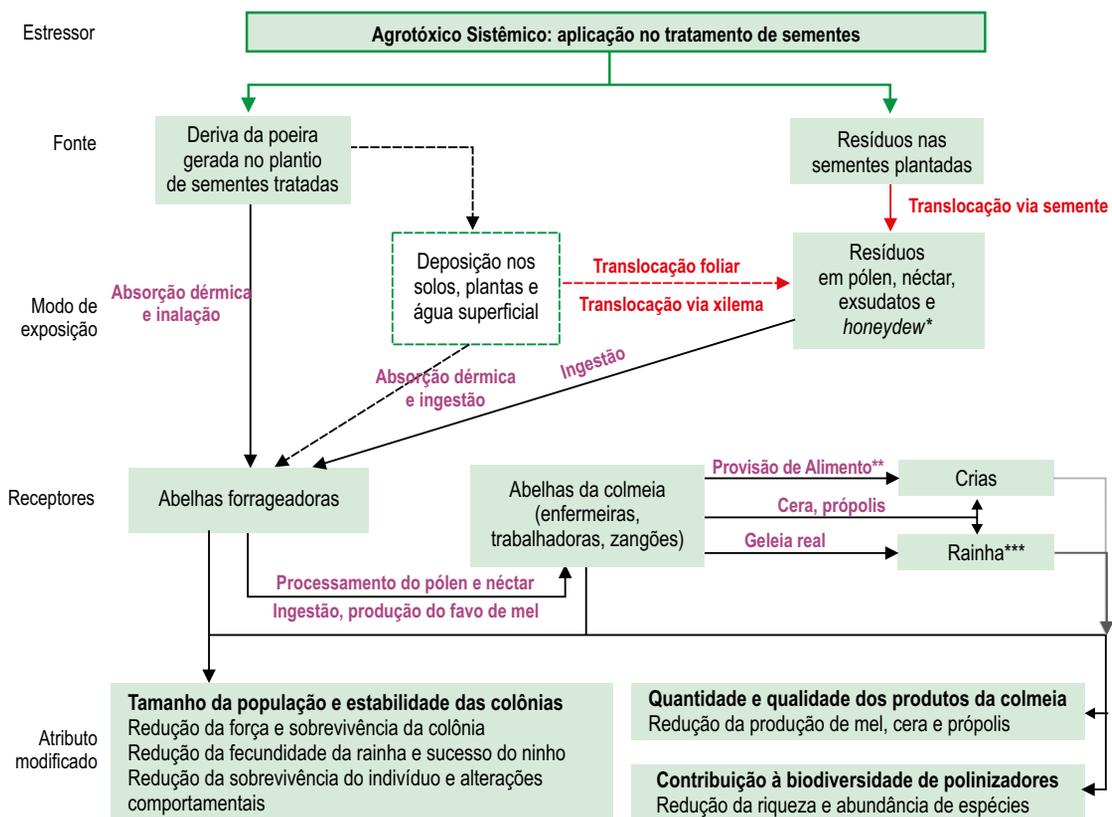


Figura 13
Modelo conceitual genérico para agrotóxicos sistêmicos empregados no tratamento de sementes, na avaliação de risco para abelhas. Linhas pontilhadas representam rotas de exposição que não foram consideradas como principais.

Fonte: Traduzido e adaptado do US-EPA, *Guidance for Assessing Pesticide Risks to Bees*, 2014.

* Solução açucarada excretada por afídeos.

** O ninho se alimenta de geleia do ninho e geleia real, mais tarde, no período de desenvolvimento, ele consome pólen e mel processados, enquanto a rainha se sustenta apenas de geleia real.

*** A interceptação com partículas de poeira é uma rota de exposição potencial durante voos de orientação e acasalamento.

As maiores rotas de exposição para as abelhas aos agrotóxicos sistêmicos usados como tratamento de sementes incluem pólen, néctar, exsudatos provenientes da translocação, a partir da semente para os tecidos da planta em crescimento. Outra rota de exposição importante é o contato com a poeira proveniente da abrasão das sementes tratadas com o maquinário durante o plantio (Figura 14).



Figura 14
Deriva da poeira durante plantio de sementes.
Fonte: Julius Kühn Institut.

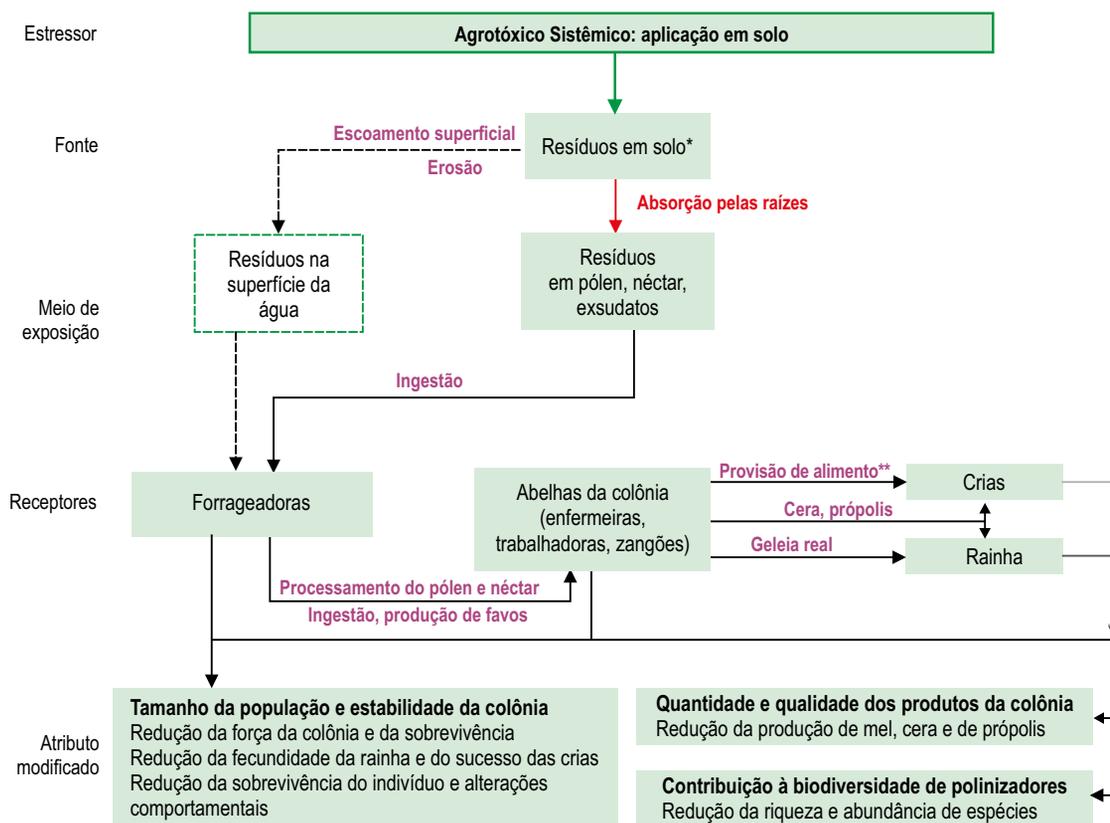


Figura 15
Modelo conceitual genérico para agrotóxicos sistêmicos aplicados no solo, para uso na avaliação de risco para abelhas. Linhas pontilhadas representam rotas de exposição que não foram consideradas como principais.

Fonte: Traduzido e adaptado do US-EPA, *Guidance for Assessing Pesticide Risks to Bees*, 2014.

* Para pulverização no solo, a exposição das abelhas à deriva para fora da área tratada pode ser avaliada como ilustrado para pulverizações foliares, levando em conta a quantidade de deriva do agrotóxico.

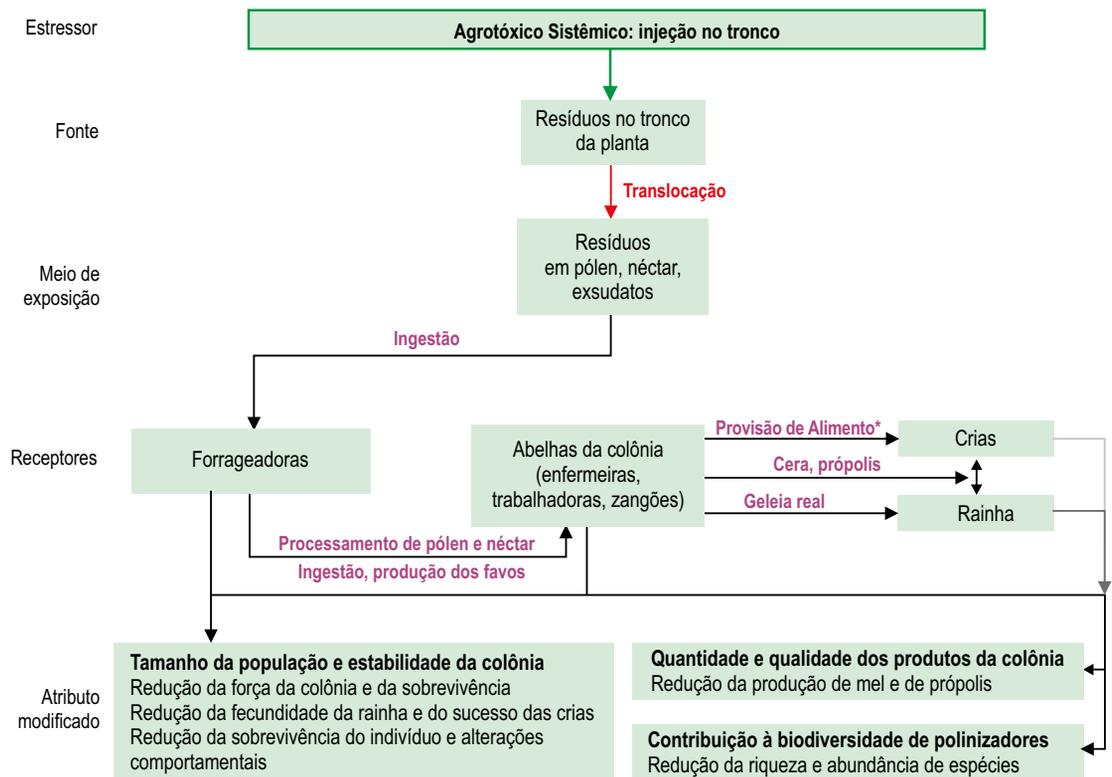
** As crias inicialmente se sustentam na geleia das crias e na geleia real, mas mais tarde no desenvolvimento consomem pólen e mel processado, enquanto a rainha se sustenta apenas de geleia real.

Os agrotóxicos sistêmicos também são utilizados via aplicação no solo. A exposição das abelhas aos agrotóxicos, por esse tipo de aplicação, decorre da translocação da substância para os tecidos da planta e posterior aparecimento em matrizes que servem de alimento para as abelhas, tais como pólen, néctar, exsudatos, fluido de gutação e secreção açucarada (*honey dew*). Para aplicação no solo, existe também uma exposição potencial via escoamento superficial e subsequente translocação para plantas adjacentes ao campo tratado.



Figura 16
Modelo conceitual genérico para agrotóxicos sistêmicos aplicados por injeção no tronco, para uso na avaliação de risco para abelhas. A linha vermelha representa a rota sistêmica.

Fonte: Traduzido e adaptado do US-EPA, *White Paper in support of the Proposed Risk Assessment Process for Bees*. 2014.



* As crias inicialmente se sustentam na geleia das crias e na geleia real, mas mais tarde no desenvolvimento consomem pólen e mel processado, enquanto a rainha se sustenta apenas de geleia real.

Os agrotóxicos sistêmicos também são aplicados menos comumente via rega em tronco ou injeção no tronco. A exposição das abelhas por essa via é possível pela translocação da substância para os tecidos das plantas e posterior aparecimento em pólen, néctar, exsudatos, fluido de gutação e secreção açucarada (*honey dew*).

Embora várias rotas de exposição sejam possíveis, **as rotas por contato e pela via oral por consumo de néctar ou pólen contaminados são as mais significativas** e, por esse motivo, considera-se que a avaliação delas abrange as demais.

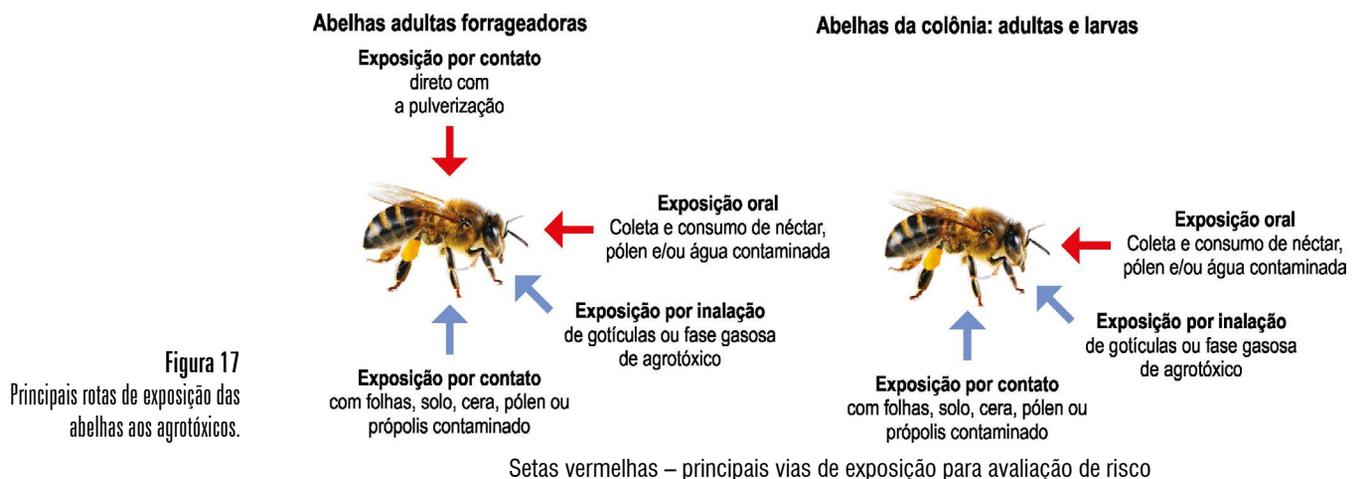


Figura 17
Principais rotas de exposição das abelhas aos agrotóxicos.



Constatada a possibilidade de exposição, o próximo passo é caracterizá-la, ou seja, estimar quantitativamente qual a exposição e compará-la aos níveis que causam efeitos em abelhas. Na Fase 1, essa comparação se dá por meio do cálculo do Quociente de Risco (QR), detalhado nas seções seguintes.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO PARA ABELHAS EM FASE 1

Para caracterizar a exposição, é necessário estimar qual a concentração ambiental estimada (CAE) do agrotóxico.

Como a Fase 1 é caracterizada pela adoção de estimativas conservadoras, ou seja, propositadamente superestimadas, a exposição é calculada com base na dose aplicada, desconsiderando a interferência de fatores ambientais, tais como processos de degradação (fotólise, hidrólise etc.).

A estimativa de exposição é calculada utilizando o modelo **BeeREX** (Bee = abelha; REX = *residue exposure*). Esse modelo foi desenvolvido pelo *Office of Pesticide Programs, Environmental Fate and Effects Division*, da US-EPA, em colaboração com a *Health Canada's Pest Management Regulatory Authority* e com o *California's Department of Pesticide Regulation*. O modelo pode ser obtido na página da agência, disponível em: <<https://www.epa.gov/pesticide-science-and-assessing-pesticide-risks/models-pesticide-risk-assessment>>.

Para mais informações sobre como utilizar esse modelo, consultar o Anexo I.

Para estimar a possível exposição à deriva de pulverizações foliares, é utilizado o modelo AgDRIFT®, também desenvolvido pela US-EPA. Para orientações quanto ao uso desse modelo, consultar o Anexo II. Importante lembrar que quando o cálculo da deriva for referente às abelhas não *Apis*, deve-se usar o fator de segurança detalhado no Anexo I, em virtude da escassez de dados de toxicidade sobre espécies nativas.

Para estimar a possível exposição à deriva da poeira de sementes tratadas, é calculado o Quociente de Perigo, conforme o Anexo III.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS EFEITOS PARA ABELHAS EM FASE 1

A Fase 1 da avaliação de risco busca apenas responder se determinado composto possui indicativo de risco ou não. Essa resposta é dada por meio de um quociente obtido a partir da razão entre o dado de toxicidade (efeito) e a quantidade do agrotóxico à qual a abelha pode ser exposta (exposição). Ao se usar a DL_{50} como dado de toxicidade, o risco que está sendo considerado é apenas o de mortalidade. Todavia, é importante verificar também, na Fase 1, se há riscos crônicos, riscos sobre os descendentes ou riscos subletais e, para isso, são necessários estudos crônicos e em larvas.

Na Tabela 2 estão descritos os estudos de laboratório necessários para caracterizar os efeitos para abelhas dentro do processo da avaliação de risco ambiental, na Fase 1.



Tabela 2 – Estudos requeridos para avaliação de risco na Fase 1.

Estudo	Organismo-teste	Requerido para	Protocolo*	Parâmetro de toxicidade gerado (<i>endpoint</i>)	Utilização**
Toxicidade aguda por contato	Abelhas adultas	PT	OECD TG 214	DL ₅₀	<ul style="list-style-type: none">• Cálculo do QR para exposição aguda por contato das adultas• Classificação de perigo
		PF	OECD TG 214	DL ₅₀	<ul style="list-style-type: none">• Cálculo do QR para exposição aguda por contato das adultas• Classificação de perigo
Toxicidade oral aguda	Abelhas adultas	PT	OECD TG 213	DL ₅₀	<ul style="list-style-type: none">• Cálculo do QR para exposição oral aguda
		PF	OECD TG 213	DL ₅₀	<ul style="list-style-type: none">• Classificação de perigo
Toxicidade oral crônica	Abelhas adultas	PT	OECD TG 245	LDD ₅₀ , NOEC/NOEL	<ul style="list-style-type: none">• Cálculo do QR para exposição oral crônica
Toxicidade oral aguda	Larvas de abelhas	PT	OECD TG 237	DL ₅₀	<ul style="list-style-type: none">• Cálculo do QR para exposição oral aguda das larvas
Toxicidade crônica	Larvas de abelhas	PT	OECD GD 239***	CL ₅₀ , DL ₅₀ , NOEC/NOEL, NOED	<ul style="list-style-type: none">• Cálculo do QR para exposição oral crônica
Toxicidade para abelhas dos resíduos na folhagem	Abelhas adultas	PF com DL ₅₀ < 11 µg/abe-lha****	OPPTS 850.3030	Tempo de toxicidade residual (RT ₂₅)	<ul style="list-style-type: none">• Propor medidas de mitigação, indicar necessidade de maior investigação, caso o tempo seja considerado muito longo na avaliação concreta.

* Versão mais recente do protocolo disponível no momento de elaboração e atualização deste Manual. TG = *Test Guideline* (Diretrizes do Teste); GD = *Guidance Document* (Documento Orientador); OPPTS = *Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances* (Departamento de Prevenção, Agrotóxicos e Substâncias Tóxicas).

** Por utilização entende-se o uso do parâmetro de toxicidade gerado (*endpoint*) em algum cálculo de risco, mas isso não exclui a utilização de outras informações relevantes que o estudo possa fornecer, tais como ocorrência de efeitos subletais, por exemplo, que possam ser usadas para caracterizar os efeitos e/ou o risco.

*** Orientações gerais disponibilizadas pela OECD para realização do teste de toxicidade crônica para larvas.

**** Para o teste de toxicidade residual foliar o estudo é conduzido com a maior dose por tipo de formulação.

Na avaliação da toxicidade aguda por contato, tanto os dados do PF quanto do PT podem ser usados para o cálculo do QR, portanto recomenda-se usar o dado mais restritivo.

A avaliação de risco deve perseguir os objetivos de proteção estabelecidos. Dessa forma, mesmo na Fase 1, é possível estabelecer uma relação entre os parâmetros de toxicidade avaliados e qual a sua importância no alcance dos objetivos de proteção conforme Tabela 3.

**Tabela 3** – Relação entre os objetivos de proteção e os parâmetros de toxicidade (*endpoints*) de avaliação obtidos nos estudos.

Variável medida ou observada nos estudos	Efeitos sobre a variável em nível de colônia podem comprometer	Efeitos sobre a variável em nível de comunidade podem comprometer	Magnitude dos efeitos pode comprometer o alcance dos objetivos de proteção
Mortalidade em nível individual (DL ₅₀ ou CL ₅₀)	<ul style="list-style-type: none">• Força da colônia (número de indivíduos)• Sobrevivência da colônia	<ul style="list-style-type: none">• Estabilidade das colônias• Abundância e riqueza de espécies• Sucesso reprodutivo	<ul style="list-style-type: none">• Proteger os polinizadores e sua biodiversidade• Garantir a provisão de recursos genéticos• Garantir a produção de produtos na colônia• Garantir o serviço de polinização
Fecundidade da rainha	<ul style="list-style-type: none">• Força da colônia (número de indivíduos)• Sucesso reprodutivo		
Números de discos de cria	<ul style="list-style-type: none">• Força da colônia (número de indivíduos)• Sobrevivência da colônia		
Desenvolvimento das larvas	<ul style="list-style-type: none">• Estabilidade e sobrevivência da colônia		
Comportamento de forrageamento	<ul style="list-style-type: none">• Quantidade de alimento produzida• Sobrevivência da colônia		
		<ul style="list-style-type: none">• Estabilidade da colônia• Resíduos em mel e cera• Quantidade e qualidade dos produtos da colmeia	

A mortalidade é um dos principais parâmetros que pode influenciar no alcance do objetivo de proteção, pois uma mortalidade a um nível que comprometa a sobrevivência da colônia ou das espécies solitárias tem impactos nos objetivos de proteção, visto que diminui a biodiversidade, a variabilidade genética, a produção de mel, de própolis e de cera e o serviço de polinização. Adicionalmente, efeitos subletais também podem ter consequências nos objetivos de proteção. Exemplos são a diminuição do forrageamento, que interfere diretamente na eficiência do serviço de polinização, e os efeitos sobre a reprodução, que podem comprometer a continuidade da espécie (Tabela 3).

Se a Fase 1 indica necessidade de refinamento da avaliação, para chegar a uma conclusão sobre o risco outros estudos são necessários, mas a necessidade depende do potencial risco indicado. Sendo assim, a partir da Fase 2, a necessidade de estudos é definida caso a caso, por isso os estudos necessários não são listados aqui e sua definição deve ser feita conforme a situação.

3.4 CARACTERIZAÇÃO DO RISCO PARA ABELHAS NA FASE 1

A Fase 1 da avaliação de risco busca apenas responder se determinado composto possui indicativo de risco ou não. Essa resposta é dada por meio de um quociente obtido a partir da razão entre o dado de toxicidade, que representa o efeito, e a exposição, que é a quantidade do agrotóxico à qual a abelha pode ser exposta. É importante também verificar, na Fase 1, se há riscos sobre os descendentes ou riscos subletais e, para isso, são necessários estudos crônicos e em larvas.

Na Fase 1, a caracterização do risco é dada pelo cálculo dos quocientes de risco. Esse cálculo é realizado utilizando o modelo BeeREX. Esse modelo também deve ser utilizado em conjunto com o modelo AgDRIFT®, para estimar o QR para não *Apis* e, nesse caso, deve-se usar o fator de segurança explicado no Anexo I. Para orientação quanto ao uso dos modelos, consultar os Anexos I e II, respectivamente.

Na Fase 1, o QR é comparado com os gatilhos de 0,4 e 1 para risco agudo e crônico, respectivamente.



Considera-se que o risco é aceitável se $QR < \text{gatilho}$.

Se o QR superar esses valores, há potencial risco e mais estudos são necessários para confirmar ou descartar essa hipótese, a menos que medidas de mitigação reduzam os QRs aos níveis de risco aceitável.

Se a necessidade de refinamento for confirmada, deve-se seguir as demais etapas do esquema de avaliação, constantes da Seção 2.2.

Para formulações contendo mais de um ingrediente ativo, a avaliação do risco é conduzida com os dados de toxicidade de cada i.a., separadamente, respeitando o parágrafo 1º do art. 1º da IN nº 02/2017.

3.5 REFINAMENTO DA FASE 1: CONSIDERAR MEDIDAS DE MITIGAÇÃO E RECALCULAR QRs

As medidas de mitigação visam reduzir, amenizar, evitar ou eliminar o risco indicado na fase anterior. São exemplos de medidas de mitigação: não aplicar produto altamente tóxico durante o período de floração ou imediatamente após o corte, como a cana-de-açúcar; utilizar as técnicas disponíveis para evitar a deriva da pulverização ou da semeadura de sementes; não pulverizar o produto nos botões florais, se os estudos indicarem alta concentração de resíduos em pólen e néctar, decorrentes dessa aplicação, além de outras medidas de mitigação, que podem ser genéricas, e, portanto, aplicadas a todos os produtos, ou específicas, a depender do tipo de produto, da cultura, do modo de aplicação etc., que devem ser discutidas caso a caso.

Na Fase 1, o componente que pode ser refinado é a exposição. Exemplos de medidas desse tipo são a retirada de determinado modo de aplicação, a restrição da aplicação a determinado período que elimine a exposição durante a floração, ou a redução de doses. Com as doses reduzidas, o QR pode ser recalculado e, caso fique abaixo de 0,4 e/ou 1 (ou 50, no caso da poeira), pode-se considerar que o risco é aceitável.

Deve ser claro e tecnicamente argumentado em que extensão as medidas de mitigação realmente eliminam ou tornam o risco identificado na Fase 1 aceitável, de modo que não seja necessário avançar para as demais fases da avaliação de risco.

Nas demais fases, não é possível preestabelecer todos os procedimentos, uma vez que depende de cada situação específica. Sendo assim, as orientações constantes neste Manual devem ser tomadas como **princípios orientadores** e não como regras estanques e imutáveis. A requisição de estudos mais avançados deve sempre ser fundamentada tecnicamente e é preciso ter clareza de quais dúvidas o estudo irá responder, ou, de outro modo, para quê e como se dará a utilização do estudo na avaliação de risco.

3.6 RESUMO DAS ETAPAS DA AVALIAÇÃO DE RISCO PARA ABELHAS NA FASE 1

As etapas se resumem em:

- Avaliar a exposição com base nas características do produto e no padrão de uso;
- Havendo exposição, elaborar diagrama conceitual e indicar quais rotas de exposição serão avaliadas;
- Calcular os quocientes de risco (QRs) usando BeeREX para as principais rotas de exposição;



- Descartar o risco se os QRs não ultrapassarem os gatilhos;
- Avaliar opções de mitigação e analisar a necessidade de avançar para a Fase 2 (refinamento da exposição) ou diretamente para a Fase 3 (refinamento dos efeitos) se os QRs ultrapassarem os gatilhos.



4.

FASE 2 REFINAMENTO DA EXPOSIÇÃO PARA ABELHAS

Na Fase 2, primeiramente, devem ser determinados os resíduos em matrizes relevantes para abelhas em condições realísticas de aplicação em campo, considerando o “**pioor caso**”. A condição de pior caso depende das características do produto, para quais culturas o produto é indicado, quais as doses utilizadas, qual o modo e a época de aplicação etc. Para tanto, até que se tenha conhecimento de uma cultura representativa de pior caso para a concentração de resíduos de agrotóxicos nas matrizes relevantes para abelhas, é necessário conduzir estudos de resíduos em campo para as culturas visitadas para as quais o agrotóxico é indicado.

Quando há previsão de diferentes modos de aplicação do ingrediente ativo durante o ciclo de uma cultura, os estudos de resíduos devem contemplar todos os modos de aplicação indicados. Caso haja a indicação de uso em dois modos de aplicação, por exemplo, como tratamento da semente e em pulverização foliar, os estudos de resíduos devem contemplar essas aplicações simultâneas. No caso desse exemplo, portanto, o estudo de resíduo deve utilizar sementes tratadas com o i.a. em questão e, ao longo do desenvolvimento dessas sementes, realizar a pulverização foliar conforme indicado em bula. Dessa forma, os possíveis resíduos encontrados nas matrizes relevantes para abelhas (pólen, néctar, fluido de gutação, etc) refletirão os resíduos que possivelmente entrarão em contato com as abelhas em condições realísticas de campo. Portanto, não será aceita a soma de resíduos de estudos conduzidos com modos de aplicação separados.

Após a obtenção do nível de resíduos em condições realísticas, devem ser recalculados os QRs **substituindo** as estimativas iniciais conservadoras – baseadas na dose máxima – pelos valores realísticos encontrados. Em razão das limitações dos estudos de resíduos para contabilizarem a variabilidade temporal e geográfica, devem ser utilizados nos cálculos os **valores máximos** encontrados em cada matriz (néctar ou pólen), para o cálculo do risco **agudo**, e a **maior média diária** para o cálculo do risco **crônico**. Quando há amostragens da mesma matriz em diversos sistema-teste – como néctar de favos e de abelhas, pólen de favos, de anteras e de armadilhas, tanto o valor máximo quanto a maior média diária devem considerar essa separação. Para detalhes de como realizar os recálculos dos QRs, conferir as informações disponíveis nos Anexos I e II, que tratam dos modelos BeeREX e AgDRIFT® respectivamente, a serem usados para os cálculos dos quocientes de risco.

As considerações acerca dos riscos dos resíduos dos metabólitos são feitas por análise das características das substâncias estudadas e dos cenários propostos.

Para selecionar as culturas nas quais devem ser determinados os resíduos, deve ser observado o Anexo III da Instrução Normativa nº 02/2017. O agrupamento das culturas e a ordem de prioridade estabelecida dentro de cada grupo foram determinados levando em consideração as famílias botânicas, o porte e a estrutura das plantas, a oferta de matrizes relevantes para abelhas (pólen e néctar), dados disponíveis de visitação por abelhas nativas sociais e solitárias, dependência da cultura do serviço de polinização e área cultivada no Brasil, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A tabela que serviu de base para esse agrupamento encontra-se no Anexo IV.



De acordo com os artigos. 7º e 8º da IN nº 02/2017, as seguintes regras gerais devem ser observadas com relação aos estudos de resíduos em campo a serem considerados para a Fase 2:

- Os estudos de resíduos deverão ser conduzidos no Brasil e preferencialmente com a(s) cultura(s) abrangida(s) na indicação de uso do produto;
- Quando a indicação de uso abranger mais de uma cultura de um mesmo grupo, o estudo deve ser realizado com **pelo menos uma cultura** do grupo;
- Os resultados apropriados dos estudos de resíduos realizados em determinada cultura podem ser utilizados para a avaliação de risco em outra cultura, desde que pertençam ao mesmo grupo e enquanto dados para a cultura, específicos, não estejam disponíveis;
- Dentro de um mesmo grupo, os estudos devem ser realizados de acordo com a prioridade estabelecida para tal grupo;
- Os dados de uma cultura de maior prioridade podem ser utilizados para avaliação de risco de culturas de menor prioridade. O contrário, porém, não se aplica, exceto se uma cultura de menor prioridade apresentar um valor de resíduo maior do que o dado da cultura prioritária. Considerando as culturas do Grupo 1, a título de exemplo, um estudo na cultura do milho pode ser utilizado para outras culturas do grupo, porém, um estudo na cultura da aveia pode ser utilizado apenas para as cinco culturas de prioridade menor; mas, conforme forem sendo gerados mais dados para mais culturas dentro dos grupos, o maior dado de resíduo de cada grupo é que prevalecerá quando for necessário utilizar os dados de uma cultura para a avaliação de outra.
- Para que dados de uma cultura sejam utilizados para outra, o estudo que os gerou deve ter sido realizado utilizando o **mesmo modo de aplicação**. A dose de ingrediente ativo no uso pretendido deve ser **menor ou igual à dose com a qual o estudo foi conduzido**;
 - Por modo de aplicação considera-se: tratamento de sementes, injeção no tronco, pulverização foliar e aplicação no solo.
 - O tempo entre a aplicação e o florescimento da cultura, ou da subsequente, também é considerado na avaliação.
 - A dose também é considerada nesta análise, dessa forma, o seu aumento deve ser avaliado.
 - O tipo de formulação deve ser analisado no caso de haver indícios de interferência na toxicidade do ingrediente ativo, ou seja, DL_{50} por contato para abelhas adultas indicar que a toxicidade da formulação pode ser maior do que a do ingrediente ativo quando se tratar de aplicações foliares.
 - Os modos diferentes de aplicação podem ser dispensados de estudo quando o período entre a aplicação e o florescimento for maior e/ou a dose for menor, caso não seja identificado maior valor de QR no BeeREX.



- Quando da utilização de dados de uma cultura para outra, devem ser observadas as disposições da Lei nº 10.603/2002.

Para orientação quanto aos estudos de resíduos, consultar o Anexo V. Esse Anexo apresenta alguns itens que poderão ser solicitados nos estudos de resíduos, a depender da avaliação de risco que está sendo realizada e, portanto, a pertinência de solicitar esses dados deve ser verificada.

Deve-se destacar que os níveis de resíduos encontrados em **néctar, pólen e fluido de gu-tação** serão utilizados para refinamento do risco oral, ou seja, risco por meio da dieta. A matriz **folha** poderá fornecer informações de que o produto foi efetivamente aplicado via pulverização, quando for o caso, e também do risco referente à exposição via contato. Porém, o risco via contato não é possível de ser refinado, e deve ser mitigado com a exclusão do modo de aplicação durante a floração, por exemplo. Os valores de resíduos encontrados em **solo** fornecerão informações de persistência do ingrediente ativo e poderão ser utilizados quando for realizada a avaliação de risco para abelhas nativas, especialmente quando considerar as espécies solitárias que nidificam no solo e podem ser afetadas por esses resíduos. A análise da **origem do pólen** coletado pelas forrageadoras (análise palinológica) fornecerá informações sobre de qual(is) cultura(s) as abelhas coletam recursos e poderá confirmar a exposição à cultura específica.

Se não for descartado o risco na Fase 2, ou seja, se os QRs obtidos com os novos níveis de resíduos encontrados em campo, nas situações de pior caso avaliadas, continuarem excedendo os gatilhos ou se outras linhas de evidência indicarem que há risco com os *endpoints* de efeitos já conhecidos, há duas opções:

- considerar outras medidas de mitigação para evitar a exposição no cenário avaliado (ex.: não permitir o uso em determinada cultura ou determinado modo de aplicação);
- prosseguir a avaliação e refinar os efeitos também em condições realísticas de campo ou semicampo, a partir de estudos mais complexos, de fases mais avançadas (*higher tier tests*).

Conforme a avaliação avança e demanda estudos de efeito em condições mais realísticas, o foco da avaliação deixa de ser o indivíduo e passa a ser a colônia, para as abelhas sociais. Esses estudos devem ser avaliados com o intuito de determinar se os efeitos em nível de indivíduo se traduzem em efeitos adversos em nível de colônia, considerando a natureza desses efeitos e sua duração.

Alguns dados podem indicar necessidade de avaliação mais avançada quanto aos efeitos, como, por exemplo:

- toxicidade residual maior que 8h (RT25 > 8h) no teste de Toxicidade Residual em Folha-gem (OPPTS 850.3030);
- dados de outras fontes indicarem que há efeitos além da mortalidade como distúrbios comportamentais, no desenvolvimento, reprodutivos etc.;
- se a literatura aberta relatar *endpoints* mais sensíveis que nos estudos submetidos pelos registrantes.



Salienta-se que as incertezas relacionadas à exposição de abelhas nativas não contribuem para a hipótese de risco levantada dentro da área tratada. Entretanto, esse tema é de grande relevância e não deve ser suprimido do debate acerca do gerenciamento dos riscos identificados, tendo em vista que as abelhas nativas brasileiras fazem um uso diferente do pólen em comparação às abelhas *Apis mellifera* e não se sabe, pelo atual estado de conhecimento do tema, como os valores de resíduos encontrados em pólen podem afetar as espécies nativas brasileiras.



5.

FASE 3 REFINAMENTO DOS EFEITOS PARA ABELHAS

Seguindo o esquema faseado de avaliação de risco para abelhas, são necessários **estudos de semicampo ou campo** para refinar os efeitos de situações cujo risco não pode ser descartado nas fases anteriores. Os estudos de semicampo normalmente são realizados em túneis, enquanto os estudos de campo são realizados em área aberta.

Os estudos de mais alto nível visam elucidar incertezas que tenham sido identificadas em fases anteriores. Também devem demonstrar que em condições de campo nenhum efeito sobre o desenvolvimento ou a sobrevivência da colônia irá ocorrer. Para isso, é necessário que o desenho experimental seja capaz de responder às dúvidas suscitadas na fase anterior.

Um exemplo de estudo dessa fase é o de alimentação em colônia ou *colony feeding test*. O valor de NOEC gerado por esse tipo de estudo pode ser comparado diretamente com a exposição (nível de resíduo encontrado em pólen e em néctar, obtido nos estudos de resíduos da Fase 2), a fim de avaliar o risco qualitativamente e considerar múltiplas linhas de evidência. No caso desse tipo de estudo, considerações são feitas não apenas quanto à magnitude dos resíduos em néctar/pólen com relação ao NOAEC e LOAEC, mas também quanto à duração e frequência em que esses resíduos excedem os *endpoints*. Além disso, informação relativa ao período no qual a cultura fica em floração é também levada em conta para caracterizar o potencial de exposição das abelhas, por longo prazo, a pólen e néctar contaminados. A qualidade e a quantidade de dados de resíduos disponíveis também são levadas em conta. Por exemplo, se a informação disponível sugere que aplicações de determinado ingrediente ativo em solos arenosos resulta em resíduos substancialmente maiores quando comparados com a aplicação em solos argilosos, e se não há nenhum estudo em solo arenoso brasileiro disponível, essa informação deve ser considerada para fins de requisição de condução de estudos ou para descrever as incertezas associadas com a caracterização do risco, utilizando os dados disponíveis.

A avaliação do estudo de Fase 3 se dá pela comparação do grupo-controle com o grupo-tratamento. **Essa fase não é quantitativa**, ou seja, não envolve cálculo de quocientes de risco. Em vez disso, o **risco à colônia** é usualmente caracterizado em relação à taxa de aplicação ou aos resíduos medidos. Portanto, o nível de resíduos obtidos no estudo de Fase 3 não é determinante (esse dado pode ser utilizado para comprovar a exposição das colônias ao i.a.), o que de fato interessa nos estudos dessa Fase são os possíveis efeitos nas colônias.

No momento da avaliação de um estudo de Fase 3 é importante verificar se o estudo seguiu o protocolo, se o ingrediente ativo foi utilizado em dose significativa para o cenário brasileiro, se os modos de aplicação são os recomendados em bula, se a avaliação da intensidade de voo foi realizada em horário compatível com a atividade de forrageamento das abelhas e em tempo signifi-



cativo ao longo do estudo (como por exemplo, o sugerido no protocolo EPPO 170) e se a exposição das abelhas à cultura tratada de fato ocorreu.

Na Fase 3 do processo de avaliação de risco ambiental os valores de resíduos encontrados na Fase 2 nas matrizes relevantes para abelhas (maiores médias diárias de néctar, quando o estudo utiliza solução açucarada para alimentar as abelhas) são então comparados com os valores de NOAEC e LOAEC obtidos nos estudos de alimentação de colônias. Caso os valores de resíduos sejam inferiores a esses *endpoints*, o risco em Fase 3 pode ser descartado. O Anexo V apresenta os parâmetros que devem ser avaliados nas colônias submetidas aos estudos de efeito, assim como orientações gerais sobre esse tipo de estudo. Não é vedada a solicitação de outros dados a depender das incertezas levantadas nas fases anteriores da avaliação de risco que está sendo realizada.

A interpretação de estudos de colônia é muito mais complexa do que a interpretação dos estudos da Fase 1 e baseia-se em considerações mais abrangentes sobre os efeitos adversos e a probabilidade de ocorrência ao nível de colônia.

Todos os estudos submetidos ao Ibama para suportar a avaliação de risco ambiental são classificados quanto à sua utilidade na avaliação. Para orientação quanto a essa classificação, consultar o Anexo VI.

Há ainda a possibilidade de utilização de estudos de literatura científica na avaliação de risco ambiental, desde que esse estudo seja considerado confiável e relevante para as avaliações de risco realizadas pelo Ibama. Para orientação quanto aos critérios mínimos a serem observados para utilização de dados de literatura na avaliação de risco, consultar o Anexo VII.



6.

FASE 4 ESTUDOS DE CAMPO E MONITORAMENTO

Se nas fases anteriores o risco não pôde ser totalmente descartado, é necessário prosseguir para um estudo de campo e para o monitoramento. Os estudos de Fase 4 visam compreender os efeitos adversos do uso do ingrediente ativo conforme as orientações de rótulo e bula em condições reais de exposição das colônias.

Os estudos de campo consideram múltiplas linhas de evidência e devem ser requisitados caso a caso, a depender da natureza das incertezas levantadas durante as fases anteriores da avaliação de risco. Pela complexidade e especificidade deste tipo de estudo, seu desenho também deve ser feito caso a caso, visando sempre elucidar as perguntas em aberto e produzir um resultado que possa ser útil para a tomada de decisão.

A avaliação e interpretação de estudo de Fase 4 é muito mais complexa do que a interpretação dos estudos da Fase 1 e baseia-se em considerações mais abrangentes sobre os efeitos adversos e a probabilidade de ocorrência ao nível de colônia.

No momento da avaliação de um estudo de Fase 4 é importante verificar se o estudo cumpriu todos os requisitos que foram solicitados e se a exposição das abelhas à cultura tratada de fato ocorreu.

O Anexo V apresenta os parâmetros que devem ser avaliados nas colônias submetidas aos estudos de semicampo e de campo, assim como orientações gerais sobre esse tipo de estudo. Não é vedada a solicitação de outros dados a depender das incertezas levantadas nas fases anteriores da avaliação de risco que está sendo realizada. .

Todos os estudos submetidos ao Ibama para suportar a avaliação de risco ambiental são classificados quanto a sua utilidade na avaliação. Para orientação quanto a essa classificação, consultar o Anexo VI.

Há ainda a possibilidade de utilização de estudos da literatura científica, conforme descrito no item 5, de acordo com os critérios estabelecidos no Anexo VII.



ANEXO I 1. BeeREX: RESUMO DOS PRESSUPOSTOS DO MODELO

O BeeREX é um modelo implementado em planilha eletrônica que permite estabelecer as concentrações ambientais estimadas (CAEs) às quais as abelhas podem estar expostas, a depender do modo de aplicação e da dose do produto. Esse modelo calcula também o Quociente de Risco (QR), a partir das CAEs e dos parâmetros de toxicidade (*endpoints*) inseridos na planilha.

Para calcular a CAE o modelo se baseia nas rotas de exposição mais relevantes para abelhas, ou seja, pela dieta ou por contato com a pulverização direta. Conforme indicado pelos modelos conceituais, as rotas de exposição podem mudar, a depender do modo de aplicação.

a) Estimativa da exposição por contato

Para quantificar a exposição por contato pela aplicação foliar, o BeeREX considera que a cada 1 kg de i.a./ha aplicado uma abelha pode entrar em contato com 2,4 μg de i.a. Esse valor foi o máximo encontrado por Koch e Weisser (1997) em estudo realizado na Alemanha, no qual foi aplicado um traçador fluorescente em pomares de maçã e em campos de *Phacelia* em floração, na presença de abelhas forrageando. Após a aplicação, a massa do traçador presente nas abelhas foi quantificada e o valor acima mencionado foi o máximo obtido nesse estudo.

Assim, ao inserir a dose máxima utilizada no campo apropriado, a planilha multiplica o valor da dose por 2,4 μg de i.a./abelha, dando como resultado a CAE referente à exposição por contato.

As exposições por contato consideradas no BeeREX ocorrem apenas por aplicação foliar.

b) Estimativa da exposição pela dieta

A estimativa de exposição pela dieta baseia-se no pressuposto de que néctar e pólen podem estar contaminados por resíduos de agrotóxicos resultantes de quatro modos de aplicação: foliar, em tratamento de sementes, em solo e em tronco. A planilha estima, a partir da dose informada, a quantidade presente de resíduos no alimento (néctar e pólen) e multiplica esse valor pela quantidade de alimento diária consumida. O BeeREX leva em consideração as taxas de consumo de néctar e de pólen pelas abelhas adultas e larvas. Para abelhas adultas, a taxa de consumo adotada é de 292 mg/dia e para larvas essa taxa é de 123,6 mg/dia (considerando o consumo de néctar e de pólen em conjunto). Esses valores de consumo foram retirados dos trabalhos de Rortais et al. (2005) e Crailshaim et al. (1992; 1993), entre outros.

Para **aplicação foliar**, o BeeREX adota o valor do resíduo do agrotóxico em grama alta (*tall grass*) do modelo T-REX, que é outro modelo desenvolvido e utilizado pela US-EPA para estimar a quantidade de resíduos que permanecem em itens de dieta, após aplicação por pulverização. Assim o valor gerado pelo T-REX para grama alta é considerado como um substituto para a quantidade de resíduo em néctar e pólen;

Para **aplicação em solo**, o BeeREX baseia-se numa modificação do método de Briggs, que é um modelo desenvolvido para estimar a concentração de agrotóxicos nas raízes da planta, após a absorção do composto presente no solo. Assume-se que a concentração em néctar e pólen após transporte sistêmico é igual à concentração da substância na raiz da planta.

Para **aplicações em tratamento de sementes**, o BeeREX adota o valor-padrão sugerido pela *International Commission for Plant Pollinator Relationships* (ICPPR) de 1 mg de i.a./kg, para representar o valor máximo de resíduos que pode alcançar néctar e pólen.

Para **injeções no tronco**, o método proposto consiste em dividir a massa de agrotóxico aplicada a uma árvore e a massa de folhas dessa mesma árvore, tomando esse valor como o valor de resíduos que pode estar presente em néctar e em pólen.



Desse modo, a depender do método de aplicação, após obter a quantidade de resíduo que pode estar presente em pólen e em néctar, e multiplicar esse valor pela taxa de consumo dessas matrizes, é possível estimar quanto da substância pode ser ingerida pela abelha, obtendo-se, assim, a CAE referente à exposição oral.

Essas estimativas são consideradas conservadoras, pois se verificou, com base na comparação dos valores estimados com dados empíricos, que elas estão cerca de uma ou duas ordens de magnitude mais altas do que a exposição ambiental “verdadeira”, sendo, portanto, suficientemente protetivas para o objetivo de servir como critério de triagem. Além disso, considera-se que o agrotóxico não se degrada enquanto o mel e o *bee bread* (o pólen estocado nos favos, ou seja, o alimento das abelhas) estão estocados na colônia.

c) Cálculo do Quociente de Risco (QR) e gatilhos indicadores de potencial risco

Com a CAE calculada, o próximo passo é obter o **Quociente de Risco (QR)**. Para isso, divide-se a CAE pelo parâmetro de toxicidade (DL_{50} , NOEC, etc.).

$$QR = \frac{CAE}{\text{Toxicidade}}$$

O QR é comparado ao valor de 0,4, para risco agudo, ou ao valor de 1, para risco crônico. Neste Manual, esses valores são considerados gatilhos, ou seja, se forem excedidos, indicam potencial risco, portanto, há necessidade de refinar a avaliação.

O valor de 0,4 com o qual o QR agudo é comparado foi estabelecido pela US-EPA, com base na média histórica da relação dose-resposta de estudos de toxicidade aguda com abelhas (inclinação média de 3,2) e no nível de 10% de mortalidade, que é o limite de mortalidade aceito nos grupos-controle. Assim, um quociente de risco maior que 0,4 representa um cenário no qual 10% ou mais das abelhas, no meio ambiente, seriam mortas se expostas ao agrotóxico na dose avaliada.

O QR crônico é comparado ao valor de 1, pois sua obtenção se dá pelo uso do NOEC como *endpoint* de toxicidade, que é um valor de “não efeito”. Se a exposição é menor ou igual ao NOEC, significa que está abaixo ou em nível que não causa efeito.

d) Dados de entrada no BeeREX

Para utilizar o BeeREX, são necessários os seguintes dados de entrada:

Para calcular a exposição os dados devem ser inseridos na tabela 1 do modelo (*Table 1. User inputs (related to exposure)*):

- A dose (*Application rate*), que deve ser informada na unidade **kg/ha ou mg i.a./árvore** (*Units of app rate*); **importante:** a dose deve ser preenchida usando vírgula e não ponto. É importante saber também que a dose a ser preenchida é a de uma única aplicação do produto. (Figura 18);
- O método de aplicação (*Application method*), devendo-se selecionar uma das seguintes opções: pulverização foliar (*foliar spray*), aplicação no solo (*soil application*), tratamento de sementes (*seed treatment*) ou injeção no tronco (*tree trunk*) (Figura 18);
- Se houver dados de resíduos em pólen e em néctar, medidos em condições reais, a planilha também permite inserir esses dados, para que os QRs possam ser recalculados. Para isto, selecione “yes” como resposta ao campo “*Are empirical residue data*”



available?” (Figura 19). Depois, insira os valores encontrados de resíduos em pólen (*Empirical residue in pollen/bread*), em néctar (*Empirical residue in nectar*) e em geléia real (*Empirical residue in jelly*). Os valores de resíduos devem ser informados na unidade **mg i.a./kg**. **Importante:** no caso de não haver valor de néctar, de pólen ou de geléia real, deve-se deixar a caixa de seleção vazia e não usar o valor padrão sugerido pelo modelo.

Figura 18
Demonstração da tabela 1 da planilha do modelo BeeREX, na qual devem ser inseridos os dados de entrada.

Table 1. Use inputs (related to exposure).

Description	Value
Application rate	
Units of app rate	Kg a.i./ha
Application method	foliar spray
	foliar spray
	soil application
	seed treatment
	tree trunk
Are empirical residue data available?	
Empirical residue in pollen/bread (mg a.i./kg)	
Empirical residue in nectar (mg a.i./kg)	
Empirical residue in jelly (mg a.i./kg)	

Figura 19
Demonstração da tabela 1 da planilha do modelo BeeREX, na qual devem ser inseridos os dados de resíduos em pólen e néctar, medidos em condições reais.

Description	Value
Application rate	
Units of app rate	Kg a.i./ha
Application method	foliar spray
Are empirical residue data available?	
Empirical residue in pollen/bread (mg a.i./kg)	Yes
Empirical residue in nectar (mg a.i./kg)	No
Empirical residue in jelly (mg a.i./kg)	

O cálculo realizado para obter o QR varia de acordo com o modo de aplicação selecionado, conforme explicado anteriormente no item b.

Na Figura 20, que mostra a Tabela 2 da planilha do modelo BeeREX (*Table 2, Toxicity data*), são solicitados os dados referentes aos efeitos. Ela deve ser preenchida com os parâmetros de toxicidade (*endpoints*) obtidos nos estudos de toxicidade considerados válidos.

Figura 20
Demonstração da Tabela 2 da planilha do modelo BeeREX, na qual devem ser inseridos os parâmetros de toxicidade.

Table 2. Toxicity data.

Description	Value (µg a.i./bee)
Adult contact LD50	
Adult oral LD50	Kg a.i./ha
Adult oral NOAEL	foliar spray
Larval LD50	
Larval NOAEL	



Na Figura 21, que mostra a Tabela 3 da planilha do BeeREX, (*Table 3. Estimated concentrations in pollen and nectar*) são mostradas as CAEs calculadas a partir dos dados informados na Tabela 1.

Figura 21
Demonstração da Tabela 3
da planilha do
modelo BeeREX, na qual as
CAEs são exibidas.

Table 3. Estimated concentrations in pollen and nectar.

Application method	EECs (mg a.i./kg)	EECs (µg a.i./mg)
foliar spray	0	0
soil application	NA	NA
seed treatment	NA	NA
tree trunk	NA	NA

Na Tabela 4 da planilha do BeeREX, (*Table 4. Daily consumption of food, pesticide dose and resulting dietary RQs for all bees*) são mostrados os dados de consumo da substância em questão, com base nos dados de consumo de alimento, por casta de abelha e os respectivos QRs calculados pelo modelo, conforme os dados informados nas Tabelas 1 e 2 do BeeREX. A Figura 22 exibe uma versão traduzida dessa tabela, com uma simulação dos valores de QRs reportados pelo modelo.

Tabela 4. Consumo diário de alimento, dose do agrotóxico e RQs dieta para todas as abelhas.

Estágio de desenvolvimento	Castas ou tarefa na colônia	Idade média (em dias)	Geleia (mg/dia)	Nectar (mg/dia)	Polén (mg/day)	Dose total (µg i.a./abelha)	QR Agudo	QR Crônico	
Larva	Trabalhadora	1	1,9	0	0	0,00001862	0,0004655	0,00047	
		2	9,4	0	0	0,00009212	0,002303	0,0023	
		3	19	0	0	0,0001862	0,004655	0,00466	
		4	0	60	1,8	0,060564	1,5141	1,5141	
		5	0	120	3,6	0,121128	3,0282	3,0282	
	Zangão	6+	0	130	3,6	0,130928	3,2732	3,2732	
	Rainha		1	1,9	0	0	0,00001862	0,0004655	0,00047
			2	9,4	0	0	0,00009212	0,002303	0,0023
3			23	0	0	0,0002254	0,005635	0,00564	
4+			141	0	0	0,0013818	0,034545	0,03455	
Adulta	Trabalhadora (limpeza e selvagem de células)	0-10	0	60	6,65	0,065317	1,632925	1,63293	
	Trabalhadora (cuidadora do ninho e da rainha, enfermeiras)	6 to 17	0	140	9,6	0,146608	3,6652	3,6652	
	Trabalhadora (construção dos favos, limpeza e processamento de alimento)	11 to 18	0	60	1,7	0,060466	1,51165	1,51165	
	Trabalhadora (forrageadora de pólen)	> 18	0	43,5	0,041	0,04267018	1,0667545	1,06675	
	Trabalhadora (forrageadora de néctar)	> 18	0	292	0,041	0,28620018	7,1550045	7,155	
	Trabalhadora (manutenção da colônia no inverno)	0-90	0	29	2	0,03038	0,7595	0,7595	
	Zangão	> 10	0	235	0,0002	0,230300196	5,7575049	5,75757	
	Rainha (postura de 1500 ovos/dia)	Todo o período de vida	525	0	0	0,005145	0,128625	0,12863	

Figura 22
Versão traduzida da Tabela 4
da planilha do modelo BeeREX,
no qual os dados de consumo
de cada casta de abelhas e
respectivos QRs são exibidos.



A Tabela 5 da planilha do BeeREX (*Table 5. Results (highest RQs)*) retornará os maiores QRs entre os exibidos na Tabela 4 e eles serão comparados aos gatilhos de 0,4 e/ou 1. No exemplo da Figura 22, os valores em vermelho superam os gatilhos, e, portanto, indicam possível risco. A Figura 23 exhibe uma versão traduzida da Tabela 5 do BeeREX, com uma simulação dos valores de QRs reportados pelo modelo.

Tabela 5. Resultados (maiores QRs).

Exposição	Adultas	Larvas
Contato aguda	0,48	NA
Dieta aguda	0,00	0,00
Dieta crônica	0,00	0,00

Figura 23
Versão traduzida da Tabela 5 da planilha do modelo
BeeREX, na qual os maiores QRs serão exibidos.

Destaca-se que, o QR para as espécies de abelhas não *Apis* é calculado apenas para a exposição por contato, pois considera-se que o contato da abelha diretamente com a gota do agrotóxico é o pior cenário quando comparado com o consumo de itens contaminados. Para mais detalhes sobre as estimativas e os cálculos descritos, consultar o documento *White Paper in Support of the Proposed Risk Assessment Process for Bees*⁴.

Como os dados de toxicidade oral são expressos em dose, ou seja, μg de i.a./abelha, é necessário converter as concentrações estimadas do agrotóxico no alimento (expresso em mg de i.a./kg) em doses. Ou, alternativamente, caso o *endpoint* de toxicidade disponível esteja expresso em termos de concentração (ex.: LC_{50} , EC_{50} , N/LOEC), o cálculo do QR pode ser realizado fora do BeeREX, utilizando a CAE estimada pelo modelo e o *endpoint* de toxicidade disponível.

e) QR Deriva

O QR Deriva é utilizado para estimar o potencial risco da **exposição por contato apenas das espécies nativas (abelhas não *Apis*)**, que podem não visitar a área tratada mas podem ser atingidas pela deriva das pulverizações tanto diretamente como por meio da contaminação de néctar e pólen, em flores da vegetação adjacente.

Na Fase 1 do processo de avaliação de risco ambiental, o pior cenário é a aplicação do agrotóxico direto na área tratada. Conforme explicado anteriormente, para fins de avaliação de risco, neste Manual, dentro da área tratada será considerada a exposição de abelhas *Apis* e fora da área tratada a exposição de abelhas não *Apis*. Vale destacar que o QR por contato para abelhas não *Apis* deverá ser estimado se houver indicativo de exposição das mesmas, mesmo que essa hipótese seja falsa para abelhas *Apis* na área tratada. Para esse cálculo deve-se utilizar a análise da deposição da deriva gerada pelo AgDRIFT®, que será apresentado a seguir.

No caso em que o QR Deriva indica risco para não *Apis* (fora da área tratada), medidas de mitigação devem ser propostas. Caso não haja risco para não *Apis* não são necessárias medidas de mitigação para a deriva.

⁴US-EPA, *White Paper in support White Paper in Support of the Proposed Risk Assessment Process for Bees. Submitted to the FIFRA Scientific Advisory Panel for Review and Comment.* September p. 11-14, 2012, June 23, 2014.



Para a avaliação de risco de agrotóxicos às espécies não *Apis* e na falta de dados gerados com espécies nativas, é aplicado o fator de extrapolação de 10 sobre a DL_{50} de *Apis* para calcular o QR, ou seja, a DL_{50} a ser informada no BeeREX é dividida por 10 para representar a extrapolação do dado de toxicidade para espécies nativas. Esse fator de extrapolação – 10 – baseia-se no trabalho de *Arena e Sgolastra (2014)*⁵, que, embora tenha mostrado alta variabilidade de sensibilidade entre espécies de abelhas, também mostra que em aproximadamente 95% dos casos, a relação entre a sensibilidade de *Apis mellifera* e de outras espécies de abelhas ficou abaixo de 10, considerando o conjunto dos compostos para os quais havia dados disponíveis. Mais trabalhos que pesquisem a sensibilidade das espécies nativas brasileiras são necessários para confirmar ou refutar a utilização desse fator, mas, até que esses dados estejam disponíveis, esse será o valor adotado, com o fim de assegurar que o esquema de avaliação de risco seja protetivo para as espécies nativas.

Para estimar a exposição, o modelo BeeREX é utilizado em conjunto com o modelo AgDRIFT®, que calcula a quantidade da dose aplicada que pode sofrer deriva e a que distância se deposita. O valor de deposição obtido é, então, informado no campo “dose” do BeeREX, em substituição à dose máxima aplicada.

⁵ ARENA, M.; SGOLASTRA, F. A meta-analysis comparing the sensitivity of bees to pesticides. **Ecotoxicology**, v. 23m n. 3, p. 324-334. 2014.



ANEXO II

AgDRIFT® - Spray Drift Task Force Spray Software - Versão 2.1.1

1. RESUMO DAS FASES DA AVALIAÇÃO

O modelo computacional AgDRIFT® e o modelo de distribuição do tamanho de gotas *DropKick*® são métodos para avaliar a deposição de agrotóxicos fora da área tratada - aplicados via aérea, terrestre ou pulverização por jatos de ar em pomares - e para determinar potenciais zonas de segurança para proteger, de exposições indesejáveis, *habitats* aquáticos e terrestres sensíveis.

Esses modelos foram desenvolvidos pela Coordenação de Programas de Pesticidas (*Office of Pesticide Programs* - OPP) da US-EPA como resultado de um acordo cooperativo de pesquisa e desenvolvimento entre a Coordenação de Pesquisa e Desenvolvimento da US-EPA, Serviço de Pesquisa Agrícola do USDA (*United States Department of Agriculture*), Serviço Florestal do USDA e força-tarefa sobre a deriva da pulverização (*Spray Drift Task Force* - SDTF), uma coalizão de 39 registrantes de agrotóxicos formada para desenvolver um banco de dados de informação sobre deriva, para suportar os requerimentos de registro de agrotóxicos.

O nível 1 do modelo foi concebido para estimativas conservadoras de deposição a favor do vento. Já os níveis 2 e 3 requerem mais conhecimento das condições de aplicação e das condições meteorológicas, além de informações relacionadas ao equipamento e aos sistemas de pulverização.

Com relação aos modos de aplicação, o nível 1 foi desenvolvido para análise de pulverizações aéreas, terrestres e por jatos de ar em pomares, e os níveis 2 e 3 permitem aumentar o detalhamento apenas para pulverizações aéreas.

Os resultados de cada nível de avaliação incluem uma estimativa de deposição para fora do alvo, em função da distância da zona de aplicação, perfis de fluxos verticais, concentração no ar e variabilidade de aplicação e eficiência.

No nível 1, o usuário pode avaliar o maior valor de exposição e o efeito de zonas-tampão, de acordo com a recomendação de aplicação genérica em bula. Esse nível é baseado em um conjunto de dados-padrão das Boas Práticas de Aplicação.

As propriedades de distribuição da pulverização levadas em consideração no nível 1 do modelo incluem o 10° e o 90° percentil do tamanho de gotas, diâmetro médio volumétrico e a fração passível de deriva (definida como a fração com gotas menores ou iguais a 141 μm).

O nível 1 da aplicação aérea inicia-se pela classificação do tamanho das gotas ou o espectro dos bicos. Nesse nível, o modelo gera curvas para quatro classes de tamanho de gotas: muito fina a fina, fina a média, média a grossa e grossa a muito grossa, de acordo com a classificação de pontas de pulverização por tamanho de gotas AE S-572. As curvas do nível 1 para pulverização aérea foram desenhadas para análises da deposição da deriva para fora do alvo de aplicação à base d'água, em volumes de pulverização superiores a 9,354 L/ha, com distância de até 304,801 metros a favor do vento. Com relação à localização dos bicos na aeronave, para o cálculo **do nível 1**, os bicos são colocados além dos 75% de extensão da asa, em uma configuração típica de campo. As condições meteorológicas e a altura do voo selecionados para o nível 1 foram baseados em recomendações das bulas dos agrotóxicos. A recomendação geral das bulas sugere velocidade do vento não superior a 16 km/h (10 mph) e altura de aplicação não superior a 3 m (10 ft). Esses valores-limite são utilizados na geração das curvas do nível 1, tomando como base a velocidade do vento a 1,83 m (6 ft) acima do solo, que é a altura aproximada de um anemômetro de mão, e altura da aplicação de 3 m (10 ft), a partir da barra de pulverização montada sobre suportes, no lado inferior das asas, na parte de trás. Considerou-se que a direção do vento é perpendicular à aplicação.



E com relação ao dossel da vegetação no campo, o nível 1 do modelo aéreo considera a presença de gramíneas dentro e fora da área-alvo.

No nível 1 da aplicação terrestre, as curvas são geradas para duas alturas (0,508 e 1,27m) e dois tamanhos de gotas (175 e 341 μm). Para aplicações com jatos de ar, são geradas curvas para cinco tipos de pomares: i) normal – pomares de uva e maçã; ii) densos – pomares de amêndoas, laranjas, toranjas, pequenas toranjas e noz-pecã; iii) esparsos – pomares de pequenas toranjas e maçã em período de dormência; iv) vinhedos; v) pomares de maçã, amêndoas, laranjas, toranjas, pequenas toranjas, noz-pecã e maçã em período de dormência.

Outras variáveis meteorológicas, como temperatura do ar, umidade relativa e estabilidade atmosférica, têm mostrado efeitos secundários sobre a deriva e a deposição. Temperatura e umidade relativa afetam a taxa de evaporação das gotas de pulverização, com efeito na distribuição por tamanho de gotas. Com alta evaporação, as gotas tornam-se menores, menos material é depositado próximo ao equipamento de aplicação e a deposição a favor do vento aumenta. A evaporação é maior em condições de baixa umidade e temperatura alta. As bulas recomendam aumento do tamanho das gotas em condições quentes e secas, visando a diminuição da evaporação. Um cenário de evaporação moderada – 30°C e 50% de umidade relativa (depressão de bulbo úmido de cerca de -9,44°C ou 15°F) – foi selecionado para a simulação **do nível 1**. Com exceção das áreas secas do Brasil, esse é um cenário típico de evaporação. Para aplicações no início da manhã e no final da tarde esse cenário pode demonstrar taxas de evaporação maiores do que as esperadas, desde que as temperaturas estejam menores de 30°C e a umidade relativa maior que 50%, nesses horários do dia.

Análises de aplicações de ultrabaixo volume (< 9,35 L/ha) somente são possíveis a partir do nível 2 do modelo. O modelo não abrange análises de aplicações à base de óleo no nível 1.

Como falado anteriormente, ao avançar para os níveis 2 e 3, ocorre um aumento nas restrições de aplicação na bula dos produtos ou são requeridos dados mais detalhados sobre o produto específico a ser aplicado.

Na análise do **nível 2 da aplicação aérea**, é utilizada a biblioteca de tamanhos de gotas e o modelo de distribuição de tamanho de gotas (*DropKick®*). Nesse nível é possível testar as seguintes variáveis: o espectro de atomização dos bicos, a velocidade do vento, a área de aplicação, a temperatura, a umidade relativa do ar, a aeronave, a velocidade do voo, a largura da faixa de aplicação, a fração não volátil, as propriedades da formulação e a altura de pulverização a partir do solo.

Já o **nível 3** dá acesso a todas as variáveis do modelo e controles suplementares dos limites dessas variáveis, além da biblioteca do tamanho de gotas, o DropKick®, as aeronaves e as características dos materiais estarem disponíveis. Esse nível também pode ser utilizado para avaliar culturas, locais de aplicação, formulações de agrotóxicos e equipamentos de aplicação específicos. E, além disso, pode auxiliar na avaliação de acidentes, em novos métodos de aplicação, na especificação de equipamentos especiais e em restrições de locais isolados.

2. RESUMO DOS PRESSUPOSTOS DO MODELO

No AgDRIFT® a análise é fundamentada no conceito de que **a distribuição do tamanho de gotas da pulverização é a variável mais importante na deriva de agrotóxicos para áreas não alvo**. Se a bula não especifica a classificação do tamanho de gotas nem o equipamento de aplicação,



a análise é procedida utilizando a curva entre as categorias de gotas muito finas a finas. Destaca-se que para avaliar as aplicações por aeronaves, os três níveis do AgDRIFT® são baseados em modelo mecanicista empiricamente confirmado. Já as avaliações das pulverizações terrestres e por jatos de ar em pomares apresentam curvas ajustadas com dados de campo.

A correspondência entre o tipo dos bicos e a taxa de aplicação da pulverização do modelo foi baseada nos estudos do SDTF. Mais de 3000 testes de pulverização em túnel de vento foram realizados com diferentes bicos, em diferentes velocidades de ventos, com vários ângulos dos bicos em relação ao vento no campo e uma gama de propriedades físico-químicas dos materiais pulverizados (estudos A92-003 e A92-004 de HEWITT, 1996; 1995). Um subconjunto desses ensaios foi utilizado para avaliar a correlação entre a taxa de aplicação da pulverização e a categoria para aplicações aéreas.

Além dos bicos de pulverização, outros fatores também afetam a potencial deriva, como a aeronave, a velocidade de operação de pulverização e a localização dos bicos na aeronave.

As aeronaves utilizadas para pulverização apresentam diversas configurações. Em levantamento feito com aplicadores aéreos, o número de bicos utilizados durante as operações de pulverização varia de 20 a 60 (KIDD, 1994, citado no *A User's Guide for AgDRIFT® 2.0.07*, 2003). Nesse levantamento as taxas de aplicação foram divididas pelos volumes aplicados em três grupo, (9,35 a 18,706 l/ha, 18,706 a 46,76 l/ha e > 46,76 l/ha), e a maior parte das aplicações apresentou gotas médias. Porém, uma porcentagem significativa (38%) das pulverizações com o volume de 9,35 a 18,706 l/ha enquadrou-se na classe de gotas finas e apenas 2% das pulverizações com volume > 46,76 l/ha apresentou gotas finas. Foi identificado que a velocidade do vento e a altura da aplicação são variáveis primárias sobre o movimento da pulverização para fora do alvo, juntamente com a distribuição por tamanho de gotas. A correlação entre a classificação do tamanho das gotas e o volume de pulverização é baixa. O volume de pulverização é calculado em configuração de aeronave com 42 bicos, largura de faixa de 18,3m (60 ft) e voo na velocidade do vento específica para teste de pulverização. Na prática, existem variações consideráveis na configuração da aeronave durante as operações de pulverização.

Aeronaves de asa fixa produzem mais deriva do que helicópteros e a colocação de bicos próximos das extremidades das asas aumenta a deriva. No geral, as bulas não recomendam colocação de bicos além de 75% do comprimento das asas (ou diâmetro do rotor).

Além disso, o modelo da aeronave também afeta a deriva e o *Air Tractor AT-401* foi escolhido para uso nas simulações pois essa aeronave apresenta níveis médios de deriva, de acordo com um estudo de sensibilidade de deriva de aeronaves (MAcNICHOL, 1994) e é uma das mais utilizadas para a pulverização nos Estados Unidos. No Brasil, as aeronaves EMB-201, EMB-202, A188B e AT-502B estão entre as mais utilizadas. Vale ainda destacar que tem aumentado no Brasil a utilização dos modelos AT-802 e AT-802A, por serem aviões maiores e com capacidade de carga superior, além da utilização de helicópteros.

Fatores incluindo a largura da faixa (distância entre as linhas de aplicação), o número de faixas aplicadas e o deslocamento de faixa (distância a favor do vento, a partir da borda de aplicação, contemplando a velocidade do vento) também podem afetar a deposição da deriva fora do alvo. A largura da faixa é determinada pela aeronave, pela localização dos bicos e pela altura do voo, e varia, normalmente, de 12,19 a 22,86 m (40 a 75 ft) para aplicações agrícolas com voo baixo. A área de aplicação (largura da faixa multiplicada pelo número de linhas de voo) pode ter maior impacto em



áreas distantes do campo. Para consideração de efeitos próximos ao campo, o tamanho do campo é uma variável de menor sensibilidade. A simulação do nível 1 assume distância de 18,28 m (60 ft) entre as linhas de voo e um total de 20 linhas aplicadas no campo.

Na pesquisa do SDTF com aplicadores aéreos foi relatado que em 90% dos casos os operadores são responsáveis pelo deslocamento da faixa durante a aplicação. Quando a velocidade do vento varia de 11,3 a 16,1 km/h, a maioria dos aplicadores faz compensação da faixa de aplicação. O deslocamento de faixa apropriado está relacionado com o tamanho da gota, a velocidade do vento e a altura de aplicação, e o nível 1 do modelo aéreo está configurado de modo que metade da taxa de aplicação é recuperada na borda da área de aplicação.

Embora outros fatores possam afetar a deriva, a heterogeneidade do processo de deposição natural dificulta a quantificação dos efeitos no meio ambiente.

A estabilidade atmosférica é basicamente uma medida da resistência atmosférica ou estímulos de movimentos verticais turbulentos. Sob condições estáveis, a atmosfera resiste ao movimento vertical enquanto em condições instáveis (dias ensolarados) ocorre o aumento dos movimentos. Com o aumento da cobertura de nuvens ou da velocidade do vento, a estabilidade atmosférica tende a condições neutras. Os problemas de estabilidade atmosférica são informados na bula para que o aplicador evite condições de inversão e os períodos nos quais a velocidade do vento seja inferior a 3,2 ou 4,8 km/h (2 ou 3 mph). O vento tem efeito “neutralizador” sobre a estabilidade, promovendo uma mistura mecânica que quebra o gradiente térmico. Esse efeito ocorre porque condições extremas de estabilidade (estável e instável) estão associadas com vento leve ou condições calmas. Evitar ventos leves também diminui a probabilidade de ventos variáveis e imprevisíveis durante a pulverização. Os problemas de estabilidade atmosférica são informados na bula para que o aplicador evite condições de inversão e os períodos nos quais a velocidade do vento seja inferior a 3,2 ou 4,8 km/h (2 ou 3 mph). O AgDRIFT® baseia-se em estabilidade neutra. Condições neutras são compatíveis com a linguagem da bula e com a velocidade do vento do nível 1, de 16 km/h (10 mph).

O tamanho e o tipo de dossel da vegetação no campo, juntamente com a presença de dosséis e de barreiras nas áreas fora do alvo, afetam também o movimento da deriva.

Além disso, a formulação do agrotóxico afeta a deposição para fora do alvo, por três formas: impactando no espectro de gotas, pela evaporação baseada na fração não volátil e pela alteração da densidade. **No nível 1**, a formulação aplicada em mistura aquosa apresenta densidade de 1 g/cm³. É importante ressaltar que diminuindo a fração não volátil, a tendência é aumentar a deposição a favor do vento e diminuir a deposição próxima do local de aplicação. Somente para as aplicações aéreas, efeitos da mudança de formulação sobre o espectro de gotas podem ser explorados nos **Níveis 2 e 3**, pelo acesso à base de dados de pulverização ou pelo uso das equações de regressão dos dados do SDTF. No AgDRIFT® assumiu-se que a formulação é composta inteiramente por materiais não voláteis, diluída com água para obter a taxa de pulverização prescrita e que a taxa de evaporação para fração volátil é igual à da água pura. Essa suposição foi confirmada pela análise realizada pelo SDTF, demonstrando que os aditivos misturados no tanque não alteram significativamente a taxa de evaporação, das misturas em tanque à base de água. Para cada categoria de aplicação, o limite inferior do tamanho de gotas foi utilizado no cálculo.

O modelo AgDRIFT® é uma ferramenta com múltiplas aplicações, porém, para ser mais objetivo, a seguir são detalhadas apenas as aplicações do modelo na avaliação de risco para abelhas no **Nível 1**.



3. DADOS DE ENTRADA NO AgDRIFT® E ORIENTAÇÕES PARA O PREENCHIMENTO DAS ABAS

a) Aplicações terrestres direcionadas ao solo

Na aba *Tier*, selecionar a opção *Tier 1 Ground (Agricultural)*. [Nível 1 Solo (agrícola)] (Figura 24).

Na aba que surgir, quando a bula não apresentar especificação da aplicação, a primeira avaliação deve ser realizada com os seguintes parâmetros (Figura 25):

Boom height: high (altura da barra: alta)

* Altura da barra em relação ao solo: 1,27 metro;

Drop size distribution: asae very fine to fine

* Tamanho de gota de muito fina a fina (de acordo com a classificação de pontas de pulverização por tamanho de gotas ASAE S-572);

Data percentile: 90th percentile

* 90° percentil dos dados do modelo;

* o padrão de linhas de aplicação do modelo (20 faixas).

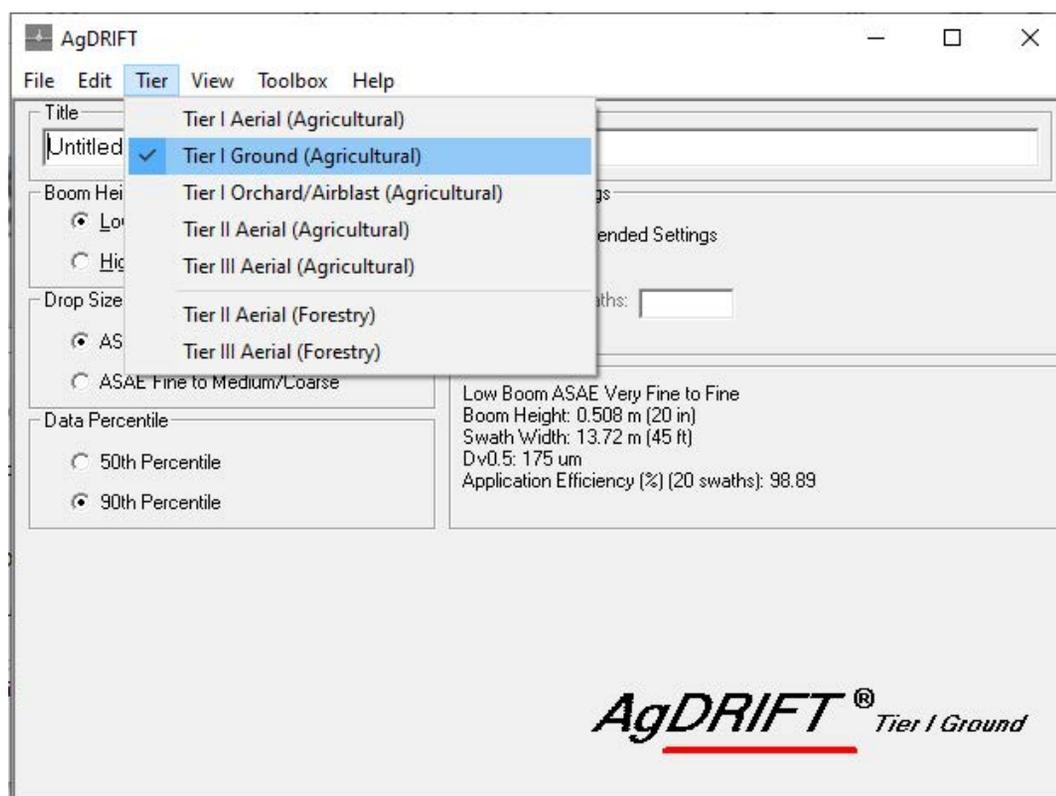


Figura 24 Modelo AgDRIFT®, opção que deve ser selecionada quando se deseja avaliar o nível 1 de aplicações terrestres direcionadas ao solo.

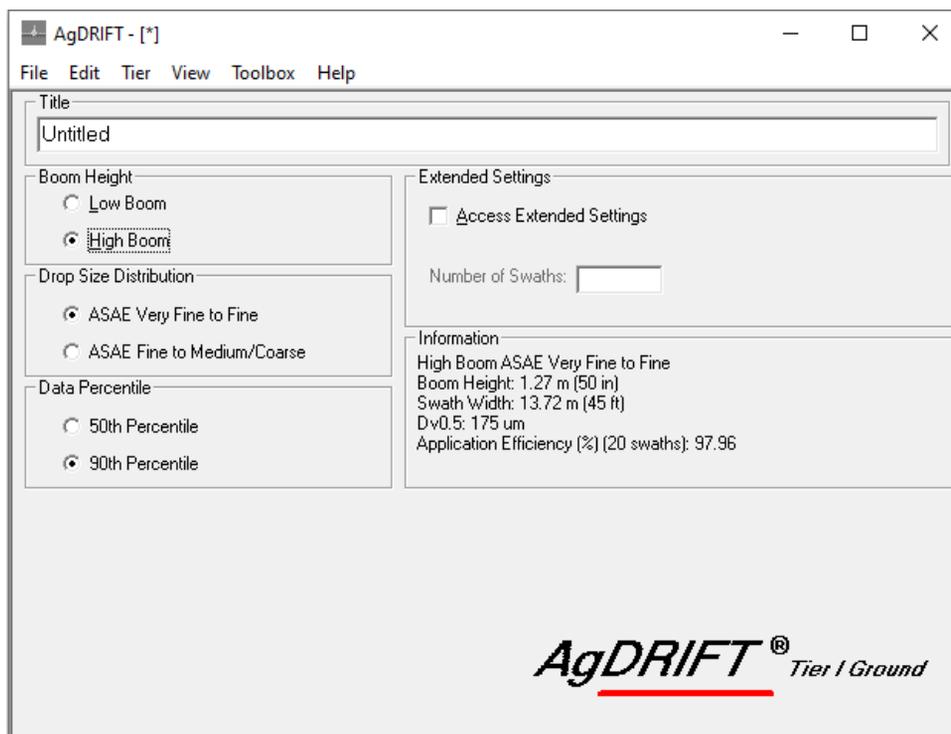


Figura 25 Modelo AgDRIFT®, parâmetros que devem ser selecionados quando a bula não apresentar especificação da aplicação terrestre direcionada ao solo, nível 1.

Na aba *Toolbox*, deve ser selecionada a opção *Terrestrial Assessment* (avaliação terrestre) (Figura 26) e na caixa de seleção seguinte deve ser selecionada a opção *Point Deposition* (deposição pontual) (Figura 27). A seguir, informar a *Active Rate* (taxa de ingrediente ativo) em kg/ha lembrando de utilizar ponto e não vírgula, e em *Distance to point or area average from edge of application area* (distância do ponto ou distância média da área aplicada) será utilizado inicialmente o valor de 1 metro (Figura 27).

Pressione *Calc.*

Com esses dados, a ferramenta calcula a *initial average deposition* (deposição média inicial), que representa a quantidade de ingrediente ativo, em g/ha, que se deposita a 1 metro.

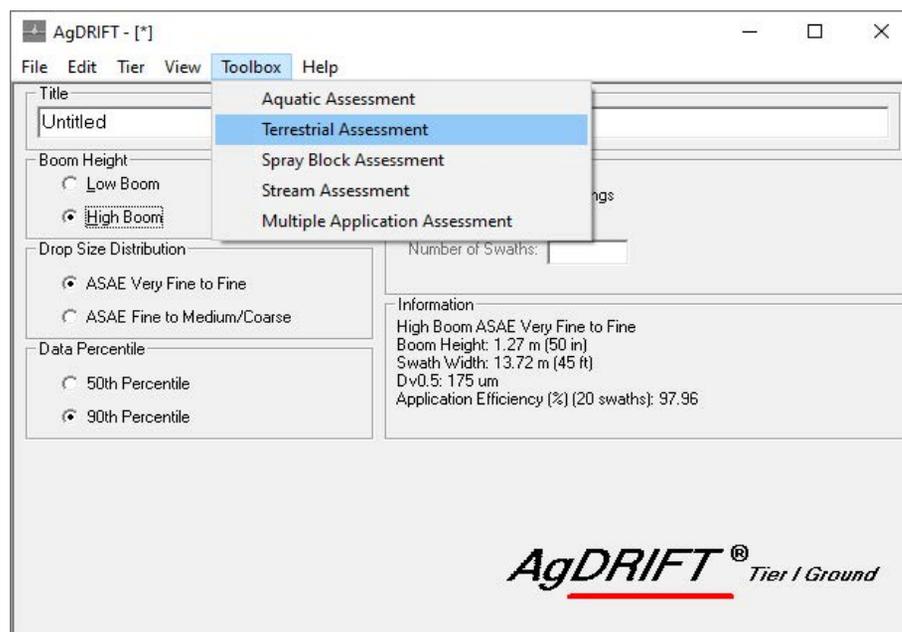


Figura 26 Modelo AgDRIFT®, aba *Toolbox* opção que deve ser selecionada para continuar a avaliar o nível 1 de aplicações terrestres direcionadas ao solo.

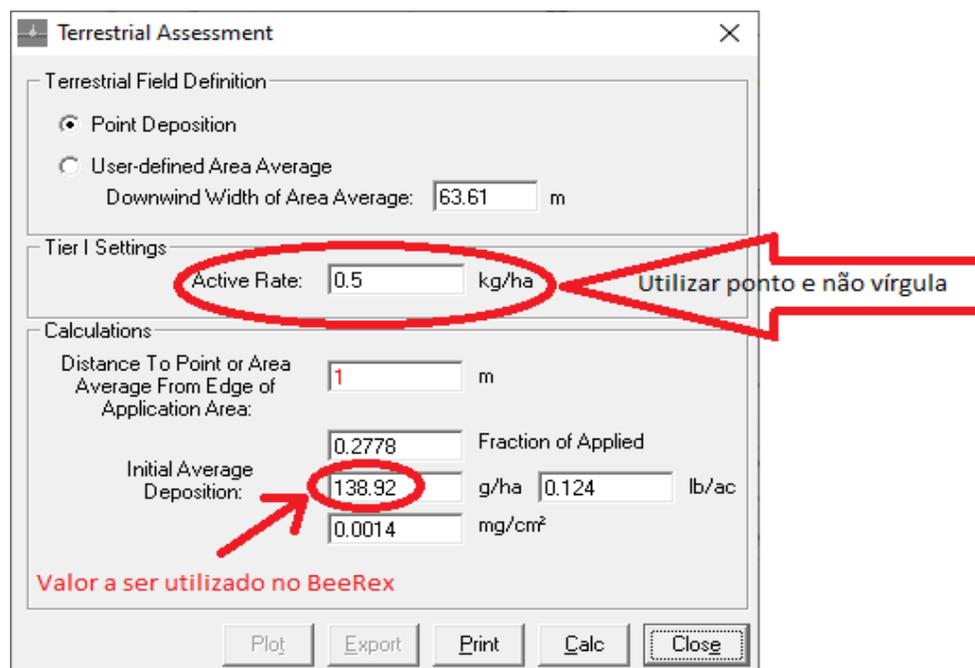


Figura 27 Modelo AgDRIFT®, aba *Toolbox Terrestrial Assessment*, indicação do local onde adicionar a taxa de ingrediente ativo (*Active Rate*) em kg/ha, da distância do ponto ou distância média da área aplicada (*Distance to point or area average from edge of application area*) e de onde será exibida a deposição média inicial (*Initial average deposition*).



O resultado da deposição média inicial encontrado no *AgDRIFT*® será utilizado no BeeREX, para a avaliação de risco.

Havendo risco a 1 metro, devem ser testadas outras distâncias até 50 metros (Figura 28). Caso seja identificado risco aceitável até 50 metros, essa distância pode ser definida como zona-tampão, se não houver outra medida de mitigação factível, como, por exemplo, aumento do tamanho de gotas, pela indicação de bicos e pressões, conforme ASAE S-572 (classificação de pontas pelo tamanho de gotas). Porém, caso haja risco a 50 metros da área tratada, devem ser tomadas medidas de mitigação mais restritivas do que as citadas anteriormente, visando a proteção das áreas não alvo, próximas à aplicação, onde podem existir plantas em florescimento, apiários, meliponários ou *habitats* de abelhas nativas.

The screenshot shows the 'Terrestrial Assessment' window with the following settings:

- Terrestrial Field Definition:**
 - Point Deposition
 - User-defined Area Average
 - Downwind Width of Area Average: 63.61 m
- Tier I Settings:**
 - Active Rate: 0.5 kg/ha
- Calculations:**
 - Distance To Point or Area Average From Edge of Application Area: 50 m
 - Initial Average Deposition:
 - 0.0061 Fraction of Applied
 - 3.06 g/ha 0.0027 lb/ac
 - 3.06E-05 mg/cm²

Figura 28 Modelo *AgDRIFT*®, aba *Toolbox Terrestrial Assessment*, em que há local para adicionar a taxa de ingrediente ativo (*Active Rate*) em kg/ha, da distância do ponto ou distância média da área aplicada (*Distance to point or area average from edge of application area*) e onde será exibida a deposição média inicial (*Initial average deposition*).



b) Aplicações terrestres em pomares com turbopulverizadores

Na aba *Tier*, selecionar *Tier 1 Orchard/Airblast (Agricultural)* [Nível 1 pomares/turbopulverização (agrícola)]. Quando a bula não apresentar especificação do porte da cultura e espaçamento no momento da aplicação, a primeira avaliação deve ser realizada utilizando o campo “esparso”. O padrão de linhas de aplicação do modelo deve ser mantido, ou seja, aplicação da faixa 1 a 20. Nesse caso, marque a opção *Sparse (Young, Dormant)*, conforme descrito nas Figuras 29 e 30:

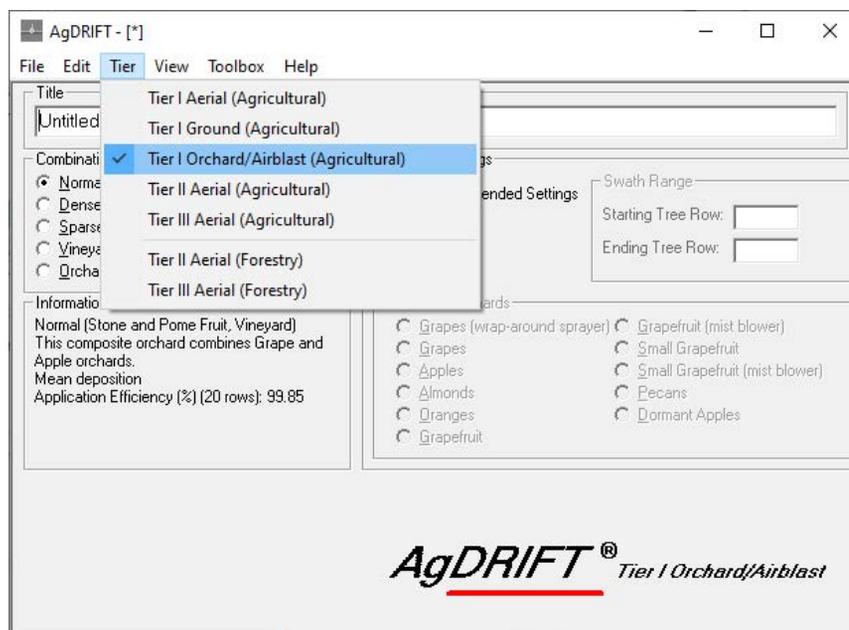


Figura 29 Modelo AgDRIFT®, opção que deve ser selecionada quando se deseja avaliar o nível 1 de aplicações terrestres em pomares com turbopulverizadores.

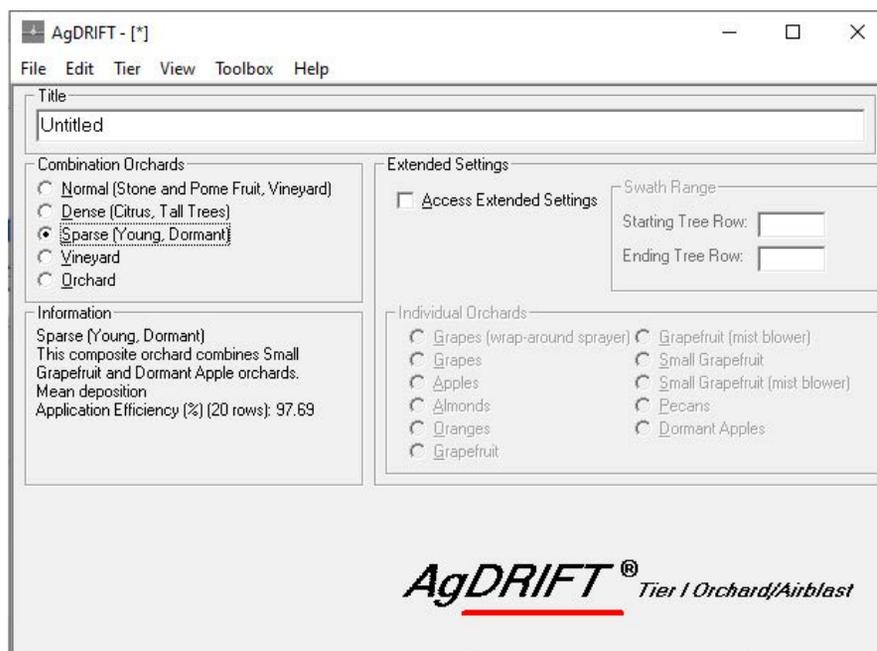


Figura 30 Modelo AgDRIFT®, parâmetro que deve ser selecionado quando a bula não apresentar especificação da aplicação terrestre em pomares com turbopulverizadores, nível 1.

Na aba *Toolbox*, selecionar a opção *Terrestrial Assessment* (avaliação terrestre) e na caixa de seleção seguinte selecionar a opção *Point Deposition* (deposição pontual). A seguir, informar a *Active Rate* (taxa de ingrediente ativo) em kg/ha, lembrando de utilizar ponto e não vírgula, e em *Distance to point or area average from edge of application area* (distância do ponto ou distância média da área aplicada) utilizar inicialmente o valor de 1 metro. Em caso de dúvidas nesses passos, consultar as Figuras 26 a 28, referentes à aba *Toolbox*, no item anterior.

Pressionar *Calc.*

Com esses dados, a ferramenta calcula a *Initial average deposition* (deposição média inicial), que representa a quantidade de ingrediente ativo, em g/ha, que se deposita a 1 metro (em caso de dúvidas, veja as Figuras 26 e 27).

O resultado da deposição média inicial encontrado no AgDRIFT® será utilizado no modelo BeeREX para a avaliação de risco.

Havendo risco a 1 metro de distância, devem ser testadas outras distâncias, até atingir 50 metros (Figura 28). Caso seja identificado risco aceitável a até 50 metros, essa distância pode ser definida como zona-tampão, se não houver outra medida de mitigação factível, como por exemplo, aumento do tamanho das gotas, indicando bicos que produzem gotas maiores. Caso haja risco a 50 metros da área tratada, devem ser tomadas medidas de mitigação mais restritivas do que as citadas, visando a proteção das áreas não alvo, próximas à aplicação, onde podem existir plantas em florescimento, apiários, meliponários ou *habitats* de abelhas nativas.



c) Avaliação de risco para aplicação por aeronaves agrícolas

a) Nível 1

Na aba *Tier*, selecionar a opção *Tier 1 Aerial (Agricultural)* [Nível 1, Aérea (agrícola)] (Figura 31).

Quando a bula não apresenta especificação da aplicação, a primeira avaliação deve ser realizada utilizando gotas de muito finas a finas. Para isso, na janela que se abrir marque a opção *ASAE Very Fine to Fine*, conforme demonstrado na Figura 32.

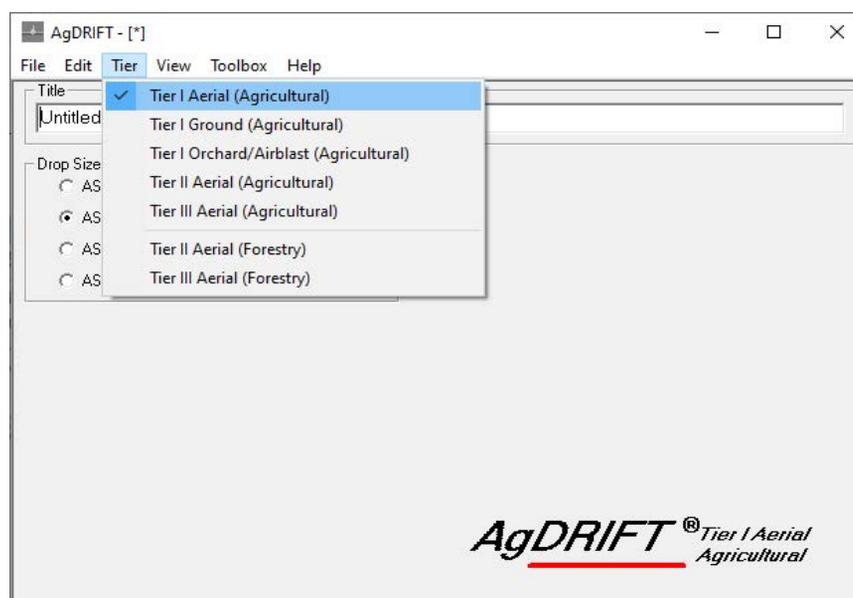


Figura 31 Modelo AgDRIFT®, opção que deve ser selecionada quando se deseja avaliar o nível 1 de aplicações por aeronaves agrícolas.

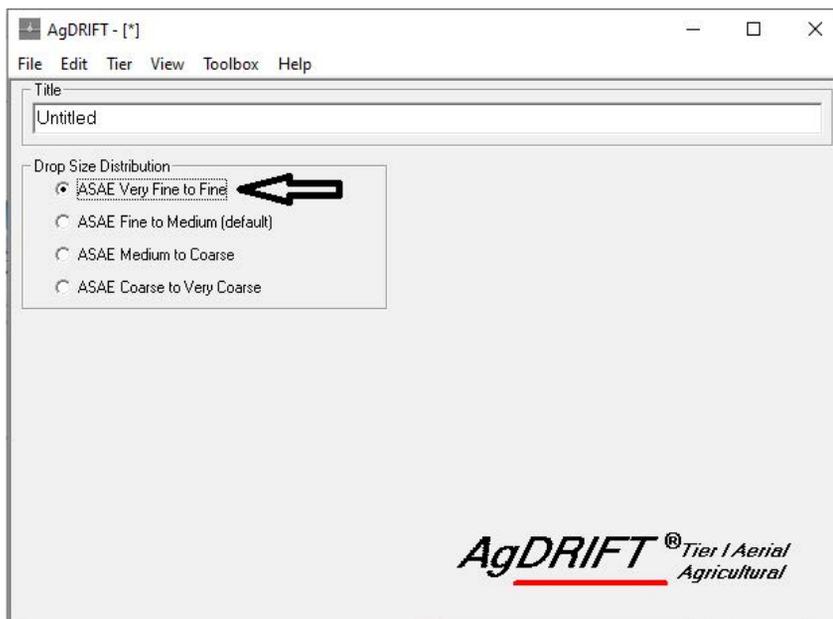


Figura 32 Modelo AgDRIFT®, parâmetro que deve ser selecionado quando a bula não apresentar especificação da aplicação por aeronaves agrícolas, nível 1.

Na aba *Toolbox* deve ser selecionada a opção *Terrestrial Assessment* (avaliação terrestre) e na caixa que surgir selecionar a opção *Point Deposition* (deposição pontual). Na sequência, informar a *Active rate* (taxa de ingrediente ativo) em kg/ha, e em *Distance to point or area average from edge of application area* (distância do ponto ou distância média da área aplicada) utilizar inicialmente o valor de 1 metro, considerando qual deposição ocorrerá na margem da cultura. Em caso de dúvidas nesses passos, consultar as figuras 26 a 28, referentes à aba *Toolbox*.

Pressionar *Calc.*

Com esses dados, a ferramenta calcula a *Initial average deposition* (deposição média inicial), que representa a quantidade de ingrediente ativo, em g/ha, que se depositará a 1 metro de distância (em caso de dúvidas, veja as 26 e 27).

O resultado da deposição média inicial encontrado no AgDRIFT® será utilizado no modelo BeeREX para a avaliação de risco.

Havendo risco a 1 metro de distância, devem ser testadas outras distâncias até atingir 50 metros (Figura 28). Caso seja identificado risco aceitável até 50 metros, essa distância pode ser definida como zona-tampão, se não houver outra medida de mitigação factível, como por exemplo, aumento do tamanho de gotas pela indicação de bicos e pressões, conforme ASAE S-572 (classificação de pontas pelo tamanho de gotas). Porém, caso haja risco a 50 metros da área tratada, devem ser tomadas medidas de mitigação mais restritivas do que as citadas anteriormente, visando a proteção das áreas não alvo, próximas à aplicação, onde podem existir plantas em florescimento, apiários, meliponários ou *habitats* de abelhas nativas.



b) Outras fases

As fases mais avançadas podem ser utilizadas se houver especificação na bula das condições de aplicação, equipamento e sistema de pulverização, além das condições meteorológicas.

Caso a bula não apresente especificação da aeronave, nos Níveis 2 e 3, deve-se selecionar a aeronave AT-502, pois no Brasil essa aeronave é mais utilizada que o AT-401.

Também é importante avaliar caldas de aplicação menores que 9,35 L/ha à base de óleo, nas fases mais avançadas do modelo.



ANEXO III ESTIMATIVA DE EXPOSIÇÃO À POEIRA DE SEMENTES TRATADAS

O Quociente de Perigo da poeira (QP poeira) visa analisar o risco potencial da exposição por **contato** das abelhas *Apis* e não *Apis*, com a poeira proveniente da semeadura de sementes tratadas.

Para esse tipo de exposição, o cálculo utiliza a abordagem do QP ou *Hazard Quotient (HQ)*. Para a obtenção do QP, a dose por hectare é dividida pelo *endpoint* de toxicidade e o indicativo de risco ou não risco se dá pela comparação do QP com o valor 50.

O cálculo do QP poeira deve ser realizado utilizando a maior dose recomendada para cada alvo, em gramas de produto comercial, por hectare, e considerando a densidade de plantio das sementes para cada cultura.

Para esse cálculo, algumas considerações devem ser feitas com relação às unidades da dose aplicada. Primeiramente, é necessário obter a quantidade de produto aplicada, por hectare, a partir da dose aplicada por quilos ou por quantidade de sementes tratadas. Esse dado pode ser requerido do registrante ou calculado conforme orientações a seguir.

Se a unidade da dose no tratamento de semente estiver em **gramas (g) por “X” kg de semente** ou em **mililitros (ml) por “X” kg de semente**, e a dose do produto comercial estiver em **g/kg** ou **g/l**, realizar o seguinte cálculo:

$$\text{Dose por hectare(g/ha)} = \text{DM} * ([] \text{ i.a.} / 1000) * (\text{D}/\text{X})$$

Onde:

- DM = dose máxima, em g ou ml, por “X” kg de sementes
- [] i.a. = concentração de ingrediente ativo no produto comercial em g/kg ou em g/l
- D = densidade do plantio de sementes da cultura, em kg de sementes/ha
- X = quantidade, em kg, de sementes tratadas

Se a unidade da dose do tratamento de sementes estiver em **gramas (g) por número de sementes** ou em **mililitros (ml) por número de sementes**, e a dose de produto comercial em g/kg ou g/l, realizar o seguinte cálculo:

$$\text{Dose por hectare(g/ha)} = \text{DM} * ([] \text{ i.a.} / 1000) * (\text{D}/\text{QS})$$

Onde:

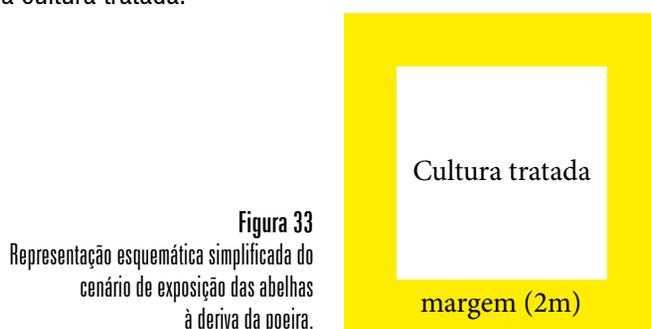
- DM = dose máxima, em gramas, por número de sementes tratadas
- [] i.a. = concentração de ingrediente ativo no produto comercial em g/kg ou em g/l
- D = densidade do plantio de sementes da cultura, em número de sementes/ha
- QS = quantidade de sementes tratada

É importante pesquisar ou solicitar ao registrante a densidade de plantio e escolher a maior densidade encontrada ou a densidade mais representativa para a cultura no Brasil.



Além disso, para o cálculo da deriva da poeira proveniente das sementes tratadas são utilizados **fatores de deposição**. Como não existem fatores de deposição calculados nas condições brasileiras, levando em conta diferentes técnicas de tratamento de sementes (tambor rotativo, tratamento industrial etc.) e de plantadeiras utilizadas em campo (mecânicas, pneumáticas, a vácuo etc.), serão utilizados os valores propostos pela EFSA no Guia de Avaliação de Risco às Abelhas⁶.

Os valores-referência das taxas de deposição da poeira dependem da via de exposição que se pretende avaliar (oral ou contato) e do tipo de cultura. A avaliação é feita para a exposição por contato direto, tomando por base uma taxa de deposição referente a 2 metros de distância da área da cultura tratada.



A EFSA (2012) propõe a utilização dos fatores de deposição do projeto SANCO/10553/2012⁷. Com base em pareceres de especialistas sobre medições da poeira de agrotóxicos realizadas em campo⁸, considera-se que a deposição com defletores seja dez vezes menor.

Tabela 1 — Fatores de deposição a serem utilizados por cultura para avaliação de risco da poeira proveniente da semeadura de sementes tratadas.

Culturas	Áreas marginais (2 m)	
	TDep usada para exposição direta por contato	
	Taxa de deposição sem defletor (%)	Taxa de deposição com defletor (%)
Milho	17	1,7
Cereais (trigo, centeio, arroz, aveia, cevada e sorgo)	9,9	0,99
Beterraba	0,03	0,003
Canola	0,11	0,011
Demais culturas: utilizou-se a menor e maior taxa de deposição com e sem defletor	0,03 e 17	0,003 e 1,7

⁶ European Food Safety Authority. EFSA *Guidance Document on the risk assessment of plant protection products on bees (Apis mellifera, Bombus spp. and solitary bees)*. **EFSA Journal**, v. 11, n. 7, p. 3295, 2013. 268 p. [doi:10.2903/j.efsa.2013.3295]. Disponível em: <www.efsa.europa.eu/efsajournal>.

⁷ EC (European Commission), SANCO/10553/2012 rev. 0, 8 March 2012. *Guidance Document on the authorisation of Plant Protection Products for seed treatment*. 2012.

⁸ European Food Safety Authority. EFSA *Guidance Document on the risk assessment of plant protection products on bees (Apis mellifera, Bombus spp. and solitary bees)*. **EFSA Journal**, v. 11, n. 7, p. 3295, 2013. 268 p. [doi:10.2903/j.efsa.2013.3295]. Disponível em: <www.efsa.europa.eu/efsajournal>.



Caso a semeadura seja realizada com defletores, o cálculo é realizado da mesma maneira, porém, para considerar o uso dessa medida de mitigação, a **taxa de deposição** deve ser dividida por 10, como observado na Tabela 1 do Anexo III, desta publicação.

Portanto, depois de calculado a dose por hectare, deve-se realizar o cálculo final do QP poeira:

$$QP = \frac{\text{dose de poeira (em g de ia/ha)} * TDep}{DL_{50}}$$

Nessa fórmula, o valor de TDep deve ser colocado em porcentagem. Dessa forma, tomando como exemplo a TDep para a cultura de milho, que é 17%, para encontrar o valor de QP, o valor a ser inserido na fórmula deve ser 0,17.

Nesta abordagem, o QP deve ser comparado ao gatilho de 50.

Se $QP < 50$ = o risco pode ser considerado aceitável

Se $QP > 50$ = existe um potencial risco e é necessário refinar a avaliação.

Incertezas do cálculo proposto

O cálculo considera que toda a quantidade de produto utilizada para tratar as sementes estará na poeira e pode entrar em contato com as abelhas ou contaminar pólen e néctar de plantas localizadas nas áreas adjacentes às áreas semeadas, sendo, portanto, extremamente conservador. Uma vez encontrada a dose, por hectare, é preciso calcular quanto de poeira pode sofrer deriva para fora da área tratada. Cabe lembrar que dentro da área tratada presume-se que não haverá exposição, pois durante a semeadura a área não apresenta nenhuma cultura que possa fornecer alimento para as abelhas.

Uma forma de refinar esse cálculo do QP poeira é utilizar o teste de Heubach⁹, para obter a quantidade de poeira por 100 kg de sementes – juntamente com a determinação da concentração de ingrediente ativo na poeira liberada no teste –, e derivar a quantidade por área (i.e. gi.a./ha) e utilizar esse novo valor em substituição à dose cheia na fórmula anterior.

A emissão de poeira é fortemente influenciada pelo equipamento de semeadura, pelo uso de defletores, no caso de semeadoras pneumáticas, pela abrasividade da cobertura da semente e pela concentração do i.a. na poeira liberada.

Quanto maior a quantidade de poeira liberada no teste de Heubach, maior a emissão de poeira e, por sua vez, quanto maior a concentração do ingrediente ativo na poeira, maior a exposição.

Embora a deriva da poeira seja potencial rota relevante para alguns tipos de agrotóxicos e de cenários, o que é corroborado pela ocorrência de mortalidade massiva de abelhas devido à exposição à poeira de sementes tratadas, para realizar a estimativa dessa exposição, há ainda lacunas de

⁹ HEIMBACH, U. et al., 2012. *Emission of pesticides during drilling and deposition in adjacent areas*. **Julius-Kühn-Archiv 444**, 2014. Disponível em: <<http://pub.jki.bund.de/index.php/JKA/article/viewFile/2969/3166>>



dados, para realizar a estimativa dessa exposição incluindo, entre outras, os equipamentos de plantio utilizados, o uso de defletores em equipamentos pneumáticos, a concentração de ingrediente ativo na poeira liberada, o uso de substâncias que visam diminuir a poeira liberada, além de condições ambientais como velocidade do vento e existência de flores próximas à área de semeadura. Sendo assim, a realização desse cálculo deve ter como objetivo propor medidas de mitigação para gerenciar ou eliminar, ao máximo, a exposição das abelhas à poeira gerada durante o plantio de sementes tratadas com agrotóxicos. Os estudos de Heubach, como citado anteriormente, podem ser utilizados para refinar o cálculo do QP poeira. Exemplos de medidas de mitigação incluem: Certificar-se de não haver a presença de plantas daninhas florescendo no campo de plantio, ou plantas no entorno; Durante o plantio, evitar a deriva de pó da semente tratada, observando-se a velocidade e a direção do vento, entre outras.



ANEXO IV DADOS SOBRE CULTURAS E VISITAÇÃO POR ABELHAS

As Tabelas 1 e 2 reúnem as informações disponíveis em literatura, até o momento de elaboração desse Manual em 2017, sobre a visitação de abelhas em culturas agrícolas no Brasil.

A Tabela 1 auxilia no estabelecimento das culturas prioritárias para a geração de dados de resíduos, quando a análise de risco da Fase 1 precisar ser refinada.

A coluna 1 informa se a cultura - especificada na coluna 2 - encontra algum registro no sistema Agrofit, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Mapa.

Nas colunas 3, 4, 5 e 6, o preenchimento das células indica:

- o número “1” significa que a cultura fornece pólen e/ou néctar e é visitada por *Apis mellifera*;
- o número “2” indica que a cultura é bastante visitada por *Apis mellifera*;
- o número “0” indica que a cultura não fornece a matriz correspondente;
- células em branco representam que não há informação disponível.

Nas colunas 7, 8, 9 e 10 o uso de números indica a quantidade de espécies diferentes que visitam ou que estão presentes na cultura, segundo dados encontrados em literatura. Dessa forma, os números nessas colunas específicas representam:

- “1” indica que a cultura é visitada apenas por uma espécie;
- “2” significa que a cultura é visitada por 2 a 5 espécies;
- “3” significa que a cultura é visitada por 6 a 10 espécies;
- “4” significa que a cultura é visitada por 11 a 20 espécies;
- “5” significa que a cultura é visitada por mais de 21 espécies.

A coluna 9 refere-se apenas às abelhas não *Apis*, sem incluir as da tribo Meliponini, que possuem coluna própria.

Na coluna 11, o número “1” representa “sim” e o “0” representa “não” quanto à cultura ser dependente de polinização.

Na coluna 12, foi colocado o tamanho da área cultivada no Brasil, de cada cultura, segundo o IBGE. Para manter a padronização, optou-se por não utilizar a informação de outras fontes para as culturas que não constam da publicação do IBGE¹⁰. Nas células dessa coluna, o número “10” representa que não há dados do IBGE para aquela cultura e foi utilizado apenas para que a coluna do logaritmo da área retornasse o número 1, sem interferir no cálculo do índice.

¹⁰ IBGE; Sistema IBGE de recuperação automática. Produção Agrícola Municipal. <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>).



Na coluna 13 foi colocado o logaritmo em base 10 da área cultivada, de modo a considerar esse número na construção do índice.

Na coluna 14 consta o valor do índice de visitação, que foi construído da seguinte forma:

$$((\text{coluna } 10 \times 4) + ((\text{coluna } 9 + \text{coluna } 7) \times 3) + (\text{coluna } 4 \times 2) + \text{coluna } 11) \times \text{coluna } 13$$

Foi dado um peso maior (peso 4) à visitação por abelhas solitárias, com base na premissa adotada de que o risco ecológico sobre essas espécies é maior, uma vez que, nesse caso, o potencial de recuperação é menor do que nas espécies sociais.

Foi atribuído peso 3 às espécies não *Apis* (incluindo Meliponini); e peso 2 à *Apis mellifera*, que coleta néctar. Foi considerada apenas a coleta de néctar, pois é a rota de maior exposição oral para *Apis mellifera*, conforme dados disponíveis.

Os dados de *Bombus* não foram considerados, pois, a maior parte das referências que relatam a visitação por espécies desse gênero não são brasileiras.

Somou-se à visitação a dependência da cultura do serviço de polinização e, ao final, multiplicou-se tudo pelo logaritmo da área, assumindo-se que maiores áreas cultivadas também oferecem maior potencial de exposição, principalmente fora da área tratada.

A Tabela 2 fornece informações sobre as abelhas visitantes de cada cultura agrícola. Os dados não são exaustivos e deve-se a cada avaliação de risco verificar se informações atualizadas estão disponíveis.



Tabela 1 — índice de visitação por abelhas em culturas agrícolas.

	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
seq	Agrofit	ordem de prioridade dentro do grupo	Cultura	<i>Apis mellifera</i> (Pólen)	<i>Apis mellifera</i> (Néctar)	<i>Apis mellifera</i> (Nectários)	<i>Apis mellifera</i> outros (resina, etc.)	Melipona	Bombus	Outras Sociais	Solitárias	Depende de polinização? (1 - sim 0 - não)	Tamanho da área cultivada no Brasil (em ha) - IBGE	log da área	ÍNDICE	Grupo na IN
1	sim		Abacate	1	1			1		4	1	1	9.559	4	88	11
2	sim		Abacaxi									0	66.668	5	0	12
3	sim		Abóbora	1	1			1	2	2	3	1	10	1	24	8
4	sim		Abobrinha									0	10	1	0	8
5	sim		Acácia									0	10	1	0	
6		5	Açafrão-bastardo	1	1						1	1	10	1	7	2
7	sim	6	Acelga									0	10	1	0	6
8	sim		Acerola	1	1		1	1		1	5	1	10	1	29	11
9	sim	6	Agrião									0	10	1	0	6
10	sim		Aipo									0	10	1	0	
11	sim		Álamo									0	10	1	0	
12	sim	4	Alcachofra	1	1				1		1	1	10	1	7	6
13	sim	6	Alecrim									0	10	1	0	6
14	sim	5	Alface	1	1				1		1	0	10	1	6	6
15	sim	6	Alfafa	1	2				1	1	2	1	10	1	16	3
16			Alfarrobeira	1	1				1		1	1	10	1	7	
17	sim	1	Algodão	1	1	1			1	4	4	0	1.131.263	6	182	2
18	sim		Alho	1							1	0	9.638	4	16	7
19	sim		Alho-poró	1	2				1		1	0	10	1	8	7
20	sim	6	Almeirão									0	10	1	0	6
21	sim		Ameixa	1	1				1		1	1	10	1	7	11
22	sim		Amêndoas	2	1				2	1		1	10	1	6	10
23	sim	3	Amendoim	1	0					2	2	0	143.683	5	72	3
24	sim		Amora									0	10	1	0	9
25	sim		Anis, badiana, cominho, coentro, erva-doce, zimbro	1	1				1		1	1	10	1	7	
26	sim		Anonáceas									0	10	1	0	
27	sim		Antúrio									0	10	1	0	12
28	sim		Araçá									0	10	1	0	9



	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
seq	Agrofit	ordem de prioridade dentro do grupo	Cultura	<i>Apis mellifera</i> (Pólen)	<i>Apis mellifera</i> (Néctar)	<i>Apis mellifera</i> (Nectários)	<i>Apis mellifera</i> outros (resina, etc.)	Melipona	Bombus	Outras Sociais	Solitárias	Depende de polinização? (1 - sim 0 - não)	Tamanho da área cultivada no Brasil (em ha) - IBGE	log da área	ÍNDICE	Grupo na IN
29	sim		Aralia elegante									0	10	1	0	
30	sim		Aralia japonesa									0	10	1	0	
31	sim		Ardísia									0	10	1	0	12
32	sim	4	Arroz	1	0				1			0	2.347.460	6	0	1
33	sim		Aspargo	1	1							1	10	1	3	
34	sim		Atemoia									0	10	1	0	9
35	sim	6	Aveia									0	239.414	5	0	1
36	sim		Avelã	1	1							0	10	1	2	11
37	sim		Azaleia									0	10	1	0	12
38	sim	10	Azevém									0	10	1	0	1
39	sim		Bambu									0	10	1	0	
40	sim		Banana	1	1				1	1		0	482.708	6	28	11
41	sim		Batata						1	1		0	132.077	5	15	7
42	sim		Batata-doce	1	1				1		1	0	40.383	5	28	7
43	sim		Batata-salsa									0	10	1	0	
44	sim		Batata-yacon									0	10	1	0	7
45	sim		Begônia									0	10	1	0	12
46	sim		Berinjela	1				1	2	1	2	1	10	1	15	
47	sim		Beterraba		1						1	1	10	1	7	7
48			Blueberries												0	
49	sim	2	Brócolis	2	2				1		1	1	10	1	9	6
50	sim		Bromélia									0	10	1	0	
51	sim		Cacau							2		0	707.106	6	35	11
52	sim		Café	1	1					2	1	0	2.002.151	6	76	4
53	sim		Cajá									0	10	1	0	9
54	sim		Caju	1	1			2	1	1	2	1	638.515	6	116	11
55			Camarão-amarelo												0	12
56	sim		Camélia									0	10	1	0	12
57	sim	7	Camomila									0	10	1	0	2
58	sim	2	Cana-de-açúcar	1	0				1		2	0	10.472.169	7	56	1



	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
seq	Agrofit	ordem de prioridade dentro do grupo	Cultura	<i>Apis mellifera</i> (Pólen)	<i>Apis mellifera</i> (Néctar)	<i>Apis mellifera</i> (Nectários)	<i>Apis mellifera</i> outros (resina, etc.)	Melipona	Bombus	Outras Sociais	Solitárias	Depende de polinização? (1 - sim 0 - não)	Tamanho da área cultivada no Brasil (em ha) - IBGE	log da área	ÍNDICE	Grupo na IN
59	sim	3	Canola	1	1				1	4	2	0	10	1	22	2
60	sim		Caqui	1	1				1		1	1	8.358	4	27	11
61	sim		Cará									0	10	1	0	
62	sim		Carambola									0	10	1	0	9
63			Cassis		1				2		1	1	10	1	7	
64	sim		Castanha-do-pará						1	4	5	1	10	1	33	10
65			Castanhas	2	2				1		1	1	10	1	9	
66	sim		Castanhola									0	10	1	0	
67	sim		Cebola	1	1				2	2	3	0	59.830	5	96	7
68	sim	6	Cebolinha									0	10	1	0	6
69	sim		Cenoura	1	1				1		1	0	10	1	6	7
70	sim	9	Centeio									0	3.082	3	0	1
71	sim		Cereja	2	1				1		2	1	10	1	11	11
72	sim		Cerinha									0	10	1	0	
73	sim	7	Cevada									0	90.326	5	0	1
74	sim		Chá									0	10	1	0	
75			Chá-da-índia									0	822	2,914871818	0	
76	sim		Chalota									0	10	1	0	
77	sim		Cheflera pequena									0	10	1	0	
78	sim		Cheriantus									0	10	1	0	
79	sim	4	Chicória	1	1						1	1	10	1	7	6
80	sim		Chuchu									0	10	1	0	8
81	sim		Cineraria									0	10	1	0	12
82	sim		Cipó-uva									0	10	1	0	
83	sim		citros (laranja, limão, tangerina)	2	2				1	3	3	0	782.562	6	147	
84	sim		Coco					1		3	1	0	252.366	5	86	10
85			Coentro												0	
86		4	Colza (couve-nabiça)	2	2				1		2	0	10	1	12	2



	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
seq	Agrofit	ordem de prioridade dentro do grupo	Cultura	<i>Apis mellifera</i> (Pólen)	<i>Apis mellifera</i> (Néctar)	<i>Apis mellifera</i> (Nectários)	<i>Apis mellifera</i> outros (resina, etc.)	Melipona	Bombus	Outras Sociais	Solitárias	Depende de polinização? (1 - sim 0 - não)	Tamanho da área cultivada no Brasil (em ha) - IBGE	log da área	ÍNDICE	Grupo na IN
87	sim		Comigo-niguém-pode									0	10	1	0	
88	sim	6	Couve-chinesa									0	10	1	0	6
89	sim	6	Couve-de-bruxelas									0	10	1	0	6
90	sim	6	Couve-flor									0	10	1	0	6
91	sim		Couves									0	10	1	0	
92			Cranberries	1	1				2		2	1	10	1	11	
93	sim		Cravo									0	10	1	0	
94	sim		Crisântemo	1	1				1		1	0	10	1	6	12
95	sim		Croton									0	10	1	0	
96	sim		Cupuaçu									0	10	1	0	9
97	sim		Dália									0	10	1	0	12
98	sim		Damasco	2	2	1			2		1	1	10	1	9	11
99	sim		Dendê									0	126.559	5	0	10
100			Erva-doce												0	
101	sim		Erva-mate									0	77.630	5	0	11
102			Ervilhaca-comum	2	1				2		2	1	10	1	11	
103			Ervilhas												0	
104	sim		Escarola									0	10	1	0	
105			Escorioneira	1	1				1		1	1	10	1	7	
106	sim	6	Espinafre									0	10	1	0	6
107	sim	6	Estévia									0	10	1	0	6
108	sim		Estragão									0	10	1	0	
109	sim		Eucalipto									0	6.951.145	7	0	10
110	sim	1	Feijão	1	1	1			1	2	4	0	3.401.466	7	157	3
111	sim	4	Feijão-fava	2	2	1			2		1	1	24.651	4	40	3
112	sim		Feijão-caupi									0	10	1	0	
113	sim	5	Feijão-fradinho	1	1				1		1	0	1.848	3	20	3
114	sim		Feijão-vagem									0	10	1	0	
115	sim		Ficus									0	10	1	0	



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
seq	Agrofit	ordem de prioridade dentro do grupo	Cultura	<i>Apis mellifera</i> (Pólen)	<i>Apis mellifera</i> (Néctar)	<i>Apis mellifera</i> (Nectários)	<i>Apis mellifera</i> outros (resina, etc.)	Melipona	Bombus	Outras Sociais	Solitárias	Depende de polinização? (1 - sim 0 - não)	Tamanho da área cultivada no Brasil (em ha) - IBGE	log da área	ÍNDICE	Grupo na IN
116	sim		Figo									0	2.807	3	0	11
117	sim		Flores									0	10	1	0	
118	sim		Framboesa	1	1				2		1	1	10	1	7	8
119	sim		Fruta-de-conde									0	10	1	0	9
120	sim	1	Fumo	1	0				1		1	0	416.668	6	22	6
121	sim		Gengibre									0	10	1	0	
122	sim		Gerânio									0	10	1	0	12
123	sim		Gérbera									0	10	1	0	12
124	sim		Gergelim	1	2						1	1	10	1	9	
125	sim		Gipsofila									0	10	1	0	12
126	sim	2	Girassol	1	1	1		2	2	3	4	1	116.108	5	172	2
127	sim		Gladiolo									0	10	1	0	12
128	sim		Goiaba					3	1	2	4	1	15.923	4	134	11
129	sim		Gramados									0	10	1	0	
130			Gramíneas de centeio									0	10	1	0	
131	sim		Gramíneas forrageiras	1								0	10	1	0	
132	sim	8	Grão-de-bico	1	2				1		1	0	10	1	8	3
133	sim		Graviola									0	10	1	0	9
134			Groselha		1				2		1	1	10	1	7	
135	sim		Guaraná					1		2	2	1	11.383	4	73	4
136	sim		Hibiscos									0	10	1	0	12
137	sim		Hortelã	1	2				2		1	0	10	1	8	
138	sim		Hortênsia									0	10	1	0	12
139	sim		Inhame									0	10	1	0	7
140	sim		Jabuticaba									0	10	1	0	9
141	sim		Jaca									0	10	1	0	9
142	sim		Jambo									0	10	1	0	9
143	sim		Jiló	1	0	1			1	1	2	0	10	1	11	
144			Juta									0	769	2,88592634	0	
145	sim		Kalanchoe									0	10	1	0	12



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
seq	Agrofit	ordem de prioridade dentro do grupo	Cultura	<i>Apis mellifera</i> (Pólen)	<i>Apis mellifera</i> (Néctar)	<i>Apis mellifera</i> (Nectários)	<i>Apis mellifera</i> outros (resina, etc.)	Melipona	Bombus	Outras Sociais	Solitárias	Depende de polinização? (1 - sim 0 - não)	Tamanho da área cultivada no Brasil (em ha) - IBGE	log da área	ÍNDICE	Grupo na IN
146	sim		Kiwi	1	0			1			1	0	10	1	4	8
147	sim	1	Laranja	1	1				1	3	3	0	689.047	6	134	5
148			Leguminosas para silagem	1	2				2		2	1	10	1	13	
149	sim	10	Lentilha	1	1	1						0	10	1	2	3
150	sim		Lichia									0	10	1	0	9
151	sim	2	Limão	2	2						1	0	43.586	5	37	5
152	sim	6	Linhaça	1	1				1			0	10	1	2	2
153	sim		Linho									0	8.860	4	0	
154	sim		Lírio									0	10	1	0	12
155	sim		Lírio-da-paz									0	10	1	0	12
156	sim		Louro									0	10	1	0	
157			Lúpulo	1								0	10	1	0	
158	sim		Maçã	2	1				1		2	1	37.121	5	50	11
159	sim		Macadâmia									0	10	1	0	9
160			Malva									0	6.037	4	0	
161	sim		Mamão	1	1				1	1	1	0	32.118	5	41	11
162	sim		Mamona	1								0	66.984	5	0	
163	sim		Mandioca					1		2	1	0	1.592.287	6	81	7
164	sim		Mandioquinha									0	10	1	0	
165	sim		Mandioquinha-salsa									0	10	1	0	
166	sim		Manga							1		0	70.688	5	15	11
167	sim		Mangaba									0	10	1	0	9
168	sim	x	Manjeriçã									0	10	1	0	6
169	sim		Manjerona									0	10	1	0	
170	sim		Maracujá	1	1				2	1	4	1	57.183	5	105	8
171	sim		Marantas									0	10	1	0	
172	sim		Margarida									0	10	1	0	12
173	sim		Marmelo	1	1								111	2,045322979	4	11
174	sim		Maxixe									0	10	1	0	
175	sim		Melancia	1	1				1	2	1	1	94.929	5	65	8



	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
seq	Agrofit	ordem de prioridade dentro do grupo	Cultura	<i>Apis mellifera</i> (Pólen)	<i>Apis mellifera</i> (Néctar)	<i>Apis mellifera</i> (Nectários)	<i>Apis mellifera</i> outros (resina, etc.)	Melipona	Bombus	Outras Sociais	Solitárias	Depende de polinização? (1 - sim 0 - não)	Tamanho da área cultivada no Brasil (em ha) - IBGE	log da área	ÍNDICE	Grupo na IN
176	sim		Melão	1	1				1	2	1	1	22.001	4	56	8
177	sim		Menta									0	10	1	0	
178	sim	10	Milheto									0	10	1	0	1
179	sim	1	Milho	1	0				1	2	1	0	15.841.921	7	72	1
180	sim		Miosótis									0	10	1	0	
181			Mirtilo (blueberries)	1	1				2		2	1	10	1	11	
182	sim		Morango	1	1				2	3	4	0	10	1	27	8
183	sim	4	Mostarda (folha)	1	1				1		1	1	10	1	7	6
184		7	Mostarda (tempero)												0	2
185	sim		Nabo	2	2				1		1	1	10	1	9	7
186	sim		Nectarina	1	1	1			1		1	0	10	1	6	11
187	sim		Nêspira									0	10	1	0	9
188	sim		Noz-pecã									0	10	1	0	9
189	sim		Nozes	1	0							0	3.199	4	0	11
190	sim		Oliveira									0	10	1	0	9
191	sim		Orégano									0	10	1	0	
192	sim		Orquídeas									0	10	1	0	12
193	sim		Palma-forrageira									0	10	1	0	
194			Palmito									0	17.868	4	0	10
195	sim		Papoula	2								0	10	1	0	
196	sim		Pastagem (gramínea)	1	1				1		1		160.042.064	8	49	
197		11	Pastagem (leguminosa)												0	3
198	sim		Pepino	1	1				1	2	1	1	10	1	13	8
199	sim		Pera	1	1				1		1	1	1.474	3	22	11
200	sim		Pêssego	1	1	1			1	2	2	1	18.210	4	72	11
201	sim		Pimenta-do-reino									0	10	1	0	
202	sim		Pimentão	1	1			2	1	2	3	0	10	1	26	
203	sim		Pimentas	1	1				1		4	1	19.089	4	81	



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
seq	Agrofit	ordem de prioridade dentro do grupo	Cultura	<i>Apis mellifera</i> (Pólen)	<i>Apis mellifera</i> (Néctar)	<i>Apis mellifera</i> (Nectários)	<i>Apis mellifera</i> outros (resina, etc.)	Melipona	Bombus	Outras Sociais	Solitárias	Depende de polinização? (1 - sim 0 - não)	Tamanho da área cultivada no Brasil (em ha) - IBGE	log da área	ÍNDICE	Grupo na IN
204	sim		Pinha									0	10	1	0	9
205	sim		Pinhão-manso									0	10	1	0	
206	sim		Pinus									0	2.048.284	6	0	
207			Píretro	1	1				1		1	0	10	1	6	12
208	sim		Pistache									0	10	1	0	9
209	sim		Pitanga									0	10	1	0	9
210	sim		Poinsetia									0	10	1	0	
211	sim		Quiabo	1	1	1			1		1	1	10	1	7	
212		6	Radicchio									0	10	1	0	6
213			Rami									0	145	2,161368002	0	
214	sim	3	Repolho	2	2				1		1	0	10	1	8	6
215	sim		Romã									0	10	1	0	9
216	sim		Rosa									0	10	1	0	12
217	sim	6	Rúcula									0	10	1	0	6
218			Sabugueiro	1	1				1		1	0	10	1	6	10
219	sim	6	Salsa									0	10	1	0	6
220	sim		Sálvia									0	10	1	0	
221	sim		Samambaias									0	10	1	0	
222	sim		Seriguela									0	10	1	0	9
223	sim		Seringueira									0	165.136	5	0	10
224			Serradela	1	2				1		1	1	10	1	9	
225	sim		Sisal ou Agave									0	201.620	5	0	
226	sim	2	Soja	1	1				1	2	1	0	30.308.231	7	90	3
227	sim	5	Sorgo	1	0				1		1	0	851.146	6	24	1
228			Tamareira	1	1							0	10	1	2	10
229	sim		Tamarindo									0	10	1	0	9
230	sim	3	Tangerina	1	1				1		1	0	49.929	5	28	5
231			Temperos	1	1				1		1	0	10	1	6	
232	sim		Tomate	1	0			2	2	5	5	1	64.471	5	202	8
233			Toranja	2	2				1			0	10	1	4	5
234		9	Tremoço	1					2		1	0	10	1	4	3



	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
seq	Agrofit	ordem de prioridade dentro do grupo	Cultura	<i>Apis mellifera</i> (Pólen)	<i>Apis mellifera</i> (Néctar)	<i>Apis mellifera</i> (Nectários)	<i>Apis mellifera</i> outros (resina, etc.)	Melipona	Bombus	Outras Sociais	Solitárias	Depende de polinização? (1 - sim 0 - não)	Tamanho da área cultivada no Brasil (em ha) - IBGE	log da área	ÍNDICE	Grupo na IN
235		7	Trevo	2	2				1		2	0	10	1	12	3
236	sim	3	Trigo	1					1		1	0	2.836.786	6	26	1
237	sim	8	Triticale									0	23.128	4	0	1
238	sim		Tulipa									0	10	1	0	12
239			Tungue									0	99	1,995635195	0	11
240			Urucum									0	10.786	4	0	11
241	sim		Uva	1	1					1	1	0	78.767	5	44	8
242	sim		Violeta									0	10	1	0	12



Tabela 2 – Abelhas visitantes de culturas agrícolas.

1	2	11	16	17
Agrofit	Cultura	Ordens, Família, Gêneros, Espécies que visitam	Observações	Referências
Sim	Abacate	<i>Melipona scutellaris/ Apis mellifera/ Trigona spinipes/ Tetragonisca angustula/ Chloralictus sp./ Xylocopa sp./ Duceola ghiliani/ Frieseomelitta sp./ Partamona pearsoni/ Partamona pseudomusarum/ Partamona testacea/ Plebea minima/ Trigona branneri/ Trigona williana</i>		SILVA et al. 2002; MALERBO-SOUZA et al., 2000; FALCÃO et al., 2001; MMA, 2014; GIANNINI et al., 2015.
Sim	Abacaxi			
Sim	Abóbora	<i>Trigona spinipes/ Apis mellifera/ Xilocopa frontalis/ Melipona quadrifasciata/ Trigona hyalinata/ Bombus morio/ Augochlora foxiana/ Augochlora esox/ Schwarziana quadripunctata/ Augochlora francisca/ Bombus atratus/ Eulaema cingulata/ Eulaema nigrita</i>		MÉLO et al., 2010; SERRA CAMPOS, 2010; MMA 2014, GIANNINI et al., 2015.
Sim	Abobrinha			
Sim	Acácia			
	Açafrão-bastardo			
Sim	Acelga			
sim	Acerola	<i>Centris aenea/ Centris tarsata/ Centris analis/ Centris fuscata/ Epicharis flava/ Centris flavifrons/ Centris varia/ Centris nitens/ Centris spilopoda/ Centris scopipes/ Epicharis bicolor/ Centris longimana/ Centris mocsaryi/ Epicharis affinis/Centris denudans/ Epicharis albofasciata/ Epicharis cockerelli/ Centris vittata/ Trigona sp./ Melipona quadrifasciata/ Tetrapedia sp./ Apis mellifera/ Centris maranhensis/ Centris trigonoides/ Centris obsoleta</i>		VILHENA, AUGUSTO, 2008; MMA, 2014; OLIVEIRA et al., 2010; EMBRAPA, 2010; GIANNINI et al., 2015.
Sim	Agrião			
Sim	Aipo			
Sim	Álamo			
Sim	Alcachofra			
Sim	Alecrim			
Sim	Alface			
Sim	Alfafa			
	Alfarrobeira			
Sim	Algodão	<i>Halictus/ Anthophora/ Xylocopa, Megachile, Nomia, Ptilothrix / Apis mellifera/ Augochlora thalia/ Augochloropsis/ Ceratina/ Diadasina paraensis/ Dialictus opacus/ Lithurgus huberi/ Melissodes sp./ Melitomella grisescens/ Ptilothrix plumata/ Sarocolletes sp./ Trigona spp./ Xylocopa frontalis/ Xylocopa grisescens</i>	Aumenta a produção e a qualidade quando polinizadas;	MARTINS et al.; JUNIOR, MALERBO-SOUZA, 2004; CRUZ, FREITAS, 2013; MARTINS et al., 2008, EMBRAPA 2014.
Sim	Alho	<i>Halictus/ Osmia</i>		USDA, 2015
Sim	Alho-poró	<i>Osmia/ Hoplitis</i>		USDA, 2015
Sim	Almeirão			
Sim	Ameixa	<i>Osmia/ Anthophora</i>		USDA, 2015
Sim	Amêndoas			



1	2	11	16	17
Agrofit	Cultura	Ordens, Família, Gêneros, Espécies que visitam	Observações	Referências
Sim	Amendoim	<i>Ancyloscelis</i> sp./ <i>Anthophorula</i> / <i>Apis mellifera</i> / <i>Centris</i> sp./ <i>Exomalopsis</i> sp./ <i>Paratrigona lineata</i> / <i>Trigona spinipes</i>	Atratividade do pólen não pode ser excluída. Dados para excluir a coleta de pólen precisam ser fornecidos	COSTA, 2012
Sim	Amora			
Sim	Anis, badiana, cominho, coentro, erva-doce, zimbros			
Sim	Anonáceas			
Sim	Antúrio			
Sim	Araçá			
Sim	Aralia-elegante			
Sim	Aralia-japonesa			
Sim	Ardísia			
Sim	Arroz			
Sim	Aspargo			
Sim	Atemoia			
Sim	Aveia			
Sim	Avelã			
Sim	Azaleia			
Sim	Azevém			
Sim	Bambu			
Sim	Banana	<i>Trigona spinipes</i>		AZEREDO et al., 2006; EPA 2015
Sim	Batata	<i>Andrena</i> / <i>Trigona spinipes</i>		AZEREDO et al., 2006; MOMENTE, PINTO, 1995
Sim	Batata-doce			
Sim	Batata-salsa			
Sim	Batata-yacon			
Sim	Begônia			
sim	Berinjela	<i>Bombus atratus</i> / <i>Bombus pauloensis</i> / <i>Exomalopsis</i> sp./ <i>Melipona fasciculata</i> / <i>Oxaea flavescens</i> / <i>Pseudaugochloropsis graminea</i> / <i>Trigona spinipes</i>	Aumentam a produção quando polinizadas	EFSA, 2014; MONTEMOR, MALERBO SOUZA, 2009; MMA 2014
sim	Beterraba			
	Blueberries			



1	2	11	16	17
Agrofit	Cultura	Ordens, Família, Gêneros, Espécies que visitam	Observações	Referências
sim	Brócolis	<i>Andrenidae, Nomadidae, Megachilidae</i>		USDA, 2015
sim	Bromélia			
sim	Cacau	<i>Apis mellifera/ Nannotrigona testaceicornis punctata/ Paratrigona lineata subnuda/ Plebeia mosquito/ Tetragona jaty</i>		SORIA, 1975
sim	Café	<i>Apis mellifera/ Chloralictus sp./ Paratrigona sp./ Schwarziana quadripunctata/ Tetragonisca angustula/ Trigona spinipes/ Xylocopa sp.</i>		SILVA, 2013; MALERBO-SOUZA, HALAK, 2012; MALERBO-SOUZA et al., 2003; MMA, 2014
sim	Cajá			
sim	Caju	<i>Apis mellifera/ Centris analis/ Centris flavifrons/ Centris aenea/ Centris fuscata/ Centris tarsata/ Melipona fasciculata/ Melipona seminigra/ Melipona subnitida/ Trigona spinipes</i>		FREITAS, PAXTON, 1998; MMA, 2014; PASSOS et al.
	Camarão-amarelo			
sim	Camélia			
sim	Camomila			
sim	Cana-de-açúcar	<i>Apis mellifera/ Eulaema cingulata/ Euglossa violaceifrons/ Eulaema flavescens/ Euglossa cordata/ Eulaema nigrita</i>	Atrativa pela seiva imediatamente após o corte. Fora desse período, geralmente considerada não atrativa. Dados para excluir a coleta de pólen precisam ser fornecidos	MILET-PINHEIRO, SCHLINDWEIN, 2005; MALERBO-SOUZA et al., 2003
sim	Canola	<i>Anthrenoides elioi/ Apis mellifera/ Bombus atratus/ Ceratina sp./ Dialictus sp./ Exomalopsis perikalles/ Lestrimelitta sp./ Mourella caerulea/ Plebeia emerina/ Plebeia sp./ Pseudagapostemon sp./ Scaptotrigona bipunctata/ Scaptotrigona sp./ Schwarziana quadripunctata/ Tetragonisca angustula/ Tetragonisca fiebrigi/ Thygater mourei/ Trigona spinipes/ Xylocopa sp.</i>	Aumentam a produção quando polinizadas	EFSA 2014; MMA 2014; MÜLLER, WITTER, 2012; WITTER et al., 2012; RAMOS et al., 2011
sim	Caqui			
sim	Cará			
sim	Carambola			
	Cassis	<i>Anthophora</i>		USDA, 2015
sim	Castanha-do-pará	<i>Aparatrigona impunctata/ Apis mellifera scutellata/ Bombus transversalis/ Centris americana/ Centris carrikeri/ Centris denudans/ Centris dimidiata/ Centris ferruginea/ Centris flavifrons/ Centris flavilabris/ Cephalotrigona femorata/ Epicharis conica/ Epicharis flava/ Epicharis umbraculata/ Epicharis zonata/ Eufriesea flaviventris/ Eufriesea purpurata/ Euglossa intersecta/ Eulaema bombiformis/ Eulaema cingulata/ Eulaema meriana/ Eulaema mocsaryi/ Exomalopsis analis/ Frieseomelitta longipes/ Frieseomelitta trichocerata/ Geotrigona subgrisea/ Megachile cf. orbiculata/ Partamona vicina/ Tetragona goettei/ Tetragona kaieteurensis/ Trigona branneri/ Trigona dimidiata/ Trigona fuscipennis/ Trigona guianae/ Trigona spp./ Trigonisca vitrifrons/ Xylocopa aurulenta/ Xylocopa frontalis/ Xylocopa muscaria</i>		CAVALCANTE, 2008; EMBRAPA; MMA 2014; SANTOS, ABSY, 2010; GIANNINI et al., 2015.



1	2	11	16	17
Agrofit	Cultura	Ordens, Família, Gêneros, Espécies que visitam	Observações	Referências
	Castanhas			
sim	Castanhola			
sim	Cebola	<i>Apis mellifera/ Mourella caerulea/ Bombus bellicosus/ Bombus atratus/ Xylocopa augusti/ Xylocopa frontalis/ Acamptopoeum prinii/ Paroxystoglossa brachycera/ Augochloopsis cleopatra/ Dialictus sp./ Augochlora semiramis/ Pseudogapostemon brasiliensis/ Augochlorella iopoecila/ Thectochlora alaris/ Anthrenoides sp./ Megachilidae</i>		EFSA 2014; WITTER, BLOCHTEIN, 2003
sim	Cebolinha			
sim	Cenoura	<i>Megachile rotundata</i>		USDA, 2015
sim	Centeio			
sim	Cereja	<i>Osmia</i>		USDA, 2015
sim	Cerinha			
sim	Cevada			
sim	Chá			
	Chá-da-índia			
sim	Chalota			
sim	Cheflera pequena			
sim	Cheriantus			
sim	Chicória	<i>Andrena, Anthidium, Halictus, Osmia</i>		USDA, 2015
sim	Chuchu			
sim	Cineraria			
sim	Cipó-uva			
sim	Citros (laranja, limão, tangerina)			
sim	Coco	<i>Apis mellifera/ Friiomelitta sp./ Melipona rufiventris/ Pereirapis sp./ Plebeia droryana/ Plebeia poecilochroa/ Trigona fuscipennis/ Trigona guianae/ Trigona spinipes</i>		CONCEIÇÃO et al., 2004
	Coentro			
	Colza (couve- nabiça)	<i>Megachile</i>		USDA, 2015
sim	Comigo-niguém-pode			
sim	Couve-chinesa			
sim	Couve-de-bruxelas			
sim	Couve-flor			
sim	Couves			
	Cranberries	<i>Andrena, Agapostemon, Melitta, Megachile</i>		USDA, 2015
sim	Cravo			



1	2	11	16	17
Agrofit	Cultura	Ordens, Família, Gêneros, Espécies que visitam	Observações	Referências
sim	Crisântemo			
sim	Croton			
sim	Cupuaçu			
sim	Dália			
sim	Damasco			
sim	Dendê			
	Erva-doce			
sim	Erva-mate			
	Ervilhaca-comum			
	Ervilhas			
sim	Escarola			
	Escorcioneira			
sim	Espinafre			
sim	Estévia			
sim	Estragão			
sim	Eucalipto			
sim	Feijão	<i>Apis mellifera/ Arhyzoceble cf. xanthopoda/ Augochlora morrae/ Bombus morio/ Centris tarsata/ Centris fuscata/ Centris nitens/ Exomalopsis auropilosa/ Epicharis flava/ Eulaema nigrita/ Exomalopsis analis/ Megachile paulistana/ Megachile fiebrigi/ Megachile laeta/ Megachile recta/ Oxaea austera/ Oxaea flavescens/ Paratrigena lineata/ Thygater analis/ Trigona spinipes/ Xylocopa macrops/ Xylocopa frontalis/ Xylocopa hirsutissima</i>	Aumentam a produção e a qualidade quando polinizadas	EFSA 2014; PEREIRA et al., 2013; SANTANA et al., 2002
sim	Feijão-fava	<i>Anthophora, Eucera, Megachile, Xylocopa</i>		USDA, 2015
sim	Feijão-caupi			
sim	Feijão-fradinho			
sim	Feijão-vagem			
sim	Ficus			
sim	Figo			
sim	Flores			
sim	Framboesa	<i>Osmia, Andrena, Colletes, Halictus</i>		USDA, 2015
sim	Fruta-do-conde			
sim	Fumo			
sim	Gengibre			
sim	Gerânio			
sim	Gérbera			
sim	Gergelim			



1	2	11	16	17
Agrofit	Cultura	Ordens, Família, Gêneros, Espécies que visitam	Observações	Referências
sim	Gipsofila			
sim	Girassol	<i>Apis mellifera/ Augochlorella ephyra/ Augochloropsis callichroa/ Bombus atratus/ Bombus morio/ Centris colaris/ Exomalopsis analis/ Euglossa cordata/ Eulaema nigrita/ Exomalopsis aureopilosa/ Frieseomelitta varia/ Melipona quadrifasciata/ Melipona scutellaris/ Megachile paulistana/ Melipona asilvai/ Melipona flavolineata/ Melissodes nigroaenea/ Nannotrigona testaceicornis/ Partamona helleri/ Pebleia sp./ Tetragonisca angustula/ Trigona fuscipennis/ Trigona hyalinata/ Trigona spinipes/ Xylocopa frontalis/ Xylocopa suspecta/ Xylocopa carbonaria</i>	Aumentam a produção e a qualidade quando polinizadas	EFSA, 2014; RAMOS, VIEIRA; MACHADO, CARVALHO, 2006; MMA 2014; GIANNINI et al., 2015.
sim	Gladíolo			
sim	Goiaba	<i>Apis mellifera/ Augochlora/ Bombus morio/ Centris aenea/ Centris fuscata/ Epicharis flava/ Exomalopsis analis/ Frieseomelitta doederleini/ Melipona mandacaia/ Melipona quadrifasciata/ Melipona subnitida/ Melitoma segmentaria/ Oxaea cf. austera/ Oxaea flavescens/ Partamona seridoensis/ Ptiloglossa sp./ Tetragonisca angustula/ Trigona spinipes/ Xylocopa cearensis/ Xylocopa frontalis/ Xylocopa grisescens</i>		EFSA 2014; GONÇALVES et al.; SIQUEIRA; MMA, 2014; GUIMARÃES et al., 2009; GIANNINI et al., 2015.
sim	Gramados			
	Gramíneas de centeio			
sim	Gramíneas forrageiras			
sim	Grão-de-bico	<i>Osmia, Megachile</i>		USDA, 2015
sim	Graviola			
	Groselha			
sim	Guaraná	<i>Apis mellifera/ Megalopta aeneicollis/ Megalopta amoena/ Megalopta sodalis/ Megalopta sp./ Melipona seminigra/ Ptiloglossa sp.</i>		KRUG et al., 2015; TAVARES et al., 2013; SILVA et al.; GIANNINI et al., 2015.
sim	Hibiscos			
sim	Hortelã			
sim	Hortênsia			
sim	Inhame			
sim	Jabuticaba			
sim	Jaca			
sim	Jambo			
sim	Jiló	<i>Anthophoridae/ Augochloropsis sp./ Exomalopsis sp./ Oxaea flavescens/ Thygater analis/ Trigona spinipes</i>		PICANÇO et al., 1997
	Juta			



1	2	11	16	17
Agrofit	Cultura	Ordens, Família, Gêneros, Espécies que visitam	Observações	Referências
sim	Kalanchoe			
sim	Kiwi			
	Laranja	<i>Andrena, Xylocopa / Apis mellifera/ Centris analis/ Centris fuscata/ Chloralictus sp./ Euglossa sp./ Frieseomelitta doederleini/ Frieseomelitta languida/ Oxytrigona tataira/ Pseudaugochlora sp./ Tetragonisca angustula/ Trigona spinipes/ Xylocopa grisescens/ Xylocopa suspecta</i>	Aumentam a produção e a qualidade quando polinizadas	EFSA 2014; TOLEDO et al., 2013; NASCIMENTO et al., 2011; GAMITO, MALERBO-SOUZA, 2006; MALERBO-SOUZA, HALAK, 2013.
	Leguminosas para silagem	<i>Anthidium, Anthophora, Lasioglossum, Megachile, Osmia, Xylocopa</i>		USDA, 2015
sim	Lentilha			
sim	Lichia			
sim	Limão			
sim	Linhaça			
sim	Linho			
sim	Lírio			
sim	Lírio-da-paz			
sim	Louro			
	Lúpulo			
sim	Maçã	<i>Apis mellifera/ Bombus sp.</i>		MMA, 2014; GIANNINI et al., 2015
sim	Macadâmia			
	Malva			
sim	Mamão	<i>Trigona williana</i>		MARQUES-SOUZA et al., 1996
sim	Mamona			
sim	Mandioca	<i>Apis mellifera/ Melipona compressipes/ Tetragona clavipes/ Trigona spinipes/ Xylocopa aeneipennis</i>		JORDÃO, NORONHA, 2011; SILVA et al., 2001
sim	Mandioquinha			
sim	Mandioquinha-salsa			
sim	Manga	<i>Apis mellifera/ Trigona spinipes</i>		SIQUEIRA et al., 2008; MALERBO-SOUZA, HALAK, 2009; EMBRAPA, 2008
sim	Mangaba			
sim	Manjeriço			
sim	Manjerona			



1	2	11	16	17
Agrofit	Cultura	Ordens, Família, Gêneros, Espécies que visitam	Observações	Referências
sim	Maracujá	<i>Apis mellifera/ Augochloropsis/ Bombus morio/ Bombus pauloensis/ Centris flavifrons/ Centris longimana/ Epicharis flava/ Euglossa cordata/ Eulaema cingulata/ Eulaema nigrita/ Hypanthidium foveolatum/ Plebeia/ Xylocopa frontalis/ Xylocopa griseascens/ Xylocopa ordinaria/ Xylocopa suspecta</i>		BENEVIDES et al., 2009; MMA, 2014; BENEVIDES, 2006; GIANNINI et al., 2015
sim	Marantas			
sim	Margarida			
sim	Marmelo			
sim	Maxixe			
sim	Melancia	<i>Halictidae/ Apis mellifera/ Scaptotrigona sp./ Tetragonisca angustula/ Trigona spinipes</i>		EFSA 2014; RODRIGUES et al., ALENCAR, 2013; SOUZA, MALERBO-SOUZA, 2005; GOMES et al., 2012; BOMFIM et al., 2014; GIANNINI et al., 2015.
sim	Melão	<i>Apis mellifera/ Halictus sp./ Plebeia sp./ Trigona pallens/ Trigona spinipes/ Xylocopa griseascens</i>		EFSA, 2014; MMA 2014; COELHO et al., 2012; TSCHOEKE et al., 2015; GIANNINI et al., 2015
sim	Menta			
sim	Milheto			
sim	Milho	<i>Apis mellifera/ Tetragonisca angustula/ Trigona spinipes</i>		MALERBO-SOUZA, 2011
sim	Miosótis			
	Mirtilo (blueberries)	<i>Andrena, Colletes, Osmia, Anthophora, Xylocopa</i>		USDA, 2015
sim	Morango	<i>Andrena melanochoa/ Andrena nasonii/ Apis mellifera/ Augochlora amphitrite/Augochlora sp./ Augochlorella ephyra/ Augochlorella sp./ Augochloropsis sp./ Bombus morio/ Bombus pauloensis/ Centris varia/ Ceratina sp./ Dialictus sp./ Exomalopsis analis/ Geotrigona subterranea/ Nannotrigona testaceicornis/ Paratrigena lineata/ Paratrigena subnuda/ Plebeia droryana/ Plebeia remota/ Psaenythia bergii/ Schwarziana quadripunctata/ Tetragonisca angustula/ Thygater analis/ Trigona spinipes</i>		EFSA 2014; MALAGODI-BRAGA, 2002; BARBOSA, 2009
sim	Mostarda (folha)			
	Mostarda (tempero)			
sim	Nabo			
sim	Nectarina			
sim	Nêspera			



1	2	11	16	17
Agrofit	Cultura	Ordens, Família, Gêneros, Espécies que visitam	Observações	Referências
sim	Noz-pecã			
sim	Nozes			
sim	Oliveira			
sim	Orégano			
sim	Orquídeas			
sim	Palma-forrageira			
	Palmito			
sim	Papoula			
sim	Pastagem (gramínea)			
	Pastagem (leguminosa)			
sim	Pepino	<i>Apis mellifera/ Augochlora sp./ Nannotrigona testaceicornis/ Plebeia sp./ Tetragnisca angustula/ Trigona spinipes</i>		MACENA et al., 2014; NICODEMO, 2008; GIANNINI et al., 2015
sim	Pera			
sim	Pêssego	<i>Apis mellifera/ Augochlora dolichocephala/ Ceratina sp./ Mourella caerulea/ Plebeia sp./ Scaptotrigona bipunctata/ Tetragnisca angustula/ Trigona spinipes/ Xylocopa sp.</i>		VILANOVA, 2011; GIANNINI et al., 2015.
sim	Pimenta-do-reino			
sim	Pimentão	<i>Apis mellifera/ Augochlora cf. morrae/ Augochlora./ Augochlorella acarinata/ Augochloropsis caerulea/ Augochloropsis cupreola/ Exomalopsis auropilosa/ Exomalopsis aureopilosa/ Melipona quadrifasciata/ Melipona scutellaris/ Melipona subnitida/ Nannotrigona testaceicornis/ Paratrigona lineta/ Pereirapis rhizophila/ Trigona spinipes/ Tetragnisca angustula/ Toxomerus sp./ Trigona recursa</i>		EFSA 2014; MMA 2014; FARIA-JÚNIOR, 2008; SILVA, 2005; ROSELINO, 2005.
sim	Pimentas	<i>Augochloropsis/ Centris terminata/ Ceratina sp./ Euglossa liopoda/ Euglossa modestior/ Euglossa sp./ Megachile sp./ Melitoma aff. segmentaria/ Pseudaugochlora sp./ Ptilothrix plumata/ Xylocopa frontalis</i>	Podem ser cultivadas em estufas com <i>bumble bees</i> para polinização	MAUÉS et al.
sim	Pinha			
sim	Pinhão-manso			
sim	Pinus			
	Píretro			
sim	Pistache			
sim	Pitanga			
sim	Poinsettia			
sim	Quiabo			
	Radicchio			



1	2	11	16	17
Agrofit	Cultura	Ordens, Família, Gêneros, Espécies que visitam	Observações	Referências
	Rami			
sim	Repolho			
sim	Romã			
sim	Rosa			
sim	Rúcula			
	Sabugueiro			
sim	Salsa			
sim	Sálvia			
sim	Samambaias			
sim	Seriguela			
sim	Seringueira			
	Serradela			
sim	Sisal ou agave			
sim	Soja	<i>Apis mellifera/ Scaptotrigona sp./ Tetragonisca angustula/ Trigona sp.</i>	Aumentam a produção quando polinizadas	EFSA 2014; SEGALLA et al., 2012; CHIARI et al., 2008.
sim	Sorgo			
	Tamareira			
sim	Tamarino			
	Tangerina			
	Temperos			
sim	Tomate	<i>Amegilla chlorocyanea/ Apis mellifera/ Augochlora sp./ Augochlorini spp./ Augochloropsis cf. sparsilis/ Augochloropsis electra/ Bombus atratus/ Bombus brevivillus/ Bombus morio/ Centris fuscata/ Centris tarsata/ Centris varia/ Dialictus sp./ Epicharis flava/ Euglossa spp./ Eulaema nigrita/ Exomalopsis analis/ Exomalopsis auropilosa/ Melipona fasciculata/ Melipona quadrifasciata/ Nannotrigona perilampoides/ Oxaea flavescens/ Partamona sp./ Pseudaugochlora erythrogaster/ Pseudaugochlora graminea/ Tetragonisca angustula/ Tetrapedia diversipes/ Trigona fulviventris/ Trigona spinipes/ Xylocopa frontalis/ Xylocopa muscaria/ Xylocopa nigrocincta/ Xylocopa suspecta</i>		MMA, 2014; SANTOS e NASCIMENTO, 2011; DEPRÁ et al., 2011; GRISOLIA, 2010; GIANNINI et al., 2015.
	Toranja			
	Tremoço			
	Trevo	<i>Megachile, Osmia, Andrena, Anthidium</i>		USDA, 2015
sim	Trigo	<i>Apis mellifera</i>		USDA, 2015
sim	Triticale			
sim	Tulipa			



1	2	11	16	17
Agrofit	Cultura	Ordens, Família, Gêneros, Espécies que visitam	Observações	Referências
	Tungue			
	Urucum			
sim	Uva	<i>Apis mellifera/ Trigona spinipes/ Xylocopa sp.</i>	Polinizada pelo vento	SILVA, 2013
sim	Violeta			

As culturas foram agrupadas levando em consideração as famílias botânicas, o porte e a estrutura das plantas. O índice de prioridade determinou as culturas prioritárias, dentro de cada grupo, para estudos de resíduos (Tabela 3 do Anexo IV e Anexo III da IN nº 02/2017).

Para o grupo 9, como não há ordem de prioridade entre as culturas, os estudos de resíduos devem ser realizados com todas as culturas e os dados de resíduos em matrizes relevantes para abelhas não podem ser extrapolados de uma cultura para outra.

Caso seja solicitado o registro de um agrotóxico para uso uma cultura não listada nos agrupamentos da Tabela 3, tal cultura se enquadrará no grupo 9.



Tabela 3 – Agrupamento de culturas para estudos de resíduos.

GRUPO 1	
Ordem de prioridade	Cultura
1	Milho
2	Cana-de-açúcar*
3	Trigo
4	Arroz
5	Sorgo
6	Aveia
7	Cevada
8	Triticale
9	Centeio
10	Azevém
10	Milheto

*dado gerado para a matriz “seiva” não pode ser utilizado para outras culturas

GRUPO 2	
Ordem de prioridade	Cultura
1	Algodão
2	Girassol
3	Canola
4	Colza (couve-nabiça)
5	Açafrão-bastardo
6	Linhaça
7	Camomila
7	Mostarda (tempero)

GRUPO 3	
Ordem de prioridade	Cultura
1	Feijão
2	Soja
3	Amendoim
4	Feijão-fava
5	Feijão-fradinho
6	Alfafa
7	Grão-de-bico
8	Lentilha

GRUPO 4	
Ordem de prioridade	Cultura
1	Café
2	Guaraná

GRUPO 5	
Ordem de prioridade	Cultura
1	Limão
2	Laranja
3	Tangerina

GRUPO 6	
Ordem de prioridade	Cultura
1	Fumo
2	Brócolis
3	Repolho
4	Alcachofra
4	Chicória
4	Mostarda (folha)
5	Alface
6	Acelga
6	Agrião
6	Alecrim
6	Almeirão
6	Cebolinha
6	Couve-chinesa
6	Couve-de-bruxelas
6	Couve-flor
6	Espinafre
6	Estévia
6	Manjericão
6	Rúcula
6	Salsa



GRUPO 7	
Ordem de prioridade	Cultura
1	Cebola
2	Mandioca
3	Batata-doce
4	Alho
5	Batata
6	Nabo
7	Alho-poró
8	Beterraba
9	Cenoura
10	Batata-yacon
10	Inhame

GRUPO 8	
Ordem de prioridade	Cultura
1	Tomate
2	Maracujá
3	Melancia
4	Melão
5	Uva
6	Morango
7	Abóbora
8	Pepino
9	Franboesa
10	Kiwi
11	Abobrinha
12	Chuchu

GRUPO 9	
Ordem de prioridade	Cultura
Não há dados disponíveis para o estabelecimento da ordem de prioridades	Amora
	Araçá
	Atemoia
	Cajá
	Carambola
	Cupuaçu
	Fruta-de-conde
	Graviola
	Jabuticaba
	Jaca
	Jambo
	Lichia
	Macadâmia
	Mangaba
	Nêspera
	Noz pecã
Oliveira	
Pinha	
Pistache	
Pitanga	
Romã	
Seriguela	
Tamarindo	



GRUPO 10	
Ordem de prioridade	Cultura
1	Coco
2	Castanha-do-pará
3	Amêndoas
4	Sabugueiro
5	Tamareira
6	Eucalipto
7	Seringueira
8	Dendê
9	Palmito

GRUPO 11	
Ordem de prioridade	Cultura
1	Goiaba
2	Caju
3	Abacate
4	Pêssego
5	Maçã
6	Mamão
7	Cacau
8	Acerola
9	Banana
10	Caqui
11	Pera
12	Manga
13	Cereja
14	Damasco
15	Ameixa
16	Nectarina
17	Marmelo
18	Avelã
19	Erva-mate
20	Nozes
21	Figo

GRUPO 12	
Ordem de prioridade	Cultura
1	Crisântemo
1	Pfretro
2	Abacaxi
3	Antúrio
3	Ardísia
3	Azaleia
3	Begônia
3	Camarão-amarelo
3	Camélia
3	Cineraria
3	Dália
3	Gerânio
3	Gérbera
3	Gipsofila
3	Gladíolo
3	Hibiscos
3	Hortênsia
3	Kalanchoe
3	Lírio
3	Lírio-da-paz
3	Margarida
3	Orquídeas
3	Rosa
3	Tulipa
3	Violeta



ANEXO V ORIENTAÇÕES PARA ESTUDOS EM CONDIÇÕES DE SEMICAMPO E CAMPO

Recomenda-se que sejam observadas as orientações dadas nos documentos EPPO 170¹⁰, EFSA *Guidance* (2013) – Apêndice O – *Field Studies*¹¹ e US-EPA: *Guidance for Assessing Pesticide Risks to Bees* – Apêndice 4 (2014)¹² e *Guidance on Exposure and Effects Testing for Assessing Risks to Bees* (2016)¹³.

Além das orientações das referências anteriores, **deve ser avaliada a pertinência** de solicitar, nos estudos de **resíduos**, a depender da avaliação de risco, os seguintes itens:

- a) determinar a quantidade de resíduos nas seguintes matrizes: folhas, flores, néctar e pólen;
- b) amostrar o néctar presente nas flores, nos nectários extraflorais das plantas, que disponham dessa estrutura, e o coletado pelas abelhas forrageadoras;
- c) amostrar o pólen nas flores, o coletado pelas abelhas forrageadoras e o presente nos favos;
- d) a amostragem de folhas, flores, néctar e pólen deve ser representativa e cobrir pelo menos os estágios inicial, intermediário e final do período de floração da planta;
- e) para os produtos cuja bula contenha recomendação de uso de adjuvante(s), os ensaios de campo devem ser conduzidos com e sem adição do(s) adjuvante(s) e nas mesmas concentrações recomendadas na bula;
- f) deve ser feita a determinação de resíduos no solo antes do plantio da cultura (ou antes da aplicação, no caso de culturas perenes), nas folhas antes da aplicação do produto a ser utilizado e após o término do experimento nas duas matrizes. Deve ser realizada, também, a caracterização do solo, contemplando características físicas, químicas e orgânicas. O estudo deve contemplar a correção e a adubação do solo, de acordo com as boas práticas agrícolas; a variedade utilizada no ensaio (quando não especificada por esse Instituto) deve ser uma das mais usuais da região onde o estudo for feito;
- g) devem ser determinados os resíduos no fluido de gutação das culturas investigadas, quando couber;
- h) deve ser levada em consideração a persistência do produto no solo, para condicionar a exigência de que seja determinado o nível de resíduos em culturas subsequentes, na mesma área;
- i) todas as análises de resíduos devem ser realizadas com limite de quantificação (LOQ) de, no mínimo, 1 ppb e limite de detecção (LOD) de 0,3 ppb;

¹⁰EPPO (*European and Mediterranean Plant Protection Organization*). *Side-effects on honeybees*, **Bulletin OEPP/EPPO**, v. 40, n. 4, p. 313-319, 2010.

¹¹*European Food Safety Authority. Guidance on the risk assessment of plant protection products on bees (Apis mellifera, Bombus spp. and solitary bees)*. **EFSA Journal**, v. 11, n. 7, p. 3295, 2013. 266 p.

¹²US-EPA, 2014. *Guidance for Assessing Pesticide Risks to Bees*.

¹³US-EPA, 2016. *Guidance on Exposure and Effects Testing for Assessing Risks to Bees*.



- j) nos estudos que envolvem tratamento de sementes deve ser informado o peso médio individual das sementes e o número de sementes plantadas por hectare;
- k) os experimentos devem ser delineados de maneira a abranger regiões típicas de cultivo das culturas (com condições climáticas diferentes), cultivares com características de desenvolvimento representativas (ciclo curto ou longo, altura da planta, produção de matrizes relevantes para abelhas, ou outro critério relevante), com cenários de dose máxima recomendada, e ter, no mínimo, três repetições por tratamento;
- l) para todas as culturas devem ser descritas a época de floração, incluindo, quando cabível, o estágio BBCH a cada aplicação e coleta;
- m) nos experimentos que envolvem a mesma cultura, a coleta das amostras deve ocorrer no mesmo estágio BBCH, quando couber, ou no mesmo estágio de desenvolvimento da planta;
- n) os visitantes florais devem ser quantificados e identificados (no menor nível taxonômico possível) na floração, no dia de alocação das caixas de abelhas; um dia antes e um dia após as aplicações; e no dia da retirada das caixas de abelhas;
- o) deve ser realizada a análise da origem do pólen coletado pelas forrageadoras (análise palinológica);
- p) os relatórios finais devem conter o registro fotográfico representativo das fases do cultivo e coleta, além da paisagem circundante;
- q) as amostras de retenção do sistema-teste só podem ser descartadas após autorização do Ibama;
- r) caso o período entre a coleta das amostras e a análise de resíduos seja superior a 30 dias, deve ser realizado estudo de estabilidade da molécula e de seus metabólitos em amostra armazenada em temperatura igual ou inferior a vinte graus Celsius negativos (-20 °C);
- s) quando não especificado de outra forma pelo Ibama, o plantio deve seguir o Zoneamento Agrícola de Risco Climático do Mapa;
- t) as aplicações devem seguir as recomendações da bula, sem prejuízo de outras especificações que possam ser feitas pelo Ibama.

Nos estudos de **efeito** devem ser avaliados pelo menos os seguintes parâmetros: mortalidade, força da colônia (número de abelhas na colônia), fecundidade (reprodução e viabilidade dos ovos), desenvolvimento do ninho (porcentagem de área ocupada com estoque de alimento e ovos, larvas e pupas); peso da colônia, saúde da colônia, comportamento; intensidade de voo, produção de mel, presença/ausência de agentes patógenos.

- a) o número de colônias nos grupos-teste e controle deve ser suficiente para contabilizar a variação normal intercolônia e garantir o poder estatístico da análise, devendo ter, no mínimo, 10 colônias em cada grupo;
- b) os campos (tratamento e controle) devem ser grandes o suficiente para fornecer o número adequado de flores que garantam alimento suficiente para as colônias experimentais. Sugere-se que os campos tenham entre 2 e 5 hectares. O tamanho das parcelas deve ser tal que permita aplicação realista e amostragem representativa;



- c) fontes de forrageamento alternativas não devem estar presentes dentro do raio de voo da abelha no entorno dos campos do estudo;
- d) o plano de estudo deve conter a descrição detalhada da área de entorno da cultura;
- e) o relatório final deve conter o registro fotográfico representativo das etapas do estudo e avaliações nas colmeias, além da paisagem circundante;
- f) todas as colônias ao início dos testes devem estar equitativas e uniformes com relação à sua força (número de indivíduos), composição, nível de desenvolvimento, saúde etc.;
- g) o campo-controle e o tratamento dentro de uma mesma região devem ser o mais similares possíveis, em termos de tamanho e de paisagem circundante; a distância entre o campo tratado e o controle deve ser suficiente para evitar que as abelhas do controle forrageiem no campo tratado, sendo no mínimo de 3 km;
- h) o estudo deve contemplar pelo menos dois ciclos de vida das abelhas, para garantir que um maior número de descendentes seja exposto aos resíduos estocados na colônia;
- i) o monitoramento das atividades das abelhas forrageadoras deve ser realizado, preferencialmente, utilizando um método de identificação por radiofrequência (RFID), em parte, das abelhas nos grupos-controle e nos grupos tratados. A análise do pólen coletado pelas forrageadoras (item p do tópico anterior) pode ser utilizada para indicar a exposição das abelhas, no estudo, de efeitos em campo aberto (sabendo a proporção de cada pólen coletado, é possível diminuir a incerteza sobre as fontes de alimento das abelhas-teste: se predominantemente da cultura-alvo ou se de outras fontes de alimento adjacentes, por exemplo).



ANEXO VI CLASSIFICAÇÃO DE ESTUDOS SUBMETIDOS AO IBAMA, PARA SUPORTAR A AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL

Estudos submetidos ao Ibama para suportar a avaliação ambiental de agrotóxicos são classificados quanto a sua utilidade na avaliação de risco ambiental.

As três categorias gerais usadas na classificação dos estudos são:

- **Principal**
- **Suplementar**
- **Inválido**

Estudo principal é aquele cujas informações essenciais foram apresentadas, os dados são cientificamente válidos e foi realizado de acordo com protocolos válidos e/ou internacionalmente aceitos, seguindo as normas de Boas Práticas de Laboratório (BPL). Um estudo pode não estar totalmente em conformidade com o protocolo, mas ser suficientemente documentado para aceitar dados, ou seja, possui pequenas inconsistências no protocolo, que não interferem no resultado e, dessa forma, pode ser classificado como principal. Estudos de literatura aberta podem ser classificados como principal, desde que tenham sido realizados em BPL. Estudos classificados nessa categoria são apropriados para uso na avaliação de risco.

Um **estudo suplementar** é cientificamente válido, mas foi realizado sob condições que desviaram do recomendado no protocolo, ou segundo protocolo ainda em validação, ou um estudo cujos dados brutos permitem reconstruir os resultados. Estudos de literatura aberta podem ser classificados como suplementares. Estudos classificados nessa categoria podem ser úteis na avaliação de risco, até que ocorra a avaliação de um estudo considerado como principal.

O **estudo inválido** é aquele cujos dados não são cientificamente válidos ou não fornecem pormenores experimentais suficientes e necessários para avaliar a validade do estudo. Estudo classificado como inválido não é útil para fins de avaliação de risco.



ANEXO VII

CRITÉRIOS MÍNIMOS A SEREM OBSERVADOS PARA UTILIZAÇÃO DE DADOS DE LITERATURA NA AVALIAÇÃO DE RISCO^{14,15}

A ciência regulatória consiste na aplicação da ciência para tomada de decisão¹⁶. Embora a tomada de decisão envolva outros fatores, tais como sociais e econômicos, a avaliação ambiental de agrotóxicos é uma parte importante da decisão regulatória e esse processo depende da existência de dados científicos que suportem as conclusões sobre uma determinada situação, as quais, por sua vez, serão submetidas à apreciação dos tomadores de decisão.

Antes do século 20 a comunidade científica tinha um papel praticamente inexistente nos processos de tomada de decisão das sociedades. Contudo, o avanço de várias indústrias resultou no desejo do público em regular aspectos relevantes de suas operações, incluindo a poluição gerada, o impacto sobre a segurança alimentar, entre outros. Assim, legisladores, reguladores e o público reconheceram que para regular essas atividades era necessário haver disponibilidade de informações científicas relevantes.

Há três grupos de interesse envolvidos nos aspectos científicos das decisões regulatórias¹⁶:

- 1º grupo: as equipes das agências regulatórias responsáveis por processos de avaliação para conceder ou negar uma autorização;
- 2º grupo: as equipes das indústrias afetadas pelas regulações;
- 3º grupo: os cientistas, individualmente, bem como suas organizações profissionais.

A maior parte da avaliação se ancora largamente em estudos científicos gerados por empresas do setor regulado – ou seja, do 2º grupo – visto que o ônus de provar que o produto não oferece risco se usado nas condições propostas é do interessado em colocar o produto no mercado.

Do ponto de vista regulatório a harmonização de procedimentos é sempre desejada, e por isso é importante que a geração de dados siga métodos padronizados e reconhecidos internacionalmente e sempre que possível ocorra sob sistemas de qualidade que assegurem a validade dos resultados obtidos.

Seguindo essa lógica, a maioria das regulações voltadas à avaliação do risco de substâncias e produtos à saúde ou ao meio ambiente exige que a realização de estudos siga as Boas Práticas de Laboratório (BPL), que constituem um conjunto de princípios que asseguram a rastreabilidade dos laudos emitidos por um dado laboratório. Esse sistema de qualidade estabelece critérios e condições sob as quais estudos em laboratórios e em campo são planejados, realizados, monitorados, registrados, relatados e arquivados. As BPLs têm como intenção promover a rastreabilidade dos resultados de pesquisas. Desta forma, os estudos exigidos para registro devem ser conduzidos em BPL.

¹⁴Para maiores informações consulte US-EPA. *Evaluation Guidelines for Ecological Toxicity Data in the Open Literature*. Disponível em https://www.epa.gov/pesticide-science-and-assessing-pesticide-risks/evaluation-guidelines-ecological-toxicity-data-open#att_5

¹⁵Moermond, C. T., Kase, R., Korkaric, M., & Ågerstrand, M. (2015). CRED: *Criteria for reporting and evaluating ecotoxicity data*. *Environmental Toxicology and Chemistry*.

¹⁶Moghissi, A. Alan et al. *Innovation in Regulatory Science: Evolution of a new scientific discipline*. *Technology & Innovation*, V. 16, N. 2, P. 155-165, 2014.



Ocorre que esses testes são realizados com organismos padronizados, o que pode resultar em incertezas quanto a que extensão esses organismos podem ser utilizados como espécies indicadoras.

Dessa forma, algumas lacunas de conhecimento estão além do que pode ser exigido pela regulação, e para seu preenchimento seriam necessárias pesquisas independentes desenvolvidas no intuito de saná-las. O grande desafio, contudo, é que, conforme explanado até aqui, para ser usado no contexto regulatório, a geração de dados científicos deve seguir os padrões mínimos que atestem a validade dos dados, particularmente quando para um mesmo quesito há dados científicos e informações contraditórias. Por esse motivo, embora haja muitos artigos publicados que são eventualmente interessantes para a avaliação de risco - gerados pelo 3º grupo de interesse envolvido nos aspectos científicos das decisões regulatórias -, muitos deles, por não fornecerem informações mínimas que permitam a validação de seus resultados, não podem ser utilizados para esse fim. Esta seção tem por objetivo divulgar quais critérios são importantes para que um estudo, produzido pela comunidade científica, possa ser utilizado na avaliação de risco.

Para poder ser utilizado com fins de avaliação de risco, um estudo deve ser avaliado quanto a dois critérios principais: **confiabilidade e relevância**. A confiabilidade refere-se à qualidade do relatório ou da publicação, de forma que fique evidente a clareza e plausibilidade dos resultados. A relevância refere-se à extensão no qual os testes são apropriados para uma dada avaliação. Dessa forma, a confiabilidade independe do propósito com o qual o estudo foi feito, enquanto a relevância depende do propósito da avaliação que utilizará aquela informação e se aquele dado é apropriado para determinado uso. Assim, um estudo pode ser confiável e muito relevante para uma determinada avaliação, mas não relevante para outra¹⁷.

No contexto específico deste Manual, os estudos, tanto apresentados pelos registrantes quanto os publicados em literatura aberta, devem ser capazes de claramente detectar efeitos no organismo teste, de modo a demonstrar que esse efeito se deve à substância e não a outras condições do teste que podem interferir no resultado.

O projeto CRED – da sigla em inglês para *Criteria for reporting and evaluating ecotoxicity data*, ou Critérios para reportar e avaliar dados ecotoxicológicos - tem por objetivo aumentar a reprodutibilidade, a transparência e a consistência das avaliações de confiabilidade e de relevância de estudos ecotoxicológicos para uso por diferentes esquemas regulatórios, países, institutos e avaliadores de risco. Embora esse projeto tenha sido desenvolvido para estudos ecotoxicológicos aquáticos, sua utilização pode ser facilmente adaptada para outros tipos de estudos ecotoxicológicos, tais como os estudos com abelhas. Uma versão desse método está disponível gratuitamente no endereço <http://www.ecotoxcentre.ch/projects/risk-assessment/cred/> (acesso em 06/03/2020).

Abaixo são listadas as informações que deverão ser observadas em um estudo de literatura aberta, para que este possa ser considerado confiável e relevante para as avaliações de risco realizadas pelo Ibama. A elaboração desta lista não é exaustiva, e também não constitui afirmação de que o Ibama realizará todas as verificações aqui elencadas, como, por exemplo, recalcular a estatística. Não significa, também, que um estudo poderá ser utilizado apenas se cumprir todos os requisitos. É possível que um estudo não tenha observado todos os critérios, e ainda assim seja

¹⁷ Moermond, C. T., Kase, R., Korkaric, M., & Ågerstrand, M. (2015). CRED: *Criteria for reporting and evaluating ecotoxicity data*. *Environmental Toxicology and Chemistry*.



útil para a avaliação de risco. O objetivo desta lista é tão somente apontar critérios importantes que serão observados quando estudos de interesse para as avaliações de risco forem encontrados nos levantamentos da literatura. Sua elaboração se baseia na experiência do Ibama acumulada até aqui, nos requisitos exigidos por outras agências e em métodos para aferir a confiabilidade de estudos ecotoxicológicos, como o CRED.

1. Método utilizado: um método padronizado foi utilizado (ex: OECD, EPA, ISO)? Se sim, foram feitas adequações? Quais? Se não, uma descrição completa do método deve ser apresentada.

2. Natureza da substância teste (percentual do ingrediente ativo e fonte): é essencial saber que substância foi efetivamente testada. O estudo deve conter a fonte da substância (i.e. fabricante) e a porcentagem de ingrediente ativo e/ou pureza do composto, reportando concentração nominal e efetiva, se possível com certificado de análise que corrobore tal afirmação, especialmente para compostos não estáveis ou com baixa solubilidade. Caso uma formulação tenha sido testada, e não o ingrediente ativo, isso deve estar claramente explicitado, e devem ser reportados o nome da formulação, a composição e a quantidade de ingrediente ativo na formulação. Também deve estar claro se os resultados são ou podem ser fornecidos em termos de ingrediente ativo, ou se foram expressos em quantidade de formulação. Se um veículo é utilizado, ele não deve interferir com a absorção, distribuição, metabolismo ou eliminação da substância nem alterar o comportamento ou a resposta do organismo teste. Estudos realizados com solventes devem incluir grupos controle para documentar que o solvente não interfere com os parâmetros de toxicidade.

3. Espécie, idade, sexo, tamanho e estágio de vida e fonte dos organismos testados: é essencial saber claramente que organismos foram utilizados no teste. Minimamente a idade e estágio de vida devem ser reportados. A fonte dos organismos deve ser conhecida e confiável, e em casos de organismos coletados em campo, uma descrição do local de origem deve ser fornecida. Outras informações relevantes são peso, comprimento (ou relação área/volume), sexo. O estado geral de saúde deve ser reportado e o organismo teste deve ser de idade, tamanho e peso uniforme, sem histórico de pré-exposição a agrotóxicos ou outros contaminantes. Doenças e respectivos tratamentos devem ser reportados. Quando tratamentos para controle de doenças tiverem sido necessários, os mesmos devem ter sido aplicados também ao grupo controle.

4. Método de exposição, rota e frequência de administração e duração do período de tratamento: o estudo deve reportar a concentração efetiva e não apenas a nominal; o volume total administrado (substância teste + carreador) a cada organismo ou a quantidade no alimento ou água a cada administração; a frequência de administração e a duração da exposição. As condições de exposição devem ser claramente descritas e documentadas e a medição ou estimativa das concentrações administradas ou consumidas por cada organismo teste nos grupos tratados é imprescindível para caracterizar uma relação de causa-efeito. Se as concentrações medidas desviarem em mais de 20% (ex: as concentrações medidas nos grupos tratados tiverem grande variabilidade de modo que não seja possível distingui-las estatisticamente) o teste deve ser considerado inválido. O espaçamento entre as doses testadas deve ser apropriado. Um teste de faixa de doses pode ser útil para determinar o intervalo adequado.

5. Controles: grupos controles devem ser testados concomitantemente aos grupos tratados e a performance dos grupos controle quanto à mortalidade e doenças deve ser cuidadosamente avaliada. Estudos sem grupo controle são considerados inválidos. Mortalidade no controle acima de



10% em testes agudos ou 15% em estudos crônicos ou com larvas é motivo para invalidação de estudos. O estudo também deve reportar a concentração medida da substância teste no controle, para garantir que não houve contaminação. Estudos reportando resíduos da substância teste no controle > LOD devem ser considerados inválidos.

6. Observações: durante o curso do estudo uma descrição detalhada da natureza, incidência, tempo de ocorrência, severidade e duração de todos os efeitos tóxicos observados, incluindo morte e qualquer outro sintoma anormal ou não usual (efeitos sub letais) devem ser reportados.

7. Condições de criação: devem ser adequadamente descritas para garantir que as condições de criação ou ambientais não afetaram adversamente os organismos. A descrição deve conter o número de animais por caixa ou recipiente e suas dimensões; temperatura e umidade; fotoperíodo; descrição da dieta. A performance do controle e a variabilidade associada com essas medidas podem ser usadas como uma indicação da conformidade do teste.

8. Replicação em número suficiente: embora não requerido, um controle positivo pode averiguar se o sistema teste é capaz de detectar efeitos. Replicação insuficiente pode fazer com que o estudo seja de baixa utilidade.

9. Distribuição randômica dos organismos-teste: a título de exemplificação, as abelhas devem ser provenientes de rainhas irmãs (rainhas produzidas pela mesma rainha) e devem ser randomicamente distribuídas nos grupos tratamento. O genótipo da rainha pode influenciar a performance das colônias, por isso recomenda-se o uso de rainhas irmãs para minimizar a variação genotípica tanto quanto possível.

10. Método estatístico utilizado para obter a conclusão do estudo: o estudo deve reportar, no mínimo, medidas de tendência central (médias, medianas) e medidas de dispersão (desvio padrão, erro padrão) com seus respectivos universos amostrais (valores de N). Também deve reportar que métodos estatísticos foram utilizados para condução de testes de hipótese e/ou análise de relação dose-resposta além da natureza presumida dos dados (paramétrico ou não paramétrico). Resultados estatisticamente significantes não necessariamente são biologicamente relevantes, e vice-versa. Nessa situação, o julgamento de especialistas é necessário para determinar se o efeito observado é causado pela substância sob investigação.

11. Seleção de parâmetros: os parâmetros selecionados da literatura devem preferencialmente ser comparáveis àqueles usados como dados de entrada para o cálculo dos quocientes de risco. Em geral esses parâmetros são: CE_{50} , CL_{50} , DL_{50} , NOEL (NOEC/NOED). Mas outros parâmetros também podem ser relevantes, tais como efeitos comportamentais ou bioquímicos, os quais, embora talvez não possam ser usados quantitativamente, podem suportar a análise qualitativamente.

12. Métodos analíticos: o estudo deve conter a descrição do método, incluindo os limites de detecção (LOD) e de quantificação (LOQ).

Critérios mínimos para estudos com colônias de *Apis mellifera*

1. Mortalidade no grupo controle: a mortalidade deve ser documentada diariamente e caso seja > 20% no controle pode tornar o estudo inválido;

2. Situação da rainha: o número de novas crias e a presença/ausência da rainha devem ser reportados como uma medida da atividade da rainha. Colônias devem ser monitoradas quanto ao



número de células de zangões, pois, na falta da rainha, operárias podem botar ovos, porém, como não acasalam, produzirão apenas abelhas masculinas. Células com ovos de operárias no controle sugerem que a colônia está sob stress e poderá colapsar;

3. Fontes de pólen e néctar: a proximidade de fontes adjacentes ao local do estudo deve ser reportada;

4. Documentação exposição dos organismos à substância-teste: é imprescindível que o relatório final de estudo contenha registro incontestado acerca da exposição dos organismos à substância teste. Para tal, podem ser feitas medidas de resíduos em pólen coletado usando armadilhas na entrada das colônias, bem como em néctar coletado dos quadros ou do estômago das abelhas. Ainda, a análise da origem do pólen coletado (diretamente de forrageadoras ou por meio de armadilhas) e a avaliação da densidade de voo (número de abelhas/m²) como medida de atividade de forrageamento na cultura-teste, podem ser utilizadas para demonstrar que houve exposição das abelhas ao item-teste. Se não for possível caracterizar a exposição o estudo é considerado inválido para fins de avaliação de risco. Muitas vezes a existência de culturas atrativas na área do entorno pode gerar dúvidas quanto a real exposição das abelhas. Nestes casos a análise da origem do pólen coletado, além da caracterização da paisagem adjacente, torna-se importante ferramenta de elucidção da questão e devem ser registradas em relatório final;

5. Aclimação das colônias: o tempo de aclimação das colônias deve ser documentado;

6. Dieta adequada: uma dieta pobre pode levar a uma baixa performance da colônia e limita a habilidade do estudo em detectar efeitos. As abelhas devem ser alimentadas com suplemento proteico para ser mais nutricionalmente balanceado do que uma fonte particular de pólen. Solução de sacarose deve ser utilizada preferencialmente a mel, mas, se mel for utilizado, uma análise multi-resíduo deve ser feita para detectar possíveis contaminantes;

7. Duração do estudo: estudos prolongados podem estressar as abelhas e por isso medidas da performance devem ser reportadas para avaliar se a colônia está estressada pelo confinamento.

Um estudo de literatura que seja considerado confiável pode ser utilizado na avaliação de forma quantitativa ou de forma qualitativa. Para fins deste Manual, quantitativo significa que o dado pode ser utilizado no cálculo dos QRs. Qualitativo refere-se a um dado que não é adequado para o cálculo mas pode ser usado como linha de evidência para suportar as conclusões sobre o risco.

Para ser usado quantitativamente, o parâmetro selecionado pela literatura deve estar na mesma unidade (ou que seja possível convertê-los) das CAEs calculadas com os modelos (ex: mg/Kg). Também é necessário que ela tenha um valor menor (i.e., seja mais sensível) que o parâmetro retirado de um estudo aportado pelo registrante.

A observação das orientações deste anexo possibilita que seja aplicado o disposto no § 2º do art. 11 da Instrução Normativa Ibama nº 02/2017, que estabelece que o Ibama poderá utilizar publicação científica em complementação a um teste quando esta oferecer maior segurança para a tomada de decisão.



REFERÊNCIAS

- ALIX, A.; VERGNET, C. Risk Assessment to Honey Bees: a scheme developed in France for non-sprayed systemic compounds. **Society of Chemical Industry, Pest Manag. Sci.**, 2007. p.1526-498, 2007.
- APVMA (Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority). **Roadmap for insect pollinator risk assessment in Australia**. Acesso em: set. 2015. Disponível em: <<http://apvma.gov.au/node/18531>>. Consultation period: 4 September 2015 to 4 November 2015.
- ARENA, M.; SGOLASTRA, F. A meta-analysis comparing the sensitivity of bees to pesticides. **Ecotoxicology**, v. 23, n. 3, p. 324-334, 2014.
- DENEER J. W.; ADRIAANSE, P. I.; BOER, P. de; BUSSCHERS, M.; LAHR, J.; Van der SCHOOR, C.; Van der VALK, H.; Van LIET, P.; WOLDEAMANUAL, A. A scientific evaluation system for the registration of (chemical) pesticides in Ethiopia. **Alterra Report 2547**. August 2014. 188 p. ISSN 1566-7197
- EUROPEAN COMMISSION. Health and Consumers Directorate-General. Guidance Document on the authorization of Plant Protection Products for seed treatment, **SANCO/10553/2012 rev. 0**. 8 March 2012.
- ELMEGAARD, N.; JAGERS OP AKKERHUIS, G. J. A. M. Safety Factors in Pesticide Risk Assessment. Differences in Species and Acute – Chronic Relations. National Environmental Research Institute, Silkeborg, Denmark. **NERI Technical Report**, n. 325, 2000. 60 p.
- EMBRAPA. **Sistemas de Produção**. Disponível em: <<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/>>.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). **Side-effects on honeybees**, v. 40, n. 4, 313-319, 2010. p. 1-170.
- EFSA (European Food Safety Authority). Guidance Document on the risk assessment of plant protection products on bees (*Apis mellifera*, *Bombus* spp. and solitary bees). **EFSA Journal**, v. 11, n. 7, p. 3.295, 2013. 268 p. [doi:10.2903/j.efsa.2013.3295].
- EFSA (European Food Safety Authority). Panel on Plant Protection Products and their Residues (PPR); Scientific Opinion on the science behind the development of a risk assessment of Plant Protection Products on bees (*Apis mellifera*, *Bombus* spp. and solitary bees). **EFSA Journal**, v. 10, n. 5, p. 2.668, 2012. 275 p. [doi:10.2903/j.efsa.2012.2668].
- FISCHER, D.; MORIARTY, T. In: **Summary of a SETAC Pellston Workshop**, 15 a 21 January 2011, Pensacola, Florida, USA.
- FISCHER, D.; MORIARTY, T. **Pesticide risk assessment for pollinators**. SETAC: Wiley Blackwell, 2014.
- HEALTH CANADA. **Directive 98-02. Residue Chemistry Guidelines**. Disponível em: <<http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pest/part/protect-proteger/food-nourriture/rccg-gcpcr-eng.php>>. Acesso em: 21 jun. 2016.
- HEALTH CANADA. **Residue Chemistry Crop Groups**. Disponível em: <<http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pest/part/protect-proteger/food-nourriture/rccg-gcpcr-eng.php>>.
- HEIMBACH, U.; STÄHLER, M.; SCHWABE, K.; SCHENKE, D.; PISTORIUS, J.; GEPRGOADIS, P.-T. 2012. Emission of pesticides during drilling and deposition in adjacent areas. **Julius-Kühn-Archiv**, n. 444, 2014. Disponível em: <<http://pub.jki.bund.de/index.php/JKA/article/viewFile/2969/3166>>



KLIMISH, H.-J.; ANDREAE, M.; TILLMANN, U. 1997. A Systematic Approach for Evaluating the Quality of Experimental, Toxicological and Ecotoxicological Data. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 25, p. 1-5.

KRIEGER, R. I. **Handbook of pesticide toxicology**. 2^a ed. San Francisco: Academic Press, 2001.

MINEAU, P.; HARDING, K. M.; WHITESIDE, M.; FLETCHER, M. R.; GARTHWAITE, D.; KNOPPER, L. D. Using reports of bee mortality in the field to calibrate laboratory-derived pesticide risk indices. **Environmental Entomology**, v. 37, n. 2, p. 546-554, 2008. Disponível em: <<http://ee.oxfordjournals.org/content/ee/37/2/546.full.pdf>>.

MOERMOND, C. T., KASE, R., KORKARIC, M., & ÅGERSTRAND, M. (2015). CRED: *Criteria for reporting and evaluating ecotoxicity data*. *Environmental Toxicology and Chemistry*.

MOGHISSI, A. Alan et al. *Innovation in Regulatory Science: Evolution of a new scientific discipline*. *Technology & Innovation*, V. 16, N. 2, P. 155-165, 2014.

RAUTMANN, D.; STRELOKE, M.; WINKLER, R. New basic drift values in the authorization procedure for plant protection products. In: **Workshop on risk management and risk mitigation measures in the context of authorization of plant protection products**. 1999. p. 133-141.

RAUTMANN, D.; GANZELMEIER, H.; SPANGENBERG, R.; STRELOKE, M.; HERRMANN, M.; WENZELBURGER, H.-J.; WALTER, H.-F. **Studies on the spray drift of plant protection products: results of a test program carried out throughout the Federal Republic of Germany**. Blackwell.

Sistema IBGE de Recuperação Automática SIDRA. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>.

SPRAY DRIFT TASK FORCE. **Summary of aerial application studies**. 1997.

U.S. EPA. **Evaluation Guidelines for Ecological Toxicity Data in the Open Literature**. Disponível em: <https://www.epa.gov/pesticide-science-and-assessing-pesticide-risks/evaluation-guidelines-ecological-toxicity-data-open#att_5>.

U.S. EPA. **Framework for ecological risk assessment**. Washington, DC: Risk Assessment Forum, US. EPA/630/R-92/001, 1992.

U.S. EPA. **Guidance for Assessing Pesticide Risks to Bees**. 2014.

U.S. EPA. **Guidance on Exposure and Effects Testing for Assessing Risks to Bees**. Office of Pesticide Programs U.S. Environmental Protection Agency. July 5, 2016.

U.S. EPA. **Interim Guidance on the Evaluation Criteria for Ecological Toxicity Data in the Open Literature: Phases I and II: Procedures for Identifying, Selecting, and Acquiring Toxicity Data Published in the Open Literature for Use in Ecological Risk Assessments**. Office of Pesticide Programs. Washington, DC. July 16, 2004.

U.S. EPA. **Study Classifications Used by EFED in Data Evaluation Records (DERs)**, 2003. Support Document #1.

U.S. EPA. **White Paper in Support of the Proposed Risk Assessment Process for Bees**. Submitted to the FIFRA Scientific Advisory Panel for Review and Comment September 1 a 14, 2012.



REFERÊNCIAS SOBRE VISITAÇÃO DE ABELHAS EM CULTURAS

- ARAÚJO, D.; SIQUEIRA, K.; DUARTE, P.; SILVA, N. Comportamento de forrageamento de *Apis mellifera* na melanciaira (*Citrullus lanatus*) no município de Juazeiro, BA. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 1, p. 59-67, 2014.
- AVILA, C. J.; MARTINHO, M. R.; DE CAMPOS, J. P. Polinização e polinizadores na produção de frutos e sementes híbridas de abóbora (*Cucurbita pepo* var. *melopepo*). Parte de tese. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Viçosa, MG, v. 18, n. 1, p. 13-19, 1989.
- AZEREDO, E. H. de; LIMA, E.; CASSINO, P. C. R. Ocorrência de *Trigona spinipes* (Fabr., 1793) (Hymenoptera: Apidae, Meliponinae) em resposta à fatores climáticos e doses de nitrogênio e potássio em duas cultivares de batateira. **Rev. Univ. Fed. Rur. Rio Janeiro (Ciências da Vida)**, v. 26, p. 10-23, 2006.
- BOMFIM, I. G. A.; CRUZ, D. de O.; FREITAS, B. M.; ARAGÃO, F. A. S. de. **Polinização em melancia com e sem semente**. Embrapa Agroindústria Tropical-Documents, Documentos, 168 (INFOTECA-E), 2014.
- BRAGA, K. S. M. **Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango (*Fragaria x ananassa* Duchesne-Rosaceae)**. 104 p. 2002. Tese (Doutorado) – Departamento de Ecologia. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.
- CHIARI, W. C.; TOLEDO, V. de A. A. de; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; OLIVEIRA, A. J. B. de; SAKAGUTI, E. S.; ATENCIA, V. M.; COSTA, F. M.; MITSUI, M. H. Pollination of soybean (*Glycine max* L. Merrill) by honeybees (*Apis mellifera* L.). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 1, p. 31-36, 2005.
- COSTA-MAIA, F. M.; LOURENÇO, D. A. L.; TOLEDO, V. A. A. Aspectos econômicos e sustentáveis da polinização por abelhas. **Sistemas de Produção Agropecuária (Ciências Agrárias, Animais e Florestais)**, p. 45-67, 2010.
- D'AVILA, M.; MARCHINI, L. C. Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. **Boletim de Indústria Animal**, v. 62, n. 1, p. 79-90, 2005.
- DE AZEVEDO COSTA, C. C.; DE OLIVEIRA, F. L. Polinização: serviços ecossistêmicos e o seu uso na agricultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 1-10, 2014.
- DE CASTRO, M. S. Bee fauna of some tropical and exotic fruits: potential pollinators and their conservation. In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ FONSECA, V. L. (Eds.). **Pollinating Bees: The Conservation Link Between Agriculture and Nature: Proceedings of the Workshop on the Conservation and Sustainable Use of Pollinators in Agriculture, with Emphasis on Bees**. Brasília: Ministry of Environment, 2002. p. 275-288.
- DO NASCIMENTO, A. S. Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores do feijão guandu no Recôncavo Baiano, Brasil. **Ciência Rural**, v. 37, n. 5, p. 1453-1457, set./out., 2007.
- DOS SANTOS, R. S. S.; SEBEN, V. H.; WOLFF, L. F. Visita floral de *Apis mellifera* L. em diferentes clones de cultivares de maçã Gala e Fuji e sua relação com variáveis meteorológicas em Vacaria, RS, Brasil. **Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata**, v. 112, n. 2, p. 114-122, 2013.



- DRUMOND, P. M.; CARDOSO, G. A. **As abelhas e a produção de sementes do amendoim forrageiro**. Embrapa Acre. Comunicado Técnico, 177. (INFOTECA-E), 2014.
- FALCÃO, M. de A.; PARALUPPI, N. D.; CLEMENT, C. R.; KERR, W. E.; SILVA, M. F. Phenology and yield of avocado (*Persea americana* Mill.) In central Amazonia. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 1, p. 3-9, 2001.
- FREITAS, B. M. Uso de programas racionais de polinização em áreas agrícolas. **Mensagem doce**, v. 46, p. 1-6, 1998.
- FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J. The role of wind and insects in cashew (*Anacardium occidentale*) pollination in NE Brazil. **The Journal of Agricultural Science**, v. 126, n. 3, p. 319-326, 1996.
- GAMITO, L. M.; SOUZA, D. T. M. Visitantes florais e produção de frutos em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 28, n. 4, p. 483-488, 2006.
- GIANNINI, T. C.; BOFF, S.; CORDEIRO, G. D.; CARTOLANO JUNIOR, E. A.; VEIGA, A. K.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. **Apidologie**, v. 46, n. 2, p. 209-223, 2015.
- HOFFMANN, M.; WITTMANN, D. **Estrutura e importância de uma comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) no Rio Grande do Sul, para a polinização de plantas cultivadas**. Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Entomologia). Universidade Federal do Paraná, 2010.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M.; GONÇALVES, L. S. A Iniciativa Brasileira de Polinizadores e os avanços para a compreensão do papel dos polinizadores como produtores de serviços ambientais. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 23, p. 100-106, 2007.
- LATTARO, L. H.; MALERBO-SOUZA, D. T. Polinização entomófila em abóbora caipira, *Cucurbita mixta* (Cucurbitaceae). Entomophilus pollination in pumpkins, *Cucurbita mixta* (Cucurbitaceae). **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 563-568, oct./dec., 2006.
- MAGALHÃES, C. B. **Introdução da abelha coletora de óleo (*Centris analis*) para polinização e aumento de produtividade de cultivos comerciais de acerola (*Malpighia emarginata* DC)**. 2012. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/10365>>.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; HALAK, A. L. Insects associated with the inflorescences of basil (*Ocimum basilicum* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 2, n. 2, p. 27-30, 2000.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H. Efeitos de atrativos e repelentes sobre o comportamento da abelha (*Apis mellifera* L.). **Scientia Agricola**, v. 55, n. 3, p. 388-394, 1998.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H. **Atrativo para as abelhas *Apis Mellifera* e polinização em café (*Coffea arabica* L.)**. 1997. Disponível em: <<http://www.internationalpollinators-initiative.org>>.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; TOLEDO, V. A. A.; STUCHI, A. C.; TOLEDO, J. de O. A. de. Estudo sobre a polinização do quiabeiro, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1281-1285, 2008. (2001)
- MALERBO-SOUZA, D. T.; TOLEDO, V. A. A.; SILVA, S. R. da; SOUSA, F. F. Polinização em flores de abacateiro (*Persea americana* Mill.). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 22, n. 4, p. 937-941, 2008 (2000). ISSN 1415-6814.



- MALERBO-SOUZA, D. T. *The corn pollen as a food source for honeybees*. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 4, p. 701-704, 2011.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; DE TOLEDO, V. A. A.; DE SENE PINTO, A. **Ecologia da polinização**. Piracicaba, SP: CP 2, 2008.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; HALAK, A. L. Agentes polinizadores e produção de grãos em cultura de café arábica cv. “Catuaí Vermelho”. **Científica**, v. 40, n. 1, p. 1-11, 2012.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; HALAK, A. L. Visitantes florais na cultura do limoeiro (*Citrus aurantifolia*), var. “Taiti”. Pró-Reitora de Pós-Graduação e Pesquisa. **Revista Ciência e Cultura**, v. 6, n. 2, p. 53, nov. 2010.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; TASINAFIO, R. H. Sazonalidade das abelhas africanizadas *Apis mellifera* L. na coleta de pólen e néctar. Pró-Reitora de Pós-Graduação e Pesquisa, **Revista Ciência e Cultura**, Barretos, v. 8, n. p. 49-54, 2012.
- MALERBO-SOUZA, D. T. et al. Abelhas visitantes nas flores da jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.) e produção de frutos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 1, p. 1-4, 2008. (2004) [DOI: 10.4025/actascianimsci. v26i1.1890]
- MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; DE TOLEDO, V. A. A. Insetos associados às flores de diferentes espécies de maracujá (*Passiflora* spp.). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 24, p. 1269-1274, 2008.
- MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. de C.; TEIXEIRA, E. W.; SILVA, E. C. A. da; RODRIGUES, R. R.; SOUZA, V. C. Plantas visitadas por abelhas africanizadas em duas localidades do estado de São Paulo. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 413-420, 2001.
- McGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, 1976.
- MELO, G. A. R.; VARASSIN, I. G.; VIEIRA, A. O. S.; MENEZES JUNIOR, A. de O.; LOWENBERG NETO, P.; BRESSAN, D. F.; ELBL, P. M.; MOREIRA, P. A.; OLIVEIRA, P. C. de; ZANON, M. M. F.; ANDRACIOLI, H. G.; XIMENES, B. M. S.; ALVES, D. S. M.; CERVIGNE, N. S.; PRADO, J.; IDE, A. K. **Polinizadores de maracujás no Paraná**. Subprojeto, v. 2, p. 89, 2005.
- MOMENTÉ, V. G.; PINTO, C. A. B. P. Seleção de clones de batata em famílias obtidas por cruzamentos biparentais, polinização livre e autofecundação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 11, p. 1319-1325, 1995.
- MONTEMOR, K. A.; SOUZA, D. T. M. Biodiversidade de polinizadores e biologia floral em cultura de berinjela (*Solanum melongena*). 2009.
- MORETI, A. D. C.; da SILVA, R. M. B.; da SILVA, E. C. A.; ALVES, M. L. T. M. F.; OTSUK, I. P. Aumento na produção de sementes de girassol (*Helianthus annuus*) pela ação de insetos polinizadores. **Scientia agrícola**, v. 53, n. 2/3, p. 280-284, 1996.
- MULLER, H. L. **Densidade e diversidade de insetos em lavouras de canola**. Rede Brasileira de Polinização, Canola; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.



- OLIVEIRA, M.L. de; CUNHA, J. A. Abelhas africanizadas *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae: Apinae) exploram recursos na floresta amazônica. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 3, p. 389-394, 2005.
- PINHEIRO, Á. R. F.; BENTO, N. C. S.; PINHEIRO, R. D.; CARVALHO, A. S.; COSTA, E. M. Levantamento Preliminar da Entomofauna Associada à Cultura da Bananeira com Manejo Agroecológico no Vale do Açu, RN. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN, 9.; 2013.
- RAMOS, A. R.; DA COSTA VIEIRA, G. H. Abelhas Visitantes da Cultura do Girassol (*Helianthus Annuus*) em Área de Cerrado. In: **Anais do ENIC...**, v. 1, n. 2, 2015.
- RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P.E.; MACHADO, I. C. (Org.). **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Editora Projeto Cultural, 2014.
- ROCHA, E. E. M. **A influência da mata nativa na diversidade e abundância de abelhas polinizadoras de cajueiros (*Anacardium occidentale* L.) em plantios comerciais**. 2013. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/15611>>.
- SANCHEZ JÚNIOR, L. B.; MALERBO-SOUZA, D. T. Frequência dos insetos na polinização e produção de algodão. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 4, p. 461-465, 2004.
- SATURNI, F. T. **Efeito da estrutura da paisagem sobre a diversidade de polinizadores e a efetividade da polinização do café**. 2015. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo.
- SERRA, B. V.; CAMPOS, L. O. Polinização Entomófila de Abobrinha (*Cucurbita moschata* Duchesne, Cucurbitaceae). **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 2, 2010.
- SILVA, P. N.; WITTER, S.; BOTTON, M. **Polinização com abelhas sem ferrão**. Embrapa Uva e Vinho- Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2016.
- SILVA, R. A.; FERNANDES, D.; LUCENA BEZERRA, L.; COSTA SILVA, W. S.; BARRETO DE LIMA, A.; Forrageamento de *Apis mellifera* L. em oiticica (*Licania rigida*). **Archivos de Zootecnia**, v. 59, n. 227, p. 443-445, 2010.
- SILVEIRA, T. M. T.; RASEIRA, M.; NAVA, D. E.; COUTO, M. Blueberry pollination in southern Brazil and their influence on fruit quality. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 081-088, 2011.
- SILVEIRA, T. M. T. **Polinização em amoreira-preta (*Rubus* sp.), mirtilo (*Vaccinium ashei*) e ameixeira japonesa (*Prunus salicina*)**. 89 f. 2008. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fruticultura de Clima temperado. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.
- SIQUEIRA, K. M. M.; MARTINS, C. F.; KIILL, L. H. P.; SILVA, L. T. Estudo comparativo da polinização em variedades de aceroleiras (*Malpighia emarginata* DC, Malpighiaceae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 18-25, 2011.
- SORIA, S. de J. O papel das abelhas sem ferrão (Meliponinae) na polinização do cacauzeiro na América Tropical. **Revista Theobroma** (Brasil) v. 5, n. 1, p. 12-20, 1975.
- SOUZA, D. T. M.; TADEU, A. M.; BETTINI, P. C.; TOLEDO, V. A. A. Importância dos insetos na produção de melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.) Cucurbitaceae. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 21, p. 579-583, 2008.



- SOUZA, D. T. M.; HALAK, A. L. Comportamento de forrageamento de abelhas e outros insetos nas panículas da mangueira (*Mangifera indica* L.) e produção de frutos. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, v. 31, n. 3, p. 335-341, 2009. [DOI:10.4025/actascianimsci.v31i3.6678.]
- SOUZA, D. L.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; PINTO, M.S.C. As Abelhas Como Agentes Polinizadores (The Bees Agents Pollinizer's). Redvet. **Revista electrónica de Veterinária**, v. 1695, p. 7504, 2007.
- SOUZA, L.; CAMPOS, M. J. de O. Composition and diversity of bees (Hymenoptera) attracted by Moericke traps in an agricultural area in Rio Claro, state of São Paulo, Brasil. **Iheringia**, Série Zoologia, v. 98, n. 2, p. 236-243, 2008.
- TOLEDO, V. A. A.; CHAMBÓ, E. D.; HALAK, A. L.; FAQUINELLO, P.; PARPINELLI, R. S. **Biologia floral e polinização em girassol (*Helianthus annuus* L.) por abelhas africanizadas**. CEP, v. 85960, p. 000, 2011.
- TOLEDO, V. A. A.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; BAITALA, T. V.; COSTA-MAIA, F. M.; PEREIRA, H. L.; HALAK, A. L.; CHAMBÓ, E. D.; MALERBO-SOUZA, D. T. Pollination by honeybees (*Apis mellifera* L.) in orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 12, n. 4, p. 236-246, 2013.
- TOREZANI, K. R. de S. **Polinização da aboboreira (*Cucurbita pepo* L.): um estudo sobre a comunidade de abelhas em sistemas orgânicos e convencionais de produção no Distrito Federal**. 2015. 72 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília.
- USDA (United States Department of Agriculture). **Attractiveness of Agricultural Crops to Pollinating Bees for the Collection of Nectar and/or Pollen**. 2015. Disponível em: <http://www.ree.usda.gov/ree/news/Attractiveness_of_Agriculture_crops_to_pollinating_bees_Report-FINAL.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2016.
- VIANA, B. F.; SILVA, F. O. Polinização por abelhas em agroecossistemas. In: **Anais do XVI Congresso Brasileiro de Apicultura e II Congresso Brasileiro de Meliponicultura**. CD-ROM. Aracaju/SE. 2006.
- VIEIRA, P. F. S. P.; CRUZ, D. O.; GOMES, M. F. M.; CAMPOS, L. A. O.; LIMA, J. E. Valor econômico da polinização por abelhas mamangavas no cultivo do maracujá-amarelo. Revibec: **Revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica**, v. 15, p. 43-53, 2010.
- VILHENA, A. M. G. F. **Polinizadores da aceroleira (*Malpighia emarginata* DC., Malpighiaceae) em área do Triângulo Mineiro: riqueza de espécies, nicho trófico, conservação e manejo**. 2009. 72 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.
- VILHENA, A. M. G. F.; AUGUSTO, S. C. Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no Triângulo Mineiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, Supplement 1, p. 14-23, nov. 2007.
- YAMAMOTO, M.; OLIVEIRA, P. E.; GAGLIANONE, M. C. (Coord.). Capítulo 10 - Polinização e polinizadores de maracujá no Paraná. In: **Uso sustentável e restauração da diversidade dos polinizadores autóctones na agricultura e nos ecossistemas relacionados: planos de manejo**. Brasília: MMA, 2014. 404 p.



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL