



APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	


**APÊNDICE 1: TABELAS E EQUAÇÕES REFERÊNCIA UTILIZADAS PARA
CÁLCULO DA ESTIMATIVA DE EXPOSIÇÃO DE OPERADORES,
TRABALHADORES DE REENTRADA, RESIDENTES E TRANSEUNTES**

SIGLAS

µg	Micrograma
AAOEL	Nível de Exposição Ocupacional Aguda Aceitável (AAOEL – Acute Acceptable Operator Exposure Level)
AOEL	Nível de Exposição Ocupacional Aceitável (Acceptable Operator Exposure Level)
AOEM	Modelo de Exposição do Operador Agrícola (AOEM-Agricultural Operator Exposure Model)
BfR	Instituto Federal Alemão para Avaliação do Risco (BfR-Bundesinstitut für Risikobewertung)
COC	Capacidade Operacional de Campo
CPD	Concentração do Produto Diluído
CT	Coeficiente de Transferência
CV	Concentração de Vapor
d:	Intervalo de Reentrada
D:	Deriva
DT50	Dissipação ou meia – vida
e:	Número de Euler
EBRD	Eficiência do Bico Redutor de Deriva
ECP	Exposição Cutânea Padrão
EDCR	Exposição Diária Cutânea de Reentrada
EDIR	Exposição Diária Inalatória de Reentrada
EIP	Exposição Inalatória Padrão
FAE	Fator atividade-específica
FAM	Fator de Aplicação Múltipla
FARL	Fator de Ajuste de Roupas Leves
FES	Fator de Exposição de Saliva
Freq:	Frequência de Eventos Mão-boca
g	Grama
ha	Hectare
i:	Menor Intervalo entre as Aplicações (dias)
k:	$\ln(2)/DT50$
kg	Quilograma
L	Litro
mg	Miligrama
mL	Mililitro
n:	Número Máximo de Aplicações
ND	Não Disponível


APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

P1, P2 e P3	Filtros utilizados em respiradores com manutenção
PC	Peso Corpóreo
PFF	Peça Facial Filtrante
PFF1	Peça semifacial filtrante (PFF1) para proteção das vias respiratórias contra poeiras e névoas;
PFF2	Peça semifacial filtrante (PFF2) para proteção das vias respiratórias contra poeiras, névoas e fumos;
PFF3	Peça semifacial filtrante (PFF3) para proteção das vias respiratórias contra poeiras, névoas, fumos e radionuclídeos;
PM	Peso molecular
PV	Pressão de vapor
R:	Constante dos Gases
RCD	Resíduo do Capulho Deslocável
RFD	Resíduo Foliar Deslocável
ROD	Resíduo do Objeto Deslocável
RTT	Resíduo do Turfe Transferível
SM	Superfície da Mão Colocada na Boca
SVC	Concentração do Vapor Saturado (<i>Saturated Vapour Concentration</i>)
T:	Temperatura
TAC	Taxa de Absorção Cutânea
TAI	Taxa de Absorção Inalatória
TAO	Taxa de Absorção Oral
TE	Tempo de Exposição da atividade
TIG	Taxa de Ingestão de Grama
TRA	Taxa Respiratória Aguda
TRC	Taxa Respiratória Crônica


APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

SUMÁRIO


SUMÁRIO	3
INÍCIO	6
TABELA 1: Nível de Proteção - Siglas	6
TABELA 2: Fatores de Proteção Respiratória (%)	6
TABELA 3: Capacidade Operacional de Campo (COC) (ha/dia)	6
ABA ENTRADA DE DADOS	7
EQUAÇÃO 1: CÁLCULO DO AOEL	7
EQUAÇÃO 2: TAXA MÁXIMA DE APLICAÇÃO DE INGREDIENTE ATIVO (KG I.A./HA)	7
ABA OPERADOR	7
EQUAÇÃO 3: QUANTIDADE TOTAL DE I.A. MANIPULADO (KG)	7
EQUAÇÃO 4: EXPOSIÇÃO CUTÂNEA SUBCRÔNICA (MG/KG PC/DIA)	7
EQUAÇÃO 5: EXPOSIÇÃO INALATÓRIA SUBCRÔNICA (MG/KG PC/DIA)	7
EQUAÇÃO 6: %AOEL CUTÂNEO (ESTUDO VIA ORAL)	8
EQUAÇÃO 7: %AOEL CUTÂNEO (ESTUDO VIA ESPECÍFICA)	8
EQUAÇÃO 8: %AOEL INALATÓRIO (ESTUDO VIA ORAL)	8
EQUAÇÃO 9: %AOEL INALATÓRIO (ESTUDO VIA ESPECÍFICA)	8
EQUAÇÃO 10: %AOEL TOTAL C: VIA ORAL E I: VIA ORAL	8
EQUAÇÃO 11: %AOEL TOTAL C: VIA ORAL E I: VIA ESPECÍFICA	8
EQUAÇÃO 12: %AOEL TOTAL C: VIA ESPECÍFICA E I: VIA ORAL	8
EQUAÇÃO 13: %AOEL TOTAL C: VIA ESPECÍFICA E I: VIA ESPECÍFICA	8
EQUAÇÃO 14: EXPOSIÇÃO CUTÂNEA AGUDA (MG/KG PC)	8
EQUAÇÃO 15: EXPOSIÇÃO INALATÓRIA AGUDA (MG/KG PC)	8
EQUAÇÃO 16: %AAOEL CUTÂNEO	9
EQUAÇÃO 17: %AAOEL INALATÓRIO	9
EQUAÇÃO 18: %AAOEL TOTAL	9
ABA TRABALHADOR - RFD	10
EQUAÇÃO 19: CÁLCULO DA EXPOSIÇÃO DIÁRIA CUTÂNEA DE REENTRADA	10
EQUAÇÃO 20: RESÍDUO FOLIAR DESLOCÁVEL INICIAL	10
EQUAÇÃO 21: FAM (FATOR DE APLICAÇÃO MÚLTIPLA)	10
EQUAÇÃO 22: RESÍDUO FOLIAR DESLOCÁVEL APÓS A N-ÉSIMA APLICAÇÃO	10
EQUAÇÃO 23: CÁLCULO DO INTERVALO DE REENTRADA	11

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

ABA TRABALHADOR - RTT	11
EQUAÇÃO 24: CÁLCULO DA EXPOSIÇÃO DIÁRIA CUTÂNEA DE REENTRADA	11
EQUAÇÃO 25: RESÍDUO DO TURFE TRANSFERÍVEL INICIAL	12
EQUAÇÃO 26: FAM (FATOR DE APLICAÇÃO MÚLTIPLA)	12
EQUAÇÃO 27: RESÍDUO DO TURFE TRANSFERÍVEL APÓS A N-ÉSIMA APLICAÇÃO	12
EQUAÇÃO 28: CÁLCULO DO INTERVALO DE REENTRADA	13
ABA TRABALHADOR - RCD	13
EQUAÇÃO 29: CÁLCULO DA EXPOSIÇÃO DIÁRIA CUTÂNEA DE REENTRADA	13
EQUAÇÃO 30: RESÍDUO DO CAPULHO DESLOCÁVEL INICIAL	13
EQUAÇÃO 31: FAM (FATOR DE APLICAÇÃO MÚLTIPLA)	14
EQUAÇÃO 32: RESÍDUO DO CAPULHO DESLOCÁVEL APÓS A N-ÉSIMA APLICAÇÃO	14
EQUAÇÃO 33: CÁLCULO DO INTERVALO DE REENTRADA	14
ABA TRABALHADOR - ESTUFA	15
EQUAÇÃO 34: CÁLCULO DA EXPOSIÇÃO DIÁRIA CUTÂNEA DE REENTRADA	15
EQUAÇÃO 35: RESÍDUO FOLIAR DESLOCÁVEL INICIAL	15
EQUAÇÃO 36: FAM (FATOR DE APLICAÇÃO MÚLTIPLA)	15
EQUAÇÃO 37: RESÍDUO FOLIAR DESLOCÁVEL APÓS A N-ÉSIMA APLICAÇÃO	15
EQUAÇÃO 38: CÁLCULO DA EXPOSIÇÃO DIÁRIA INALATÓRIA DE REENTRADA	16
TABELA 4: Fator inalatório atividade-específica em estufa (FAE) (mg/h)/(kg i.a. aplicado/ha)	16
EQUAÇÃO 39: CÁLCULO DO INTERVALO DE REENTRADA	17
ABA RESIDENTES E TRANSEUNTES	18
EQUAÇÃO 40: EXPOSIÇÃO SUBCRÔNICA DE RESIDENTES ATRAVÉS DA DERIVA	18
TABELA 5: Exposições Cutânea e Inalatória Padrão (mL) – Percentil 75	18
TABELA 6: Exposições Cutânea e Inalatória Padrão (mL) – Média	18
EQUAÇÃO 41: EXPOSIÇÃO SUBCRÔNICA DE RESIDENTES ATRAVÉS DO VAPOR	19
EQUAÇÃO 42: CONCENTRAÇÃO DE VAPOR SATURADO (SVC - SATURATED VAPOUR CONCENTRATION)	19

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

EQUAÇÃO 43: EXPOSIÇÃO SUBCRÔNICA DE RESIDENTES ATRAVÉS DE DEPÓSITOS SUPERFICIAIS – VIA CUTÂNEA (ADULTOS E CRIANÇAS)	19
EQUAÇÃO 44: EXPOSIÇÃO SUBCRÔNICA DE RESIDENTES ATRAVÉS DE DEPÓSITOS SUPERFICIAIS – VIA ORAL MÃO-BOCA (CRIANÇAS).....	19
EQUAÇÃO 45: EXPOSIÇÃO SUBCRÔNICA DE RESIDENTES ATRAVÉS DE DEPÓSITOS SUPERFICIAIS – VIA ORAL OBJETO-BOCA (CRIANÇAS)	20
TABELA 7: Deriva (%) - Percentil 75/77 e Média/Mediana	20
EQUAÇÃO 46: EXPOSIÇÃO AGUDA DE TRANSEUNTES ATRAVÉS DA DERIVA	20
TABELA 8: Exposições Cutânea e Inalatória Padrão (mL) – Percentil 95	21
EQUAÇÃO 47: EXPOSIÇÃO AGUDA DE TRANSEUNTES ATRAVÉS DO VAPOR	21
EQUAÇÃO 48: CONCENTRAÇÃO DE VAPOR SATURADO (SVC - SATURATED VAPOUR CONCENTRATION).....	21
EQUAÇÃO 49: EXPOSIÇÃO AGUDA DE TRANSEUNTES ATRAVÉS DE DEPÓSITOS SUPERFICIAIS – VIA CUTÂNEA (ADULTOS E CRIANÇAS)	21
EQUAÇÃO 50: EXPOSIÇÃO AGUDA DE TRANSEUNTES ATRAVÉS DE DEPÓSITOS SUPERFICIAIS – VIA ORAL MÃO-BOCA (CRIANÇAS).....	22
EQUAÇÃO 51: EXPOSIÇÃO AGUDA DE TRANSEUNTES ATRAVÉS DE DEPÓSITOS SUPERFICIAIS – VIA ORAL OBJETO-BOCA (CRIANÇAS)	22
TABELA 9: Deriva (%) - Percentil 90/95	22

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

INÍCIO

TABELA 1: Nível de Proteção - Siglas

Avental de nível C3	AVC3
Bico Redutor de Deriva	BRD
Cabine	Cab.
EPI de nível C2	C2
Embalagem Hidrossolúvel	Emb.H
Exposição Potencial	ExPot
Luvas	L
Luvas	L*
Equipamento de Proteção Respiratória classe PFF1/P1 (80% de proteção)	PFF1/P1
Equipamento de Proteção Respiratória classe PFF2/P2 (94% de proteção)	PFF2/P2
Equipamento de Proteção Respiratória classe PFF3/P3 (99% de proteção)	PFF3/P3
Equipamento de Proteção Respiratória classe P3 (99,95% de proteção)	P3
Sistema Fechado	Sist.F
Vestimenta Simples de Trabalho	VT

L*: Nos cenários de Aplicação do modelo europeu, a exposição calculada para as mãos considerando a presença de EPI (luvas) é baseada e representativa de um conjunto de dados que contempla:

- Mãos protegidas permanentemente por luvas;
- Mãos protegidas parcialmente por luvas (luvas usadas durante manutenção/limpeza, cabine fechada);
- Mãos desprotegidas (cabine fechada, sem atividades de manutenção/limpeza).


Referência: BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung, German Federal Institute for Risk Assessment), 2013. Joint development of a new Agricultural Operator Exposure Model, BfR, Berlin. p.19. Disponível em: <https://www.bfr.bund.de/cm/350/joint-development-of-a-new-agricultural-operator-exposure-model.pdf>

TABELA 2: Fatores de Proteção Respiratória (%)

PFF1/P1	80%
PFF2/P2	94%
PFF3/P3	99%
P3	99,95%

TABELA 3: Capacidade Operacional de Campo (COC) (ha/dia)

Pulverizador Aéreo - Grande Porte	656
Pulverizador Aéreo - Pequeno Porte	395
Pulverizador Autopropelido	161
Pulverizador Tratorizado de Barra - Arrasto	65
Pulverizador Tratorizado de Barra - Montado	34
Pulverizador Tratorizado de Barra - Jato Dirigido/Culturas Perenes	15
Turbopulverizador - Arrasto	16,8
Turbopulverizador - Montado	11
Manual - Costal	1,45
Manual - Estacionário/Semi-estacionário	4
Manual - Estacionário/Semi-estacionário - Gramados	2
Manual - Costal - Estufa	1
Manual - Estacionário/Semi-estacionário - Estufa	1

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

ABA ENTRADA DE DADOS

EQUAÇÃO 1: CÁLCULO DO AOEL

Estudo via específica

Ponto de Partida (mg/kg pc/dia) / Fator de Incerteza

Estudo via oral (absorção oral menor que 80%)

Ponto de Partida (mg/kg pc/dia) * Absorção Oral (%) / Fator de Incerteza

Estudo via oral (absorção oral maior ou igual a 80%)

Ponto de Partida (mg/kg pc/dia) / Fator de Incerteza

EQUAÇÃO 2: TAXA MÁXIMA DE APLICAÇÃO DE INGREDIENTE ATIVO (KG I.A./HA)

Quando a unidade da dose de produto é L/ha

Dose Máxima de Aplicação do Produto * Concentração do Ingrediente Ativo no Produto (g/L ou g/kg) / 1000

Quando a unidade da dose de produto é kg/ha

Dose Máxima de Aplicação do Produto * Concentração do Ingrediente Ativo no Produto (g/L ou g/kg) / 1000

Quando a unidade da dose de produto é mL/100 L

Máximo Volume de Calda (L/ha) / 100 * Dose Máxima de Aplicação do Produto / 1000 * Concentração do Ingrediente Ativo no Produto (g/L ou g/kg) / 1000

Quando a unidade da dose de produto é g/100 L

Máximo Volume de Calda (L/ha) / 100 * Dose Máxima de Aplicação do Produto / 1000 * Concentração do Ingrediente Ativo no Produto (g/L ou g/kg) / 1000

ABA OPERADOR

EQUAÇÃO 3: QUANTIDADE TOTAL DE I.A. MANIPULADO (KG)

Taxa Máxima de Aplicação (kg i.a./ha) * COC (ha/dia)

EQUAÇÃO 4: EXPOSIÇÃO CUTÂNEA SUBCRÔNICA (MG/KG PC/DIA)

Quantidade total de i.a. manipulado (kg) * Unidade de Exposição Cutânea subcrônica (µg/kg i.a.) * Absorção Cutânea⁽¹⁾ (%) / Peso Corpóreo (kg) / 1000

⁽¹⁾: Absorção Cutânea do produto concentrado para atividades de "Mistura e Abastecimento"; do produto diluído para atividades de "Aplicação" e o maior valor para atividades de "Mistura, Abastecimento e Aplicação". Caso o estudo de referência para o AOEL cutâneo seja do tipo Via Específica, é considerada a Absorção Cutânea de 100% nessa equação.

Nota 1: Para a atividade de Mistura e Abastecimento de equipamento Costal (exceto em estufa), a equação é:


Unidade de Exposição Cutânea subcrônica (µg i.a.) * Absorção Cutânea (%) / Peso Corpóreo (kg) / 1000

Nota 2: Para as atividades com Pulverizador Autopropelido, Turbopulverizador e para a atividade de Mistura e Abastecimento de equipamento Manual-Estacionário/Semi-estacionário (exceto em gramados e em estufa), as exposições são calculadas tendo como fundamento as equações do modelo AOEM (BfR, 2013, p.43) disponíveis em: <https://www.bfr.bund.de/cm/350/joint-development-of-a-new-agricultural-operator-exposure-model.pdf>

EQUAÇÃO 5: EXPOSIÇÃO INALATÓRIA SUBCRÔNICA (MG/KG PC/DIA)

Quantidade total de i.a. manipulado (kg) * Unidade de Exposição Inalatória subcrônica (µg/kg i.a.) * Absorção Inalatória⁽¹⁾ (%) / Peso Corpóreo (kg) / 1000

⁽¹⁾: Caso o estudo de referência para o AOEL inalatório seja do tipo Via Específica, é considerada a Absorção Inalatória de 100% nessa equação.

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

Nota 1: Para a atividade de Mistura e Abastecimento de equipamento Costal (exceto em estufa), a equação é:
 Unidade de Exposição Inalatória subcrônica ($\mu\text{g i.a.}$) * Absorção Inalatória (%) / Peso Corpóreo (kg) / 1000

Nota 2: Para as atividades com Pulverizador Autopropelido, Turbopulverizador e para a atividade de Mistura e Abastecimento de equipamento Manual-Estacionário/Semi-estacionário (exceto em gramados e em estufa), as exposições são calculadas tendo como fundamento as equações do modelo AOEM (BfR, 2013, p.43) disponíveis em: <https://www.bfr.bund.de/cm/350/joint-development-of-a-new-agricultural-operator-exposure-model.pdf>

EQUAÇÃO 6: %AOEL CUTÂNEO (ESTUDO VIA ORAL)

Exposição Cutânea subcrônica (mg/kg pc/dia) / AOEL cutâneo (mg/kg pc/dia) se o estudo for via oral * 100

EQUAÇÃO 7: %AOEL CUTÂNEO (ESTUDO VIA ESPECÍFICA)

Exposição Cutânea subcrônica (mg/kg pc/dia) / AOEL cutâneo (mg/kg pc/dia) se o estudo for via específica * 100

EQUAÇÃO 8: %AOEL INALATÓRIO (ESTUDO VIA ORAL)

Exposição Inalatória subcrônica (mg/kg pc/dia) / AOEL inalatório (mg/kg pc/dia) se o estudo for via oral * 100

EQUAÇÃO 9: %AOEL INALATÓRIO (ESTUDO VIA ESPECÍFICA)

Exposição Inalatória subcrônica (mg/kg pc/dia) / AOEL inalatório (mg/kg pc/dia) se o estudo for via específica * 100

EQUAÇÃO 10: %AOEL TOTAL C: VIA ORAL E I: VIA ORAL

%AOEL cutâneo (estudo via oral) + %AOEL inalatório (estudo via oral)

EQUAÇÃO 11: %AOEL TOTAL C: VIA ORAL E I: VIA ESPECÍFICA

%AOEL cutâneo (estudo via oral) + %AOEL inalatório (estudo via específica)

EQUAÇÃO 12: %AOEL TOTAL C: VIA ESPECÍFICA E I: VIA ORAL

%AOEL cutâneo (estudo via específica) + %AOEL inalatório (estudo via oral)

EQUAÇÃO 13: %AOEL TOTAL C: VIA ESPECÍFICA E I: VIA ESPECÍFICA

%AOEL cutâneo (estudo via específica) + %AOEL inalatório (estudo via específica)

EQUAÇÃO 14: EXPOSIÇÃO CUTÂNEA AGUDA (MG/KG PC)

Quantidade total de i.a. manipulado (kg) * Unidade de Exposição Cutânea aguda ($\mu\text{g/kg i.a.}$) * Absorção Cutânea⁽¹⁾ (%) / Peso Corpóreo (kg) / 1000

⁽¹⁾: Absorção Cutânea do produto concentrado para atividades de "Mistura e Abastecimento"; do produto diluído para atividades de "Aplicação" e o maior valor para atividades de "Mistura, Abastecimento e Aplicação".

Nota 1: Para a atividade de Mistura e Abastecimento de equipamento Costal (exceto em estufa), a equação é:
 Unidade de Exposição Cutânea aguda ($\mu\text{g i.a.}$) * Absorção Cutânea (%) / Peso Corpóreo (kg) / 1000


Nota 2: Para as atividades com Pulverizador Autopropelido, Turbopulverizador e para a atividade de Mistura e Abastecimento de equipamento Manual-Estacionário/Semi-estacionário (exceto em gramados e em estufa), as exposições são calculadas tendo como fundamento as equações do modelo AOEM (BfR, 2013, p.44) disponíveis em: <https://www.bfr.bund.de/cm/350/joint-development-of-a-new-agricultural-operator-exposure-model.pdf>

EQUAÇÃO 15: EXPOSIÇÃO INALATÓRIA AGUDA (MG/KG PC)

Quantidade total de i.a. manipulado (kg) * Unidade de Exposição Inalatória aguda ($\mu\text{g/kg i.a.}$) * Absorção Inalatória (%) / Peso Corpóreo (kg) / 1000

Nota 1: Para a atividade de Mistura e Abastecimento de equipamento Costal (exceto em estufa), a equação é:
 Unidade de Exposição Inalatória aguda ($\mu\text{g i.a.}$) * Absorção Inalatória (%) / Peso Corpóreo (kg) / 1000

Nota 2: Para as atividades com Pulverizador Autopropelido, Turbopulverizador e para a atividade de Mistura e Abastecimento de equipamento Manual-Estacionário/Semi-estacionário (exceto em gramados e em estufa), as exposições são calculadas tendo como fundamento as equações do modelo AOEM (BfR, 2013, p.44) disponíveis em: <https://www.bfr.bund.de/cm/350/joint-development-of-a-new-agricultural-operator-exposure-model.pdf>

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

EQUAÇÃO 16: %AAOEL CUTÂNEO


Exposição Cutânea aguda (mg/kg pc) / AAOEL cutâneo (mg/kg pc) * 100

EQUAÇÃO 17: %AAOEL INALATÓRIO

Exposição Inalatória aguda (mg/kg pc) / AAOEL inalatório (mg/kg pc) * 100

EQUAÇÃO 18: %AAOEL TOTAL

%AAOEL cutâneo + %AAOEL inalatório

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

ABA TRABALHADOR - RFD

EQUAÇÃO 19: CÁLCULO DA EXPOSIÇÃO DIÁRIA CUTÂNEA DE REENTRADA

$$EDCR = \frac{CT \times RFD \times TE \times TAC \times 0,001}{PC}$$

Onde:

EDCR: Exposição Diária Cutânea de Reentrada (mg i.a./kg pc/dia)

CT: Coeficiente de Transferência da atividade (cm²/h)

RFD: Resíduo Foliar Deslocável (µg/cm²)

TE: Tempo de Exposição da atividade (h/dia)

TAC: Taxa de Absorção Cutânea (% expressa em valor absoluto) *Exemplo: 10% = 0,1*. Caso o estudo de referência para o AOEL cutâneo seja do tipo Via Específica, é considerada a Absorção Cutânea de 100% nessa equação.

PC: Peso Corpóreo (kg)

0,001: Conversão de µg (do RFD) para mg, fazendo com que a unidade final seja mg i.a./kg pc/dia

EQUAÇÃO 20: RESÍDUO FOLIAR DESLOCÁVEL INICIAL

$$RFD_{\text{inicial}} = TA \times RFD0$$

Onde:

RFD_{inicial}: Resíduo Foliar Deslocável inicial (µg/cm²)

TA: Taxa Máxima de Aplicação (kg i.a./ha)

RFD0: Valor padrão para cálculo de RFD ((µg/cm²)/(kg i.a. aplicado/ha))

EQUAÇÃO 21: FAM (FATOR DE APLICAÇÃO MÚLTIPLA)

$$FAM = \frac{1 - e^{-nki}}{1 - e^{-ki}}$$

Onde:

FAM: Fator de Aplicação Múltipla

e: número de Euler (2,71828182845905...)

n: número máximo de aplicações

k = ln(2)/DT50

i: menor intervalo entre as aplicações (dias)

EQUAÇÃO 22: RESÍDUO FOLIAR DESLOCÁVEL APÓS A N-ÉSIMA APLICAÇÃO

$$RFD_{\text{n-ésima aplicação}} = RFD_{\text{inicial}} \times FAM$$


Onde:

RFD_{n-ésima aplicação}: Resíduo Foliar Deslocável após a n-ésima aplicação (µg/cm²)

RFD_{inicial}: Resíduo Foliar Deslocável inicial (µg/cm²)

FAM: Fator de Aplicação Múltipla

• **Passo a passo:** A calculadora não operacionaliza situações em que há variação das taxas de aplicação e/ou intervalo entre as aplicações. Nessas situações, o cálculo para chegar na RFD_{n-ésima aplicação} deverá ser realizado passo a passo, manualmente, seguindo a equação:

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

$$\begin{aligned}
 RFD_{1^a \text{ aplicação}} &= TA_{1^a \text{ aplicação}} \times RFD0 \\
 RFD_{2^a \text{ aplicação}} &= RFD_{1^a \text{ aplicação}} \times e^{-k \times \text{intervalo entre a 1ª e a 2ª aplicação em dias}} + TA_{2^a \text{ aplicação}} \times RFD0 \\
 RFD_{3^a \text{ aplicação}} &= RFD_{2^a \text{ aplicação}} \times e^{-k \times \text{intervalo entre a 2ª e a 3ª aplicação em dias}} + TA_{3^a \text{ aplicação}} \times RFD0 \\
 RFD_{4^a \text{ aplicação}} &= RFD_{3^a \text{ aplicação}} \times e^{-k \times \text{intervalo entre a 3ª e a 4ª aplicação em dias}} + TA_{4^a \text{ aplicação}} \times RFD0 \\
 &(\dots) \\
 RFD_{n\text{-ésima aplicação}} &= RFD_{n-1 \text{ aplicação}} \times e^{-k \times \text{intervalo entre a } n-1 \text{ e a } n\text{-ésima aplicação em dias}} + TA_{n\text{-ésima aplicação}} \times RFD0
 \end{aligned}$$

$$RFD = RFD_{n\text{-ésima aplicação}} \times e^{-k \times \text{Intervalo de Reentrada}}$$

$$EDCR = \frac{CT \times RFD \times TE \times TAC \times 0,001}{PC}$$

Onde:

RFD: Resíduo Foliar Deslocável ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

TA: Taxa de Aplicação (kg i.a./ha)

RFD0: Valor padrão para cálculo de RFD ($(\mu\text{g}/\text{cm}^2)/(\text{kg i.a. aplicado/ha})$)

e: número de Euler (2,71828182845905...)

k = $\ln(2)/DT50$

DT50: Meia vida (dias)

dias: Intervalo de Reentrada em dias

EQUAÇÃO 23: CÁLCULO DO INTERVALO DE REENTRADA

Intervalo de Reentrada (dias)

$$= \frac{\ln((AOEL \text{ cutâneo} / (((TA \times RFD0 \times n \times CT \times TE \times TAC \times 0,001) / PC) / AOEL \text{ cutâneo}) \times AOEL \text{ cutâneo} / n)) / FAM)}{-(\ln(2) / DT50)}$$

Onde:

AOEL cutâneo: *Acceptable Operator Exposure Level* cutâneo (mg/kg pc/dia)

TA: Taxa Máxima de Aplicação (kg i.a./ha)

RFD0: Valor padrão para cálculo de RFD ($(\mu\text{g}/\text{cm}^2)/(\text{kg i.a. aplicado/ha})$)

n: número máximo de aplicações

CT: Coeficiente de Transferência (cm^2/h)

TE: Tempo de Exposição (h/dia)

TAC: Taxa de Absorção Cutânea (%). Caso o estudo de referência para o AOEL cutâneo seja do tipo Via Específica, é considerada a Absorção Cutânea de 100% nessa equação.

0,001: Fator de Conversão de μg para mg

PC: Peso Corpóreo (kg)

FAM: Fator de Aplicação Múltipla*

DT50: meia-vida (dias)

*FAM (Fator de Aplicação Múltipla) calculado conforme segue:

$$FAM = \frac{1 - e^{-nki}}{1 - e^{-ki}}$$

Onde:

e: número de Euler (2,71828182845905...)

n: número máximo de aplicações

k = $\ln(2)/DT50$


i: menor intervalo entre as aplicações (dias)

ABA TRABALHADOR - RTT

EQUAÇÃO 24: CÁLCULO DA EXPOSIÇÃO DIÁRIA CUTÂNEA DE REENTRADA

$$EDCR = \frac{CT \times RTT \times TE \times TAC \times 0,001}{PC}$$

Onde:

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

EDCR: Exposição Diária Cutânea de Reentrada (mg i.a./kg pc/dia)

CT: Coeficiente de Transferência da atividade (cm²/h)

RTT: Resíduo do Turfe Transferível (µg/cm²)

TE: Tempo de Exposição da atividade (h/dia)

TAC: Taxa de Absorção Cutânea (% expressa em valor absoluto) *Exemplo: 10% = 0,1*. Caso o estudo de referência para o AOEL cutâneo seja do tipo Via Específica, é considerada a Absorção Cutânea de 100% nessa equação.

PC: Peso Corpóreo (kg)

0,001: Conversão de µg (do RTT) para mg, fazendo com que a unidade final seja mg i.a./kg pc/dia

EQUAÇÃO 25: RESÍDUO DO TURFE TRANSFERÍVEL INICIAL

$$RTT_{\text{inicial}} = TA \times RTT0$$

Onde:

RTT_{inicial}: Resíduo do Turfe Transferível inicial (µg/cm²)

TA: Taxa Máxima de Aplicação (kg i.a./ha)

RTT0: Valor padrão para cálculo de RTT ((µg/cm²)/(kg i.a. aplicado/ha))

EQUAÇÃO 26: FAM (FATOR DE APLICAÇÃO MÚLTIPLA)

$$FAM = \frac{1 - e^{-nki}}{1 - e^{-ki}}$$

Onde:

FAM: Fator de Aplicação Múltipla

e: número de Euler (2,71828182845905...)

n: número máximo de aplicações

k = ln(2)/DT50

i: menor intervalo entre as aplicações (dias)

EQUAÇÃO 27: RESÍDUO DO TURFE TRANSFERÍVEL APÓS A N-ÉSIMA APLICAÇÃO

$$RTT_{\text{n-ésima aplicação}} = RTT_{\text{inicial}} \times FAM$$

Onde:

RTT_{n-ésima aplicação}: Resíduo do Turfe Transferível após a n-ésima aplicação (µg/cm²)

RTT_{inicial}: Resíduo do Turfe Transferível inicial (µg/cm²)

FAM: Fator de Aplicação Múltipla

• **Passo a passo:** A calculadora não operacionaliza situações em que há variação das taxas de aplicação e/ou intervalo entre as aplicações. Nessas situações, o cálculo para chegar na RTT_{n-ésima aplicação} deverá ser realizado passo a passo, manualmente, seguindo a equação:

$$RTT_{1^{\text{a}} \text{ aplicação}} = TA_{1^{\text{a}} \text{ aplicação}} \times RTT0$$

$$RTT_{2^{\text{a}} \text{ aplicação}} = RTT_{1^{\text{a}} \text{ aplicação}} \times e^{-k \times \text{intervalo entre a 1ª e a 2ª aplicação em dias}} + TA_{2^{\text{a}} \text{ aplicação}} \times RTT0$$

$$RTT_{3^{\text{a}} \text{ aplicação}} = RTT_{2^{\text{a}} \text{ aplicação}} \times e^{-k \times \text{intervalo entre a 2ª e a 3ª aplicação em dias}} + TA_{3^{\text{a}} \text{ aplicação}} \times RTT0$$

$$RTT_{4^{\text{a}} \text{ aplicação}} = RTT_{3^{\text{a}} \text{ aplicação}} \times e^{-k \times \text{intervalo entre a 3ª e a 4ª aplicação em dias}} + TA_{4^{\text{a}} \text{ aplicação}} \times RTT0$$


(...)

$$RTT_{\text{n-ésima aplicação}} = RTT_{\text{n-1 aplicação}} \times e^{-k \times \text{intervalo entre a n-1 e a n-ésima aplicação em dias}} + TA_{\text{n-ésima aplicação}} \times RTT0$$

$$RTT = RTT_{\text{n-ésima aplicação}} \times e^{-k \times \text{Intervalo de Reentrada}}$$

$$EDCR = \frac{CT \times RTT \times TE \times TAC \times 0,001}{PC}$$

Onde:

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

RTT: Resíduo do Turfe Transferível ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
TA: Taxa de Aplicação (kg i.a./ha)
RTT0: Valor padrão para cálculo de RTT ($(\mu\text{g}/\text{cm}^2)/(\text{kg i.a. aplicado/ha})$)
e: número de Euler (2,71828182845905...)
 $k = \ln(2)/DT50$
DT50: Meia vida (dias)
dias: Intervalo de Reentrada em dias

EQUAÇÃO 28: CÁLCULO DO INTERVALO DE REENTRADA

Intervalo de Reentrada (dias)

$$= \frac{\ln((\text{AOEL cutâneo}/(((\text{TA} \times \text{RTT0} \times n \times \text{CT} \times \text{TE} \times \text{TAC} \times 0,001)/\text{PC})/\text{AOEL cutâneo}) \times \text{AOEL cutâneo}/n))/\text{FAM})}{-(\ln(2) / \text{DT50})}$$

Onde:

AOEL cutâneo: *Acceptable Operator Exposure Level* cutâneo (mg/kg pc/dia)
TA: Taxa Máxima de Aplicação (kg i.a./ha)
RTT0: Valor padrão para cálculo de RTT ($(\mu\text{g}/\text{cm}^2)/(\text{kg i.a. aplicado/ha})$)
n: número máximo de aplicações
CT: Coeficiente de Transferência (cm^2/h)
TE: Tempo de Exposição (h/dia)
TAC: Taxa de Absorção Cutânea (%). Caso o estudo de referência para o AOEL cutâneo seja do tipo Via Específica, é considerada a Absorção Cutânea de 100% nessa equação.
0,001: Fator de Conversão de μg para mg
PC: Peso Corpóreo (kg)
FAM: Fator de Aplicação Múltipla*
DT50: meia-vida (dias)

*FAM (Fator de Aplicação Múltipla) calculado conforme segue:

$$\text{FAM} = \frac{1 - e^{-nki}}{1 - e^{-ki}}$$

Onde:

e: número de Euler (2,71828182845905...)
n: número máximo de aplicações
 $k = \ln(2)/DT50$
i: menor intervalo entre as aplicações (dias)

ABA TRABALHADOR - RCD

EQUAÇÃO 29: CÁLCULO DA EXPOSIÇÃO DIÁRIA CUTÂNEA DE REENTRADA

$$\text{EDCR} = \frac{\text{CT} \times \text{RCD} \times \text{TE} \times \text{TAC} \times 0,001}{\text{PC}}$$

Onde:


EDCR: Exposição Diária Cutânea de Reentrada (mg i.a./kg pc/dia)
CT: Coeficiente de Transferência da atividade (g/h)
RCD: Resíduo do Capulho Deslocável ($\mu\text{g/g}$)
TE: Tempo de Exposição da atividade (h/dia)
TAC: Taxa de Absorção Cutânea (%). Caso o estudo de referência para o AOEL cutâneo seja do tipo Via Específica, é considerada a Absorção Cutânea de 100% nessa equação.
PC: Peso Corpóreo (kg)
0,001: Conversão de μg (do RCD) para mg , fazendo com que a unidade final seja mg i.a./kg pc/dia

EQUAÇÃO 30: RESÍDUO DO CAPULHO DESLOCÁVEL INICIAL

$$\text{RCD}_{\text{inicial}} = \text{TA} \times \text{RCD0}$$

Onde:

RCD_{inicial}: Resíduo do Capulho Deslocável inicial ($\mu\text{g/g}$)
TA: Taxa Máxima de Aplicação (kg i.a./ha)
RCD0: Valor padrão para cálculo de RCD ($(\mu\text{g/g})/(\text{kg i.a. aplicado/ha})$)

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

EQUAÇÃO 31: FAM (FATOR DE APLICAÇÃO MÚLTIPLA)

$$FAM = \frac{1 - e^{-nki}}{1 - e^{-ki}}$$

Onde:

FAM: Fator de Aplicação Múltipla

e: número de Euler (2,71828182845905...)

n: número máximo de aplicações

k = ln(2)/DT50

i: menor intervalo entre as aplicações (dias)

EQUAÇÃO 32: RESÍDUO DO CAPULHO DESLOCÁVEL APÓS A N-ÉSIMA APLICAÇÃO

$$RCD_{n-ésima\ aplicação} = RCD_{inicial} \times FAM$$

Onde:

RCD_{n-ésima aplicação}: Resíduo do Capulho Deslocável após a n-ésima aplicação (µg/g)

RCD_{inicial}: Resíduo do Capulho Deslocável inicial (µg/g)

FAM: Fator de Aplicação Múltipla

• **Passo a passo:** A calculadora não operacionaliza situações em que há variação das taxas de aplicação e/ou intervalo entre as aplicações. Nessas situações, o cálculo para chegar na RCD_{n-ésima aplicação} deverá ser realizado passo a passo, manualmente, seguindo a equação:

$$RCD_{1ª\ aplicação} = TA_{1ª\ aplicação} \times RCD0$$

$$RCD_{2ª\ aplicação} = RCD_{1ª\ aplicação} \times e^{-k \times \text{intervalo entre a 1ª e a 2ª aplicação em dias}} + TA_{2ª\ aplicação} \times RCD0$$

$$RCD_{3ª\ aplicação} = RCD_{2ª\ aplicação} \times e^{-k \times \text{intervalo entre a 2ª e a 3ª aplicação em dias}} + TA_{3ª\ aplicação} \times RCD0$$

$$RCD_{4ª\ aplicação} = RCD_{3ª\ aplicação} \times e^{-k \times \text{intervalo entre a 3ª e a 4ª aplicação em dias}} + TA_{4ª\ aplicação} \times RCD0$$

(...)

$$RCD_{n-ésima\ aplicação} = RCD_{n-1\ aplicação} \times e^{-k \times \text{intervalo entre a n-1 e a n-ésima aplicação em dias}} + TA_{n-ésima\ aplicação} \times RCD0$$

$$RCD = RCD_{n-ésima\ aplicação} \times e^{-k \times \text{Intervalo de Reentrada}}$$

$$EDCR = \frac{CT \times RCD \times TE \times TAC \times 0,001}{PC}$$

Onde:

RCD: Resíduo do Capulho Deslocável (µg/g)

TA: Taxa de Aplicação (kg i.a./ha)

RCD0: Valor padrão para cálculo de RCD ((µg/g)/(kg i.a. aplicado/ha))

e: número de Euler (2,71828182845905...)

k = ln(2)/DT50

DT50: Meia vida (dias)

dias: Intervalo de Reentrada em dias

EQUAÇÃO 33: CÁLCULO DO INTERVALO DE REENTRADA


Intervalo de Reentrada (dias)

$$= \frac{\ln((AOEL\text{ cutâneo}/(((TA \times RCD0 \times n \times CT \times TE \times TAC \times 0,001)/PC)/AOEL\text{ cutâneo}) \times AOEL\text{ cutâneo}/n))/FAM}{-(\ln(2) / DT50)}$$

Onde:

AOEL cutâneo: *Acceptable Operator Exposure Level* cutâneo (mg/kg pc/dia)

TA: Taxa Máxima de Aplicação (kg i.a./ha)

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

RCD0: Valor padrão para cálculo de RCD ((µg/g)/(kg i.a. aplicado/ha))
n: número máximo de aplicações
CT: Coeficiente de Transferência (g/h)
TE: Tempo de Exposição (h/dia)
TAC: Taxa de Absorção Cutânea (%). Caso o estudo de referência para o AOEL cutâneo seja do tipo Via Específica, é considerada a Absorção Cutânea de 100% nessa equação.
0,001: Fator de Conversão de µg para mg
PC: Peso Corpóreo (kg)
FAM: Fator de Aplicação Múltipla*
DT50: meia-vida (dias)

*FAM (Fator de Aplicação Múltipla) calculado conforme segue:

$$FAM = \frac{1 - e^{-nki}}{1 - e^{-ki}}$$

Onde:

e: número de Euler (2,71828182845905...)

n: número máximo de aplicações

k = ln(2)/DT50

i: menor intervalo entre as aplicações (dias)

ABA TRABALHADOR - ESTUFA

EQUAÇÃO 34: CÁLCULO DA EXPOSIÇÃO DIÁRIA CUTÂNEA DE REENTRADA

$$EDCR = \frac{CT \times RFD \times TE \times TAC \times 0,001}{PC}$$

Onde:

EDCR: Exposição Diária Cutânea de Reentrada (mg i.a./kg pc/dia)

CT: Coeficiente de Transferência da atividade (cm²/h)

RFD: Resíduo Foliar Deslocável (µg/cm²)

TE: Tempo de Exposição da atividade (h/dia)

TAC: Taxa de Absorção Cutânea (% expressa em valor absoluto) *Exemplo: 10% = 0,1*. Caso o estudo de referência para o AOEL cutâneo seja do tipo Via Específica, é considerada a Absorção Cutânea de 100% nessa equação.

PC: Peso Corpóreo (kg)

0,001: Conversão de µg (do RFD) para mg, fazendo com que a unidade final seja mg i.a./kg pc/dia

EQUAÇÃO 35: RESÍDUO FOLIAR DESLOCÁVEL INICIAL

$$RFD_{\text{inicial}} = TA \times RFD0$$

Onde:

RFD_{inicial}: Resíduo Foliar Deslocável inicial (µg/cm²)

TA: Taxa Máxima de Aplicação (kg i.a./ha)

RFD0: Valor padrão para cálculo de RFD ((µg/cm²)/(kg i.a. aplicado/ha))

EQUAÇÃO 36: FAM (FATOR DE APLICAÇÃO MÚLTIPLA)

$$FAM = \frac{1 - e^{-nki}}{1 - e^{-ki}}$$

Onde:

FAM: Fator de Aplicação Múltipla


e: número de Euler (2,71828182845905...)

n: número máximo de aplicações

k = ln(2)/DT50

i: menor intervalo entre as aplicações (dias)

EQUAÇÃO 37: RESÍDUO FOLIAR DESLOCÁVEL APÓS A N-ÉSIMA APLICAÇÃO

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

$$RFD_{n\text{-ésima aplicação}} = RFD_{\text{inicial}} \times FAM$$

Onde:

$RFD_{n\text{-ésima aplicação}}$: Resíduo Foliar Deslocável após a n-ésima aplicação ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

RFD_{inicial} : Resíduo Foliar Deslocável inicial ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

FAM: Fator de Aplicação Múltipla

• **Passo a passo:** A calculadora não operacionaliza situações em que há variação das taxas de aplicação e/ou intervalo entre as aplicações. Nessas situações, o cálculo para chegar na $RFD_{n\text{-ésima aplicação}}$ deverá ser realizado passo a passo, manualmente, seguindo a equação:

$$RFD_{1^{\text{a aplicação}}} = TA_{1^{\text{a aplicação}}} \times RFD_0$$

$$RFD_{2^{\text{a aplicação}}} = RFD_{1^{\text{a aplicação}}} \times e^{-k \times \text{intervalo entre a 1ª e a 2ª aplicação em dias}} + TA_{2^{\text{a aplicação}}} \times RFD_0$$

$$RFD_{3^{\text{a aplicação}}} = RFD_{2^{\text{a aplicação}}} \times e^{-k \times \text{intervalo entre a 2ª e a 3ª aplicação em dias}} + TA_{3^{\text{a aplicação}}} \times RFD_0$$

$$RFD_{4^{\text{a aplicação}}} = RFD_{3^{\text{a aplicação}}} \times e^{-k \times \text{intervalo entre a 3ª e a 4ª aplicação em dias}} + TA_{4^{\text{a aplicação}}} \times RFD_0$$

$$(\dots)$$

$$RFD_{n\text{-ésima aplicação}} = RFD_{n-1 \text{ aplicação}} \times e^{-k \times \text{intervalo entre a n-1 e a n-ésima aplicação em dias}} + TA_{n\text{-ésima aplicação}} \times RFD_0$$

$$RFD = RFD_{n\text{-ésima aplicação}} \times e^{-k \times \text{Intervalo de Reentrada}}$$

$$EDCR = \frac{CT \times RFD \times TE \times TAC \times 0,001}{PC}$$

Onde:

RFD: Resíduo Foliar Deslocável ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

TA: Taxa de Aplicação (kg i.a./ha)

RFD_0 : Valor padrão para cálculo de RFD ($(\mu\text{g}/\text{cm}^2)/(\text{kg i.a. aplicado/ha})$)

e: número de Euler (2,71828182845905...)

$k = \ln(2)/DT50$ foliar

DT50 foliar: meia-vida foliar (dias)

dias: Intervalo de Reentrada em dias

EQUAÇÃO 38: CÁLCULO DA EXPOSIÇÃO DIÁRIA INALATÓRIA DE REENTRADA

$$EDIR = \frac{\left((TA \times FAE \times TE) \times e^{-k \times \text{dias}} \right) \times TAI}{PC}$$

Onde:

EDIR: Exposição Diária Inalatória de Reentrada (mg i.a./kg pc/dia)

TA: Taxa Máxima de Aplicação (kg i.a./ha)

FAE: Fator inalatório atividade-específica em estufa (mg/h)/(kg i.a. aplicado/ha)

TE: Tempo de Exposição da atividade (h/dia)

e: número de Euler (2,71828182845905...)

$k = \ln(2)/DT50$ no ar

DT50 no ar: meia-vida no ar (dias)


dias: Intervalo de Reentrada em dias

TAI: Taxa de Absorção Inalatória (% expressa em valor absoluto) *Exemplo: 100% = 1*. Caso o estudo de referência para o AOEL inalatório seja do tipo Via Específica, é considerada a Absorção Inalatória de 100% nessa equação.

PC: Peso Corpóreo (kg)

TABELA 4: Fator inalatório atividade-específica em estufa (FAE) (mg/h)/(kg i.a. aplicado/ha)

Colheita manual	0,1
Demais atividades	0,01

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

EQUAÇÃO 39: CÁLCULO DO INTERVALO DE REENTRADA

Para Trabalhador-Estufa, como são avaliadas duas vias de exposição (cutânea e inalatória) e atuam dois valores independentes de meia-vida (DT50 foliar e DT50 no ar), não é possível derivar uma fórmula única para o cálculo direto do Intervalo de Reentrada como nos casos anteriores. Dessa forma, a “%AOEL total” no dia “d” deve ser calculada conforme abaixo até que se encontre um Intervalo de Reentrada “d” cuja “%AOEL total” seja ≤ 100%. Esse processo é automatizado na calculadora.

$$\%AOEL \text{ total} = \left(\left(\frac{TA \times RFD0 \times FAM \times e^{-((\ln(2)/DT50 \text{ foliar}) \times d)} \times CT \times TE \times TAC \times 0,001/PC}{AOEL \text{ cutâneo}} \right) \times 100 \right) + \left(\left(\frac{TA \times FAE \times TE \times e^{-((\ln(2)/DT50 \text{ no ar}) \times d)} \times TAI/PC}{AOEL \text{ inalatório}} \right) \times 100 \right)$$

Onde:

TA: Taxa Máxima de Aplicação (kg i.a./ha)

RFD0: Valor padrão para cálculo de RFD ((µg/cm²)/(kg i.a. aplicado/ha))

FAM: Fator de Aplicação Múltipla*

DT50 foliar: meia-vida foliar (dias)

d: Intervalo de Reentrada (dias)

CT: Coeficiente de Transferência (cm²/h)

TE: Tempo de Exposição (h/dia)

TAC: Taxa de Absorção Cutânea (%). Caso o estudo de referência para o AOEL cutâneo seja do tipo Via Específica, é considerada a Absorção Cutânea de 100% nessa equação.

0,001: Fator de Conversão de µg para mg

PC: Peso Corpóreo (kg)

AOEL cutâneo: *Acceptable Operator Exposure Level* cutâneo (mg/kg pc/dia)

FAE: Fator inalatório atividade-específica em estufa ((mg/h)/(kg i.a. aplicado/ha))

DT50 no ar: meia-vida no ar (dias)

TAI: Taxa de Absorção Inalatória (%). Caso o estudo de referência para o AOEL inalatório seja do tipo Via Específica, é considerada a Absorção Inalatória de 100% nessa equação.

AOEL inalatório: *Acceptable Operator Exposure Level* inalatório (mg/kg pc/dia)

*FAM (Fator de Aplicação Múltipla) calculado conforme segue:

$$FAM = \frac{1 - e^{-nki}}{1 - e^{-ki}}$$


Onde:

e: número de Euler (2,71828182845905...)

n: número máximo de aplicações

k = ln(2)/DT50 foliar

i: menor intervalo entre as aplicações (dias)

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

ABA RESIDENTES E TRANSEUNTES

EQUAÇÃO 40: EXPOSIÇÃO SUBCRÔNICA DE RESIDENTES ATRAVÉS DA DERIVA

Exposição (mg/kg pc/dia) = Exposição cutânea + Exposição inalatória

Onde:

Exposição cutânea (mg/kg pc/dia) = (ECP x TAC x (100% - FARL)) x (100% - EBRD) x CPD/PC

Exposição inalatória (mg/kg pc/dia) = EIP x TAI x (100% - EBRD) x CPD/PC

ECP: Exposição Cutânea Padrão (mL) - Percentil 75 ou Média*

EIP: Exposição Inalatória Padrão (mL) - Percentil 75 ou Média*

Tabela 5 e 6: Quando calculado o Percentil 75, utilizar a tabela 5. Quando calculado a média, utilizar a tabela 6.

TAC: Taxa de Absorção Cutânea (%). Caso o estudo de referência para o AOEL cutâneo seja do tipo Via Específica, é considerada a Absorção Cutânea de 100% nessa equação.

TAI: Taxa de Absorção Inalatória (%). Caso o estudo de referência para o AOEL inalatório seja do tipo Via Específica, é considerada a Absorção Inalatória de 100% nessa equação.

FARL: Fator de Ajuste de Roupas Leves (%) **[Adultos: 18% | Crianças: 18%]**

EBRD: Eficiência do Bico Redutor de Deriva, se aplicável (%) **[50%]**

CPD: Concentração do Produto Diluído (g/L)

PC: Peso Corpóreo (kg) **[Adultos combinados; Mulheres; Homens: 70; 67; 73 | Crianças: 12]**

*Considerar o Percentil 75 para avaliar a via de exposição "Deriva" de forma isolada e a Média para avaliar as "Vias de exposição combinadas".

TABELA 5: Exposições Cutânea e Inalatória Padrão (mL) – Percentil 75


Percentil 75	Exposição Cutânea Padrão (mL)		Exposição Inalatória Padrão (mL)	
	<u>Adulto</u>	<u>Criança</u>	<u>Adulto</u>	<u>Criança</u>
<u>Aplicação para baixo (BREAM)</u>				
2 m	0,47	0,33	0,00012	0,00016
5 m	0,24	0,22	0,00011	0,00012
10 m	0,20	0,18	0,00010	0,00010
<u>Aplicação para cima (Lloyd et al. 1987)</u>				
2-3 m	ND	ND	ND	ND
5 m	5,63	1,717	0,0021	0,00105
10 m	5,63	1,717	0,0021	0,00105

ND: Não Disponível

TABELA 6: Exposições Cutânea e Inalatória Padrão (mL) – Média

Média	Exposição Cutânea Padrão (mL)		Exposição Inalatória Padrão (mL)	
	<u>Adulto</u>	<u>Criança</u>	<u>Adulto</u>	<u>Criança</u>
<u>Aplicação para baixo (BREAM)</u>				
2 m	0,22	0,18	0,00011	0,00012
5 m	0,12	0,12	0,00009	0,00010
10 m	0,11	0,10	0,00008	0,00008
<u>Aplicação para cima (Lloyd et al. 1987)</u>				
2-3 m	ND	ND	ND	ND
5 m	3,68	1,12	0,0017	0,00085
10 m	3,68	1,12	0,0017	0,00085

ND: Não Disponível

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

EQUAÇÃO 41: EXPOSIÇÃO SUBCRÔNICA DE RESIDENTES ATRAVÉS DO VAPOR

$$\text{Exposição (mg/kg pc/dia)} = \text{CV} \times \text{TRC} \times \text{TAI} \times \text{PC/PC}$$

Onde:

CV: Concentração de Vapor Padrão ou Saturado* (mg/m³)

TRC: Taxa Respiratória Crônica (m³/dia/kg pc) [**Adulto: 0,23 | Criança: 0,67**]

TAI: Taxa de Absorção Inalatória (%). Caso o estudo de referência para o AOEL inalatório seja do tipo Via Específica, é considerada a Absorção Inalatória de 100% nessa equação.

PC: Peso Corpóreo (kg) [**Adultos combinados; Mulheres; Homens: 70; 67; 73 | Crianças: 12**]

*Concentração de Vapor Padrão:

Pressão de Vapor < 0,005 Pascal:	0,001 mg/m ³
Pressão de Vapor ≥ 0,005 Pascal:	0,015 mg/m ³

Considerar a Concentração de Vapor Saturado se essa for menor que a Concentração de Vapor Padrão.

EQUAÇÃO 42: CONCENTRAÇÃO DE VAPOR SATURADO (SVC - SATURATED VAPOUR CONCENTRATION)

$$\text{SVC (mg/m}^3\text{)} = (\text{PM} \times \text{PV}) / (\text{R} \times \text{T}) \times 1000$$

Onde:

PM: Peso Molecular (g/mol)

PV: Pressão de Vapor (Pascal)

R: Constante dos Gases = 8,31451 J x mol⁻¹ x K⁻¹

T: Temperatura = 293 K (=20°C)

1000: Fator de Conversão de g para mg

EQUAÇÃO 43: EXPOSIÇÃO SUBCRÔNICA DE RESIDENTES ATRAVÉS DE DEPÓSITOS SUPERFICIAIS – VIA CUTÂNEA (ADULTOS E CRIANÇAS)

$$\text{Exposição (mg/kg pc/dia)} = \text{TA} \times \text{RTT0} \times \text{D} \times \text{CT} \times \text{TE} \times \text{TAC} \times (100\% - \text{EBRD}) \times 0,001/\text{PC}$$

Onde:

TA: Taxa de Aplicação (kg i.a./ha)

RTT0: Resíduo do Turfe Transferível (µg/cm²)/(kg i.a. aplicado/ha) [**0,1**]

D: Deriva (%) - Percentil 75/77 ou Média/Mediana*

CT: Coeficiente de Transferência (cm²/h) [**Adulto: 7300 | Criança: 2226**]

TE: Tempo de Exposição (h) [**2h**]

TAC: Taxa de Absorção Cutânea (%) [**maior valor entre produto concentrado e produto diluído**]. Caso o estudo de referência para o AOEL cutâneo seja do tipo Via Específica, é considerada a Absorção Cutânea de 100% nessa equação.

EBRD: Eficiência do Bico Redutor de Deriva, se aplicável (%) [**50%**]

0,001: Fator de Conversão de µg para mg

PC: Peso Corpóreo [**Adultos combinados; Mulheres; Homens: 70; 67; 73 | Crianças: 12**]

*Considerar o Percentil 75/77 para avaliar a via de exposição de forma isolada e a Média/Mediana para avaliar as "Vias de exposição combinadas".

EQUAÇÃO 44: EXPOSIÇÃO SUBCRÔNICA DE RESIDENTES ATRAVÉS DE DEPÓSITOS SUPERFICIAIS – VIA ORAL MÃO-BOCA (CRIANÇAS)

$$\text{Exposição (mg/kg pc/dia)} = \text{TA} \times \text{RTT0} \times \text{D} \times \text{FES} \times \text{SM} \times \text{Freq} \times \text{TE} \times \text{TAO} \times (100\% - \text{EBRD}) \times 0,001/\text{PC}$$

Onde:

TA: Taxa de Aplicação (kg i.a./ha)

RTT0: Resíduo do Turfe Transferível (µg/cm²)/(kg i.a. aplicado/ha) [**0,1**]

D: Deriva (%) - Percentil 75/77 ou Média/Mediana*


FES: Fator de Extração da Saliva (%) [**50%**]

SM: Superfície da Mão Colocada na Boca (cm²) [**23**]

Freq: Frequência de eventos mão-boca (eventos/h) [**9,5**]

TE: Tempo de Exposição (h) [**2h**]

TAO: Taxa de Absorção Oral (%) [**se ≥ 80%, considerar 100%**]

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

EBRD: Eficiência do Bico Redutor de Deriva, se aplicável (%) [50%]

0,001: Fator de Conversão de µg para mg

PC: Peso Corpóreo [12]

*Considerar o Percentil 75/77 para avaliar a via de exposição de forma isolada e a Média/Mediana para avaliar as “Vias de exposição combinadas”.

EQUAÇÃO 45: EXPOSIÇÃO SUBCRÔNICA DE RESIDENTES ATRAVÉS DE DEPÓSITOS SUPERFICIAIS – VIA ORAL OBJETO-BOCA (CRIANÇAS)

$$\text{Exposição (mg/kg pc/dia)} = (\text{TA} \times 0,01) \times \text{D} \times \text{ROD} \times \text{TIG} \times \text{TAO} \times (100\% - \text{EBRD})/\text{PC}$$

Onde:

TA: Taxa de Aplicação (kg i.a./ha)

0,01: Fator de Conversão de kg/ha para mg/cm²

D: Deriva (%) - Percentil 75/77 ou Média/Mediana*. Vide tabela 7.

ROD: Resíduo do Objeto Deslocável (%) [20%]

TIG: Taxa de Ingestão de Grama (cm²/dia) [25]

TAO: Taxa de Absorção Oral (%) [se ≥ 80%, considerar 100%]

EBRD: Eficiência do Bico Redutor de Deriva, se aplicável (%) [50%]

PC: Peso Corpóreo [12]

*Considerar o Percentil 75/77 para avaliar a via de exposição de forma isolada e a Média/Mediana para avaliar as “Vias de exposição combinadas”.

TABELA 7: Deriva (%) - Percentil 75/77 e Média/Mediana

Deriva (%)	Percentil 75	Média
<u>BREAM</u>		
Culturas aráveis - 2-3m	5,6%	4,1%
Culturas aráveis - 5m	2,3%	1,8%
Culturas aráveis - 10m	1,3%	1,0%
<u>Ganzelmeier/Rautmann</u>	Percentil 77	Mediana
Culturas frutíferas, sem folhas - 2-3m	23,96%	18,96%
Culturas frutíferas, sem folhas - 5m	15,79%	11,69%
Culturas frutíferas, sem folhas - 10m	8,96%	6,07%
Culturas frutíferas, folhagem densa - 2-3m	11,01%	6,96%
Culturas frutíferas, folhagem densa - 5m	6,04%	3,73%
Culturas frutíferas, folhagem densa - 10m	2,67%	1,6%
Uva - 2-3m	6,90%	5,25%
Uva - 5m	3,07%	2,32%
Uva - 10m	1,02%	0,77%
Lúpulo - 2-3m	15,93%	9,95%
Lúpulo - 5m	8,57%	5,91%
Lúpulo - 10m	3,70%	2,91%

EQUAÇÃO 46: EXPOSIÇÃO AGUDA DE TRANSEUNTES ATRAVÉS DA DERIVA

$$\text{Exposição (mg/kg pc)} = \text{Exposição cutânea} + \text{Exposição inalatória}$$


Onde:

Exposição cutânea (mg/kg pc) = (ECP x TAC x (100% - FARL)) x (100% - EBRD) x CPD/PC

Exposição inalatória (mg/kg pc) = EIP x TAI x (100% - EBRD) x CPD/PC

ECP: Exposição Cutânea Padrão (mL) - Percentil 95. Vide tabela 8.

EIP: Exposição Inalatória Padrão (mL) - Percentil 95. Vide tabela 8.

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

TAC: Taxa de Absorção Cutânea (%)

TAI: Taxa de Absorção Inalatória (%)

FARL: Fator de Ajuste de Roupas Leves (%) **[Adultos: 18% | Crianças: 18%]**

EBRD: Eficiência do Bico Redutor de Deriva, se aplicável (%) **[50%]**

CPD: Concentração do Produto Diluído (g/L)

PC: Peso Corpóreo (kg) **[Adultos combinados; Mulheres; Homens: 70; 67; 73 | Crianças: 12]**

TABELA 8: Exposições Cutânea e Inalatória Padrão (mL) – Percentil 95

Percentil 95	Exposição Cutânea Padrão (mL)		Exposição Inalatória Padrão (mL)	
	Adulto	Criança	Adulto	Criança
<u>Aplicação para baixo (BREAM)</u>				
2 m	1,21	0,74	0,00060	0,00135
5 m	0,57	0,48	0,00058	0,00100
10 m	0,48	0,39	0,00062	0,00091
<u>Aplicação para cima (Lloyd et al. 1987)</u>				
2-3 m	ND	ND	ND	ND
5 m	12,9	3,93	0,0044	0,0035
10 m	12,9	3,93	0,0044	0,0035

ND: Não Disponível

EQUAÇÃO 47: EXPOSIÇÃO AGUDA DE TRANSEUNTES ATRAVÉS DO VAPOR

$$\text{Exposição (mg/kg pc)} = \text{CV} \times \text{TRA} \times \text{TE} \times \text{TAI} \times \text{PC/PC}$$

Onde:

CV: Concentração de Vapor Padrão ou Saturado* (mg/m³)

TRA: Taxa Respiratória Aguda (m³/h/kg pc) **[Adulto: 0,041 | Criança: 0,190]**

TE: Tempo de Exposição (h) **[2h]**

TAI: Taxa de Absorção Inalatória (%)

PC: Peso Corpóreo (kg) **[Adultos combinados; Mulheres; Homens: 70; 67; 73 | Crianças: 12]**

*Concentração de Vapor Padrão:

Pressão de Vapor < 0,005 Pascal:	0,001 mg/m ³
Pressão de Vapor ≥ 0,005 Pascal:	0,015 mg/m ³

Considerar a Concentração de Vapor Saturado se essa for menor que a Concentração de Vapor Padrão.

EQUAÇÃO 48: CONCENTRAÇÃO DE VAPOR SATURADO (SVC - SATURATED VAPOUR CONCENTRATION)

$$\text{SVC (mg/m}^3\text{)} = (\text{PM} \times \text{PV}) / (\text{R} \times \text{T}) \times 1000$$

Onde:

PM: Peso Molecular (g/mol)

PV: Pressão de Vapor (Pascal)


R: Constante dos Gases = 8,31451 J x mol⁻¹ x K⁻¹

T: Temperatura = 293 K (=20°C)

1000: Fator de Conversão de g para mg

EQUAÇÃO 49: EXPOSIÇÃO AGUDA DE TRANSEUNTES ATRAVÉS DE DEPÓSITOS SUPERFICIAIS – VIA CUTÂNEA (ADULTOS E CRIANÇAS)

$$\text{Exposição (mg/kg pc)} = \text{TA} \times \text{RTT0} \times \text{D} \times \text{CT} \times \text{TE} \times \text{TAC} \times (100\% - \text{EBRD}) \times 0,001/\text{PC}$$

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

Onde:

TA: Taxa de Aplicação (kg i.a./ha)

RTT0: Resíduo do Turfe Transferível ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)/(kg i.a. aplicado/ha) [0,1]

D: Deriva (%) - Percentil 90/95

CT: Coeficiente de Transferência (cm^2/h) [Adulto: 14500 | Criança: 4421]

TE: Tempo de Exposição (h) [2h]

TAC: Taxa de Absorção Cutânea (%) [maior valor entre produto concentrado e produto diluído]

EBRD: Eficiência do Bico Redutor de Deriva, se aplicável (%) [50%]

0,001: Fator de Conversão de μg para mg

PC: Peso Corpóreo [Adultos combinados; Mulheres; Homens: 70; 67; 73 | Crianças: 12]

EQUAÇÃO 50: EXPOSIÇÃO AGUDA DE TRANSEUNTES ATRAVÉS DE DEPÓSITOS SUPERFICIAIS – VIA ORAL MÃO-BOCA (CRIANÇAS)

Exposição (mg/kg pc) = TA x RTT0 x D x FES x SM x Freq x TE x TAO x (100% - EBRD) x 0,001/PC

Onde:

TA: Taxa de Aplicação (kg i.a./ha)

RTT0: Resíduo do Turfe Transferível ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)/(kg i.a. aplicado/ha) [0,1]

D: Deriva (%) - Percentil 90/95

FES: Fator de Extração da Saliva (%) [50%]

SM: Superfície da Mão Colocada na Boca (cm^2) [23]

Freq: Frequência de eventos mão-boca (eventos/h) [20]

TE: Tempo de Exposição (h) [2h]

TAO: Taxa de Absorção Oral (%) [se $\geq 80\%$, considerar 100%]

EBRD: Eficiência do Bico Redutor de Deriva, se aplicável (%) [50%]

0,001: Fator de Conversão de μg para mg

PC: Peso Corpóreo [12]

EQUAÇÃO 51: EXPOSIÇÃO AGUDA DE TRANSEUNTES ATRAVÉS DE DEPÓSITOS SUPERFICIAIS – VIA ORAL OBJETO-BOCA (CRIANÇAS)

Exposição (mg/kg pc) = (TA x 0,01) x D x ROD x TIG x TAO x (100% - EBRD)/PC

Onde:

TA: Taxa de Aplicação (kg i.a./ha)

0,01: Fator de Conversão de kg/ha para mg/cm^2

D: Deriva (%) - Percentil 90/95. Vide tabela 9.

ROD: Resíduo do Objeto Deslocável (%) [20%]

TIG: Taxa de Ingestão de Grama (cm^2/dia) [25]


TAO: Taxa de Absorção Oral (%) [se $\geq 80\%$, considerar 100%]

EBRD: Eficiência do Bico Redutor de Deriva, se aplicável (%) [50%]

PC: Peso Corpóreo [12]

TABELA 9: Deriva (%) - Percentil 90/95

Deriva (%)	Percentil 95
BREAM	
Culturas aráveis - 2-3m	8,5%
Culturas aráveis - 5m	3,5%
Culturas aráveis - 10m	1,9%
Ganzelmeier/Rautmann	Percentil 90
Culturas frutíferas, sem folhas - 2-3m	29,20%
Culturas frutíferas, sem folhas - 5m	19,89%
Culturas frutíferas, sem folhas - 10m	11,81%
Culturas frutíferas, folhagem densa - 2-3m	15,73%

APÊNDICE	Versão 1.0 – rev. 01- 03/11/2025
Calculadora Integrada avaliAR	

Culturas frutíferas, folhagem densa - 5m	8,41%
Culturas frutíferas, folhagem densa - 10m	3,60%
Uva - 2-3m	8,02%
Uva - 5m	3,62%
Uva - 10m	1,23%
Lúpulo - 2-3m	19,33%
Lúpulo - 5m	11,57%
Lúpulo - 10m	5,77%

----- FIM -----