



FÓRUM INTERNACIONAL  
INOVAÇÃO PARA  
SUSTENTABILIDADE  
NA AGRICULTURA

# Segurança alimentar e o uso de defensivos

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elizabeth Nascimento  
Toxicologia, FCF/USP/SP





FÓRUM INTERNACIONAL  
INOVAÇÃO PARA  
SUSTENTABILIDADE  
NA AGRICULTURA

# Segurança alimentar e o uso de defensivos

## Sumário

1. Considerações sobre alimentos
2. Considerações sobre substancias tóxicas em alimentos
3. Praguicidas/Defensivos Agrícolas/Agroquímicos/Agrotóxicos
4. Considerações sobre riscos associados aos resíduos presentes em alimentos
6. Programas de avaliação de resíduos



Alimentos são uma necessidade vital e também fonte de prazer, e nesta segundo contexto, são ao mesmo tempo nossa redenção e nossa perdição, indo diretamente do jardim do Éden à obesidade, diabetes, problemas cardiovasculares, intoxicações ....

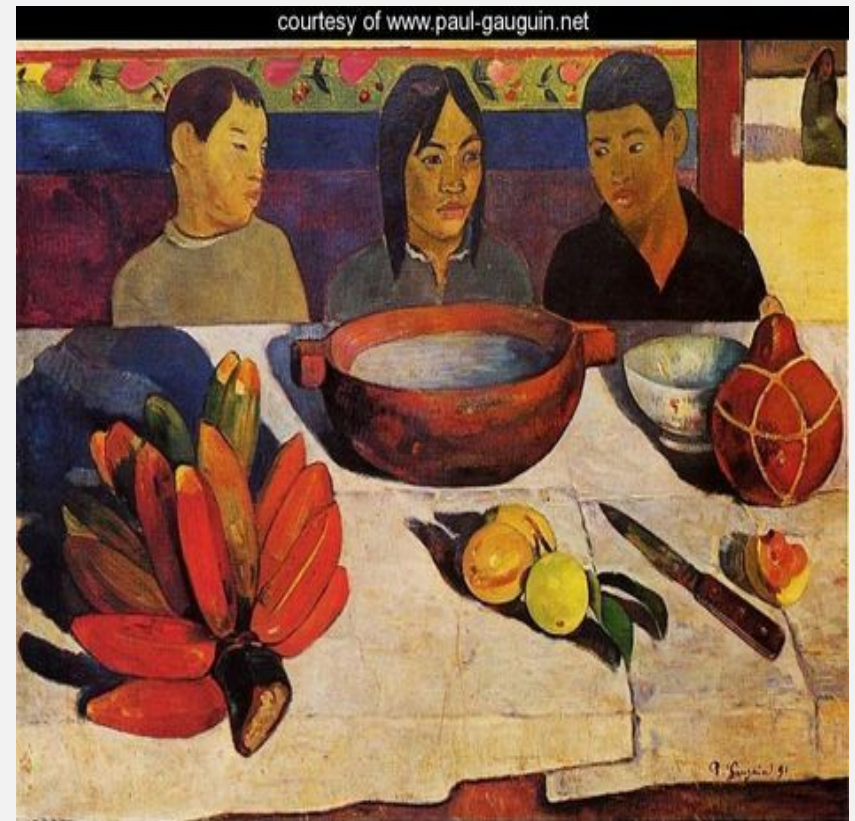


## Alimento é fundamental a boa saúde

“No caso de alimentos, **exposição** é intencional.

“Não comer causa mais riscos a saúde que comer, e via de regra, não comer acarreta riscos muito maiores que os causados pela maioria das substâncias tóxicas conhecidas presentes em alimentos.”

Kroes, et al. Food and Chemical Toxicology 40 (2002) 327–385





# Problemas microbiológicos em alimentos

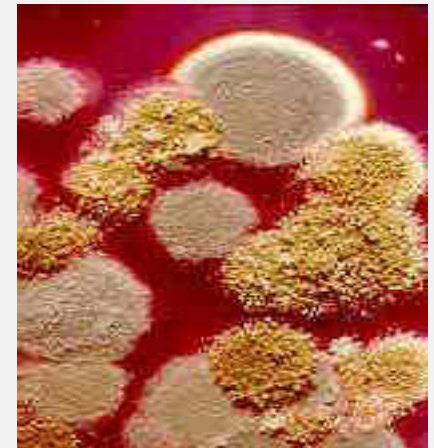
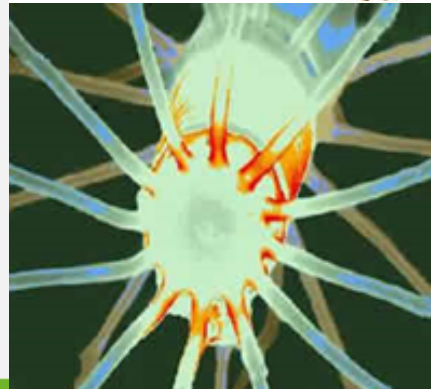
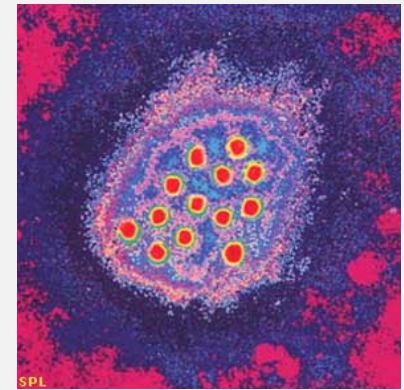
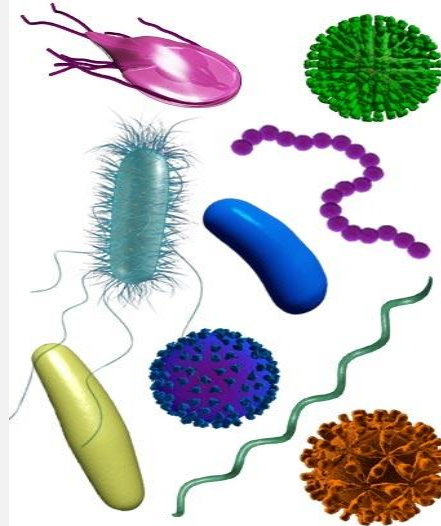
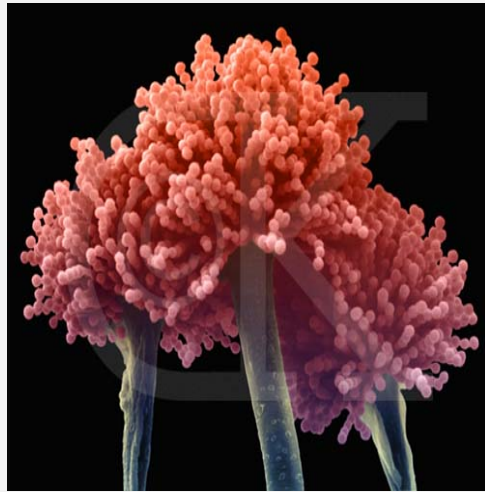
Bactérias

Vírus

Fungos

Protozoários

Leveduras



## Agentes químicos de importância toxicológica

### Substâncias Tóxicas naturalmente presentes em alimentos

#### Origem vegetal

Mandioca: glicosídeos cianogênicos

Tomate: oxalatos

Batata: solanina/ solasodina

Soja/couve flor: glicosídeos  
bociogênicos

Cogumelos: alcalóides

Nóz moscada: miristicina

Espinafre: NO<sub>2</sub><sup>-</sup>; NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Café: guaraná: cacau: xantinas



#### Origem animal

**Carne:** alta concentração de  
aminas biogênicas tiramina,  
dopamina, triptamina,  
serotonina

**Fígado:** Vitaminas A e D  
(hipervitaminose)

**Queijo:** tiramina (aumento da  
concentração de  
norepinefrina)

**Pescado:** ciguatoxina; saxitoxina

# Agentes químicos de importância toxicológica

Aditivos não permitidos

Aditivos em concentrações excessivas





FÓRUM INTERNACIONAL  
INOVAÇÃO PARA  
SUSTENTABILIDADE  
NA AGRICULTURA

# Agentes químicos de importância toxicológica

## CONTAMINANTES

metais

migrantes de embalagens

nitrosaminas

HAP's, PCB's

dioxinas, benzofuranos,

resíduos de medicamentos

veterinários, antibióticos,

agentes anabolizantes

**praguicidas ...**







## CONTAMINANTES - Codex

Qualquer substância *não intencionalmente* adicionada aos alimentos, mas presente como resultado da produção, fabricação, preparo, tratamento, empacotamento, transporte ou manuseio, ou resultante de contaminação ambiental

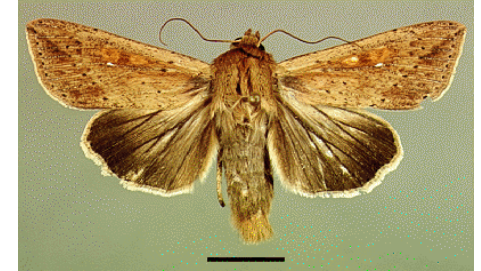
*Codex Alimentarius - GSCTF – Codex General Standard for Contaminants and Toxins in Foods*

ppm, ppb, ppt

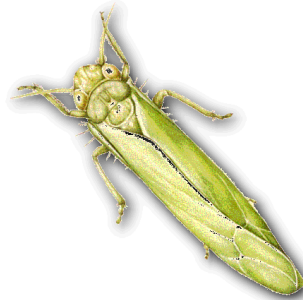




# PRAGUICIDAS



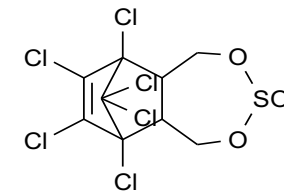
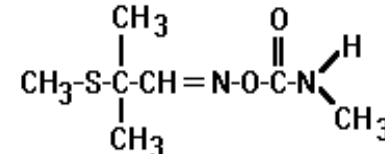
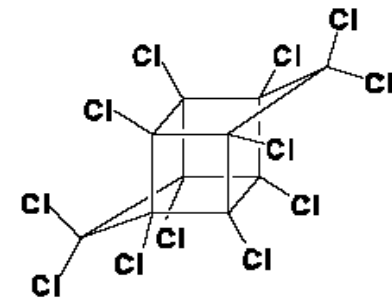
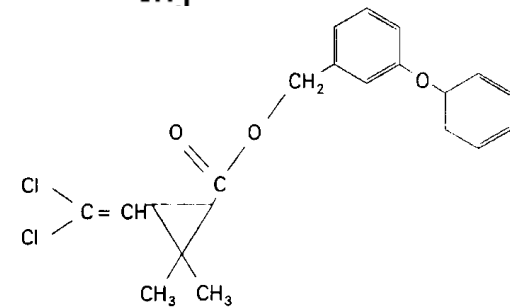
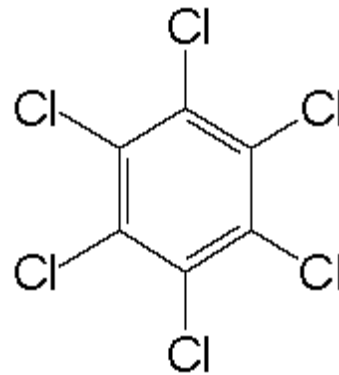
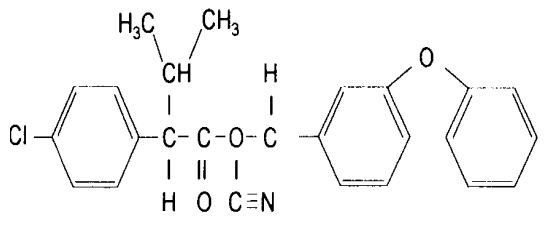
Substância ou a mistura de substâncias destinadas a destruir, controlar ou prevenir a ação de pragas de origem animal ou vegetal prejudiciais à lavoura e à pecuária e seus derivados.





# Praguicidas

Compostos com estruturas químicas diversas, objetivos diversos e portanto características de exposição diversas (propriedades físico-químicas, formulação, forma de aplicação, tempo e frequência....)





# Conceitos básicos

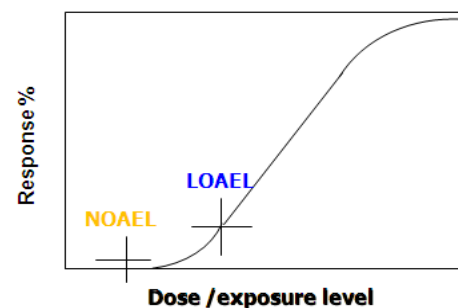
- Avaliar a possibilidade de ocorrência de efeitos adversos (qualitativa)

*Isto é seguro?*

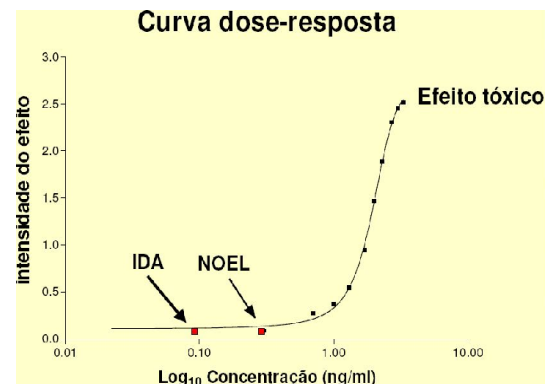
- Estudar a natureza e o modo de ação dos efeitos adversos (quantitativa)

*Qual é a concentração segura?*

Dose/Response relationship



Curva dose-resposta





# SEGURANÇA ALIMENTAR

**Efeitos agudos** (ex: acidentes tóxicos)

X

**Efeitos crônicos** (grande preocupação com carcinógenos)

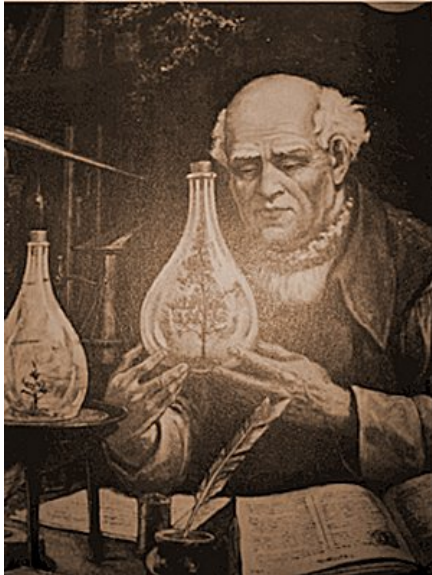


FÓRUM INTERNACIONAL  
INOVAÇÃO PARA  
SUSTENTABILIDADE  
NA AGRICULTURA

## Perigo $\neq$ Risco

**Risco** = tem muito a ver com a exposição

- Desde Paracelsus, a dose faz o “veneno”



1493 - 1541

**Perigo=Toxicidade:** Propriedade inerente da substância em causar efeito nocivo

**Risco:** É a probabilidade da substância produzir dano sob determinadas condições.

**Risco = Toxicidade x Exposição**

**Segurança:** É a probabilidade da substância não produzir dano sob determinadas condições

***Não existe risco zero, nem segurança absoluta***



FÓRUM INTERNACIONAL  
INOVAÇÃO PARA  
SUSTENTABILIDADE  
NA AGRICULTURA



Wal & Pascal, 2000 ‘**risco**’ - é função da **probabilidade** de ocorrência de um efeito adverso a saúde e a intensidade deste efeito, resultante da **exposição** a um **toxificante** presente no **alimento**



# AVALIAÇÃO DO RISCO QUÍMICO

Processo de estimativa de associação entre a exposição a um agente químico ou físico e a incidência de algum resultado adverso.

## 1. Identificação do Perigo/Toxicidade

- Qual é o efeito nocivo causado pelo praguicida?

## 2. Caracterização do Perigo

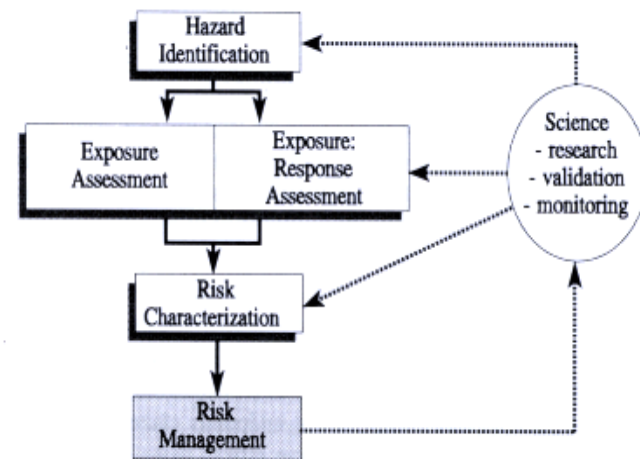
- Relação dose/resposta
- Dose segura para humanos

## 3. Estimativa da Exposição

- Qual a ingestão diária em humanos?

## 4. Caracterização do Risco químico

- Qual é o risco associado à exposição?



National Research Council, Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process. National Academy Press, Washington, DC, 1983





## Dose de referência aguda

Dose na qual não se espera observa dano em função de uma única exposição

$$\text{DRf aguda} = \frac{\text{NOAEL}}{\text{FI}}$$

$$\% \text{ aDRf} = \frac{\text{exposição única (pico) dieta} \times 100}{\text{DRf aguda}}$$

## Dose de referência crônica

Dose através da dieta a qual indivíduos podem se expor todos os dias sem apresentar efeitos adversos.

$$\text{DRf Crônica} = \frac{\text{NOAEL}}{\text{FI}}$$

$$\% \text{ cDRf} = \frac{\text{média da exposição dieta} \times 100}{\text{DRf crônica}}$$



## Risco a saúde humana causado por Resíduos de Praguicidas em Alimentos

Avaliados por parâmetros como:

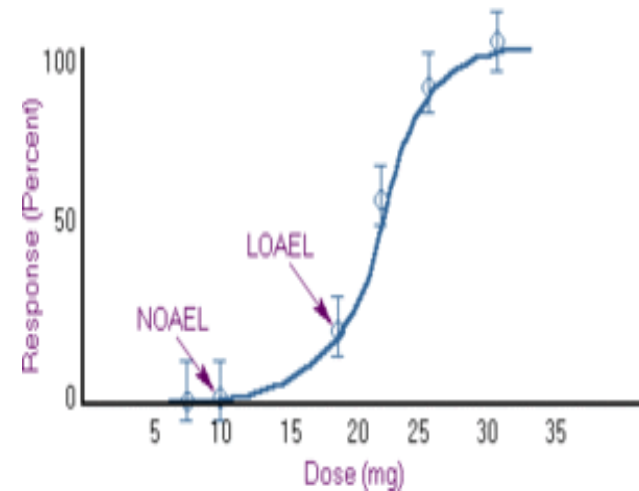
- IDA (Ingestão Diária Aceitável)

$$IDA = \frac{NOEL}{NOAEL}$$

FS

- $MOE = \frac{NOEL}{NOAEL}$   
Exposição humana estimada  
(nível de exposição)

MOE = margem de exposição





# Segurança dos alimentos

## • TOXICOLOGIA

IDA/LMP/LT

Legislações

Organizações  
internacionais

JECFA/JMPR

## • HACCP- análise de perigos e pontos críticos de controle

Origem do alimento

Informações do fornecedor

Práticas agrícolas

Monitoramento



## LMR – Limite máximo de resíduo

Considerados inapropriados os resíduos de quando presentes:

- acima do LMR para os permitidos pela legislação brasileira
- medicamentos não aprovados para uso em qualquer concentração



# RESÍDUOS

## LIMITES MÁXIMOS DE RESÍDUOS (LMR)

No Brasil, estabelecer limites máximos de resíduos (LMR) é competência do Ministério da Saúde.

E ainda os:

- internalizados no MERCOSUL,
- os recomendados pelo Codex Alimentarius,
- os constantes nas Diretivas da União Européia e
- os utilizados pelo FDA/USA.

**Contribuem com a análise de resíduos:**

Orgãos governamentais

Cooperativas

Indústrias de alimentos

Supermercados

Academia



# Limite Maximo de Residuo (LMR)

FAO/WHO Food Standards ENGLISH | FRANÇAIS | ESPAÑOL

## CODEX alimentarius

ABOUT CODEX MEETINGS AND EVENTS OFFICIAL STANDARDS

**Pesticide Residues in Food**  
Maximum Residue Limits; Extraneous Maximum Residues

- Official Codex Standards
- Pesticide MRLs**
- Veterinary Drugs MRLs
- GSFA Online (Food Additives)
- Special Publications
- Sales and Marketing

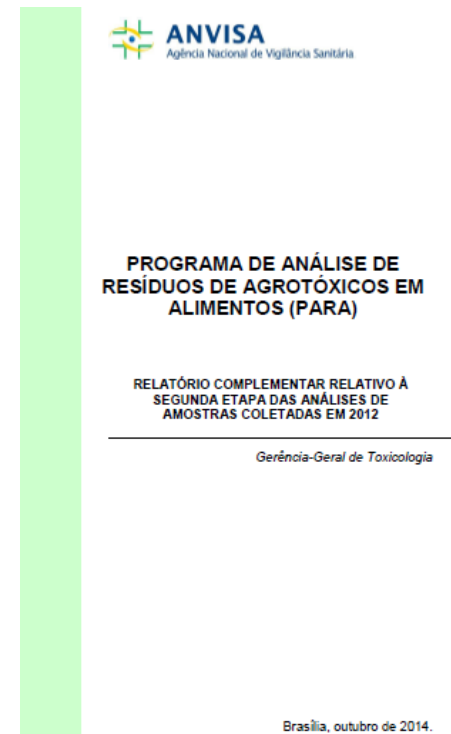
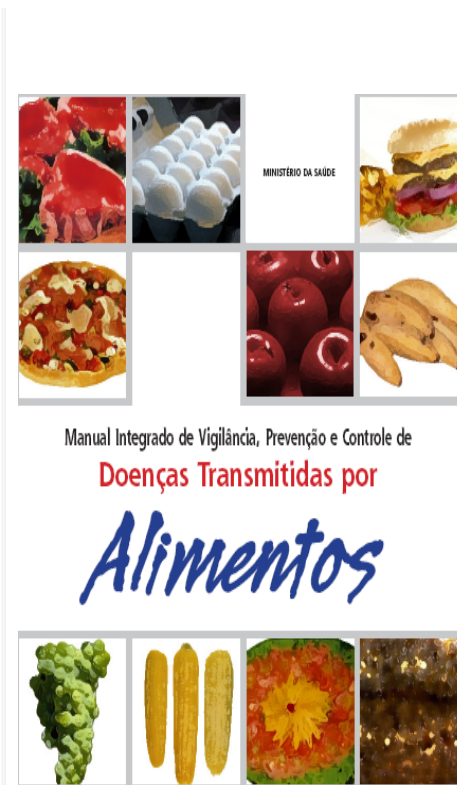
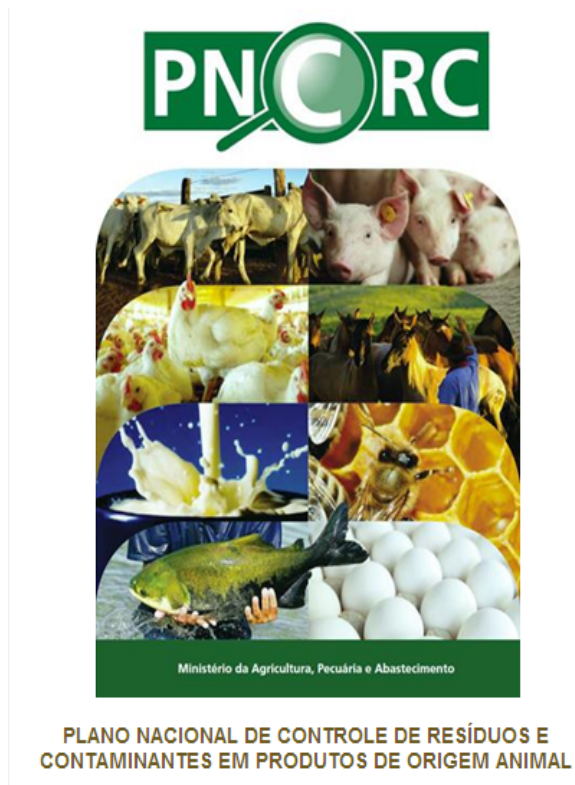
Select **Pesticide** or **Commodity** to define your query Help

---ALL---	---ALL---
1,2-DIBROMOETHANE	Alfalfa fodder
<b>1,2-DICHLOROETHANE</b>	<b>Alfalfa forage (green)</b>
2,4,5-T	Almond hulls
2,4-D	Almonds
2-PHENYLPHENOL	Apple
ABAMECTIN	Apple juice
ACEPHATE	Apple pomace, Dry

Output Style:  By Substance  By Commodity Search Reset

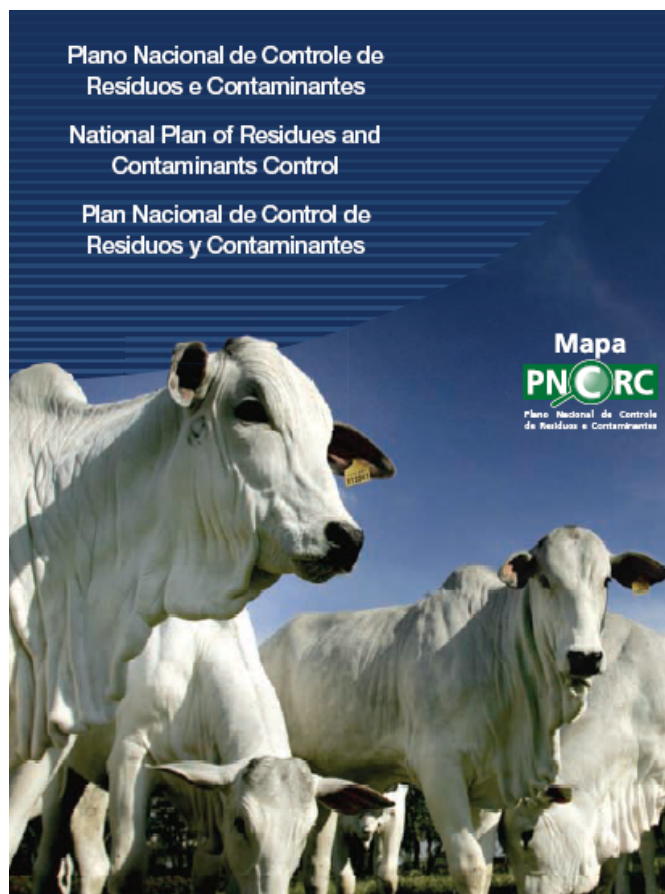


# Controle da qualidade em alimentos/ Avaliação da presença de contaminantes em Alimentos





# Programas de Controle de Resíduos e Contaminantes (PNCRC/Animal)



- Objetivo: verificar a eficácia dos autocontroles adotados pelo setor industrial de produtos de origem animal consumidos no Brasil e destinados para exportação;
- As análises foram feitas em carnes bovina, suína, equina, de aves e de avestruz, além de leite, mel, ovos e pescado. Das 14.956 análises laboratoriais, 99,54% estavam conforme o padrão do programa.

**Diário Oficial da União**

Nº 63, quarta-feira, 3 de abril de 2013





## RESULTADOS NÃO-CONFORMES DETECTADOS NO ÂMBITO DO PNCRC 2017

Espécie/categoria animal amostrada	Substância	Tecido/Produto analisado	Limite de referência	Número total de amostras analisadas / número de amostras violadas e % de amostras violadas	Concentração das amostras violadas
Bovino Abatido	Cádmio	Rim	1000µg/kg	200/3 (1,50%)	1572,62; 1290,49; e 1321,82 µg/kg
Bovino Abatido	Ivermectina	Fígado - 607 <sup>(1)</sup> Músculo - 124 <sup>(1)</sup>	100 µg/kg (Fígado) 30 µg/kg (Músculo)	731/8 (1,09%)	[Fígado] 133,66; 137,08; 137,29; 194,61; 222,52; 277,92; 398,72 e 668,32 µg/kg
Bovino Abatido	Doramectina	Fígado - 607 <sup>(1)</sup> Músculo - 124 <sup>(1)</sup>	100 µg/kg (Fígado) 10 µg/kg (Músculo)	731/1 (0,14%)	[Fígado] 148,41 µg/kg
Bovino Abatido	Ractopamina	Urina - 149 <sup>(1)</sup> Músculo - 150 <sup>(1)</sup>	1,00 µg/l (Urina) 0,1 µg/kg (Músculo)	299/1 (0,33%)	[Urina] 24,00 µg/l
Bovino Abatido	Zeranol	Urina	2,00 µg/l	602/2 (0,33%)	2,60 e 3,70 µg/l
Aves de Corte	Arsênio	Fígado	1000µg/kg	197/1 (0,51%)	1552 µg/kg
Aves de Corte	Nicarbazina	Músculo	200µg/kg	603/3 (0,49%)	383,89; 537,82 e 841,46 µg/kg
Aves de Corte	Sulfaquinoxalina	Músculo	100µg/kg	605/1 (0,17%)	160,47 µg/kg
Aves de Corte	Doxiciclina	Rim - 605 <sup>(1)</sup> Músculo - 607 <sup>(1)</sup>	600 µg/kg (Rim) 100µg/kg (Músculo)	1212/1 (0,08%)	[Músculo] 174,15 µg/kg
Suíno abatido	Diclofenaco	Músculo	5,00 µg/kg	62/1 (1,61%)	7,38 µg/kg
Suíno abatido	Enrofloxacina	Músculo	100,00 µg/kg	604/2 (0,33%)	605,16 e 625,82µg/kg
Suíno abatido	Doxiciclina	Músculo - 604 <sup>(1)</sup> Rim - 604 <sup>(1)</sup>	100,00 µg/kg (Músculo) 600,00 µg/kg (Rim)	1208/3 (0,25%)	[Músculo] 151,19 e 217,2µg/kg [Rim] 1092,78µg/kg
Suíno abatido	Dihidroestreptomicina	Rim	1000,00 µg/kg	604/1 (0,17%)	7311,86µg/kg
Suíno abatido	Beta boldenona <sup>(3)</sup>	Urina	1,00 µg/kg	64/1 (3,12%)	1,49 e 6,22 µg/kg
Leite	Clorpirifos	Leite	20,00µg/l	47/1 (2,13%)	30,57 µg/l
Leite	Espiramicina	Leite	200,00 µg/l	554/2 (0,36%)	973,86 e 1117,56 µg/l
Leite	Ivermectina	Leite	10,00µg/l	276/1 (0,36%)	38,31 µg/l
Leite	Cloxacilina	Leite	30,00 µg/l	554/1 (0,18%)	305,77 µg/l
Ovos	Enrofloxacina	Ovos	10µg/kg	276/5 (1,81%)	31,38; 74,59 <sup>(2)</sup> ; 81,18; 92,15 e 233,97 µg/kg
Ovos	Nicarbazina	Ovos	300µg/kg	276/1 (0,36%)	654,2 µg/kg <sup>(2)</sup>
Ovos	Sulfametazina	Ovos	10µg/kg	276/1 (0,36%)	42,04 µg/kg
Equino Abatido	Cádmio	Músculo	200,00 µg/kg	39/3 (7,69%)	260,59; 277,00 e 1201,25 µg/kg
Pescado de captura	Arsênio <sup>(4)</sup>	Músculo	1000,00 µg/kg	47/3 (6,38%)	1564,00; 3201,00 e 5004,00 µg/kg

<sup>(1)</sup> Diferentes lotes de animais amostrados.

<sup>(2)</sup> Uma mesma amostra violada para Enrofloxacina e Nicarbazina.

<sup>(3)</sup> Presença da substância atribuída a produção endógena.

<sup>(4)</sup> A concentração indicada se refere a arsênio total. As frações inorgânicas são tidas como as críticas quanto ao aspecto de saúde pública. Nos peixes, a concentração de arsênio inorgânico é, em geral, pequena fração do arsênio total.

**1 2 4 5 9 4 4 0 amostras: 9 9 , 6 5 % conforme**

<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-animais/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes/documentos-da-pncrc/ResultadosPNCRC2017Detalhado.pdf>



**PROGRAMA DE ANÁLISE DE RESÍDUOS DE  
AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS  
PARA**

**RELATÓRIO DAS ANÁLISES DE AMOSTRAS MONITORADAS  
NO PERÍODO DE 2013 A 2015**

---

*Gerência-Geral de Toxicologia*

Brasília, 25 de novembro de 2016.

[http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%C3%B3rio+PARA+2013-2015\\_VERS%C3%83O-FINAL.pdf/494cd7c5-5408-4e6a-b0e5-5098cbf759f8](http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%C3%B3rio+PARA+2013-2015_VERS%C3%83O-FINAL.pdf/494cd7c5-5408-4e6a-b0e5-5098cbf759f8)



## PROGRAMA DE ANÁLISE DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS – PARA RELATÓRIO DE ATIVIDADES DE 2013 a 2015

Número de agrotóxicos detectados nas amostras monitoradas versus número de agrotóxicos detectados como não autorizados para a cultura

Alimento	N de agrotóxicos detectados nas amostras monitoradas	N de agrotóxicos NA detectados nas amostras monitoradas	% de agrotóxicos detectados como NA do total de agrotóxicos detectados
Milho (Fubá)	7	1	14%
Batata	18	3	17%
Tomate	63	13	21%
Laranja	64	14	22%
Maçã	47	11	23%
Trigo (Farinha)	17	4	24%
Banana	23	6	26%
Feijão	45	14	31%
Cebola	6	2	33%
Arroz	33	13	39%
Mamão*	49	23	47%
Abacaxi*	12	6	50%
Repolho*	19	10	53%
Manga*	15	8	53%
Pepino*	38	21	55%
Cenoura	36	20	56%
Uva	51	29	57%
Morango*	48	31	65%
Pimentão*	59	42	71%
Alface*	42	30	71%
Beterraba*	14	11	79%
Abobrinha*	31	25	81%
Couve*	35	29	83%
Goiaba*	43	38	88%
Mandioca* (Farinha)	9	8	89%

NA – Não autorizado para a cultura agrícola

\*CSFI (Minor Crops)

Se um resíduo excede o LMR ou não é autorizado para a cultura, existe uma irregularidade. Entretanto, não necessariamente o consumidor estará em risco.

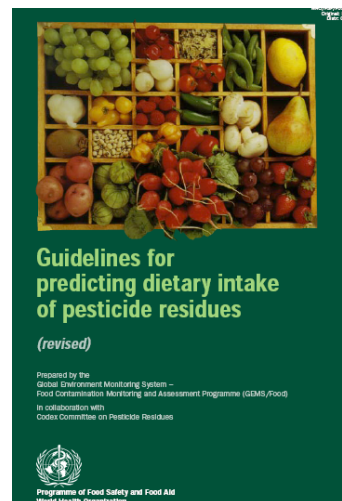


## Cálculo da ingesta diária aceitável/ Comparação entre IDA e a Ingestão Diária Máxima Teórica/ 4a. Fase da avaliação do Risco químico

### Ingesta diaria maxima teórica - IDMT

- Previsão da ingesta máxima diária de resíduo de um praguicida, baseando-se na média de consumo, por pessoa, do alimento que contenha o nível máximo de resíduo.

IDMT - comparada a IDA



<http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/pesticides/en/index.html>



## Exceder a Ingestão Diária Aceitável - IDA

- IDA baseada em estudos crônicos de experimentação animal
- IDA baseada em NOAEL/NOEL usando fatores de segurança (100)
- NOAEL/NOEL baseado em efeito adverso mais sensível (ex, indução enzimática, parâmetros bioquímicos)

**Valores de exposição reais inferiores a IDA devem ser considerados aceitáveis e seguros**



FÓRUM INTERNACIONAL  
INOVAÇÃO PARA  
SUSTENTABILIDADE  
NA AGRICULTURA

# “Segurança alimentar e o uso de defensivos”



**Muito grata pela atenção!!!!**