



# Bioaccessibilidade:

## um conceito crucial para a informação alimentar

Ricardo Assunção<sup>1,2</sup>, Carla Martins<sup>1,2,3</sup>, Paula Alvito<sup>1,2</sup>

(1) Departamento de Alimentação e Nutrição, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, Lisboa

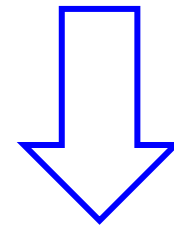
(2) CESAM – Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Universidade de Aveiro, Aveiro

(3) Escola Nacional de Saúde Pública, Universidade NOVA de Lisboa, Lisboa

[ricardo.assuncao@insa.min-saude.pt](mailto:ricardo.assuncao@insa.min-saude.pt)



Após a ingestão, qualquer alimento é sujeito a um conjunto de processos fisiológicos



**O QUE ACONTECE  
APÓS A INGESTÃO?**



# Digestão

= mistura dos alimentos ingeridos com os fluídos produzidos no TGI + movimento através do TGI

- Interações dos alimentos com o corpo humano são extremamente **complexas!**

– Diferentes processos físico-químicos e fisiológicos, dependentes de

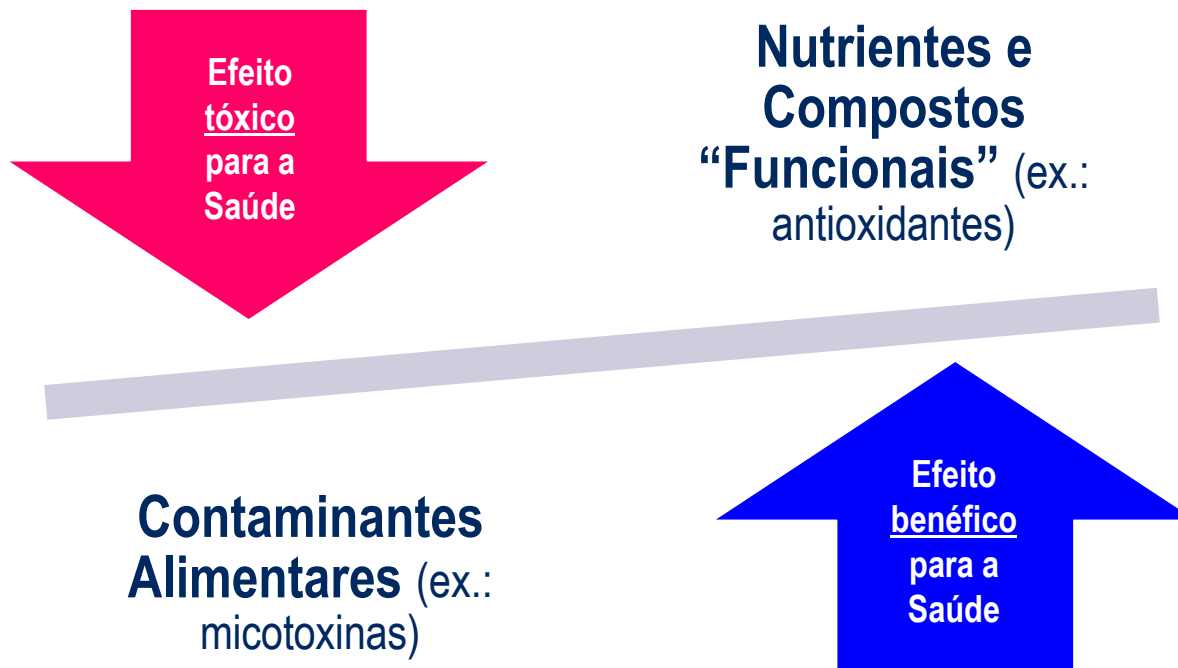
- Composição do alimento
- Propriedades do alimento
- Estrutura do alimento
- Duração da refeição
- Alimentos previamente consumidos
- ...

Influenciam a **cinética de libertação e absorção** dos componentes alimentares **ao longo do TGI**

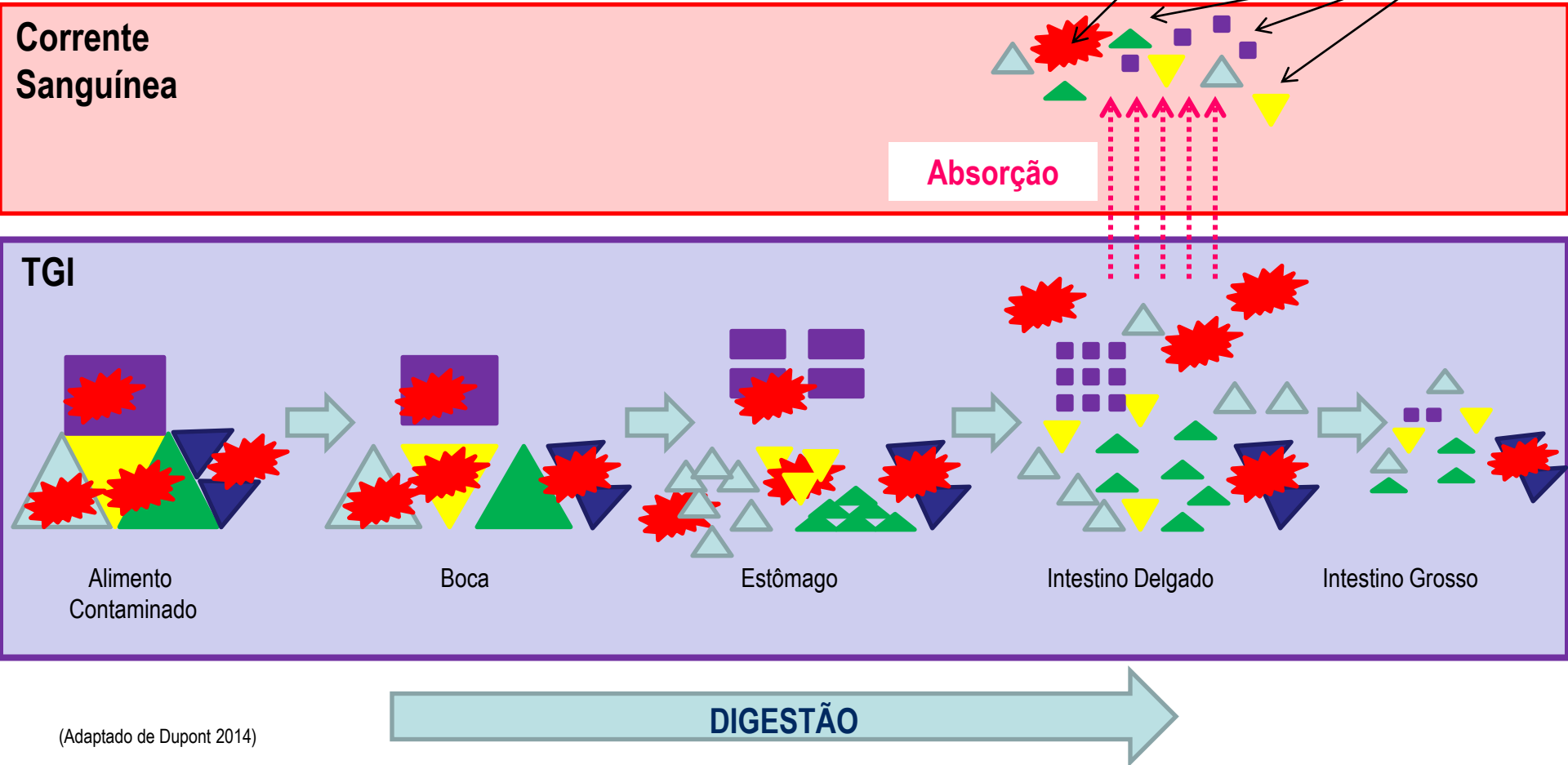
# Digestão

= mistura dos alimentos ingeridos com os fluídos produzidos no TGI + movimento através do TGI

- Só os compostos que estiverem **disponíveis** e que possam ser **absorvidos** pelo TGI podem exercer os seus efeitos – benéficos ou tóxicos:



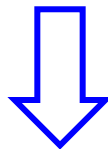
# Biodisponibilidade *versus* Ingestão



(Adaptado de Dupont 2014)

## Biodisponibilidade *versus* Ingestão

Bioaccessibilidade

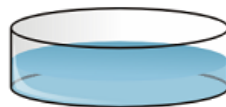


- Proporção de um contaminante que é **libertado a partir do alimento no TGI** durante a digestão, ficando disponível para a **absorção intestinal**
- Corresponde à quantidade **máxima** que irá atingir a corrente sanguínea → **AVALIAÇÃO DE RISCO**

# Bioacessibilidade: Metodologias de determinação

- Diferentes metodologias disponíveis para determinar a bioacessibilidade de compostos/contaminantes

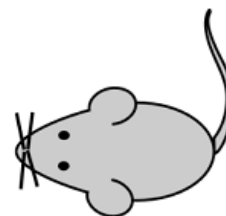
– *in vitro* versus *in vivo*



In Vitro

Heterogeneidade da contaminação das amostras alimentares – Desafio!

**Dinâmica do ambiente intestinal** não é completamente reproduzida



In Vivo

Constrangimentos éticos

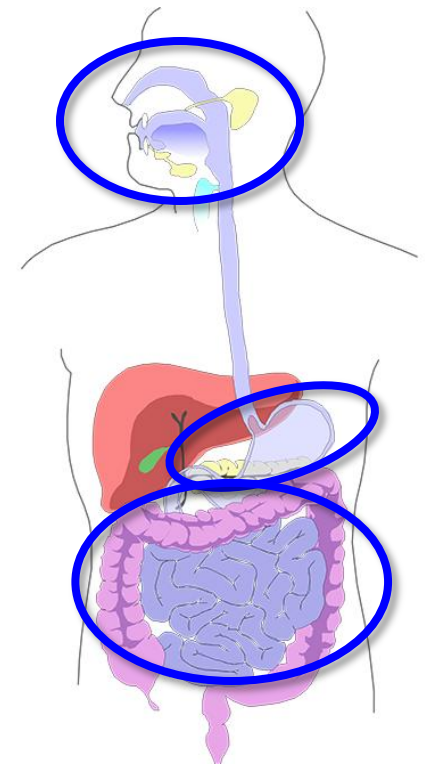
Custos

Especificidades de determinados compostos – impossibilitam o acesso através de metodologias *in vivo*

## Bioacessibilidade – Metodologias de determinação *in vitro*

- Simulam as **condições fisiológicas** e a **seqüência de eventos** que ocorrem durante a digestão no TGI
  - Mimetizam as condições físico-químicas que ocorrem durante a digestão humana – consideram 3 áreas principais
    - Boca
    - Estômago
    - Intestino

**Não são simuladas *in vitro*!**



## Modelos de Digestão *in vitro*

- Várias metodologias empregues
  - Modelos Estáticos

- Gil-Izquierdo et al. (2002)
  - 2 passos (boca + estômago; digestão no duodeno)
- Versantvoort et al. (2004) – RIVM
  - 3 passos (boca; estômago; intestino delgado)
- Gawlik-Dziki et al. (2009)
  - 3 passos (boca; estômago; intestino delgado)

### Principais diferenças:

1. Número de passos incluídos na sequência da digestão
2. Composição dos fluídos digestivos usados em cada passo
3. Utilização (ou não) de microbiota intestinal

# Modelos de Digestão *in vitro* – Método Harmonizado

- De forma a garantir um **verdadeiro valor preditivo** dos ensaios *in vitro* é necessário desenvolver metodologias que sejam confiáveis!
- Dificuldade na **comparação de resultados**
  - Diferentes origens das enzimas utilizadas → actividade enzimática diferente
  - Diferentes condições na simulação de digestão (pH, tempo de digestão, etc.)
  - Proporção alimento *versus* fluídos digestivos

# Modelos de Digestão *in vitro* – Método Harmonizado

Food &  
Function



PAPER

[View Article Online](#)  
[View Journal](#) | [View Issue](#)

## A standardised static *in vitro* digestion method suitable for food – an international consensus†

Cite this: *Food Funct.*, 2014, 5, 1113

M. Minekus,<sup>‡a</sup> M. Alminger,<sup>‡b</sup> P. Alvito,<sup>‡c</sup> S. Ballance,<sup>‡d</sup> T. Bohn,<sup>‡e</sup> C. Bourlieu,<sup>‡fh</sup>  
F. Carrière,<sup>§g</sup> R. Boutrou,<sup>‡fh</sup> M. Corredig,<sup>‡i</sup> D. Dupont,<sup>§fh</sup> C. Dufour,<sup>‡j</sup> L. Egger,<sup>‡k</sup>  
M. Golding,<sup>||l</sup> S. Karakaya,<sup>‡m</sup> B. Kirkhus,<sup>§n</sup> S. Le Feunteun,<sup>‡o</sup> U. Lesmes,<sup>‡p</sup>  
A. Macierzanka,<sup>‡q</sup> A. Mackie,<sup>‡r</sup> S. Marze,<sup>§s</sup> D. J. McClements,<sup>||t</sup> O. Ménard,<sup>‡fh</sup>  
I. Recio,<sup>‡u</sup> C. N. Santos,<sup>‡vw</sup> R. P. Singh,<sup>||x</sup> G. E. Vegarud,<sup>‡y</sup> M. S. J. Wickham,<sup>‡z</sup>  
W. Weitschies<sup>‡aa</sup> and A. Brodkorb<sup>‡\*ab</sup>

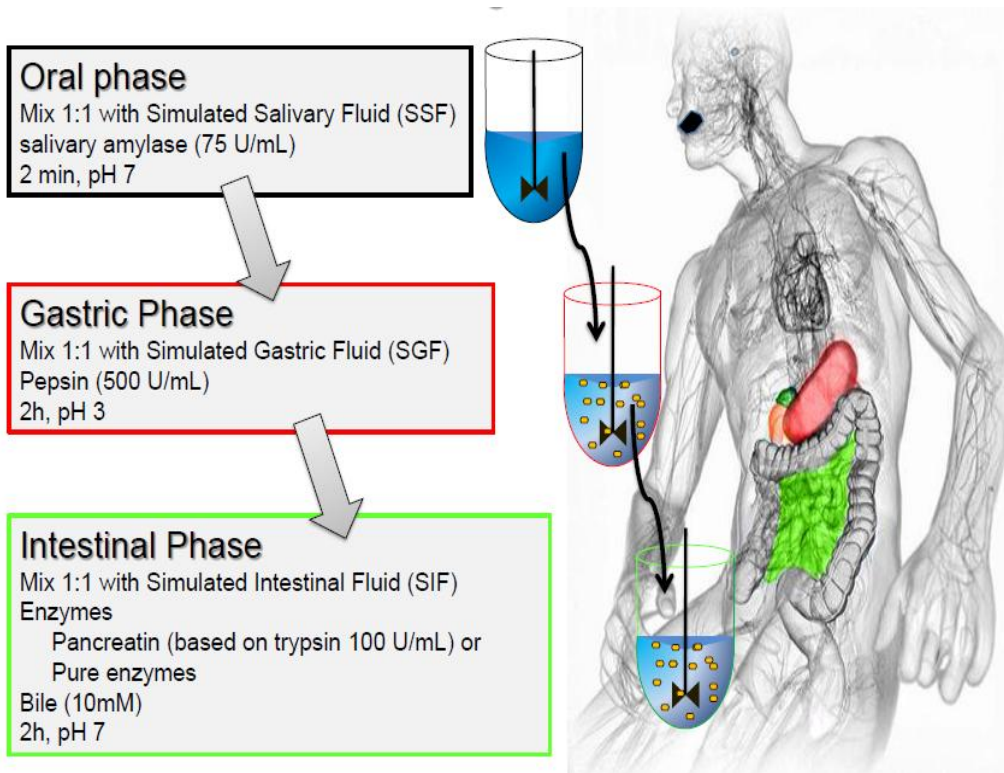
Consolida as condições de simulação da digestão dos alimentos → consenso  
para o modelo de digestão!

# Modelos de Digestão *in vitro* – Método Harmonizado



[In vitro food digestion - COST action INFOGEST](https://www.youtube.com/watch?v=LNSIib-OJGc)  
<https://www.youtube.com/watch?v=LNSIib-OJGc>

# Modelos de Digestão *in vitro* – Método Harmonizado



- Homogeneização das condições de simulação:
  - Constituição dos Fluídos Digestivos (**Diluição 1:8**)
  - Tempos de Digestão
  - Enzimas → quantidade definida pela actividade enzimática
  - Paragem do processo de digestão (Pefabloc®)

# Modelos de Digestão *in vitro* – Método Harmonizado

- Consenso definido para as condições *in vitro* do método
- Implementação da metodologia por diversos laboratórios
- Validação inter-laboratorial da metodologia

**Comparação  
de  
resultados**

**INFOGEST**

**COST**



Contents lists available at ScienceDirect

Food Research International

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/foodres](http://www.elsevier.com/locate/foodres)



The harmonized INFOGEST *in vitro* digestion method: From knowledge to action

Lotti Egger<sup>a,\*</sup>, Olivia Ménard<sup>b</sup>, Cristina Delgado-Andrade<sup>c</sup>, Paula Alvito<sup>d</sup>, Ricardo Assunção<sup>d</sup>, Simon Balance<sup>e</sup>, Reyes Barberá<sup>f</sup>, Andre Brodkorb<sup>g</sup>, Thomas Cattenoz<sup>h,i,j</sup>, Alfonso Clemente<sup>c</sup>, Irene Comi<sup>k</sup>, Didier Dupont<sup>b</sup>, Guadalupe Garcia-Llatas<sup>f</sup>, María Jesús Lagarda<sup>f</sup>, Steven Le Feunteun<sup>h,i,j</sup>, Lonneke JanssenDuijghuijsen<sup>l</sup>, Sibel Karakaya<sup>m</sup>, Uri Lesmes<sup>n</sup>, Alan R. Mackie<sup>o</sup>, Carla Martins<sup>d</sup>, Anne Meynier<sup>p</sup>, Beatriz Miralles<sup>q</sup>, Brent S. Murray<sup>r</sup>, Anne Pihlanto<sup>s</sup>, Gianluca Picariello<sup>t</sup>, Claudia N. Santos<sup>u,v</sup>, Sebnem Simsek<sup>m</sup>, Isidra Recio<sup>q</sup>, Neil Rigby<sup>o</sup>, Laurie-Eve Rioux<sup>w</sup>, Helena Stoffers<sup>a</sup>, Ana Tavares<sup>d</sup>, Lucelia Tavares<sup>u,v</sup>, Sylvie Turgeon<sup>w</sup>, Ellen K. Lilleberg<sup>k</sup>, Gerd E. Vegarud<sup>k</sup>, Guy Vergères<sup>a</sup>, Reto Portmann<sup>a</sup>

## Um exemplo...

### Determinação da bioacessibilidade de micotoxinas em alimentos infantis

## Micotoxinas

("mycos" = fungo + "toxicum" = veneno)

- Compostos secundários produzidos por **fungos**
- Efeitos **tóxicos** e **carcinogénicos** em humanos e animais expostos



# Bioacessibilidade de micotoxinas em alimentos infantis

Food and Chemical Toxicology 96 (2016) 205–214

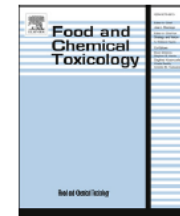


ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Food and Chemical Toxicology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/foodchemtox](http://www.elsevier.com/locate/foodchemtox)



Patulin and ochratoxin A co-occurrence and their bioaccessibility in processed cereal-based foods: A contribution for Portuguese children risk assessment



CrossMark

Ricardo Assunção <sup>a, b, c</sup>, Carla Martins <sup>a, b, d</sup>, Didier Dupont <sup>e, f</sup>, Paula Alvito <sup>a, b, \*</sup>

- Determinação da bioacessibilidade de PAT e OTA em farinhas lácteas infantis
- Método de Digestão *in vitro* harmonizado
- Avaliação de Risco

# Bioaccessibilidade de micotoxinas em alimentos infantis

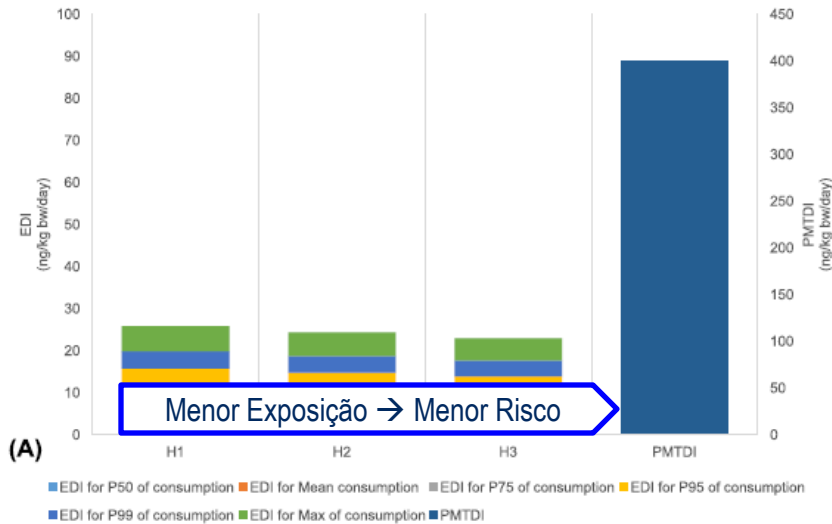
## Bioaccessibilidade de PAT e OTA em farinhas lácteas

	Patulina	Ocratoxina A
F1	70 ± 3.2	95 ± 0.3
F2	42 ± 1.2	105 ± 1.5
F3	56 ± 1.8	97 ± 1.8
W/o 1	77 ± 1.9	98 ± 1.5
W/o 2	39 ± 0.7	102 ± 0.3
W/o 3	30 ± 2.5	102 ± 3.9
<b>Média</b>	<b>52 ± 4.2</b>	<b>100 ± 1.1</b>

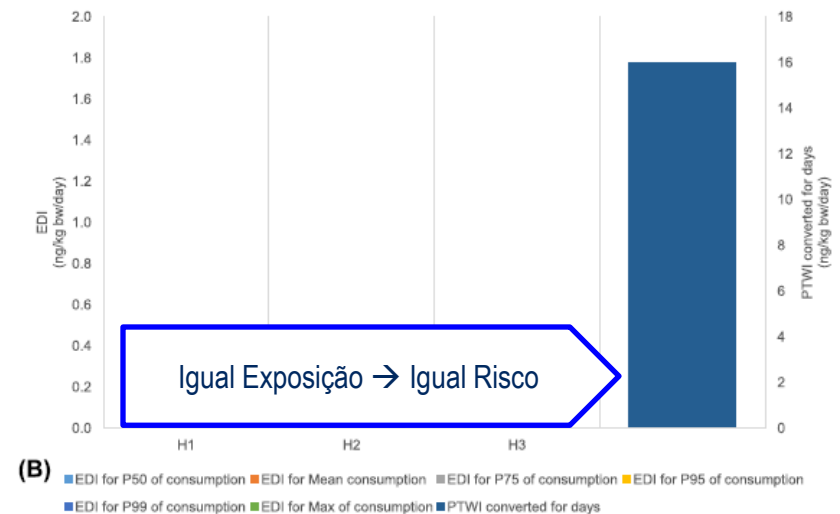
- Concentração de PAT é **reduzida** significativamente durante o processo de digestão até atingir o intestino
- Concentração de OTA atinge o intestino **inalterada**

Bioaccessibility (%) results of PAT and OTA in processed cereal-based food samples (n=6), artificially contaminated. "F" and "W/o" samples represent samples with and without fruit in their content, respectively.

# Bioacessibilidade de micotoxinas em alimentos infantis



Patulina



Ocratoxina A

Exposição interna  $\leq$  Ingestão  $\rightarrow$  **Baixo Risco**

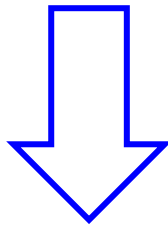
Valores de bioacessibilidade menores que 100%  $\rightarrow$  exposição interna é menor que a ingestão



Exposição interna pode ser sobrestimada

# Informação alimentar...

- Tradicionalmente...
  - Informação nutricional
  - Segurança dos alimentos
  - ...



**INFORMAÇÕES NUTRICIONAIS**  
**PORÇÃO DE 100g (em média 5 pedaços)**

Quantidade por porção	%VD (*)
Valor Energético 92 kcal = 386 kJ	5%
Carboidratos 10,4 g	3%
Proteínas 1,3 g	2%
Gorduras Totais 5,0 g	9%
Gorduras Saturadas 0,87 g	4%
Gorduras <i>Trans</i> 0,13 g	-
Fibra Alimentar 2,46 g	10%
Sódio 446 mg	19%

(\*) Valores diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

(\*\*) Valores diários de referência não estabelecidos.

**NÃO CONTÉM GLÚTEN.**



**O QUE ACONTECE APÓS A INGESTÃO?**

## Informação alimentar

- Qual a **quantidade de um composto presente num alimento** que, após ingestão, atinge o **intestino** e está disponível para ser absorvida?
- Contributo para um melhor entendimento dos potenciais **efeitos benéficos ou tóxicos da ingestão** de determinados alimentos



**Complementar à tradicional informação alimentar**

## Informação alimentar

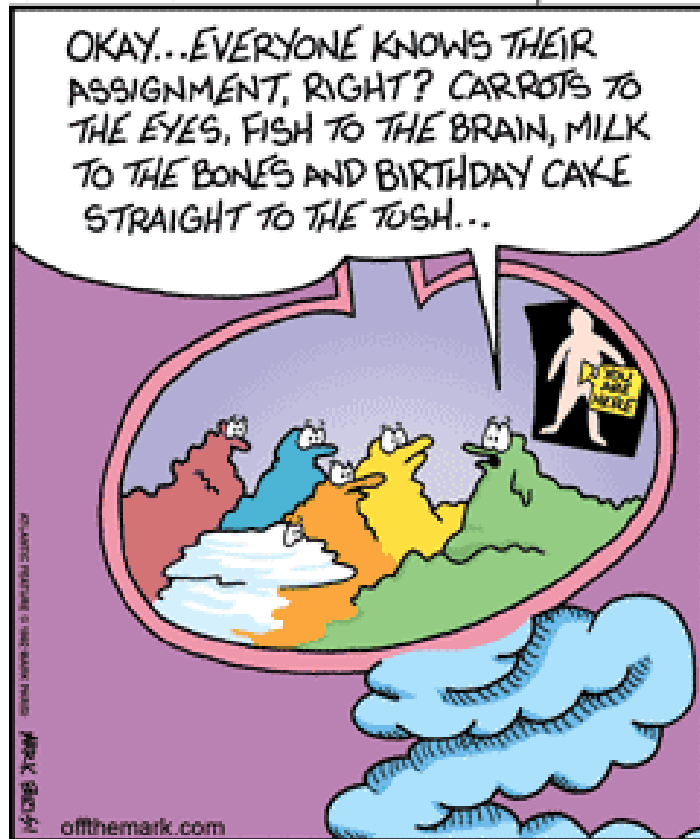
- **Bioacessibilidade** → *challenge* para os diferentes *stakeholders* intervenientes na produção/utilização da informação alimentar
- Melhoria contínua da **saúde pública** → Nutrição & Segurança Alimentar



## Resumindo...

- Determinação da Bioacessibilidade → contributo para um melhor entendimento dos potenciais efeitos benéficos ou tóxicos
- Modelo de Digestão *in vitro* harmonizado → consenso para as condições de simulação da digestão
- Bioacessibilidade → complementar à informação alimentar habitualmente disponível

**off the mark**.com by Mark Parisi



© Mark Parisi, Permission required for use.

**Muito obrigado!**