



unesp

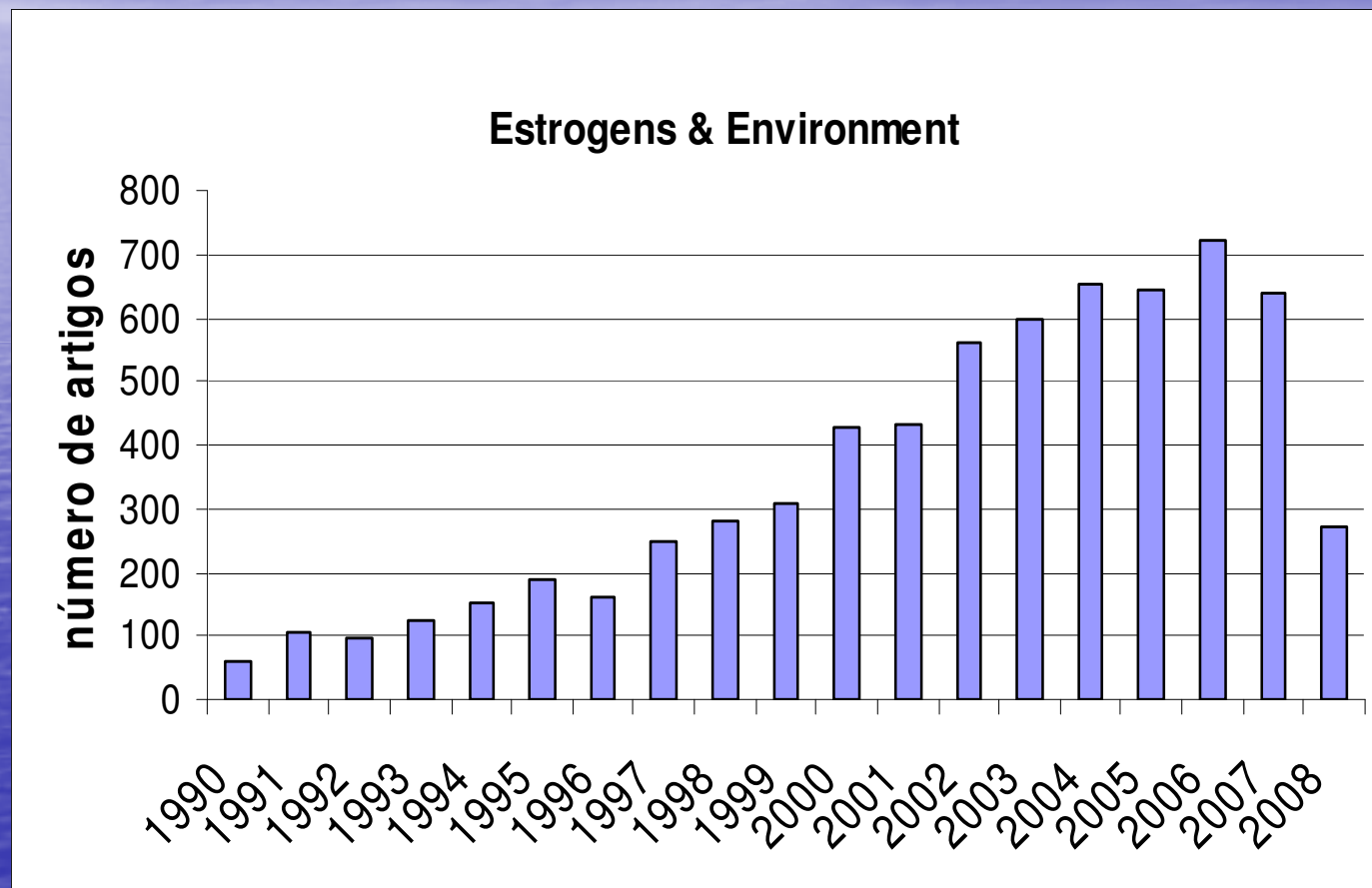
**III  
WORKSHOP DE  
ECOTOXICOLOGIA**

Mesa Redonda  
Detecção, avaliação e remediação  
de agentes estrogênicos

# Agentes estrogênicos: análise e implicações ambientais

*Profa. Dra. Mary Rosa Rodrigues de Marchi  
GRESKO – Grupo de Estudos em Saúde  
Ambiental e Compostos Orgânicos  
Instituto de Química - UNESP*

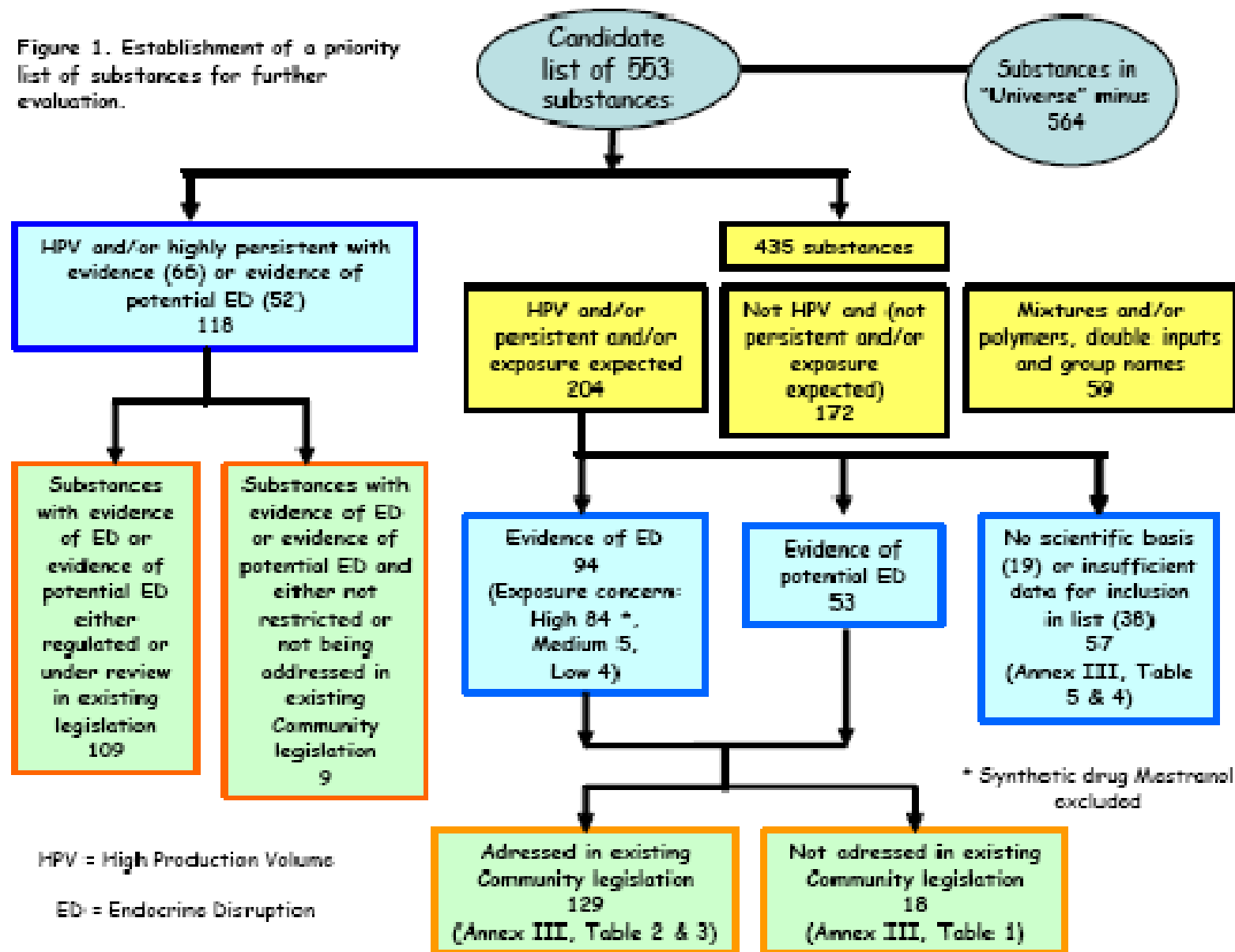
# Preocupação relativamente recente



# Agentes estrogênicos

- O que são?
  - Substâncias químicas que podem interferir no sistema hormonal
- Que tipo de substâncias?
  - Diversas classe químicas, tanto naturais quanto sintéticas
    - Comunidade Européia: mais de 500 substâncias suspeitas de atuarem como alteradores endócrinos

Figure 1. Establishment of a priority list of substances for further evaluation.



# Algumas classes de agentes estrogênicos

- Antrópicos:
  - Ftalatos
  - Alquilfenóis
  - Bisfenol
  - Parabenos
  - PCBs, PBDEs, dioxinas e furanos
  - Organoestânicos
  - Pesticidas
  - HPAs
  - Metais ( Cd, Hg, Pb, Zn)
  - Fármacos contraceptivos ou de reposição hormonal
- Naturais
  - Fitoestrógenos (lignanas e isoflavonas)
  - Estrógenos (estradiol, estriol e estrona)

# Aporte ao ambiente

- Principais vias de ingresso
  - Esgoto urbano e industrial
    - Tratamentos convencionais de esgoto e efluentes não são eficientes na remoção
  - Resíduos sólidos → aterros

# Efeitos

- Descritos há mais de 25
- Alguns efeitos relatados na literatura
  - Biota (principalmente peixes, répteis e aves)
    - Alteração na taxa de fertilização e eclosão de ovos, histopatologias (fígado, rins e gônadas), imunodepressão, *imposex*, desenvolvimento anormal de órgãos sexuais
  - Humanos
    - Aumento de certos tipos de cânceres de mama, próstata e testículos, redução da fertilidade masculina, anormalidades no desenvolvimento sexual, ovários policísticos e endometriose

Espécie	Contaminante	Efeitos
Peixe	Efluente de ETE	Feminização de peixes Declínio na reprodução
	17 $\beta$ -estradiol	Indução da síntese de VTG Feminização de peixes Alteração nas gônadas Hermafroditismo Incidência de testículo-óvulos nas gônadas Declínio na reprodução Inibição do crescimento testicular Mortalidade elevada dos descendentes
	Estrona	Indução da síntese de VTG Indução da síntese de VTG
	17 $\alpha$ -etinilestradiol	Inibição do crescimento testicular Indução da síntese de VTG Mortalidade da espécie
	Bisfenol A e DEHP (ftalato)	Declínio na reprodução
	Nonilfenol, octilfenol e butilfenol	Declínio na reprodução Indução da síntese de VTG Mortalidade elevada dos descendentes e feminização de peixes machos
	DES	Indução da síntese de VTG no sangue
	4-tert-pentilfenol	Feminização de peixes machos
	Cádmio, mercúrio e zinco	Distúrbios na síntese de cortisol
	HAP, mercúrio, chumbo e cádmio	Indução da síntese de VTG



Espécie	Contaminante	Efeitos
Mamífero	Bisfenol A PCB DDT	Anomalias no sistema reprodutivo de ratos Alta mortalidade de golfinhos
Réptil	DDE e DDT	Anomalias no sistema reprodutivo de ratos Concentrações anormais de hormônios sexuais no plasma (baixa concentração de testosterona) e anomalias morfológicas nas gônadas (redução no tamanho do pênis) em jacarés
Mexilhão	Efluente de ETE	Indução da síntese de VTG e anomalias no crescimento da concha dos mexilhões
Molusco	TBT e TPT	Desenvolvimento de órgãos sexuais masculinos em fêmeas - imposex e esterilização
Tartaruga	17 $\beta$ -estradiol	Indução à síntese de VTG no sangue e alterações na produção de ovos
Pássaro	Pesticidas DDT	Decréscimo na fertilidade Feminização de gaivotas machos Anomalias no sistema reprodutivo
Anfíbio	Herbicida (atrazina) Efluente de ETE	Anomalias no sistema reprodutivo e declínio da população Indução à síntese de VTG no sangue e hermafroditismo

# Concentrações ambientais

- 17  $\beta$  estradiol
  - Aporte contínuo (excreta humana e animal)
  - Efeitos relatados para concentrações a partir de 1 ng/L para biota aquática
  - Esgoto doméstico
    - Entrada ETE : 0,5 – 20 ng/L
    - Saída ETE: 0,5 – 7 ng/L

# Concentrações ambientais de 17 $\beta$ estradiol no Brasil

Local	Matriz	Concentração (ng/L)	Referência
Penha-RJ	ETE - entrada	21 ng/L	Ternes, T. A. et al. <i>Sci. Total Environ.</i> <b>1999</b> , 225, 81
	ETE - saída	< 1,5 ng/L	
Campinas-SP	ETE – entrada	6,7 $\mu$ g/L	Ghiselli, G. Tese Doutorado, IQ/UNICAMP, <b>2006</b>
	ETE – saída	5,6 $\mu$ g/L	
	Água superficial	1,9 a 6 $\mu$ g/L	
	Água potável	2,1 a 2,6 $\mu$ g/L	
Araraquara – SP	ETE – entrada	787 a 935 ng/L	Moura, J.A. Tese Doutorado, IQ/UNESP, em andamento
	ETE – saída	114 a 1275 ng/L	

# Outros agentes estrogênicos

- Bisfenol A
  - Utilizado na produção de policarbonato e em resinas de uso odontológico
  - Em diversos países
    - Água superficial: 0,07 a 5,6  $\mu\text{g/L}$
    - Água potável: 0,5 a 2  $\text{ng/L}$
  - Araraquara
    - ETA entrada : 11,7 a 16,8  $\mu\text{g/L}$
    - ETA saída: 6,2 a 7,3  $\mu\text{g/L}$
  - Campinas
    - ETA entrada: 2 a 64  $\mu\text{g/L}$
    - ETA saída: 2 a 3,6  $\mu\text{g/L}$

# Alquilfenóis

- Principalmente nonil e octilfenóis
- Os alquilfenóis etoxilados: produtos de uso industrial e doméstico: detergentes, emulsificantes, amaciantes, sabão em pó, etc
- Aporte contínuo ao ambiente via esgoto domiciliar

	NP	NPEO1	NPEO2
	μg/L		
<b>Diversos Países</b>			
ETE – entrada	4,2 a 343		24 a 938
ETE – saída	0,17 a 289		4,9 a 332
<b>ETE - Araraquara</b>			
Entrada	84 a 117	2274 a 2962	533 a 2120
Saída	245 a 266	347 a 369	143 a 154
<b>ETE - Campinas</b>			
Entrada	1,9	NA	NA
Saída	1,4	NA	NA

NP = nonilfenol

NPEO1 e NPEO2 = nonilfenol mono e dietoxilado

NA = não analisado

# O grande desafio

- Analítico
  - Determinar com confiabilidade aceitável moléculas orgânicas em concentrações abaixo de  $\mu\text{g/L}$  em matrizes extremamente complexas
- Ambiental/Biológico
  - Desenvolver testes biológicos cada vez mais seletivos
  - Interpretar os dados obtidos em termos de riscos potenciais à biota (incluindo o homem)

A interdisciplinaridade é o caminho....





OBRIGADA!

Mary Rosa R. Marchi

[mssqam@iq.unesp.br](mailto:mssqam@iq.unesp.br)

[maryrmarchi@gmail.com](mailto:maryrmarchi@gmail.com)

Tel: (16) 3301-6610