

# Estudo de Caso: Transgênico ou Transgênero?

Autores: Estevão Alan Vieira, Letícia Jordão Marques de Oliveira e Rafael Cava Mori



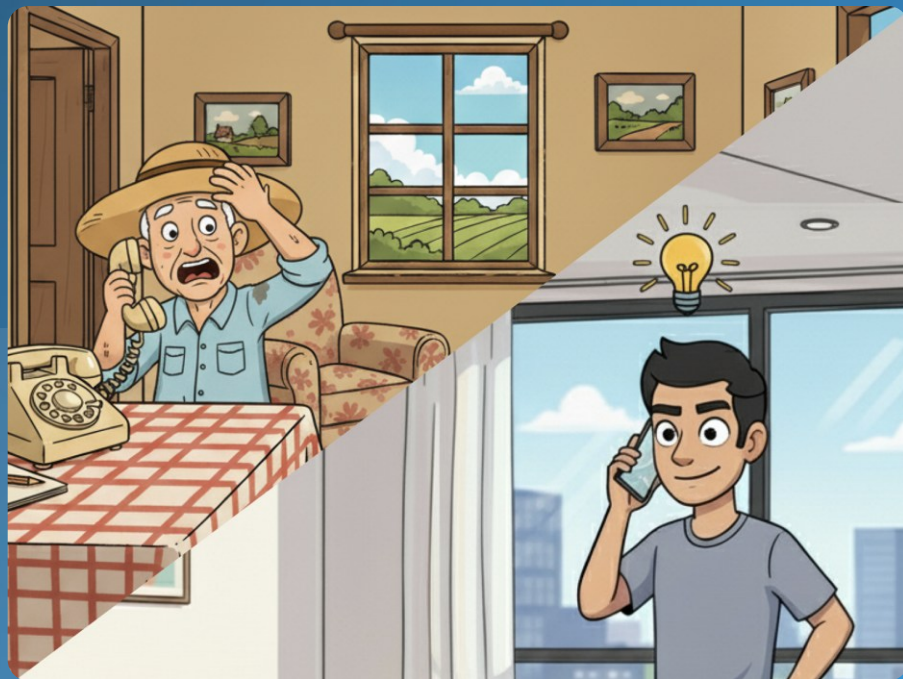
# O Caso do Senhor Chico

O Senhor Chico cria rãs desde os anos 1990 em um tanque escavado na terra, no seu sítio em Matão, São Paulo. Ele alimenta as rãs com milho comprado do vizinho, Senhor Emanuel, que recentemente aumentou os preços

**Chico:** "Primo, estou com problemas com o milho das minhas rãs. O Manuel subiu muito o preço"

**João:** "Planta milho transgênico! Cresce mais rápido"

**Chico:** "'Trans' o quê, João?! Não sei mexer com essas coisas, não"



# O Problema das Rãs

Os primos se encontram e o Senhor Chico acaba acatando a ideia do milho transgênico. No mês seguinte, a plantação recebe **herbicidas** para acelerar a produção e livrá-la de ervas daninhas

Tudo vai bem por algum tempo até que... a população de rãs começa a diminuir! Senhor Chico nota que **não houve aumento na mortalidade, mas queda na procriação**

**Chico:** "Jão, me ajuda! O milho 'trans' está acabando com minhas rãs! Elas não procriam mais... parece que elas viraram 'trans' igual ao milho!"

**João:** "Trans... gênico? Ou transgênero?"

**João:** "Vamos pedir ajuda ao meu filho Júnior que cursa Química na universidade"



# Questões Sociocientíficas



## Transgênicos

Produção de variedades transgênicas de alimentos e seus impactos na saúde e no ambiente



## Agrotóxicos

Uso de pesticidas na agricultura e suas consequências para o meio ambiente e seres vivos



## Ecologia

Desequilíbrio populacional em um ecossistema com possível origem antrópica

*"O caso possibilita uma avaliação crítica sobre os pesticidas e os riscos ambientais implicados em seu uso, além de desmitificar conceitos sobre os transgênicos"*

Transgênicos

Agrotóxicos

Ecologia

*Interconexão entre as questões sociocientíficas*

# Transgênicos

## Organismos Geneticamente Modificados (OGM)

são seres vivos que contêm um ou mais genes transferidos artificialmente de uma espécie para outra, por meio de técnicas de engenharia genética

No Brasil, os transgênicos são regulados pela  
**Política Nacional de Biossegurança**  
(Lei n. 11.105/2005)

- 🌱 O Brasil é o segundo maior produtor mundial de transgênicos (49,1 milhões de hectares)
- 🌱 Principais culturas transgênicas no Brasil: soja, milho e algodão
- 🧬 Objetivo: plantas mais nutritivas e resistentes a doenças, pragas e mudanças climáticas





# Transgênicos: Prós e Contras

Os transgênicos geram intenso debate no Brasil e no mundo, com argumentos científicos, econômicos e ambientais de ambos os lados:

## Argumentos a Favor

- ✓ Plantas mais resistentes a pragas
- ✓ Alimentos mais nutritivos
- ✓ Combate à fome mundial

 Exemplo: Monsanto

## Argumentos Contra

- ✗ Riscos à saúde humana
- ✗ Impactos ambientais
- ✗ Aumento do uso de agrotóxicos

 Exemplos: Greenpeace e IDEC



# A Relação entre Transgênicos e Agrotóxicos

Segundo o dossiê da Associação Brasileira de Saúde Coletiva, a agricultura transgênica **não reduz** o uso de agrotóxicos, como muitos acreditam

**Você sabia?** O crescimento da cultura de transgênicos no Brasil foi acompanhado pela **quase duplicação** do uso de agrotóxicos por hectare cultivado

As mesmas empresas que vendem sementes transgênicas também comercializam os agrotóxicos específicos para elas, criando uma dependência do agricultor

O modelo do agronegócio intensifica a monocultura, com prejuízos para a qualidade dos solos e para os sistemas biogeoquímicos nas vizinhanças das terras cultivadas

# 1ª Possível Causa: Efeitos do Milho Transgênico

Quando genes são inseridos em um organismo, **compostos inesperados** (principalmente aminoácidos e proteínas) podem ser formados no organismo modificado

Evidências científicas sobre os efeitos dos transgênicos:

⚠ Nordlee et al. observaram aumento de 50% nos casos de alergia em pessoas que consumiram produtos à base de soja geneticamente modificada

♀♂ Séraline et al. demonstraram que o consumo de alimentos transgênicos pode ter efeitos diferentes em machos e fêmeas

🧬 Possíveis alterações na regulação hormonal dos animais, afetando sua capacidade reprodutiva



*Milho transgênico usado na alimentação das rãs do Senhor Chico*



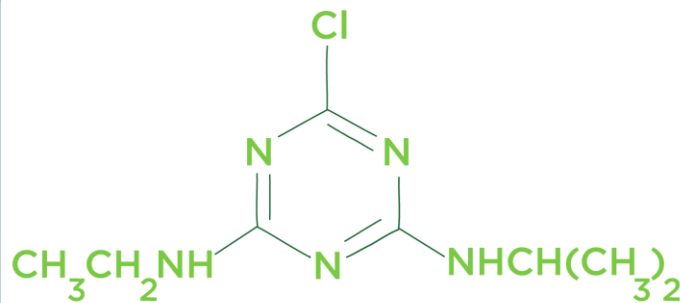
## 2ª Possível Causa: Contaminação por Herbicidas

A contaminação do tanque de rãs (escavado na terra) pelos herbicidas usados na plantação de milho pode ter causado a queda na procriação

A **atrazina** é o herbicida mais utilizado em plantações de milho. Foi proibida na União Europeia em 2004, mas ainda é usada no Brasil e EUA

Um estudo publicado em 2010 revelou que a atrazina pode causar sérios problemas reprodutivos em rãs:

- ♂ Redução de testosterona e feminização dos machos
- ♂ Diminuição da produção de espermatozoides
- ↔ Mudança completa de sexo em 10% das rãs expostas



Estrutura química da atrazina ( $C_8H_{14}ClN_5$ )



Aplicação de herbicidas em plantações de milho

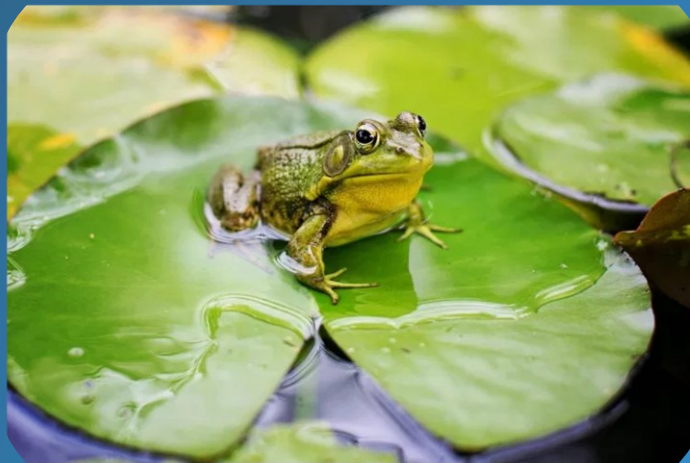
# Como a Atrazina Afeta as Rãs?

Um estudo publicado em 2010 revelou que a atrazina pode **castrar quimicamente** as rãs, mesmo em quantidades consideradas "seguras"

**Mecanismo de ação:** A atrazina induz a expressão da enzima **aromatase**, que converte testosterona em estradiol

- 1 Redução de testosterona nos machos
- 2 Diminuição do tamanho das glândulas reprodutoras
- 3 Supressão do comportamento reprodutivo
- 4 Em 10% das rãs, ocorreu completa mudança de sexo

As novas fêmeas se mostraram funcionais, capazes de gerar descendentes quando cruzadas com indivíduos machos.



# O que Aprendemos com o Caso?


O caso do Senhor Chico e suas rãs nos mostra a complexidade das questões envolvendo transgênicos e agrotóxicos:


- ⌘ Os transgênicos podem gerar compostos inesperados que afetam os organismos que os consomem
- 🏺 Herbicidas como a atrazina podem contaminar ecossistemas aquáticos e afetar a reprodução de anfíbios
- ⚖️ É necessário avaliar criticamente os benefícios e riscos das tecnologias agrícolas


**A ciência nos ajuda a entender e resolver problemas ambientais!**




# Para Saber Mais

 Hayes TB et al. (2010). Atrazine induces complete feminization and chemical castration in male African clawed frogs (*Xenopus laevis*). *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 107, 4612


 Nordlee JA et al. (1996). Identification of a Brazil-nut allergen in transgenic soybeans. *N. Engl. J. Med.*, 33, 688

 Séralini G et al. (2011). Genetically modified crops safety assessments: present limits and possible improvements. *Environ. Sci. Eur.*, 23, 10

 Takahashi JA, Martins PFF, Quadros AL. (2008). Questões tecnológicas permeando o ensino de química: o caso dos transgênicos. *Química Nova na Escola*, 29, 3

 Carneiro FF et al. (2015). Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. *Expressão Popular: São Paulo*

 Brasil. Lei n. 11.105/2005. Política Nacional de Biossegurança

 Caldart RS et al. (2012). *Dicionário da educação do campo*. *Expressão Popular: São Paulo*

 Exposição a pesticida muda sexo de rãs, diz estudo. *O Globo*