

# Como avaliar evidências científicas?

Ateliê da Linha de Pesquisa de Estratégia

Jose Storopoli

Universidade Nove de Julho  
UNINOVE  
São Paulo  
Brasil

`josees@uni9.pro.br`

Maio 2022



# Cargo Cult Science

*Feynman, R. (1974). Cargo cult science. Caltech commencement address.*

# Cargo Cult Science



*Feynman, R. (1974). Cargo cult science. Caltech commencement address.*

- Melanésia (Oceania)  
durante Segunda Guerra Mundial



*Feynman, R. (1974). Cargo cult science. Caltech commencement address.*



- Melanésia (Oceania) durante Segunda Guerra Mundial
- Culturas isoladas em ilhas entram em contato com forças aliadas

*Feynman, R. (1974). Cargo cult science. Caltech commencement address.*



- Melanésia (Oceania) durante Segunda Guerra Mundial
- Culturas isoladas em ilhas entram em contato com forças aliadas
- Depois da guerra os soldados foram embora com seus aviões e cargas

*Feynman, R. (1974). Cargo cult science. Caltech commencement address.*

# O que é Ciência do Culto à Carga?

*Feynman, R. (1974). Cargo cult science. Caltech commencement address.*

# O que é Ciência do Culto à Carga?

- Os nativos sentindo falta dos suprimentos começaram a imitar o comportamento dos soldados

*Feynman, R. (1974). Cargo cult science. Caltech commencement address.*



# O que é Ciência do Culto à Carga?

- Os nativos sentindo falta dos suprimentos começaram a imitar o comportamento dos soldados
- Assim esperando que isso faria voltar os aviões

*Feynman, R. (1974). Cargo cult science. Caltech commencement address.*

# O que é Ciência do Culto à Carga?

- Os nativos sentindo falta dos suprimentos começaram a imitar o comportamento dos soldados
- Assim esperando que isso faria voltar os aviões ... mas eles não voltaram

*Feynman, R. (1974). Cargo cult science. Caltech commencement address.*

# O que é Ciência do Culto à Carga?

- Os nativos sentindo falta dos suprimentos começaram a imitar o comportamento dos soldados
- Assim esperando que isso faria voltar os aviões ... mas eles não voltaram
- **Ciência do Culto à Carga** é exatamente isso:

*Feynman, R. (1974). Cargo cult science. Caltech commencement address.*

# O que é Ciência do Culto à Carga?

- Os nativos sentindo falta dos suprimentos começaram a imitar o comportamento dos soldados
- Assim esperando que isso faria voltar os aviões ... mas eles não voltaram
- **Ciência do Culto à Carga** é exatamente isso:
  - Tem "citações"

*Feynman, R. (1974). Cargo cult science. Caltech commencement address.*

# O que é Ciência do Culto à Carga?

- Os nativos sentindo falta dos suprimentos começaram a imitar o comportamento dos soldados
- Assim esperando que isso faria voltar os aviões ... mas eles não voltaram
- **Ciência do Culto à Carga** é exatamente isso:
  - Tem "citações"
  - Tem "metodologia"

*Feynman, R. (1974). Cargo cult science. Caltech commencement address.*

# O que é Ciência do Culto à Carga?

- Os nativos sentindo falta dos suprimentos começaram a imitar o comportamento dos soldados
- Assim esperando que isso faria voltar os aviões ... mas eles não voltaram
- **Ciência do Culto à Carga** é exatamente isso:
  - Tem "citações"
  - Tem "metodologia"
  - Tem até "tabelas estatísticas"

*Feynman, R. (1974). Cargo cult science. Caltech commencement address.*

# O que é Ciência do Culto à Carga?

- Os nativos sentindo falta dos suprimentos começaram a imitar o comportamento dos soldados
- Assim esperando que isso faria voltar os aviões ... mas eles não voltaram
- **Ciência do Culto à Carga** é exatamente isso:
  - Tem "citações"
  - Tem "metodologia"
  - Tem até "tabelas estatísticas" ... e  $p$ -valores!

*Feynman, R. (1974). Cargo cult science. Caltech commencement address.*

# O que é Ciência do Culto à Carga?

- Os nativos sentindo falta dos suprimentos começaram a imitar o comportamento dos soldados
- Assim esperando que isso faria voltar os aviões ... mas eles não voltaram
- **Ciência do Culto à Carga** é exatamente isso:
  - Tem "citações"
  - Tem "metodologia"
  - Tem até "tabelas estatísticas" ... e  $p$ -valores!
  - **Pseudociência!**

*Feynman, R. (1974). Cargo cult science. Caltech commencement address.*



# Cargo Cult Statistics

*Stark, P. B., & Saltelli, A. (2018). Cargo-cult statistics and scientific crisis. Significance, 15(4), 40–43.*  
*<https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2018.01174.x>*

- A mímica ritualística de estatísticas, em vez da prática conscienciosa

*Stark, P. B., & Saltelli, A. (2018). Cargo-cult statistics and scientific crisis. Significance, 15(4), 40–43.*  
<https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2018.01174.x>

# Cargo Cult Statistics

- A mímica ritualística de estatísticas, em vez da prática conscienciosa
- Isso se tornou a norma em muitas disciplinas, reforçado e estimulado:

*Stark, P. B., & Saltelli, A. (2018). Cargo-cult statistics and scientific crisis. Significance, 15(4), 40–43.*  
*<https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2018.01174.x>*

- A mímica ritualística de estatísticas, em vez da prática conscienciosa
- Isso se tornou a norma em muitas disciplinas, reforçado e estimulado:
  - educação estatística

*Stark, P. B., & Saltelli, A. (2018). Cargo-cult statistics and scientific crisis. Significance, 15(4), 40–43.*  
<https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2018.01174.x>

- A mímica ritualística de estatísticas, em vez da prática conscienciosa
- Isso se tornou a norma em muitas disciplinas, reforçado e estimulado:
  - educação estatística
  - software estatístico

*Stark, P. B., & Saltelli, A. (2018). Cargo-cult statistics and scientific crisis. Significance, 15(4), 40–43.*  
*<https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2018.01174.x>*

- A mímica ritualística de estatísticas, em vez da prática conscienciosa
- Isso se tornou a norma em muitas disciplinas, reforçado e estimulado:
  - educação estatística
  - software estatístico
  - políticas editoriais

*Stark, P. B., & Saltelli, A. (2018). Cargo-cult statistics and scientific crisis. Significance, 15(4), 40–43.*  
*<https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2018.01174.x>*

- A mímica ritualística de estatísticas, em vez da prática conscienciosa
- Isso se tornou a norma em muitas disciplinas, reforçado e estimulado:
  - educação estatística
  - software estatístico
  - políticas editoriais
- Ciência deveria ser "**Show me**" e não "**Trust me**"

*Stark, P. B., & Saltelli, A. (2018). Cargo-cult statistics and scientific crisis. Significance, 15(4), 40–43.*  
*<https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2018.01174.x>*

# Cargo Cult Statistics

*Stark, P. B., & Saltelli, A. (2018). Cargo-cult statistics and scientific crisis. Significance, 15(4), 40–43.*  
*<https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2018.01174.x>*

---



- Muitas aplicações de estatística são **Culto à Carga**:

*Stark, P. B., & Saltelli, A. (2018). Cargo-cult statistics and scientific crisis. Significance, 15(4), 40–43.*  
*<https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2018.01174.x>*

- Muitas aplicações de estatística são **Culto à Carga**:
  - estimar modelos
  - computar  $p$ -valores ou intervalos de confiança
  - simular densidades posteriores
  - termos estatísticos

*Stark, P. B., & Saltelli, A. (2018). Cargo-cult statistics and scientific crisis. Significance, 15(4), 40–43.*  
*<https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2018.01174.x>*

- Muitas aplicações de estatística são **Culto à Carga**:
  - estimar modelos
  - computar  $p$ -valores ou intervalos de confiança
  - simular densidades posteriores
  - termos estatísticos
- Porém pouco<sup>1</sup> **entendimento** sobre:

*Stark, P. B., & Saltelli, A. (2018). Cargo-cult statistics and scientific crisis. Significance, 15(4), 40–43.*  
<https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2018.01174.x>

---

<sup>1</sup>às vezes nenhum...

- Muitas aplicações de estatística são **Culto à Carga**:
  - estimar modelos
  - computar  $p$ -valores ou intervalos de confiança
  - simular densidades posteriores
  - termos estatísticos
- Porém pouco<sup>1</sup> **entendimento** sobre:
  - pressupostos das técnica
  - relevância dos valores
  - significado da terminologia

*Stark, P. B., & Saltelli, A. (2018). Cargo-cult statistics and scientific crisis. Significance, 15(4), 40–43.*  
*<https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2018.01174.x>*

---

<sup>1</sup>às vezes nenhum...

- Muitas aplicações de estatística são **Culto à Carga**:
  - estimar modelos
  - computar  $p$ -valores ou intervalos de confiança
  - simular densidades posteriores
  - termos estatísticos
- Porém pouco<sup>1</sup> **entendimento** sobre:
  - pressupostos das técnicas
  - relevância dos valores
  - significado da terminologia
- Isso rebaixa as estatísticas de uma **forma de pensar sobre as evidências e evitar a auto-ilusão** para uma "bênção" formal de alegações.

*Stark, P. B., & Saltelli, A. (2018). Cargo-cult statistics and scientific crisis. Significance, 15(4), 40–43.*  
*<https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2018.01174.x>*

---

<sup>1</sup>às vezes nenhum...

## Frequentista

- $p$ -valores

## Bayesiana

- *Priors*

*Stark, P. B., & Saltelli, A. (2018). Cargo-cult statistics and scientific crisis. Significance, 15(4), 40–43.*  
<https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2018.01174.x>

## Frequentista

- $p$ -valores

## Bayesiana

- *Priors*

Estatística **frequentista** é sobre o que você faria se tivesse um **modelo**, e estatística **Bayesiana** é sobre o que você faria se tivesse uma **prior**.

*Stark, P. B., & Saltelli, A. (2018). Cargo-cult statistics and scientific crisis. Significance, 15(4), 40–43.*  
<https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2018.01174.x>

# Maioria dos achados publicados são **falsos**

*Ioannidis, J. P. A. (2005). Why most published research findings are false. PLoS Medicine, 2(8), e124.*



# Maioria dos achados publicados são **falsos**

- Mais uma vez nosso amigo  $p$ -valor

*Ioannidis, J. P. A. (2005). Why most published research findings are false. PLoS Medicine, 2(8), e124.*

# Maioria dos achados publicados são **falsos**

- Mais uma vez nosso amigo  $p$ -valor
- Se adotarmos  $p < 0.05$ , 1 a cada 20 estudos serão "falsos positivos"

*Ioannidis, J. P. A. (2005). Why most published research findings are false. PLoS Medicine, 2(8), e124.*

# Maioria dos achados publicados são **falsos**

- Mais uma vez nosso amigo  $p$ -valor
- Se adotarmos  $p < 0.05$ , 1 a cada 20 estudos serão "falsos positivos"
- Se há um "viés de publicação" para somente aceitar/publicar achados positivos

*Ioannidis, J. P. A. (2005). Why most published research findings are false. PLoS Medicine, 2(8), e124.*

# Maioria dos achados publicados são **falsos**

- Mais uma vez nosso amigo  $p$ -valor
- Se adotarmos  $p < 0.05$ , 1 a cada 20 estudos serão "falsos positivos"
- Se há um "viés de publicação" para somente aceitar/publicar achados positivos
- Logo: **a proporção de 5% acaba sendo exarcebada**

*Ioannidis, J. P. A. (2005). Why most published research findings are false. PLoS Medicine, 2(8), e124.*

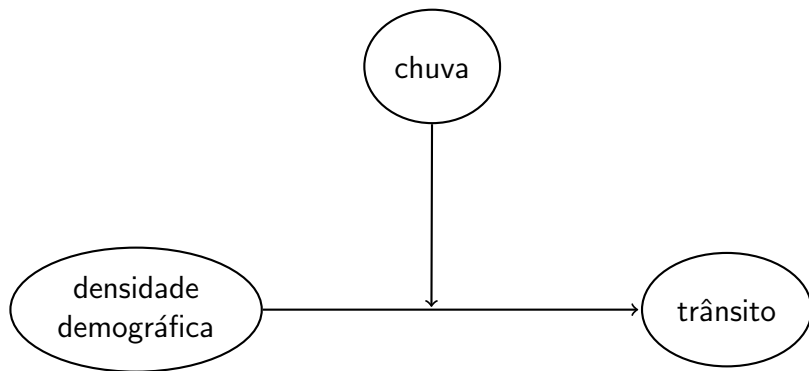
# Maioria dos achados publicados são falsos

- Mais uma vez nosso amigo  $p$ -valor
- Se adotarmos  $p < 0.05$ , 1 a cada 20 estudos serão "falsos positivos"
- Se há um "viés de publicação" para somente aceitar/publicar achados positivos
- Logo: **a proporção de 5% acaba sendo exarcebada**

## Achados Falsos e Crise de Replicabilidade

*Ioannidis, J. P. A. (2005). Why most published research findings are false. PLoS Medicine, 2(8), e124.*

# Moderação Positiva



# Moderação Negativa

