

SEMANA DA
PUBLICAÇÃO

ESTATÍSTICA

Seu guia prático para Estatística Básica

E-BOOK

Rhanderson Cardoso, MD, FACC

— Rhanderson Cardoso, MD, FACC

Caro leitor,

Estou muito feliz pelo seu interesse em se aprofundar em pesquisa de alta qualidade. Nosso objetivo, com esse manual, é disseminar conhecimento científico e capacitar estudantes, médicos e outros profissionais de saúde a conduzir pesquisas de maneira eficaz, independentemente do seu nível atual de treinamento.

As publicações científicas são indispensáveis não apenas para construir um currículo robusto, mas também para se destacar no âmbito profissional. Mas por onde começar e como aprender? Acredito que muitos já se depararam com a situação de buscar oportunidades com orientadores, às vezes recebendo várias negativas. Apesar da necessidade e interesse universal na pesquisa científica, inúmeros estudantes e médicos não têm uma compreensão básica de medicina baseada em evidências.

Consequentemente, muitos estão envolvidos em projetos de pesquisa superficiais, de impacto mínimo, como relatos de casos ou estudos descritivos. Estamos aqui para apresentar uma alternativa de maior impacto para publicar de forma independente em revistas indexadas e renomadas, além de apresentar seus resultados em congressos internacionais, sem depender de fatores externos, como apoio de sua faculdade ou ajuda de um estatístico.

Então, qual é exatamente esse método de pesquisa? É a revisão sistemática e meta-análise, o método que ensinamos no Meta-Analysis Academy. Te convidamos para estar presente na Semana da Publicação para conhecer nosso programa em detalhes.

Este e-Book vai te ensinar os pilares da estatística aplicada à pesquisa. Especificamente, vamos te ensinar os conceitos de p-valor, hipótese nula, hipótese alternativa, erro tipo 1 e tipo 2. Pesquisa científica consiste em criar hipóteses e testá-las. Neste e-Book, você encontrará uma explicação didática para esses conceitos fundamentais de pesquisa.

No entanto, também quero que saiba que esta é apenas uma pequena parte do método da Meta-Analysis Academy. Na verdade, no nosso programa de treinamento, ensinamos tudo o que você precisa saber sobre estatísticas avançadas em meta-análise, para que você possa publicar trabalhos de alta qualidade com autonomia. Você não precisa ser um gênio da matemática para ter autonomia na produção da sua própria análise de dados.

Rhanderson Cardoso, MD, FACC

SEMANA DA
PUBLICAÇÃO 

SEMANA DA PUBLICAÇÃO

Uma senhora toma chá



Semana da Publicação

 [rhandersoncardoso.md](https://www.instagram.com/rhandersoncardoso.md)

1

Uma senhora toma chá

- Com base na história mais importante da estatística, vamos esclarecer alguns conceitos como teste de hipóteses, p-valor e nível de significância (valor α).
- Deixaremos algumas dicas para quem deseja se aprofundar mais nessa história.

toolkit

[Leia aqui >](#)

Tea for three Of infusions and inferences and milk in first

A statistician, an algologist and a biochemist sat down to a nice cup of tea. The algologist would not drink hers. It sounds like the start of a bad joke. It was actually the beginning – the rather romantic beginning – of proper design and analysis of experiments. **Stephen Senn** considers how that time-honoured British institution, the tea-break, inspired R. A. Fisher to an approach which still raises questions today.

Order, order!

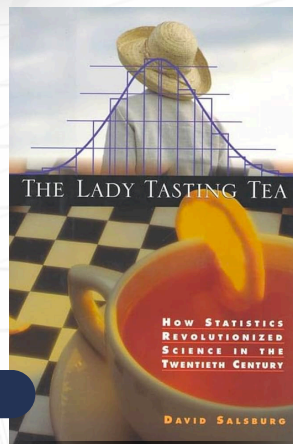
Three scientists were taking tea in the common room at an agricultural research station one afternoon in the early 1920s. The male statistician poured milk into a cup, added tea, and, since this was the 1920s and he was a gentle-

The tea-tasting challenge was known to many before the publication of the 1978 biography since Fisher had used it in his book *The Design of Experiments* in 1935. Here is what Fisher had to say:

A lady declares that by tasting a cup of

four in one way and four in the other, and presenting them to the subject in a random order. The subject has been told in advance of what the test will consist, namely that these shall be four of each kind, and that they shall be presented to her in a random order, that is an order

Esse livro traz insights sobre as personalidades e a história por trás das teorias envolvidas em pesquisa clínica.



[Leia Aqui >](#)

1

Uma senhora toma chá

A história da origem do p-valor remonta à estação experimental agrícola de Rothamsted no final da década de 1920. Essa estação experimental agrícola era onde se realizavam pesquisas, com vários funcionários contratados como cientistas. Numa tarde agradável, três cientistas que trabalhavam na Rothamsted Agricultural Experiment Station, na Inglaterra, fizeram uma pausa para tomar chá.

Um homem adicionou leite ao chá e ofereceu a uma colega pesquisadora. Ela educadamente recusou, dizendo que preferia quando o chá era adicionado antes do leite. O pesquisador ficou muito intrigado e disse que não era possível perceber a diferença depois que o chá tivesse sido misturado.

Ele disse que não conseguia entender. A mulher afirmou que existe uma clara diferença quando o leite é adicionado antes ou depois do chá.



Então, para provar que estava certo, o pesquisador começou a elaborar um experimento.

Chá antes
do leite



50%

Leite antes
do chá



50%

1

Uma senhora toma chá

O pesquisador que ofereceu o chá foi Sir Ronald Fisher, um dos estatísticos mais importantes da história. Ele foi responsável pela criação do teste de variância (ANOVA) e também era geneticista e biólogo evolutivo. A pesquisadora testada era a Dra. Blanche Muriel Bristol, uma algologista. Com sua visão diferenciada, Fisher começou a esboçar um desenho de estudo capaz de resolver essa dúvida.



Blanche Muriel
Bristol, MSc, PhD



Sir Ronald Fisher,
Statistician

Para determinar se a Dra. Bristol era realmente capaz de diferenciar a ordem dos elementos do chá, foram geradas duas hipóteses:

Hipótese A: ela não tinha capacidade de diferenciar chá antes do leite x leite antes do chá.

Hipótese B: ela tinha capacidade de diferenciar chá antes do leite x leite antes do chá.

SEMANA DA
PUBLICAÇÃO 

Desenho de estudo e experimento



Semana da Publicação

 [rhandersoncardoso.md](https://www.instagram.com/rhandersoncardoso.md)

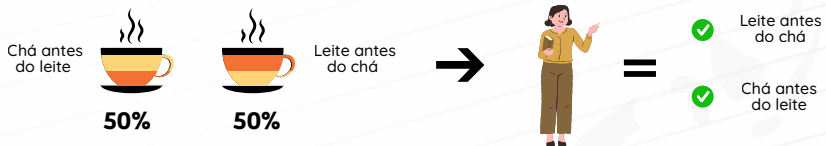
O experimento

Uma boa opção para testar essas hipóteses foi oferecer a ela uma xícara de chá sem que ela soubesse a sequência de colocação do leite.

Fisher estabeleceu que dois fatores seriam importantes:

1. Oferecer a mesma quantidade de cada preparação à Dra. Bristol para teste;
2. Garantir que a Dra. Bristol soubesse que o mesmo número de xícaras seria entregue com cada preparação.

Então, se ele desse duas xícaras a ela, tendo sido informada de que havia o mesmo número de xícaras com leite antes e com leite depois, haveria uma chance de 50% de ela acertar, mesmo que não soubesse identificar a diferença.



Mesmo assim, essa probabilidade não era suficiente...

Assim, matematicamente, o Dr. Fisher estabeleceu que a partir de oito xícaras o resultado começava a ser **confiável**.



Desenho do estudo – oferecer **oito** xícaras, das quais **quatro** teriam o chá colocado primeiro e **quatro** teriam o chá colocado depois, e essas xícaras seriam apresentadas à Dra. Bristol de forma aleatória (decidida por um lançamento de moeda).

SEMANA DA
PUBLICAÇÃO 

Teste de hipóteses



Semana da Publicação

 [rhandersoncardoso.md](https://www.instagram.com/rhandersoncardoso.md)

Testando a hipótese

Testando a hipótese

O teste de hipóteses é baseado em duas hipóteses que se contradizem e são mutuamente exclusivas. A hipótese nula diz que qualquer resultado se dá, de fato, apenas pelo acaso. Nesse caso, a hipótese nula é que a Dra. Bristol não consegue diferenciar qual foi adicionado primeiro: o leite ou o chá. Ou seja, qualquer 'acerto' dela seria pelo acaso apenas.

Usaremos a probabilidade dos resultados por acaso (p-valor) para rejeitar ou deixar de rejeitar (aceitar) essa hipótese. Se rejeitarmos a hipótese nula, então a hipótese alternativa é verdadeira. Neste caso, a hipótese alternativa é que ela pode, de fato, distinguir se o leite ou o chá foi adicionado primeiro.

Após o nosso teste (nesse exemplo, as respostas da Dra. Bristol), acreditaremos na hipótese nula (se não a rejeitarmos) ou rejeitaremos a hipótese nula. Se rejeitarmos a hipótese nula, então acreditaremos na hipótese alternativa. Não existe uma opção intermediária. Não há um cenário onde ambas as hipóteses nula e alternativa sejam aceitas.

Nesse exemplo:

Hipótese A (hipótese nula = H_0): ela não tem a capacidade de diferenciar os chás. Se realizarmos o teste e não rejeitarmos essa hipótese nula, então chegaremos à conclusão que ela não consegue diferenciar se o leite ou o chá foi adicionado primeiro.

Hipótese B (hipótese alternativa = H_a): se os resultados do nosso teste forem inconsistentes com a hipótese nula, então rejeitaremos a hipótese nula. Consequentemente, aceitaremos a hipótese alternativa. Acreditaremos que ela pode, de fato, diferenciar se o leite ou o chá foi adicionado primeiro.

SEMANA DA
PUBLICAÇÃO

P-valor (valor de p)



Semana da Publicação

 [rhandersoncardoso.md](https://www.instagram.com/rhandersoncardoso.md)

P-valor (valor de p)

Vamos assumir, por um momento, que a hipótese nula é verdadeira. Em outras palavras, vamos supor que a Dra. Bristol não consegue diferenciar se o leite ou o chá foi adicionado primeiro.

Ela ainda vai dar seus palpites. Ela responderá, quando lhe forem oferecidas oito xícaras, às cegas, se ela acha que o chá ou o leite foi adicionado primeiro.

Vamos calcular a probabilidade de, por acaso, ela acertar as oito xícaras.



- Probabilidade de acertar 8 xícaras em 8 tentativas, por acaso:
 - $1/256 = 0,39\%$

Agora, vamos calcular a probabilidade de, por acaso, ela acertar pelo menos seis xícaras. Isso significa que ela pode acertar seis, sete ou oito xícaras.



- Probabilidade de acertar pelo menos 6 xícaras em 8 tentativas, por acaso:
 - Acertar 6 de 8: $28/256 = 10,94\%$
 - Acertar 7 de 8: $8/256 = 3,13\%$
 - Acertar 8 de 8: $1/256 = 0,39\%$
- Então, a probabilidade de acertar 6, 7 ou 8 xícaras corretamente é obtida somando essas 3 probabilidades: $37/256 = 14,4\%$

P-valor (valor de p)

O p-valor é isso. É a probabilidade de obter um resultado igual ou mais extremo do que o obtido, se a hipótese nula fosse verdadeira, ou seja, pelo acaso apenas.

O que acabamos de calcular é o p-valor. Usaremos isso para rejeitar (ou não) a hipótese nula. Lembre-se, a hipótese nula é que ela **NÃO CONSEGUE** diferenciar xícaras com leite ou chã primeiro. O p-valor, então, é a probabilidade de ela acertar um determinado número de respostas (ou um resultado mais extremo) por acaso. Em outras palavras, se ela acertou 6 das 8 xícaras, qual seria a chance de ela acertar as 6 (ou um resultado mais extremo, como 7 ou 8), apenas pelo acaso.

A probabilidade de ela acertar pelo menos 6 xícaras, por acaso, é 37/256.

p-value = 0.144



A probabilidade de ela acertar todas as 8 xícaras, por acaso, é 1/256.

p-value = 0.0039



Portanto, se a Dra. Bristol acertou 6 de 8 xícaras, você provavelmente não confiaria que ela sabe diferenciar as preparações. Ainda há uma chance de 14% de que isso possa se dar ao acaso, por "chute" ($p=0,14$). Se ela acertou 8 de 8 xícaras, você provavelmente acreditaria que ela sabe diferenciar as preparações (rejeitar a hipótese nula). Por quê? Porque a chance de isso acontecer pelo acaso apenas seria de 0,39%.

Isso indica que você criou algum tipo de critério para decidir um limiar de probabilidade para rejeitar ou deixar de rejeitar a hipótese nula.

SEMANA DA
PUBLICAÇÃO

Nível de significância



Semana da Publicação

 [rhandersoncardoso.md](https://www.instagram.com/rhandersoncardoso.md)

5

Nível de significância

O valor de α é o limite estabelecido (a priori) para rejeitar ou não a hipótese nula com base no p-valor.

O valor padrão de 5% (ou 0,05) para o nível de significância estatística foi uma convenção que até hoje é usada na prática científica. Esse valor não é uma regra fixa, mas é comumente adotado para estabelecer o limiar para rejeitar (ou não rejeitar) a hipótese nula.

O trade-off que devemos fazer é aceitar um pequeno risco (neste caso, 5%) de rejeitar a hipótese nula quando ela é verdadeira. Em outras palavras, quando definimos o nível de significância em 5%, aceitamos um risco de 5% de afirmar que a hipótese nula é falsa quando ela, de fato, é verdadeira. Isso é chamado de **erro tipo 1**. Ou seja, quando dizemos que a Dra. Bristol consegue diferenciar os chás quando, na verdade, ela não consegue.

Se ela dissesse que não consegue diferenciar os chás quando, na verdade, consegue, isso teria outro nome: **erro tipo 2**. O erro tipo 2 é o oposto do erro tipo 1 e acontece quando aceitamos como verdadeira uma hipótese nula que é falsa. É como se o erro tipo 1 fosse um “falso-positivo” e o erro tipo 2, um “falso-negativo”.

| | Hipótese nula verdadeira | Hipótese nula falsa |
|------------------------------|---|---|
| Rejeitar a hipótese nula | TIPO 1 Falso-positivo Probabilidade = α | Decisão Correta Verdadeiro-positivo também chamado de “poder” |
| Não rejeitar a hipótese nula | Decisão Correta Verdadeiro-negativo | TIPO 2 Falso-negativo Probabilidade = β |

Nesse caso, se a Dra. Bristol acertar 8 de 8 xícaras, o p-valor é 0,0039 (ou 0,39%). Isso está bem abaixo de 0,05 (5%), então rejeitaremos a hipótese nula e diremos que a hipótese alternativa é verdadeira. Mas lembre-se, ainda há uma pequena chance de que ela tenha acertado por acaso. Esse é o risco de um erro tipo 1.

SEMANA DA
PUBLICAÇÃO 

Em suma...



Semana da Publicação

 [rhandersoncardoso.md](https://www.instagram.com/rhandersoncardoso.md)

Recapitulando



Hipótese nula (H_0): ela não consegue diferenciar os chás (leite primeiro ou leite depois).

Hipótese alternativa (H_a): ela tem a capacidade de diferenciar preparações com leite vs. chá primeiro.



Qual é o p-valor do resultado?

p-valor $\leq 0,05$ = H_0 é rejeitada

cut-off point

valor de α



#DICAS

- Um **p-valor** é uma medida estatística usada para rejeitar ou não rejeitar a hipótese nula.
- Um p-valor mede a probabilidade de obter um resultado igual a (ou mais extremo) do que o resultado do teste, por acaso (em outras palavras, se a hipótese nula fosse verdadeira).
- Quanto menor o p-valor, mais improvável é que os resultados tenham sido obtidos apenas por acaso.
- Um p-valor $\leq 0,05$ é considerado estatisticamente significativo sob a convenção de um nível de significância de 0,05 (5%).

Recapitulando

Teste de hipótese

$$H_0 \text{ Vs } H_a$$

1. Identifique as hipóteses nula e alternativa:

- Hipótese nula (H_0): ela não consegue diferenciar entre preparações com leite vs. chá primeiro.
- Hipótese alternativa (H_a): ela tem a capacidade de diferenciar preparações com leite vs. chá primeiro.

2. Especificar o nível de significância ($p \leq 0,05$):

- O nível de significância é definido como 0,05 (5%).

3. Calcular a estatística do teste a partir dos dados:

- Utilizar os dados coletados para calcular o p-valor, que indica a probabilidade de obter um resultado igual ou mais extremo do que o resultado observado, assumindo que a hipótese nula é verdadeira.

4. Interpretar os resultados:

- Se o p-valor for menor ou igual a 0,05, rejeite a hipótese nula e aceite a hipótese alternativa.
- Se o p-valor for maior que 0,05, não rejeite a hipótese nula. Conclua que não há diferença significativa entre os grupos.

Hipótese Nula

verdadeira

Falsa

Não rejeitar
hipótese

Rejeitar
Hipótese

Não rejeitar
hipótese

Rejeitar
Hipótese

Decisão
Correta

Erro
Tipo 1

Erro
Tipo 2

Decisão
Correta

SEMANA DA
PUBLICAÇÃO 

Na Prática



Semana da Publicação

 [rhandersoncardoso.md](https://www.instagram.com/rhandersoncardoso.md)

> [EClinicalMedicine](#), 2024 Mar 19:71:102541. doi: 10.1016/j.eclinm.2024.102541.
eCollection 2024 May.

FULL TEXT LINKS



ACTIONS

“ Cite

📁 Collections

Long-term impact of home-based monitoring after an admission for acute decompensated heart failure: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials

Mariana R C Clemente ¹, Nicole Felix ², Denilsa D P Navalha ³, Eric Pasqualotto ⁴, Rafael Oliva Morgado Ferreira ⁴, Marcelo A P Braga ⁵, Alleh Nogueira ⁶, Thomaz Alexandre Costa ⁷, Alice D Marinho ⁸, Amanda Fernandes ⁹

Veja essa publicação da Mariana Clemente, estudante de medicina do internato em Petrópolis, Rio de Janeiro. Essa meta-análise foi publicada em uma revista extremamente forte – Lancet: [EClinicalMedicine](#). Nesse artigo, a Mariana e o seu time estavam avaliando intervenções de monitoramento remoto após uma internação por insuficiência cardíaca descompensada.

Aqui, a hipótese nula é que **o monitoramento remoto NÃO melhora desfechos de pacientes recentemente internados por insuficiência cardíaca descompensada**. A hipótese alternativa diz o contrário: **o monitoramento remoto, de fato, melhora desfechos nesse cenário**. E entenda por **desfechos** os eventos como mortalidade, reinternação, além de qualidade de vida, entre outros.

Vamos ler um trecho do trabalho da Mariana? “HBM significantly reduced CV mortality in patients monitored through vital signs measurements plus telephone calls (...) ($p = 0,005$)”. Em tradução livre, “O monitoramento remoto reduziu significamente a mortalidade cardiovascular em pacientes monitorados por meio de medições de sinais vitais e ligações telefônicas (...) $p = 0,005$ ”.

O que esse p-valor significa? Significa que, se o monitoramento remoto NÃO reduzisse a mortalidade cardiovascular no mundo real, mesmo assim, existiria uma probabilidade de 0,005 (0,5%), de a Mariana e seus colegas encontrarem uma redução igual ou ainda maior à que encontraram. Essa probabilidade é tão ínfima que nós **rejeitamos a hipótese nula e aceitamos a hipótese alternativa**. É bem mais provável que a verdade científica seja a hipótese alternativa, isto é, o monitoramento remoto realmente melhora os desfechos dos pacientes recentemente internados por insuficiência cardíaca descompensada.

Em suma...

Revisões sistemáticas

“Uma revisão da literatura médica que busca responder a uma pergunta específica com o uso de métodos pré-estabelecidos, com o objetivo de sintetizar e avaliar a literatura, minimizando vieses.”

Podem ser feitas com ou sem meta-análise.

Meta-análise

Síntese quantitativa do resultados de estudos similares entre si.



Quais são os passos de uma meta-análise?



Gerar a ideia



Formular a pergunta de pesquisa



Testar a viabilidade da ideia



Determinar a estratégia de busca



Escolher os estudos para inclusão



Coleta de dados



Análise de dados / estatística



Avaliar o risco de vieses



Escrever o resumo e o manuscrito

SEMANA DA
PUBLICAÇÃO

Aprenda a publicar artigos de impacto com autonomia.

Convide seus amigos médicos para a Semana da Publicação

[Clique aqui](#)