

# Entendendo o p-valor: Uma Abordagem Intuitiva e Aplicada em Pesquisas Eleitorais

Luiz Tiago Wilcke

16 de fevereiro de 2025

## Resumo

Este artigo apresenta de forma clara o conceito de p-valor na inferência estatística, demonstrando sua utilidade e interpretação tanto na teoria quanto em aplicações práticas. Em especial, abordaremos o uso do p-valor na análise de pesquisas eleitorais de popularidade, com ênfase em um estudo de caso envolvendo a avaliação da popularidade de um presidente. O artigo inclui definições, fórmulas, exemplos práticos e tabelas que auxiliam na compreensão do tema.

## 1 Introdução

O p-valor é uma ferramenta essencial em testes de hipóteses, fornecendo uma medida da evidência contra a hipótese nula ( $H_0$ ). Em termos simples, o p-valor representa a probabilidade de se obter um resultado tão extremo quanto o observado, ou ainda mais extremo, assumindo que  $H_0$  seja verdadeira.

Esta abordagem se mostra particularmente útil em pesquisas eleitorais, onde frequentemente se testa hipóteses sobre a popularidade de candidatos ou, no caso deste artigo, de um presidente. Por exemplo, pode-se testar se a proporção de eleitores que aprovam a atuação do presidente ultrapassa um determinado limiar (por exemplo, 50%), o que pode ser crucial para decisões políticas e estratégicas.

## 2 Conceitos Básicos e Fórmulas

### 2.1 Definição do p-valor

Em um teste estatístico, o p-valor é definido como:

$$\text{p-valor} = P(\text{resultado tão extremo quanto o observado} \mid H_0)$$

Ou, de forma mais formal, para um teste unilateral:

$$p = P(T \geq t_{\text{obs}} \mid H_0),$$

onde  $T$  é a estatística de teste e  $t_{\text{obs}}$  o valor observado.

Para um teste bilateral, o p-valor é dado por:

$$p = 2 P(T \geq |t_{\text{obs}}| \mid H_0).$$

## 2.2 Exemplo com a Distribuição Normal

Suponha que a estatística de teste siga uma distribuição normal padrão. Assim, se  $Z$  representa o valor padronizado:

$$Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}},$$

onde:

- $\hat{p}$  é a proporção observada na amostra;
- $p_0$  é a proporção assumida sob  $H_0$ ;
- $n$  é o tamanho da amostra.

O p-valor para um teste unilateral (quando  $Z$  é positivo) é:

$$p = 1 - \Phi(Z),$$

sendo  $\Phi(Z)$  a função de distribuição acumulada da normal padrão.

## 3 Uma Explicação Intuitiva do p-valor

Imagine que você está jogando um dado viciado. A hipótese nula  $H_0$  é de que o dado é justo (ou seja, cada face tem a mesma probabilidade de sair). Se, após várias jogadas, você observa uma sequência de resultados altamente improvável para um dado justo, o p-valor indica a probabilidade de, mesmo com um dado justo, obtermos resultados tão extremos quanto os observados.

Em resumo:

**O p-valor é a chance de, assumindo que não há efeito (ou que a hipótese nula é verdadeira), observarmos dados tão discrepantes dos resultados esperados quanto os que foram obtidos.**

## 4 Aplicação em Pesquisas Eleitorais

Em pesquisas eleitorais, o p-valor pode ser utilizado para testar hipóteses sobre a popularidade dos candidatos ou, como no exemplo a seguir, sobre a aprovação de um presidente. Considere o teste de hipótese:

$$\begin{cases} H_0 : p = 0.5, \\ H_1 : p > 0.5, \end{cases}$$

onde  $p$  representa a proporção de eleitores favoráveis à atuação do presidente.

Após coletar uma amostra de eleitores, calcula-se a proporção observada  $\hat{p}$  e a estatística  $Z$  utilizando a fórmula apresentada anteriormente. Se o p-valor for menor do que o nível de significância adotado (por exemplo,  $\alpha = 0.05$ ), rejeitamos  $H_0$  e concluímos que há evidências estatísticas de que a aprovação do presidente é superior a 50%.

## 4.1 Estudo de Caso: Pesquisa de Popularidade Presidencial

Suponha que uma pesquisa eleitoral foi realizada para avaliar a aprovação do atual presidente, com uma amostra de  $n = 1000$  eleitores. A hipótese a ser testada é:

$$\begin{cases} H_0 : p = 0.5 & (\text{aprovação igual a } 50\%), \\ H_1 : p > 0.5 & (\text{aprovação superior a } 50\%). \end{cases}$$

Se a pesquisa indicar que a proporção observada de eleitores que aprovam a atuação do presidente é  $\hat{p} = 0.53$ , a estatística de teste  $Z$  será calculada por:

$$Z = \frac{0.53 - 0.50}{\sqrt{\frac{0.5 \times 0.5}{1000}}} = \frac{0.03}{\sqrt{0.00025}} = \frac{0.03}{0.01581} \approx 1.897.$$

O p-valor, para um teste unilateral, é dado por:

$$p = 1 - \Phi(1.897) \approx 1 - 0.971 = 0.029.$$

Como  $p \approx 0.029 < 0.05$ , rejeitamos  $H_0$  e concluímos que há evidências estatísticas suficientes para afirmar que a aprovação do presidente é maior que 50%.

## 4.2 Tabela Resumo do Estudo de Caso

Tabela 1: Resultados da Pesquisa de Popularidade Presidencial

Parâmetro	Valor	Fórmula	Cálculo	Resultado
Proporção sob $H_0$	$p_0$	—	—	0.50
Proporção Observada	$\hat{p}$	—	—	0.53
Tamanho da Amostra	$n$	—	—	1000
Erro Padrão	$SE = \sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}$	$= \sqrt{\frac{0.5 \times 0.5}{1000}}$	$= \sqrt{0.00025}$	0.01581
Estatística $Z$	—	$= \frac{\hat{p} - p_0}{SE}$	$= \frac{0.53 - 0.50}{0.01581}$	1.897
p-valor	—	$= 1 - \Phi(Z)$	$= 1 - \Phi(1.897)$	0.029

## 5 Interpretação dos Resultados

A interpretação dos p-valores segue a seguinte lógica:

Tabela 2: Interpretação dos p-valores

Intervalo do p-valor	Interpretação
$p < 0.01$	Evidência muito forte contra $H_0$
$0.01 \leq p < 0.05$	Evidência forte contra $H_0$
$0.05 \leq p < 0.10$	Evidência moderada contra $H_0$
$p \geq 0.10$	Evidência fraca contra $H_0$

No estudo de caso apresentado, o p-valor de 0.029 indica evidência forte contra a hipótese nula, permitindo concluir que a aprovação do presidente é estatisticamente superior a 50%.

## 6 Limitações e Considerações Adicionais

Embora o p-valor seja uma ferramenta poderosa, é importante considerar alguns aspectos:

- **Erro Tipo I e Tipo II:** Rejeitar  $H_0$  incorretamente (erro Tipo I) ou não rejeitá-la quando ela for falsa (erro Tipo II) são riscos inerentes aos testes de hipótese. O nível de significância ( $\alpha$ ) ajuda a controlar o risco de erro Tipo I.
- **Tamanho da Amostra:** Amostras pequenas podem levar a estimativas imprecisas e a um poder estatístico reduzido. Em pesquisas eleitorais, é fundamental utilizar um tamanho de amostra adequado.
- **Significância Estatística vs. Significância Prática:** Um resultado estatisticamente significativo nem sempre implica em relevância prática. No caso de pesquisas eleitorais, mesmo diferenças pequenas podem ser estatisticamente significativas, mas é preciso avaliar se tais diferenças têm impacto real no cenário político.
- **Contexto da Pesquisa:** Fatores como a representatividade da amostra, a forma de coleta dos dados e a margem de erro devem ser considerados na interpretação dos resultados.

## 7 Conclusão

O p-valor é uma medida crucial na tomada de decisão em testes de hipóteses, permitindo aos pesquisadores avaliar a probabilidade de os resultados observados terem ocorrido por acaso. Em pesquisas eleitorais, e especificamente na avaliação da popularidade de um presidente, o p-valor auxilia na interpretação dos dados e na identificação de evidências estatísticas que podem sustentar decisões políticas.

Neste artigo, apresentamos a definição, a interpretação e a aplicação prática do p-valor, incluindo um estudo de caso detalhado que exemplifica como utilizar essa ferramenta para determinar se a aprovação presidencial supera o limiar de 50%. A compreensão dos conceitos e limitações associados ao p-valor é fundamental para uma análise crítica e fundamentada dos dados obtidos em pesquisas eleitorais.