

# A LEI DE NEWCOMB-BENFORD E SUA APLICAÇÃO EM CONJUNTOS MATEMÁTICOS: UMA ABORDAGEM ESTATÍSTICA

## THE NEWCOMB-BENFORD LAW AND ITS APPLICATION TO MATHEMATICAL SETS: A STATISTICAL APPROACH

## LA LEY DE NEWCOMB-BENFORD Y SU APLICACIÓN A CONJUNTOS MATEMÁTICOS: UN ENFOQUE ESTADÍSTICO

Bruno Rios Souza<sup>[1]</sup>, Ana Carla Percontini da Paixão<sup>[1]</sup>

[1]Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana, BA, Brasil.

**Data de submissão:** 24 mar. 2025. **Data de aprovação:** 13 jun. 2025. **Financiamento:** Programa de Bolsa de Iniciação Científica – UEFS. **Como citar:** SOUZA, Bruno Rios; PAIXÃO, Ana Carla Percontini da. A lei de Newcomb-Benford e sua aplicação em conjuntos matemáticos: uma abordagem estatística. **REMAT: Revista Eletrônica da Matemática**, Bento Gonçalves, RS, v. 11, p. e307, 8 set. 2025. <https://doi.org/10.35819/remat2025v11id7660>.



Este artigo está licenciado sob uma licença *Creative Commons Attribution 4.0 International License*.

**Resumo:** Este estudo investiga a aderência de diferentes conjuntos matemáticos à Lei de Newcomb-Benford por meio de testes estatísticos rigorosos e análise computacional. Foram analisadas dez sequências numéricas, incluindo os Números de Mersenne, potências de três a nove, a Sequência de Lucas e os Números Triangulares. Para a extração dos primeiros e segundos dígitos, utilizaram-se os softwares Excel e RStudio, aplicando testes estatísticos robustos, como qui-quadrado, estatística Z e Kolmogorov-Smirnov. Os resultados indicaram que nove dos dez conjuntos numéricos seguiram a distribuição esperada pela Lei de Newcomb-Benford, com exceção dos Números Triangulares, cuja baixa variação na ordem de magnitude pode ter impactado sua aderência à lei. Os resultados deste estudo reforçam a importância da Lei de Benford como ferramenta estatística para análise de padrões numéricos.

**Palavras-chave:** Lei de Newcomb-Benford; conjuntos matemáticos; testes estatísticos.

**Abstract:** This study investigates the adherence of different mathematical sets to the Newcomb-Benford Law through rigorous statistical tests and computational analysis. Ten numerical sequences were analyzed, including Mersenne Numbers, powers of three to nine, the Lucas Sequence and Triangular Numbers. To extract the first and second digits, Excel and RStudio software were used, applying robust statistical tests, such as chi-square, Z-statistics and Kolmogorov-Smirnov. The results indicated that nine of the ten numerical sets followed the distribution expected by the Newcomb-Benford Law, with the exception of Triangular Numbers, whose low variation in the order of magnitude may have impacted their adherence to the law. The results of this study reinforce the importance of Benford's Law as a statistical tool for analyzing numerical patterns.

**Keywords:** Newcomb-Benford law; Mathematical sets; statistical tests.

**Resumen:** Este estudio investiga la adherencia de diferentes conjuntos matemáticos a la Ley de Newcomb-Benford a través de rigurosas pruebas estadísticas y análisis computacionales. Se analizaron diez secuencias numéricas, entre ellas los números de Mersenne, las potencias del tres al nueve, la secuencia de Lucas y los números triangulares. Para extraer el primer y segundo dígito se utilizaron los software Excel

y RStudio, aplicándose pruebas estadísticas robustas, como chi-cuadrado, estadístico Z y Kolmogorov-Smirnov. Los resultados indicaron que nueve de los diez conjuntos numéricos siguieron la distribución esperada por la Ley de Newcomb-Benford, con excepción de los Números Triangulares, cuya baja variación en el orden de magnitud puede haber impactado su adherencia a la ley. Los resultados de este estudio refuerzan la importancia de la Ley de Benford como herramienta estadística para analizar patrones numéricos.

**Palabras clave:** Ley Newcomb-Benford; conjuntos matemáticos; pruebas estadísticas.

## 1 INTRODUÇÃO

A Lei de Newcomb-Benford, também chamada Lei dos Números Anômalos, descreve a distribuição logarítmica da frequência do primeiro dígito significativo em conjuntos de dados numéricos. Essa regularidade foi inicialmente observada por Simon Newcomb (1881) e posteriormente sistematizada por Frank Benford (1938), que analisou uma grande variedade de conjuntos de dados. A probabilidade de um número ter o primeiro dígito  $d$  é dada por:

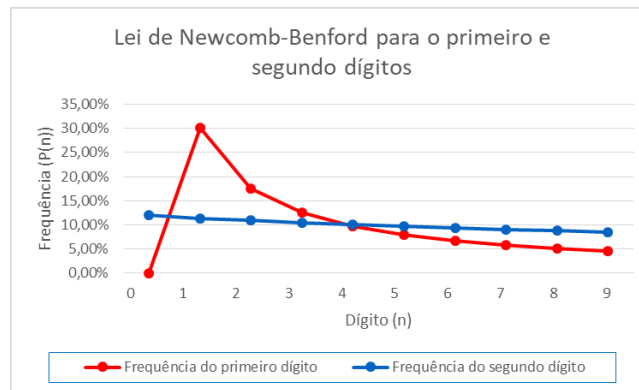
$$P(d) = \log_{10} \left( 1 + \frac{1}{d} \right). \quad (1)$$

A Lei não se aplica apenas ao primeiro dígito significativo de um número, mas também pode ser estendida ao segundo. Nesse caso, a probabilidade de ocorrência de um determinado algarismo  $d$  no segundo dígito pode ser obtida substituindo  $d$  pela dezena do segundo dígito e realizando um somatório conforme a fórmula:

$$P(d) = \sum_{i=0}^9 \log_{10} \left( 1 + \frac{1}{d \cdot 10 + i} \right). \quad (2)$$

Essa generalização permite avaliar a conformidade de um conjunto de dados com a Lei de Benford em um nível mais detalhado. Ao considerar o segundo dígito, verifica-se que a distribuição segue a mesma estrutura logarítmica observada para o primeiro dígito ampliando as possibilidades de análise estatística. A Figura 1 apresenta como essa distribuição ocorre. Essa propriedade é contraintuitiva em relação à distribuição uniforme e tem sido amplamente explorada em diversas áreas, como auditoria contábil, detecção de fraudes financeiras e análise de dados científicos. A Lei de Benford tem se mostrado particularmente eficaz na verificação da autenticidade de conjuntos de dados e na identificação de anomalias estatísticas, sendo aplicada em estudos forenses, previsões econômicas e até na detecção de manipulação de resultados eleitorais.

Figura 1 – Distribuição esperada para o primeiro e segundo dígitos segundo a lei de Newcomb-Benford



Fonte: elaboração própria (2024).

No entanto, embora a aplicação da Lei de Benford em dados empíricos seja bem documentada, sua aderência a sequências matemáticas específicas ainda é um tema de investigação. Estudos anteriores analisaram a conformidade da lei com sequências como os Números de Fibonacci e as potências de 2, mas há uma lacuna no estudo de outras sequências matemáticas as quais apresentam crescimento exponencial ou padrões recorrentes.

Este artigo tem como objetivo examinar a aderência de diferentes conjuntos matemáticos à Lei de Newcomb-Benford, investigando quais sequências seguem a distribuição esperada e avaliando os métodos estatísticos mais adequados para essa verificação. Para isso, foram analisadas dez sequências matemáticas, incluindo os Números de Mersenne, as potências de três a nove, a Sequência de Lucas e os Números Triangulares. Os resultados obtidos permitem não apenas validar a aplicabilidade da lei a esses conjuntos, mas também contribuir para uma compreensão mais aprofundada da relação entre a distribuição dos primeiros dígitos e a estrutura matemática dos conjuntos numéricos.

Este artigo está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 apresenta o referencial teórico sobre a Lei de Benford e sua fundamentação matemática; a Seção 3 descreve a metodologia empregada na análise das sequências matemáticas; a Seção 4 discute os resultados obtidos e suas implicações; e, por fim, a Seção 5 apresenta as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A distribuição dos primeiros dígitos foi inicialmente observada por Simon Newcomb (1881), ao perceber que as primeiras páginas de tabelas logarítmicas estavam mais desgastadas, sugerindo um uso mais frequente dos dígitos menores. No entanto, foi apenas em 1938 que Frank Benford sistematizou a lei ao testar sua validade em uma ampla variedade de conjuntos de

dados, consolidando sua observação em uma tabela empírica (Benford, 1938). O fenômeno foi posteriormente formalizado por Theodore Hill (1995), que demonstrou que a distribuição de Benford é a única distribuição de probabilidade invariante de base sob mudanças de escala, garantindo sua aplicação em diferentes domínios. Essa fundamentação matemática conferiu à lei um status rigoroso dentro da estatística e da teoria dos números.

A Tabela 1 apresenta a distribuição teórica dos primeiros e segundos dígitos conforme a Lei de Benford. Esses valores correspondem à frequência esperada de cada dígito inicial, servindo como base de comparação para a análise de aderência dos conjuntos numéricos investigados neste estudo. A comparação entre os valores empíricos obtidos e os valores previstos pela lei permite avaliar se uma sequência numérica específica segue o padrão logarítmico estabelecido.

Tabela 1 – Distribuição para o primeiro e segundo dígito

<b>Dígito</b>	<b>Primeiro Dígito</b>	<b>Segundo Dígito</b>
0	*****	0,11968
1	0,3010	0,11389
2	0,1761	0,10882
3	0,1249	0,10433
4	0,0969	0,10031
5	0,0792	0,09668
6	0,0669	0,09337
7	0,0580	0,09035
8	0,0512	0,08757
9	0,0458	0,08500

Fonte: tabela reformulada a partir dos dados expostos por Almeida (2011, p. 35), com ajustes na apresentação dos dados.

Atualmente, a Lei de Benford é amplamente aplicada em diversas áreas, como teoria dos números (para compreender padrões de distribuição numérica), ciências naturais e sociais (para validar a autenticidade de conjuntos de dados) e estudos de caso (para detecção de fraudes). No entanto, é importante destacar que a Lei de Benford não se aplica indiscriminadamente a todos os conjuntos de dados; sua relevância é mais evidente em conjuntos que abrangem diversas ordens de magnitude e não seguem uma distribuição uniforme, como será discutido com mais detalhes na Seção 4.

Além dessas aplicações, a Lei de Benford tem sido explorada recentemente na análise de dados epidemiológicos. Menezes (2021) investigou a aderência da Lei de Benford aos números de

casos confirmados de COVID-19 em diferentes países, utilizando dados da Organização Mundial da Saúde (OMS). O estudo avaliou a conformidade dos registros por meio do teste qui-quadrado e concluiu que os números de casos confirmados da China e da Nova Zelândia seguiram a distribuição esperada, enquanto os dados da Itália, Brasil e Estados Unidos apresentaram desvios significativos da lei. Esses resultados reforçam a importância de considerar a variabilidade e a origem dos dados ao aplicar a Lei de Benford em análises estatísticas. Teixeira e Kira (2016) investigaram a aplicabilidade da Lei de Benford a diferentes sequências matemáticas, incluindo números primos e a Sequência de Fibonacci. Os autores observaram que apenas a Sequência de Fibonacci apresentou aderência à lei para o primeiro dígito, mas não para o segundo. Por sua vez, Almeida (2011), em sua pesquisa de conclusão de curso, analisou potências de 2 e verificou que esses valores seguiam a distribuição de Benford. Apesar desses estudos, ainda há uma escassez de investigações que explorem a aderência de outras sequências matemáticas à Lei de Benford, pois a maioria das pesquisas concentra-se na aplicação da lei para detecção de fraudes e manipulação de dados.

### 3 METODOLOGIA

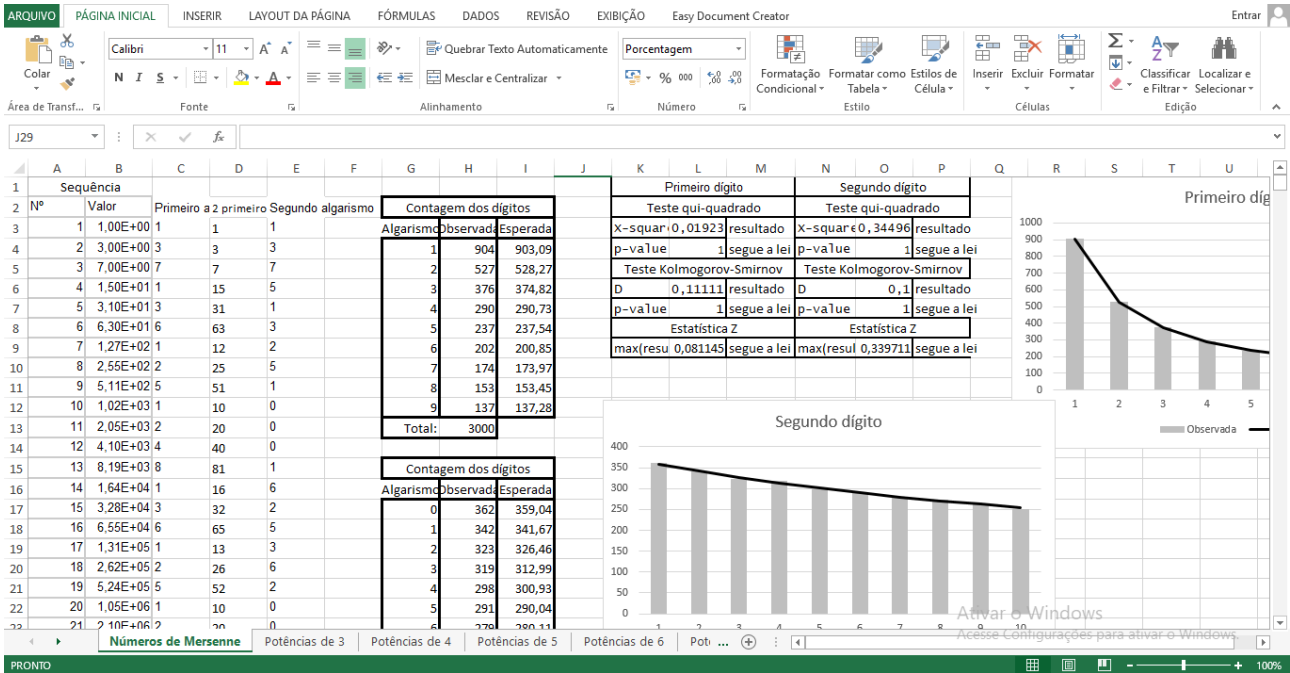
Neste estudo, foram analisadas dez sequências matemáticas que representam diferentes padrões numéricos. Essas sequências foram geradas a partir das seguintes expressões matemáticas:

- Números de Mersenne:  $M_n = 2^n - 1$ , para  $n \geq 1$ .
- Potências de um número  $k$  (de 3 a 9):  $P_k(n) = k^n$ , para  $n \geq 1$ .
- Sequência de Lucas:  $L_n = L_{n-1} + L_{n-2}$ , com  $L_1 = 1$  e  $L_2 = 3$ .
- Números Triangulares:  $T_n = \frac{n(n+1)}{2}$ , para  $n \geq 1$ .

Geraram-se os primeiros 3000 termos dessas sequências, garantindo um conjunto suficientemente grande para a análise estatística.

A análise foi conduzida a partir da extração dos primeiros e segundos dígitos desses conjuntos e a aplicação de três testes estatísticos principais: qui-quadrado (QQ), Kolmogorov-Smirnov (KS) e estatística Z (EZ), cujas definições e aplicações podem ser consultadas em livros didáticos de Estatística, como Mello e Peternelli (2013) e Morettin e Bussab (2017). Para a organização e extração dos dígitos, utilizou-se o Excel, onde foram estruturadas planilhas específicas para a separação dos primeiros e segundos dígitos das sequências matemáticas analisadas. A Figura 2 ilustra a estrutura utilizada no Excel para essa extração e a aplicação dos testes estatísticos, garantindo uma sistematização eficiente do processo.

Figura 2 – Construção no Excel



Fonte: elaboração própria (2024).

A validação estatística foi realizada por meio de um teste de hipóteses, no qual a hipótese nula ( $H_0$ ) representa a suposição de que o conjunto numérico analisado segue a distribuição prevista pela Lei de Newcomb-Benford. Já a hipótese alternativa ( $H_a$ ) assume que o conjunto não segue essa distribuição. Os valores estatísticos obtidos foram então comparados com valores críticos estabelecidos, a fim de verificar a rejeição ou não-rejeição da hipótese nula. As análises foram conduzidas utilizando-se o Microsoft Excel (versão 365) para organização e extração de dados, e o software R (versão 4.4.2) para aplicação dos testes estatísticos, com o auxílio do ambiente de desenvolvimento RStudio (R Core Team, 2025). O código utilizado encontra-se a seguir, permitindo a reprodutibilidade das análises, com a validação estatística baseada em um nível de significância  $\alpha = 0,5\%$ .

Tabela 2 – Comandos usados no Excel

Comando	Descrição
Escrever $A_n = A_{(n-1)} + 1$	Fórmula para enumerar termos da sequência
$B_3 = 1$	Valor inicial para os números de Mersenne
$B_n = 2B_{(n-1)} + 1$	Fórmula para números de Mersenne
$B_3 = 3$	Valor inicial para potências de 3
$B_n = 3B_{(n-1)}$	Fórmula para potências de 3
$A_2 = 1, A_3 = 3$	Valores iniciais para a sequência de Lucas
$A_n = A_{(n-2)} + A_{(n-1)}$	Fórmula para sequência de Lucas
$B_n = B_{(n-1)} + A_n$	Fórmula para números triangulares
$C_n = \text{ESQUERDA}(B_n, 1)$	Extração do primeiro dígito
$D_n = \text{ESQUERDA}(B_n, 2)$	Extração dos dois primeiros dígitos
$E_n = \text{DIREITA}(D_n, 1)$	Extração do segundo dígito
$H_n = \text{CONT.SE}(C\$3\$900000, G_n)$	Contagem da frequência observada
$= \text{SOMA}(H_4), = \text{SOMA}(H_{17})$	Soma total das frequências
$= \text{SE}(L_4 > L_3, \text{"segue a lei"}, \text{"não segue a lei"})$	Teste Qui-Quadrado
$= \text{SE}(O_4 > O_3, \text{"segue a lei"}, \text{"não segue a lei"})$	Teste Qui-Quadrado
$= \text{SE}(L_7 > L_6, \text{"segue a lei"}, \text{"não segue a lei"})$	Teste Kolmogorov-Smirnov
$= \text{SE}(O_7 > O_6, \text{"segue a lei"}, \text{"não segue a lei"})$	Teste Kolmogorov-Smirnov
$= \text{SE}(L_9 \leq 1.98, \text{"segue a lei"}, \text{"não segue a lei"})$	Estatística Z
$= \text{SE}(O_9 \leq 1.98, \text{"segue a lei"}, \text{"não segue a lei"})$	Estatística Z

Fonte: elaboração própria (2024).

Código usado no R:

```
dados <- read.table("D:/Trabalhos/UEFS/IC estatística/Artigo/Análises/
arquivo.txt", header=TRUE)
# Qui-quadrado
observadas <- dados$Observada
esperadas <- dados$Esperada
resultado_qq <- chisq.test(observadas, p = esperadas / sum(esperadas))
print(resultado_qq)
# Kolmogorov-smirnov
resultado_ks <- ks.test(dados$Observada, dados$Esperada)
print(resultado_ks)
```

```

# Estatística Z
Z <- (observadas - esperadas) / sqrt(esperadas)
resultado_z <- abs(Z)
resultado_z
max(resultado_z)
# Fim dos testes

```

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que nove dos dez conjuntos matemáticos analisados seguiram a distribuição logarítmica prevista pela Lei de Benford. As Tabelas 3 e 4 resumem os valores estatísticos obtidos para cada conjunto e a respectiva conclusão quanto à sua aderência.

Tabela 3 – Resultado dos testes estatísticos para o primeiro dígito

Teste do Primeiro Dígito						
Sequência	Teste QQ		K-S		Teste Z	Aderência sim/não
	p-value	QQ	p-value	D	maior valor	
<b>Valor de referência</b>	<b>1</b>	$\geq 1$	<b>1</b>	$\geq 1$	$\geq 1,4$	—
Números de Mersenne	1	0,019226	1	0,11111	0,08114503	Sim
Potências de 3	1	0,05622	1	0,11111	0,1305377	Sim
Potências de 4	1	0,14931	1	0,11111	0,2799434	Sim
Potências de 5	1	0,019763	1	0,11111	0,09472933	Sim
Potências de 6	1	0,35441	1	0,11111	0,3055399	Sim
Potências de 7	1	0,118	1	0,11111	0,1945948	Sim
Potências de 8	1	0,089716	1	0,11111	0,2058528	Sim
Potências de 9	1	0,040597	1	0,11111	0,1251262	Sim
Sequência de Lucas	1	0,016356	1	0,11111	0,07809083	Sim
Números Triangulares	$10^{-16}$	471,92	0,3517	0,44444	13,32665	Não

Fonte: elaboração própria (2024).

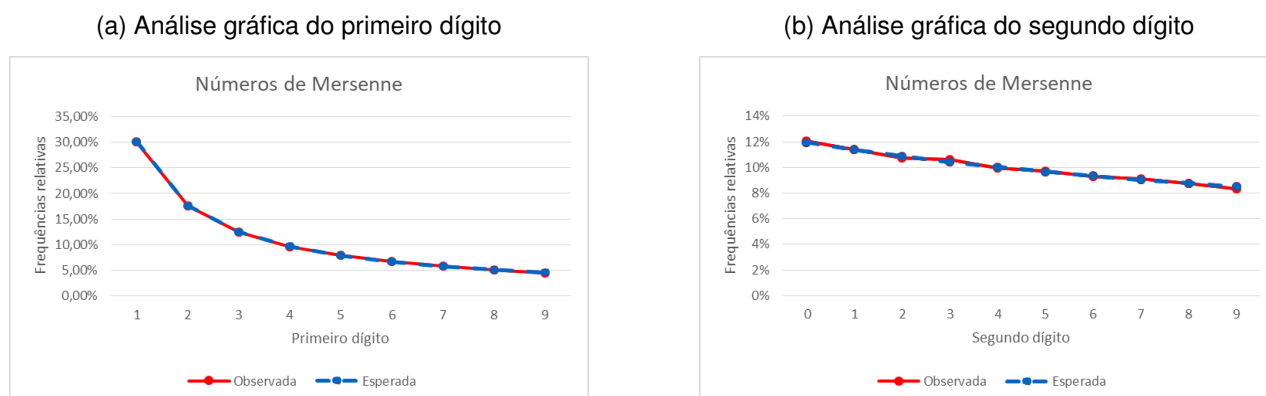
Tabela 4 – Resultado dos testes estatísticos para o segundo dígito

Teste do Segundo Dígito						
Sequência	Teste QQ		K-S		Teste Z	Aderência sim/não
	p-value	QQ	p-value	D	maior valor	
<b>Valor de referência</b>	<b>1</b>	$\geq 1$	<b>1</b>	$\geq 1$	$\geq 1,4$	—
Números de Mersenne	1	0,34496	1	0,1	0,33971	Sim
Potências de 3	0,9997	0,87994	0,9945	0,2	0,7514691	Sim
Potências de 4	1	0,080351	1	0,1	0,1726766	Sim
Potências de 5	1	0,34115	1	0,1	0,3715363	Sim
Potências de 6	0,9988	1,1973	1	0,1	0,584831	Não
Potências de 7	0,9999	0,6201	1	0,1	0,5256394	Sim
Potências de 8	1	0,073466	1	0,1	0,1252449	Sim
Potências de 9	1	0,43565	1	0,1	0,438357	Sim
Sequência de Lucas	0,9999	0,70237	1	0,1	0,4720925	Sim
Números Triangulares	0,05757	16,477	0,7633	0,3	2,078937	Não

Fonte: elaboração própria (2024).

De acordo com a Figura 3 e as Tabelas 3 e 4, o conjunto dos Números de Mersenne apresentou uma forte aderência à Lei de Newcomb-Benford, não apresentando evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula em nenhum dos testes estatísticos aplicados. Os valores obtidos diferiram significativamente dos limites de rejeição, indicando uma distribuição consistente com a previsão teórica. A ordem de grandeza desse conjunto é  $10^{903}$ , fator que pode ter contribuído para sua elevada conformidade com a lei. Esse resultado reforça a ideia, já discutida na literatura (Hill, 1995), de que conjuntos de dados com ampla distribuição em escalas numéricas distintas — ou seja, que abrangem várias ordens de magnitude — são mais propensos a seguir a distribuição logarítmica proposta por Benford.

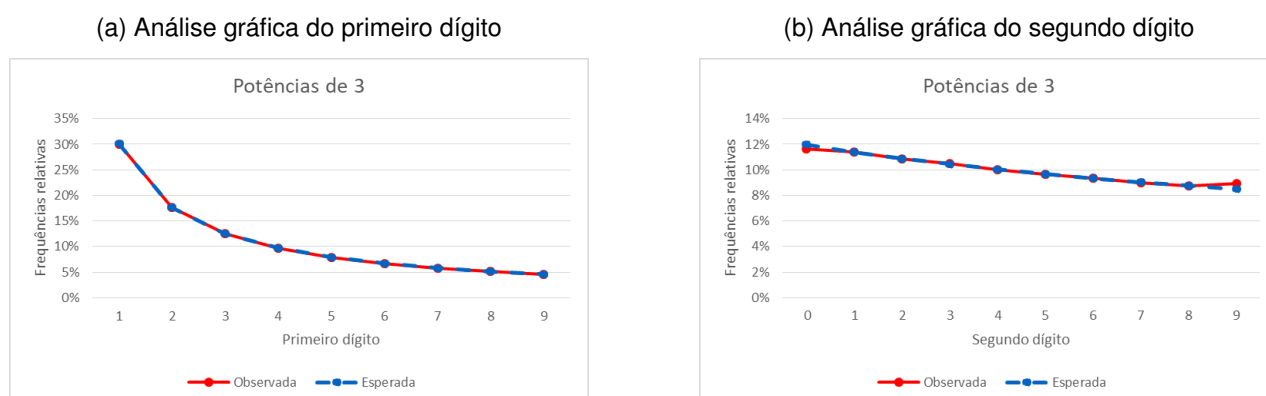
Figura 3 – Números de Mersenne



Fonte: elaboração própria (2024).

Em comparação com o conjunto anterior, observou-se que as potências de 3 apresentaram um pequeno desvio em relação à linha de distribuição esperada para o primeiro e o segundo dígito, conforme mostrado na Figura 4. O teste Kolmogorov-Smirnov indicou um valor D de 0,2 e um p-value diferente de 1, conforme descrito nas Tabelas 3 e 4. Esses desvios não foram estatisticamente significativos para comprometer a aderência da sequência à Lei de Benford. A distribuição observada ainda se enquadra nos padrões esperados, com uma ordem de magnitude de  $10^{1431}$ . Esse resultado destaca que, apesar de algumas variações, a sequência de potências de 3 mantém uma conformidade geral com a lei e reforça a importância de considerar múltiplos testes estatísticos ao avaliar a aderência de um conjunto de dados.

Figura 4 – Potências de 3

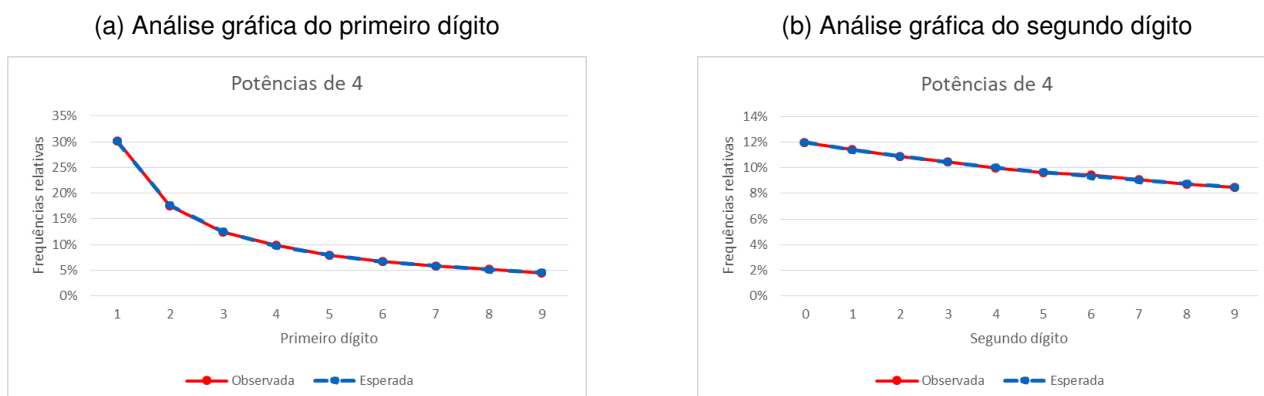


Fonte: elaboração própria (2024).

O conjunto das Potências de 4 também demonstrou uma forte adequação à Lei de Benford, como evidenciado na Figura 5 e nas Tabelas 3 e 4. Notou-se um desempenho ainda melhor no teste do segundo dígito, o que reforça a robustez da aderência desse conjunto à distribuição esperada. A ordem de magnitude das potências de 4 é  $10^{1806}$ , o que contribui para sua confor-

midade com a Lei de Benford e confirma a importância da análise da amplitude dos valores ao verificar a aderência dos dados.

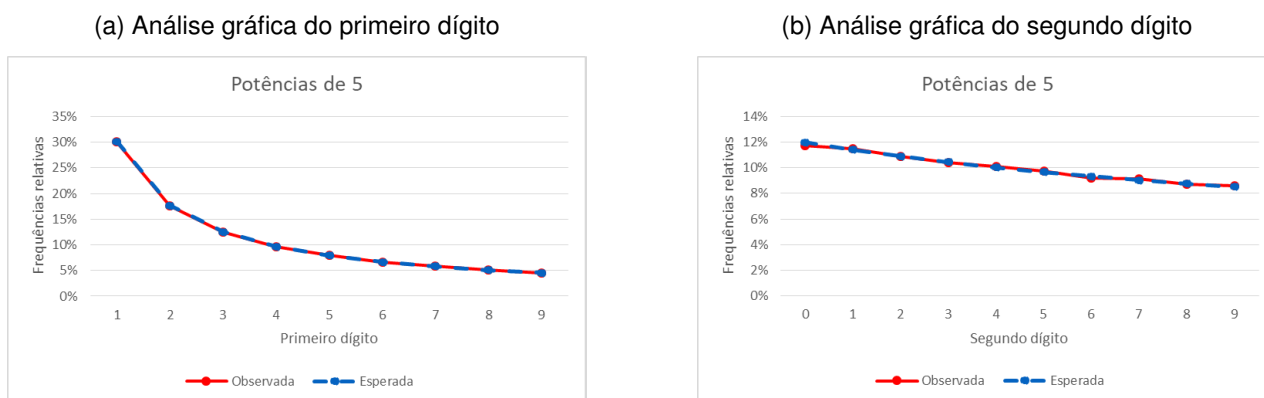
Figura 5 – Potências de 4



Fonte: elaboração própria (2024).

Perfeitamente adequado à Lei de Benford, como mostra a Figura 6 e as Tabelas 3 e 4, o conjunto das Potências de 5 também demonstrou uma aderência significativa à distribuição esperada. A ordem de magnitude desse conjunto é  $10^{2096}$ , reforçando a relação entre a distribuição dos primeiros dígitos e a amplitude dos valores analisados. Os resultados indicam que esse conjunto se encaixa nas previsões da lei, fortalecendo a evidência de que potências sucessivas mantêm uma estrutura compatível com a distribuição logarítmica proposta por Benford.

Figura 6 – Potências de 5

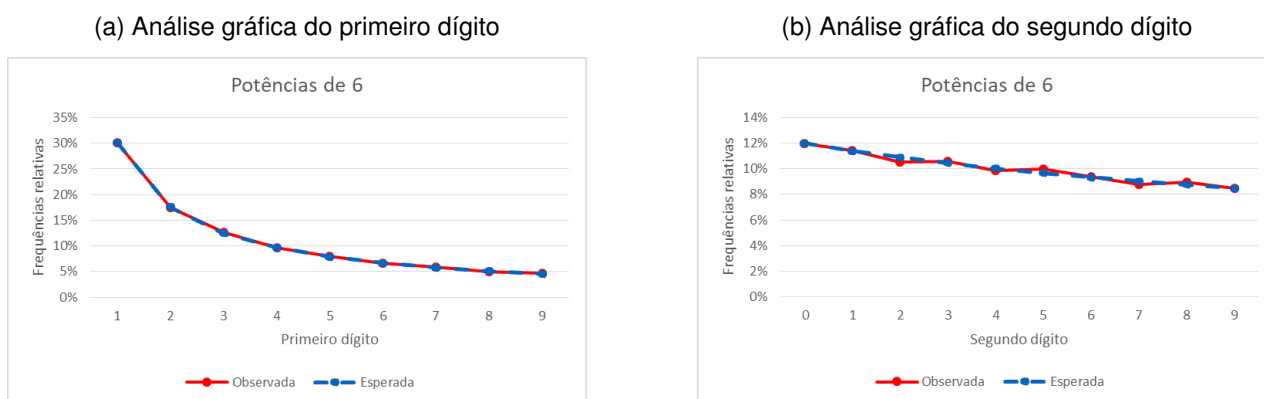


Fonte: elaboração própria (2024).

Na análise do segundo dígito das Potências de 6, cada algoritmo, isoladamente, apresentou um alto valor no teste Z, conforme indicado na Tabela 4. No entanto, esses valores não foram suficientes para rejeitar a hipótese nula ( $H_0$ ), o que indica que não há evidência estatística clara de que o conjunto viole a Lei de Benford para o segundo dígito. Como o teste qui-quadrado leva em consideração a soma dos quadrados das diferenças, os resultados indicaram que esse

conjunto não segue a Lei de Benford para o segundo dígito. Visualmente, observa-se que os algarismos 2 e 8 destoam da distribuição esperada, conforme ilustrado na Figura 7. Dado que esta pesquisa busca avaliar o método estatístico mais adequado para testes de aderência, foi assumido que o conjunto das Potências de 6 segue a Lei de Benford para o primeiro dígito, mas há incerteza quanto à sua aderência ao segundo dígito, resultando em uma classificação indeterminada para esse critério. A ordem de magnitude desse conjunto é  $10^{2334}$ .

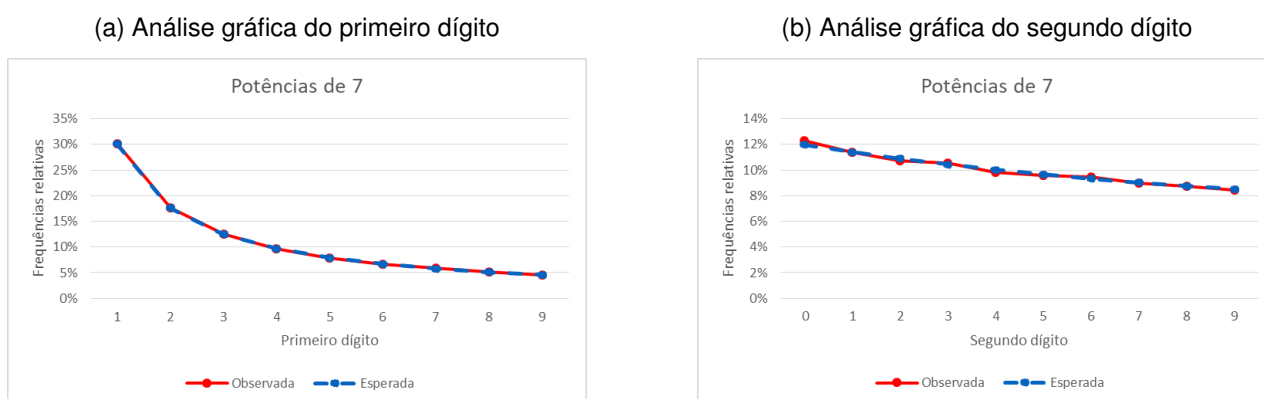
Figura 7 – Potências de 6



Fonte: elaboração própria (2024).

A Figura 8 e as Tabelas 3 e 4, permitem visualizar que embora o dígito 4 apresentasse uma frequência ligeiramente diferente da esperada, os testes estatísticos não indicaram a rejeição da hipótese de conformidade com a Lei de Benford para a sequência das Potências de 7. A ordem de magnitude desse conjunto é  $10^{2535}$ , reforçando a robustez da distribuição logarítmica esperada para esse tipo de sequência numérica.

Figura 8 – Potências de 7

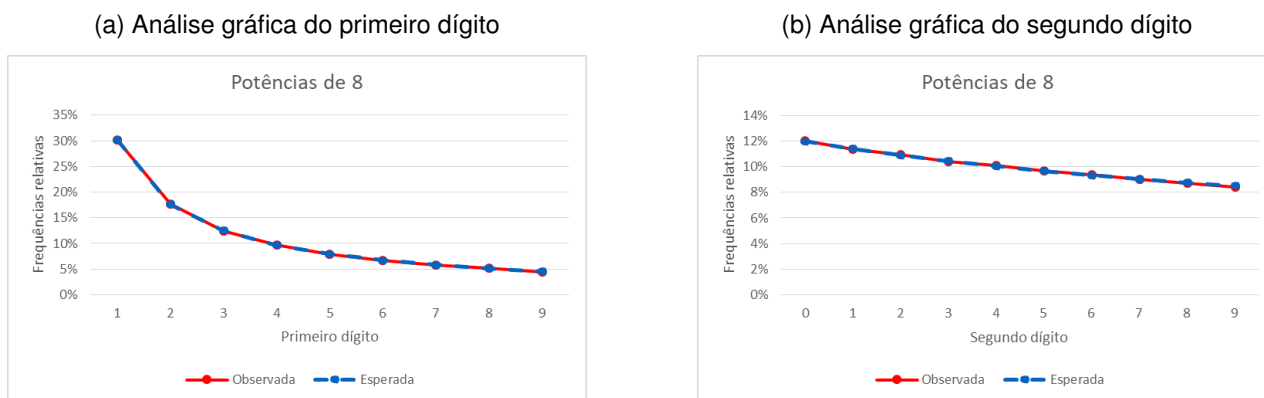


Fonte: elaboração própria (2024).

As Figuras 9 e 10, juntamente com as Tabelas 3 e 4, comprovam que os conjuntos das Potências de 8 e 9 seguem a Lei de Benford. As potências de 8 se adequaram perfeitamente à

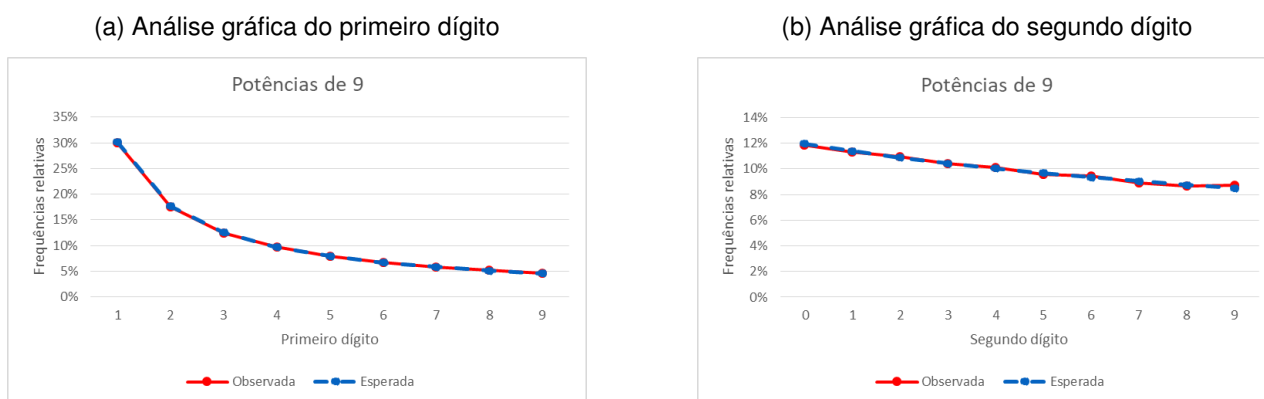
distribuição esperada, com uma ordem de magnitude de  $10^{2709}$ . Da mesma forma, as potências de 9 demonstraram conformidade com a lei, apresentando uma ordem de magnitude de  $10^{2862}$ . Esses resultados reforçam a tendência observada em potências sucessivas, demonstrando que a aderência à Lei de Benford é consistente dentro desse tipo de progressão numérica.

Figura 9 – Potências de 8



Fonte: elaboração própria (2024).

Figura 10 – Potências de 9

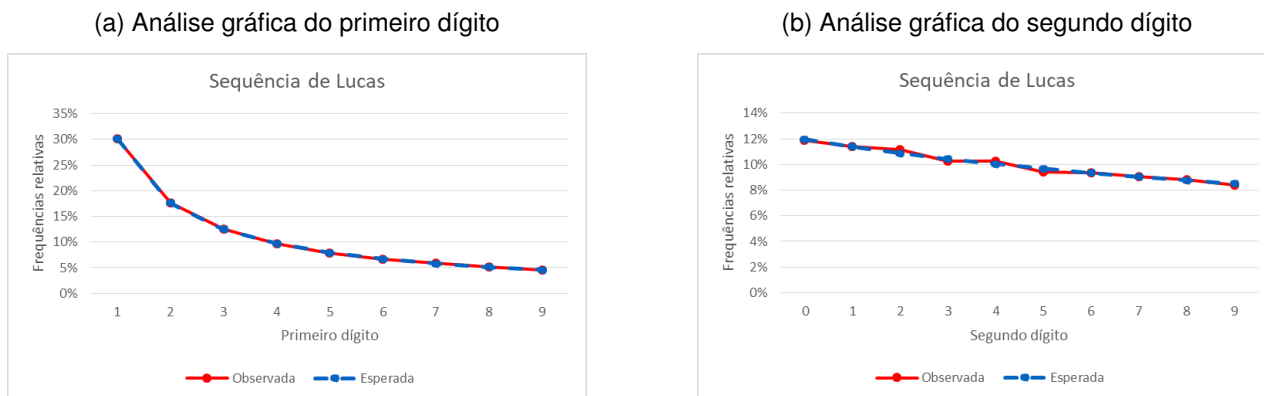


Fonte: elaboração própria (2024).

A Figura 11 e as Tabelas 3 e 4 indicam que a sequência de Lucas segue a Lei de Benford, com uma ordem de magnitude de  $10^{626}$ . Em contrapartida, a análise dos Números Triangulares revelou que, apesar de alguns testes sugerirem conformidade com a lei, a maioria dos resultados estatísticos aponta que esse conjunto não segue a distribuição logarítmica. Para o primeiro dígito, os testes indicaram que os Números Triangulares não seguem a Lei de Benford, enquanto, para o segundo dígito, a adesão permanece incerta. Visualmente, como demonstrado na Figura 12, há um padrão linear evidente para cada dígito, possivelmente influenciado pela baixa ordem de magnitude dos Números Triangulares. Nesse conjunto, o termo de ordem 3000 ainda

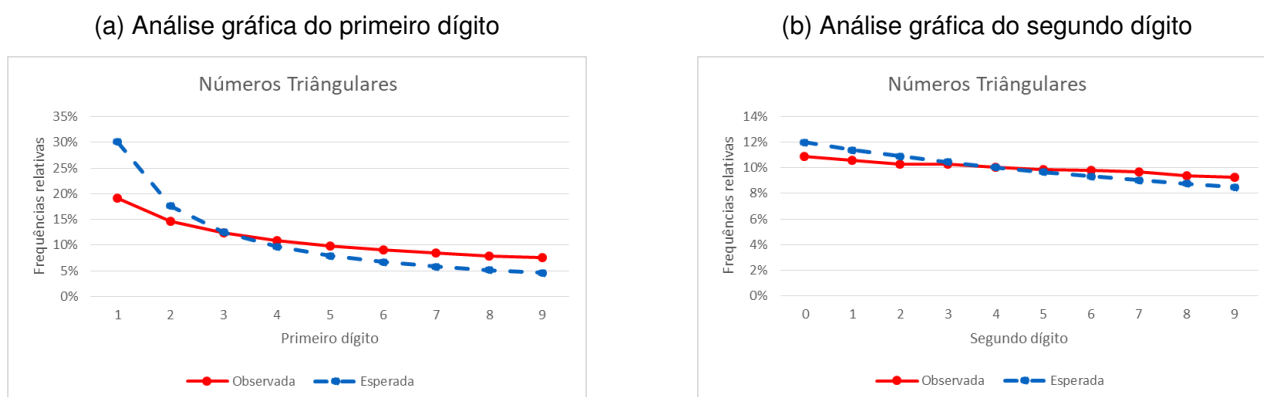
possui apenas seis dígitos, enquanto em outras sequências analisadas essa magnitude já é alcançada entre os 7<sup>o</sup> e 31<sup>o</sup> termos. Esse fator destaca a importância de considerar a amplitude da distribuição numérica ao avaliar a aderência à Lei de Benford.

Figura 11 – Sequência de Lucas



Fonte: elaboração própria (2024).

Figura 12 – Números Triangulares



Fonte: elaboração própria (2024).

A análise dos resultados mostrou que nove das dez sequências analisadas seguiram a Lei de Benford para o primeiro dígito, enquanto uma foi rejeitada. Para o segundo dígito, oito das sequências confirmaram a aderência, enquanto duas geraram incertezas. Essa discrepância pode estar relacionada ao padrão de variabilidade das sequências matemáticas, que tendem a apresentar menor variação na ordem de grandeza. Os testes aplicados mostraram consistência nos resultados, sugerindo que a inclusão de métodos adicionais pode aprimorar a análise, uma vez que a maior parte das pesquisas se baseia apenas no teste qui-quadrado. Além disso, um fator diferencial deste estudo foi a quantidade de amostras analisadas: enquanto Teixeira e Kira (2016) consideraram apenas os 300 primeiros termos da sequência de Fibonacci, e Almeida (2011) analisou os 101 primeiros termos das potências de 2, aqui foram considerados 3000

termos para cada sequência, permitindo uma avaliação mais abrangente da aderência à Lei de Benford.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo reforçou a validade da Lei de Benford para diversos conjuntos matemáticos, sugerindo que o padrão logarítmico se aplica amplamente. A análise demonstrou que a aderência à lei está fortemente relacionada à amplitude da ordem de grandeza dos dados, sendo essencial considerar esse aspecto ao selecionar conjuntos para estudo.

O principal achado do estudo foi que nove das dez sequências matemáticas analisadas aderiram à Lei de Benford, com exceção dos Números Triangulares. Os testes estatísticos indicam que a variação na ordem de grandeza é um fator determinante para a aderência à lei, reforçando que conjuntos de dados com crescimento mais exponencial tendem a se ajustar melhor ao modelo de Benford.

Sugere-se a investigação de outras sequências matemáticas em estudos futuros, como os Números de Pell, Números de Catalan e Primos de Sophie Germain. Além disso, a inclusão de novos testes estatísticos pode aprimorar a análise da aderência à lei, complementando os métodos utilizados neste estudo.

Outro aspecto relevante para futuras pesquisas é a influência do tamanho da amostra na aderência à Lei de Benford. Estudos anteriores sugerem que amostras pequenas podem resultar em maior variabilidade nos testes estatísticos, dificultando a obtenção de conclusões definitivas. Dessa forma, um aprofundamento nesse aspecto pode contribuir para uma compreensão mais precisa das condições sob as quais a Lei de Benford se aplica.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Daianne. **Distribuição de Newcomb-Benford**: teoria e aplicações no PIB da Região Norte do Brasil, tributos e consumo de energia no Estado do Amapá. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena em Matemática) – Universidade Federal do Amapá. Disponível em: [https://www2.unifap.br/matematica/files/2017/07/TCC-2011-Distribuicao.NB\\_.Daianne.pdf](https://www2.unifap.br/matematica/files/2017/07/TCC-2011-Distribuicao.NB_.Daianne.pdf). Acesso em: 6 set. 2025.

BENFORD, Frank. The Law of Anomalous Numbers. **Proceedings of the American Philosophical Society**, v. 78, n. 4, p. 551–572, 1938. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/984802>. Acesso em: 6 set. 2025.

HILL, Theodore P. A Statistical Derivation of the Significant-Digit Law. **Statistical Science**, v. 10, n. 4, p. 354–363, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1214/ss/1177009869>.

MELLO, Marcio Pupin; PETERNELLI, Luiz Alexandre. **Conhecendo o R**: uma visão mais que estatística. Viçosa, MG: UFV, 2013.

MENEZES, Rhômulo Oliveira. Aplicação da Lei de Benford nos números de casos confirmados de COVID-19 em diferentes países. **REMAT: Revista Eletrônica da Matemática**, Bento Gonçalves, RS, v. 7, n. 1, p. e3005, 2021. DOI:  
<https://doi.org/10.35819/remat2021v7i1id4586>.

MORETTIN, Pedro Alberto; BUSSAB, Wilton de Oliveira. **Estatística Básica**. 9. ed. São Paulo, SP: Saraiva, 2017.


NEWCOMB, Simon. Note on the Frequency of Use of the Different Digits in Natural Numbers. **American Journal of Mathematics**, v. 4, n. 1, p. 39–40, 1881.


R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2025. Disponível em:  
<https://www.R-project.org>. Acesso em: 6 set. 2025.

TEIXEIRA, Alexandre Cano; KIRA, Elisabeti. Lei de Benford e aplicações. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA USP, 24., 2016, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: USP, 2016. p. 1.

## SOBRE OS AUTORES

Grad. Bruno Rios Souza


 <https://orcid.org/0009-0004-9304-6370>


 <http://lattes.cnpq.br/7840621202677990>

**Contato**: [bruno.rios18@outlook.com.br](mailto:bruno.rios18@outlook.com.br)

**Contribuição autoral**: conceituação; escrita – primeira redação; investigação.

Dra. Ana Carla Percontini da Paixão

 <https://orcid.org/0000-0003-2714-6651>

 <http://lattes.cnpq.br/7260489634606878>

**Contato**: [anacarla@uefs.br](mailto:anacarla@uefs.br)

**Contribuição autoral**: administração do projeto; análise formal; escrita – revisão e edição; recursos; supervisão; validação.

Revisora de texto: Indira Santana de Jesus Castro