Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics, v. 10, n. 1, 2023.

Trabalho apresentado no XLII CNMAC, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Bonito - MS, 2023

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Ensino da distribuição Binomial via *Sensemaking*: modelagem da superlotação de leitos da COVID-19

Igor Ferreira do Nascimento[1]
IFPI, Teresina, PI
Ronaldo Campelo da Costa[2]
IFPI, Picos, PI

A fim de desenvolver habilidades em métodos quantitativos, muitos cursos superiores incluem no seu projeto pedagógico a disciplina de estatística. Nesse contexto, é comum que sejam abordados modelos de probabilidade para variáveis aleatórias discretas, com destaque para a distribuição Binomial. Esses modelos são importantes para a compreensão de fenômenos que envolvem incertezas e podem ser aplicados em diversas áreas do conhecimento, tais como engenharia, economia e ciências sociais. No entanto, o ensino sobre a distribuição Binomial para cursos superiores esbarra em dificuldades no processo de ensino-aprendizagem [1]. Para contornar tal problema, este trabalho propõe fazer uso do conhecimento existente da realidade para compreensão dos conceitos relacionados aos parâmetros da distribuição Binomial, estratégia presente no *sensemaking* [2]. Este processo será feito interpretando as medidas contra a doença COVID-19: restrição de contato social (*lockdown*), ampliação de leitos e vacinação na distribuição Binomial de probabilidade.

Para transformar o processo de ensino-aprendizagem em uma experiência significativa com a distribuição de probabilidade, cria-se uma situação problema. O discente deve ser identificado como um técnico dentro da secretaria de saúde do município, estando diretamente envolvido nas ações de recrudescimento da propagação da COVID-19. Estipula-se que existam 40 pessoas infectadas com a doença e apenas 2 leitos de Unidade de Tratamento Intensivo (UTI), sendo um dos objetivos da atuação técnica mensurar o risco de fila de espera por leito e ações para minimizá-lo. Ainda que diferente da realidade, as pessoas infectadas são consideradas homogêneas com relação à severidade da doença, e, portanto, define-se como 5% a probabilidade de que, independentemente, qualquer pessoa necessite da internação na UTI.

Seja $X \sim Bin(n, p)$ a representação de uma variável aleatória X com distribuição de probabilidade Binomial, sendo n o número de réplicas Bernoulli e p a probabilidade de sucesso para cada réplica Bernoulli independente e identicamente distribuída (iid). Desta forma, a função de densidade de probabilidade é dada por $P(X = x) = C_x^n p^x (1-p)^{n-x}$, sendo C_x^n a combinação tomada x a x de n elementos.

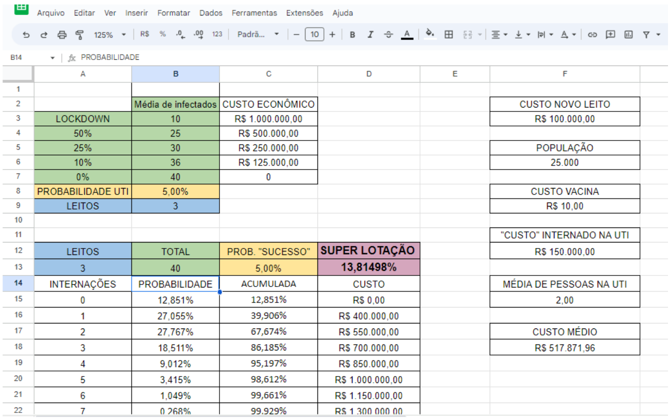
Considere que n seja o número de pessoas infectadas por COVID-19 em uma região ou local, e que a distribuição probabilidade de que qualquer destas pessoas acometidas pela enfermidade necessite da utilização de um leito em uma UTI são Bernoulli independentes com parâmetro p de sucesso. Como exemplo, suponha $p = 5\%$ e $n = 40$, isto é, há um conjunto de $n = 40$ pessoas e a probabilidade de qualquer pessoa ir para UTI é 5%. Considere ainda que, em uma determinada cidade, há apenas 2 leitos de UTI e sabe-se que há 40 adultos simultaneamente infectados. Qual é a probabilidade de que essa quantidade de leitos não seja suficiente para atender a todos na cidade?

[1]igor.ferreira.n@gmail.com
[2]ronaldocampelo@icloud.com

Dessa forma, tem-se como interesse o cálculo da seguinte probabilidade (θ):

$$\theta = P(X > x) = \sum_{k=x+1}^{n} C_k^n p^x (1-p)^{n-k}. \qquad (1)$$

A Figura 1 mostra o modelo utilizado em sala de aula para o ensino da distribuição Binomial.



	A	B	C	D	E	F
1						
2		Média de infectados	CUSTO ECONÔMICO			CUSTO NOVO LEITO
3	LOCKDOWN	10	R$ 1.000.000,00			R$ 100.000,00
4	50%	25	R$ 500.000,00			
5	25%	30	R$ 250.000,00			POPULAÇÃO
6	10%	36	R$ 125.000,00			25.000
7	0%	40	0			
8	PROBABILIDADE UTI	5,00%				CUSTO VACINA
9	LEITOS	3				R$ 10,00
10						
11						"CUSTO" INTERNADO NA UTI
12	LEITOS	TOTAL	PROB. "SUCESSO"	SUPER LOTAÇÃO		R$ 150.000,00
13	3	40	5,00%	13,81498%		
14	INTERNAÇÕES	PROBABILIDADE	ACUMULADA	CUSTO		MÉDIA DE PESSOAS NA UTI
15	0	12,851%	12,851%	R$ 0,00		2,00
16	1	27,055%	39,906%	R$ 400.000,00		
17	2	27,767%	67,674%	R$ 550.000,00		CUSTO MÉDIO
18	3	18,511%	86,185%	R$ 700.000,00		R$ 517.871,96
19	4	9,012%	95,197%	R$ 850.000,00		
20	5	3,415%	98,612%	R$ 1.000.000,00		
21	6	1,049%	99,661%	R$ 1.150.000,00		
22	7	0,268%	99,929%	R$ 1.300.000,00		

Figura 1: Estrutura para a modelagem realizada no *software* Google Planilha. Fonte: Autores.

Conforme apresentado na Figura 1, estipula-se custos financeiros associados a cada medida de combate à propagação da doença, tais como custo de restrição de circulação ou vacinação. Com isso, cada decisão possui um custo financeiro associado. Tal metodologia foi adotada nos cursos de Licenciatura em Matemática, Tecnologia em Radiologia, Licenciatura em Biologia e Bacharelado em Engenharia Mecânica. As aulas foram realizadas em laboratórios com uso de computadores e do *software* Google Planilhas.

O discente precisa responder a algumas perguntas feitas pelo Secretário de Saúde para o setor em que ele está lotado, tais como: **P1)** sem vacinação ou leitos, qual nível de restrição necessário e o impacto na economia para manter o risco de superlotação abaixo de 1%?; **P2)** se houver vacinação, quantos leitos a cidade pode reduzir para manter o risco de superlotação abaixo de 1%?. Tais perguntas representam cenários de propagação da COVID-19, e podem ser respondidas ao ser feito o correto relacionamento das medidas restritivas de circulação, aumento de leitos e vacinação com as alterações nos parâmetros da distribuição Binomial.

A metodologia proposta foi aplicada em mais de uma modalidade de ensino superior e foi possível perceber maior participação dos discentes, permitindo um processo de ensino-aprendizagem com maior significação. Além disso, é possível incorporar maior complexidade da situação, tais como heterogeneidade da população com relação à probabilidade de necessitar da UTI, bem como o tempo de utilização da UTI. Maiores complexidade exigiram o contato com métodos de simulação, como o Método de Monte Carlo.

Referências

[1] C. A. Souza. "A distribuição binomial no ensino superior". Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2002.

[2] J. P. Ponte, J. Mata-Pereira e A. Henriques. "O raciocnio matemático nos alunos do ensino básico e do ensino superior". Em: **Praxis Educativa** 7.02 (2012), pp. 355–377. DOI: `10.5212/PraxEduc.v.7i2.0003`.

