

## Simulação

O modelo a ser observado foi desenvolvido por Fernando Alves da Silva, e pode ser visualizado no GitHub por meio do seguinte link: <https://github.com/AlucardFAS/codigos/tree/master/PI%20VI/Simulação%20de%20bola>

*“Vamos admitir que uma bola solta a partir de determinada altura do chão (em metros), após cair e quicar sobe exatamente a metade da altura da queda anterior, quicando sucessivas vezes até alcançar um limite aceito de altura. Crie um modelo e simule a queda da bola a fim de determinar a altura total percorrida (Considerando queda e subida da mesma).”*

Com base no enunciado, realizou-se a criação de um modelo determinístico que calcula sobre os movimentos da bola, determinando a quantidade de quicadas no chão e a distância total sobre seus movimentos.

O modelo criado busca encontrar, por meio de aproximação, a distância total que a bola percorre, uma vez que conforme diminuimos o limite de altura aceita, um número aproximado da distância total é obtido.

A não ser que optemos por um arredondamento ou verifiquemos por meio de alguma técnica onde o número está chegando, nunca teremos um número exato, uma vez que assim como o problema da *Corrida de Aquiles contra a Tartaruga*, caso não colocássemos um limite aceito, sempre haveria uma divisão a ser feita sobre o resultado que foi obtido, por menor que seja.

## Resultados do modelo

Para análise da simulação, decidiu-se verificar a aproximação de distância percorrida pela bola soltando-a de 10, 20, 30, 50 e 100 metros de altura. Os testes foram realizados utilizando os limites 1, 0.1, 0.0001, 0.0000001 e 0.00000000000000001.

## Análise em tabela

Embora a análise em tabela demonstre os dados em sua forma mais pura, podemos observar conforme exemplo abaixo que a grande quantidade de dados pode acabar por prejudicar a associação dos dados, dificultando a observação de possíveis relações entre os dados e aumentando o tempo de busca para cada caso.

Altura	Limite	Distância	Quicadas
10	1	28,7500000000000	5
10	0,1	29,8437500000000	8
10	0,0001	29,9998474121093	18
10	0,0000001	29,999998509883	28
10	1E-16	30,0000000000000	58
20	1	58,7500000000000	6
20	0,1	59,8437500000000	9
20	0,0001	59,9998474121093	19
20	0,0000001	59,999998509883	29
20	1E-16	60,0000000000000	59
30	1	88,1250000000000	6
30	0,1	89,8828125000000	10
30	0,0001	89,9998855590820	20
30	0,0000001	89,999998882412	30
30	1E-16	89,9999999999999	60
50	1	148,4375000000000	7
50	0,1	149,8046875000000	10
50	0,0001	149,9998092651360	20
50	0,0000001	149,999998137350	30
50	1E-16	150,0000000000000	60
100	1	298,4375000000000	8
100	0,1	299,8046875000000	11
100	0,0001	299,9998092651360	21
100	0,0000001	299,999998137350	31
100	1E-16	300,0000000000000	61

## Análises Gráficas

Embora as análises gráficas facilitem demasiadamente a visualização e comparação dos dados obtidos pelo modelo, podemos notar com facilidade que a discretização dos dados e ocultação dos resultados aumentam consideravelmente, uma vez que para estabelecer os picos e diferenças entre cada fase do gráfico, se faz necessário, antes, gerar intervalos para observação.

**OBS:** Para o parâmetro *Distância* dos gráficos, utilizamos somente o teste com limite  $1E-16(0,0000000000000001)$ .

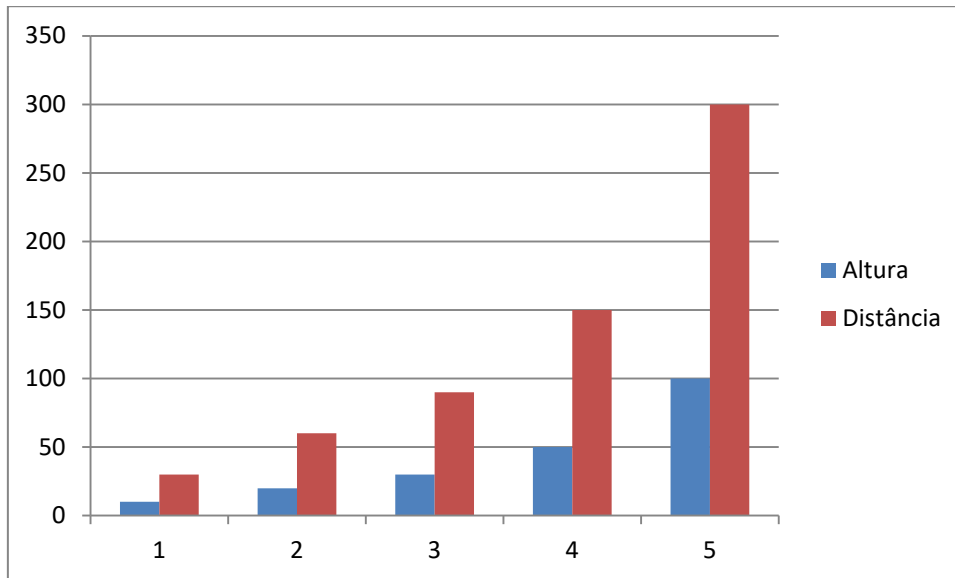


Gráfico 1: Altura inicial da bola por distância percorrida em quique

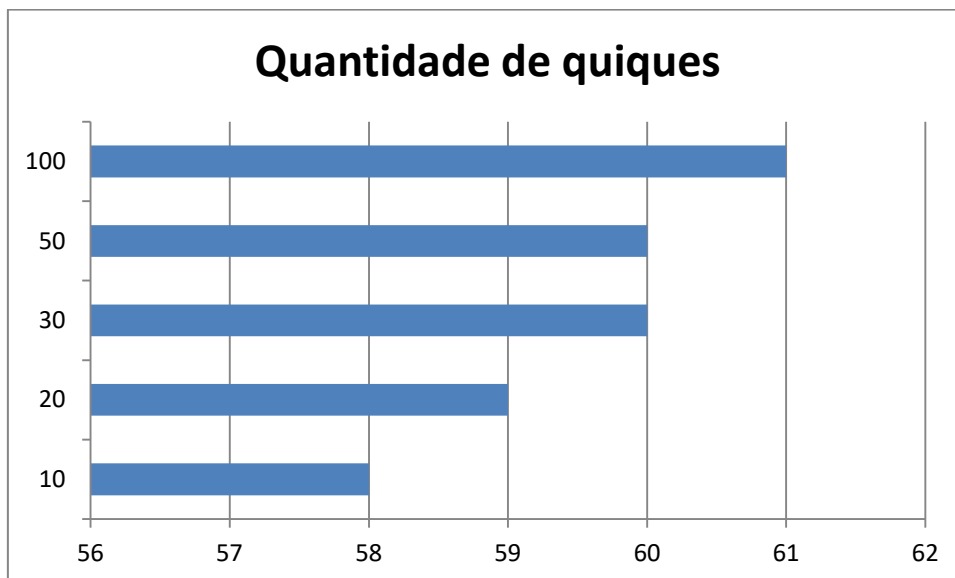


Gráfico 2: Quantidade de quiques por altura solta

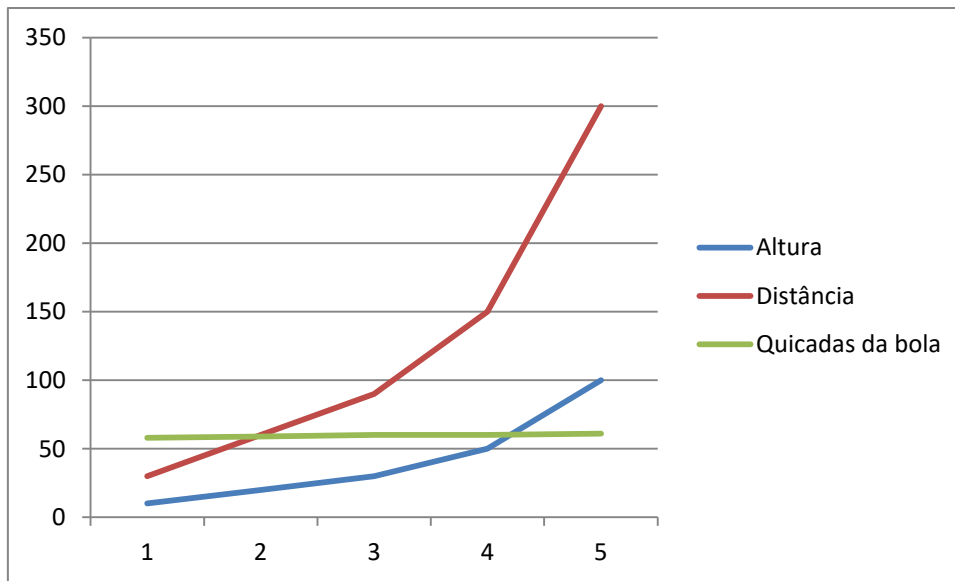


Gráfico 3: Demonstração de todos os dados correlacionados

## Conclusão sobre demonstrações

Conforme verificação dos resultados apresentados anteriormente por tabela e gráfico, podemos observar que a altura percorrida pela bola, é sempre um valor aproximado de três vezes a altura inicial, e que, embora esses valores cresçam juntos, a quantidade de quiques não é relacionada aos mesmos, aumentando de maneira diferente.

Com a simulação, verificamos que o único limite que mostrou um resultado muito diferente da aproximação foi o de 1 metro, causando uma diferença de até 1,875 metros para a melhor aproximação, se tornando inadequado mesmo para um teste simples.

Com base em todas as simulações e verificações, podemos afirmar que, para as distâncias anteriormente medidas, não se faz necessário tão grande limitação, considerando que o problema se refira a algo relativamente simples. Por outro lado, é interessante observar a diferenciação de valores de acordo com o limite, e não só para a distância, como também para a quantidade de quiques, na qual fica válida a consideração de futuros testes com valores maiores para análise de comportamento do resultado.