

Fernando Alves da Silva

Modelo Estocástico

São Paulo

2018

Problema e Simulação

O modelo utilizado para esta simulação 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/Pipoca%20do%20parque>

" Um homem vende pipoca num parque, com embalagem de tamanho único valendo R\$5,00. Se sabe que a média de clientes por dia é 60, sendo que em dias de chuva há menos pessoas no parque, diminuindo a quantidade de clientes em até 60%, e em dias de Sol, existe um aumento de até 40% com relação a média. Um cliente é aquele que compra ao menos 1 pipoca, de modo que a compra da segunda tenha 30% de chance, a terceira 20% de chance, e 5% para a quarta. Cada venda de pipoca gasta 1 espaço de seu estoque, sendo que o número máximo de pipocas que podem ser guardadas é de 100. Cada espaço no estoque de pipocas implica um gasto de R\$2,00, considerando embalagem e pipoca. Se o vendedor deixa sobras no estoque, as mesmas não podem ser utilizadas no dia seguinte e são descartadas. O clima pode ser descrito de acordo com o mês, conforme tabela abaixo:

Mês	Sol	Chuva	1	45%	55%
2	55%	45%			
3	60%	40%			
4	70%	30%			
5	70%	30%			
6	75%	25%			
7	75%	25%			
8	80%	20%			
9	70%	30%			
10	60%	40%			
11	60%	40%			
12	50%	50%			

Com base no enunciado, realizou-se a criação de um modelo estocástico que obtém os seguintes resultados: Total de gastos, total recebido, lucros, clientes sem pipoca, lucro máximo com todos clientes atendidos, estoque, dias de sol, dias de chuva, média de lucro e média de clientes atendidos.

O modelo criado conta com três entradas para a realização da simulação, sendo elas: O tamanho do estoque, que influenciará diretamente no lucro, a quantidade de simulações a serem realizadas, para que possamos obter um resultado mais preciso utilizando a média

das simulações, e o mês em que desejamos simular as vendas, que afetará diretamente na quantidade de clientes que realizarão as compras.

Vale ressaltar que, de acordo com o exemplo, a quantidade de clientes reduzidos pela ação do clima chuvoso pode variar até 60%, considerando que, randomicamente, o valor probabilístico no código possa variar entre 0 e 60%, validando, por exemplo, 45% de redução de clientela. O mesmo vale para os dias ensolarados, considerando que a probabilidade é de que ele possa elevar os clientes em até 40%.

Variáveis Estocásticas e Problema

As variáveis estocásticas do problema podem ser verificadas como sendo o clima, definido por Sol e Chuva, além da quantidade de pipocas que o cliente levará, que é um valor de no mínimo uma e no máximo quatro, uma vez que ambas variáveis são aleatórias e probabilísticas, descritas na tabela de clima referente aos meses e possibilidade do cliente realizar mais de uma compra. Ambas as variáveis são geradas por bibliotecas aleatórias no modelo, tendo somente maior ou menor probabilidade de se tornar um ou outro.

Uma vez que almejamos o maior lucro possível utilizando o modelo, podemos considerar dois problemas como observáveis: A melhor quantidade de estoque para um determinado mês, ou dado um valor de estoque, qual o melhor mês para sua utilização. Neste relatório, consideraremos o segundo problema, fixando um valor para o estoque e executando o modelo diversas vezes afim de aprimorar o resultado.

Vale ressaltar que os resultados de cada mês serão altamente influenciados pelo clima, uma vez que este determinará a quantidade total de clientes a realizarem a busca das pipocas. Por conta dos mesmos serem aleatórios, os resultados sairão diferentes de acordo com o teste que realizarmos, tornando necessária a execução de múltiplos testes para aproximar de um valor satisfatório.

Simulação

Para simulação no modelo, utilizaremos o estoque fixo de 70, simulando 1000 vezes para cada mês. Com base nos resultados obtidos, poderemos fazer considerações sobre o valor e estipular o mês mais adequado para o estoque observado, ponderando quais poderiam ter um aumento ou diminuição do estoque conforme o teste com maior lucro.

Os resultados a seguir contemplam cada mês do ano respectivamente:

Total de gastos: 140000.0
Total recebido: 309455.0
Lucros: 169455.0
Clientes sem pipoca: 12480
Lucro Máximo com todos clientes atendidos: 371855.0
Estoque: 70
Dias de sol: 423 - 42.3 %
Dias de chuva: 577 - 57.7 %
Média de Lucro: 169.455
Média de clientes atendidos: 61.891

Total de gastos: 140000.0
Total recebido: 317565.0
Lucros: 177565.0
Clientes sem pipoca: 15535
Lucro Máximo com todos clientes atendidos: 395240.0
Estoque: 70
Dias de sol: 556 - 55.6 %
Dias de chuva: 444 - 44.4 %
Média de Lucro: 177.565
Média de clientes atendidos: 63.513

Total de gastos: 140000.0
Total recebido: 322415.0
Lucros: 182415.0
Clientes sem pipoca: 16908
Lucro Máximo com todos clientes atendidos: 406955.0
Estoque: 70
Dias de sol: 596 - 59.6 %
Dias de chuva: 404 - 40.4 %
Média de Lucro: 182.415
Média de clientes atendidos: 64.483

Total de gastos: 140000.0
Total recebido: 327555.0
Lucros: 187555.0
Clientes sem pipoca: 19345
Lucro Máximo com todos clientes atendidos: 424280.0
Estoque: 70
Dias de sol: 679 - 67.9 %
Dias de chuva: 321 - 32.1 %

Média de Lucro: 187.555
Média de clientes atendidos: 65.511

Total de gastos: 140000.0
Total recebido: 327845.0
Lucros: 187845.0
Clientes sem pipoca: 19443
Lucro Máximo com todos clientes atendidos: 425060.0
Estoque: 70
Dias de sol: 708 - 70.8 %
Dias de chuva: 292 - 29.2 %
Média de Lucro: 187.845
Média de clientes atendidos: 65.569

Total de gastos: 140000.0
Total recebido: 332110.0
Lucros: 192110.0
Clientes sem pipoca: 20471
Lucro Máximo com todos clientes atendidos: 434465.0
Estoque: 70
Dias de sol: 747 - 74.7 %
Dias de chuva: 253 - 25.3 %
Média de Lucro: 192.11
Média de clientes atendidos: 66.422

Total de gastos: 140000.0
Total recebido: 332780.0
Lucros: 192780.0
Clientes sem pipoca: 20753
Lucro Máximo com todos clientes atendidos: 436545.0
Estoque: 70
Dias de sol: 760 - 76.0 %
Dias de chuva: 240 - 24.0 %
Média de Lucro: 192.78
Média de clientes atendidos: 66.556

Total de gastos: 140000.0
Total recebido: 334610.0
Lucros: 194610.0
Clientes sem pipoca: 22187
Lucro Máximo com todos clientes atendidos: 445545.0
Estoque: 70
Dias de sol: 791 - 79.1 %
Dias de chuva: 209 - 20.9 %
Média de Lucro: 194.61
Média de clientes atendidos: 66.922

Total de gastos: 140000.0
Total recebido: 330165.0
Lucros: 190165.0
Clientes sem pipoca: 19976
Lucro Máximo com todos clientes atendidos: 430045.0
Estoque: 70
Dias de sol: 712 - 71.2 %
Dias de chuva: 288 - 28.8 %
Média de Lucro: 190.165

Média de clientes atendidos: 66.033

Total de gastos: 140000.0

Total recebido: 318835.0

Lucros: 178835.0

Clientes sem pipoca: 16630

Lucro Máximo com todos clientes atendidos: 401985.0

Estoque: 70

Dias de sol: 581 - 58.1 %

Dias de chuva: 419 - 41.9 %

Média de Lucro: 178.835

Média de clientes atendidos: 63.767

Total de gastos: 140000.0

Total recebido: 322555.0

Lucros: 182555.0

Clientes sem pipoca: 17326

Lucro Máximo com todos clientes atendidos: 409185.0

Estoque: 70

Dias de sol: 600 - 60.0 %

Dias de chuva: 400 - 40.0 %

Média de Lucro: 182.555

Média de clientes atendidos: 64.511

Total de gastos: 140000.0

Total recebido: 312330.0

Lucros: 172330.0

Clientes sem pipoca: 14054

Lucro Máximo com todos clientes atendidos: 382600.0

Estoque: 70

Dias de sol: 485 - 48.5 %

Dias de chuva: 515 - 51.5 %

Média de Lucro: 172.33

Média de clientes atendidos: 62.466

Com base nos resultados obtidos, podemos seleccionar os dados relevantes para nossa análise e elaborar a seguinte tabela:

Mês	Lucro Total	Cliente sem pipoca	Lucro Máximo	Sol	Chuva	Média de Lucro
1	R\$ 169.455,00	12480	R\$ 371.855,00	42%	58%	R\$ 169,46
2	R\$ 177.565,00	15535	R\$ 395.240,00	56%	44%	R\$ 177,56
3	R\$ 182.415,00	16908	R\$ 406.955,00	60%	40%	R\$ 182,42
4	R\$ 187.555,00	19345	R\$ 424.280,00	68%	32%	R\$ 187,56
5	R\$ 187.845,00	19443	R\$ 425.060,00	71%	29%	R\$ 187,85
6	R\$ 192.110,00	20471	R\$ 434.465,00	75%	25%	R\$ 192,11
7	R\$ 192.780,00	20753	R\$ 436.545,00	76%	24%	R\$ 192,78
8	R\$ 194.610,00	22187	R\$ 445.545,00	79%	21%	R\$ 194,61
9	R\$ 190.165,00	19976	R\$ 430.045,00	71%	29%	R\$ 190,17
10	R\$ 178.835,00	16630	R\$ 401.985,00	58%	42%	R\$ 178,84
11	R\$ 182.555,00	17326	R\$ 409.185,00	60%	40%	R\$ 182,56
12	R\$ 172.330,00	14054	R\$ 382.600,00	48%	52%	R\$ 172,33

E a partir da tabela, os seguintes gráficos:

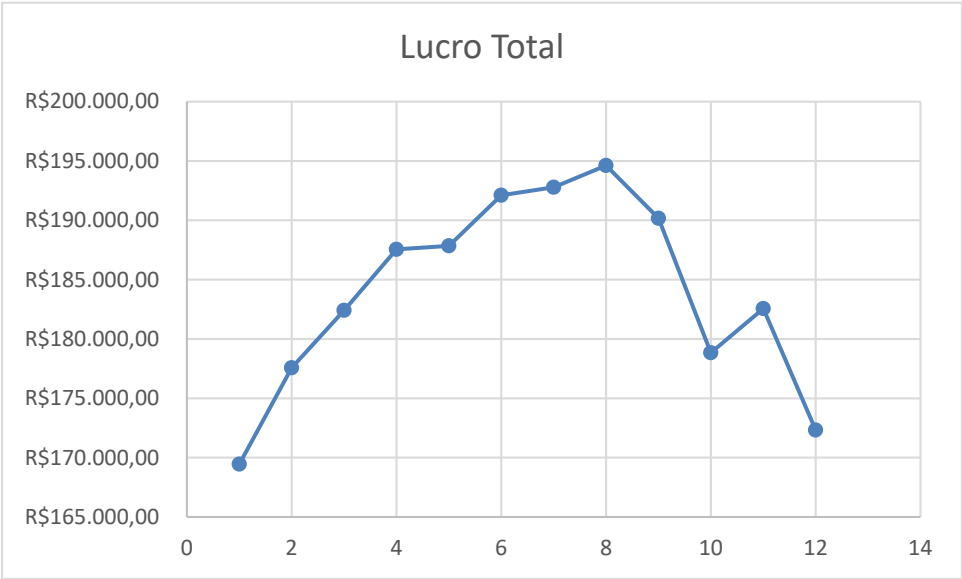


Gráfico 1: Lucro obtido no ano

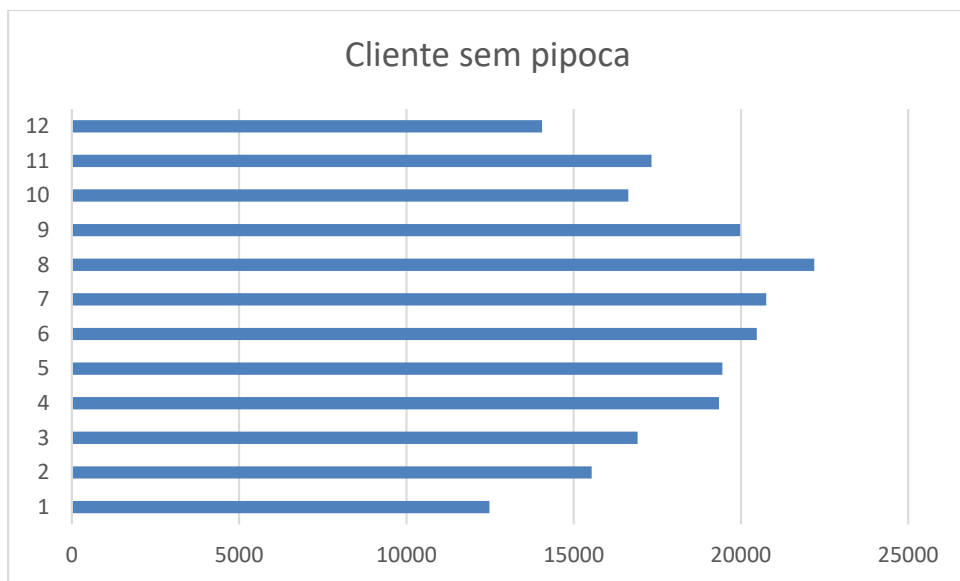


Gráfico 2: Gráfico de clientes não atendidos

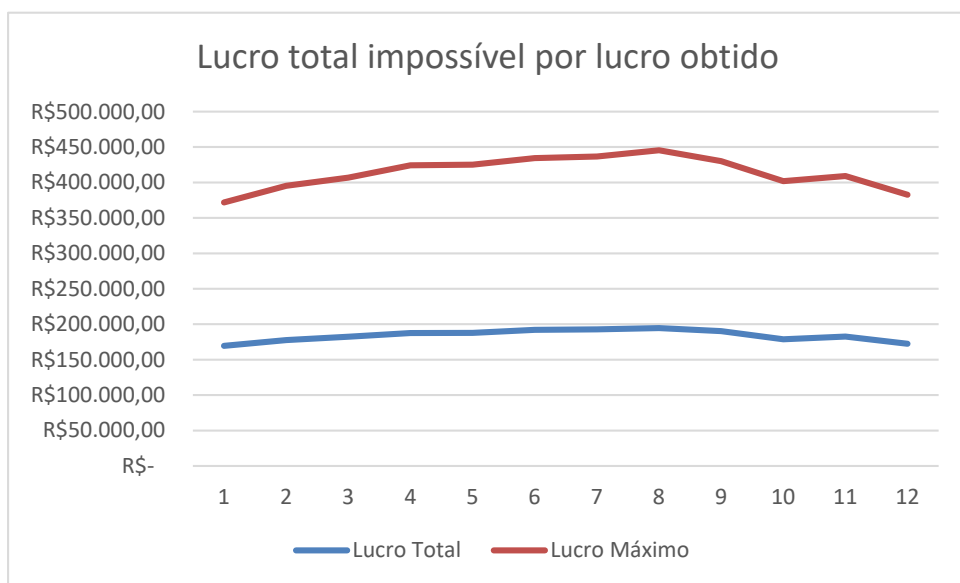


Gráfico 3: Lucro se todos os clientes tivessem sido atendidos por lucro obtido

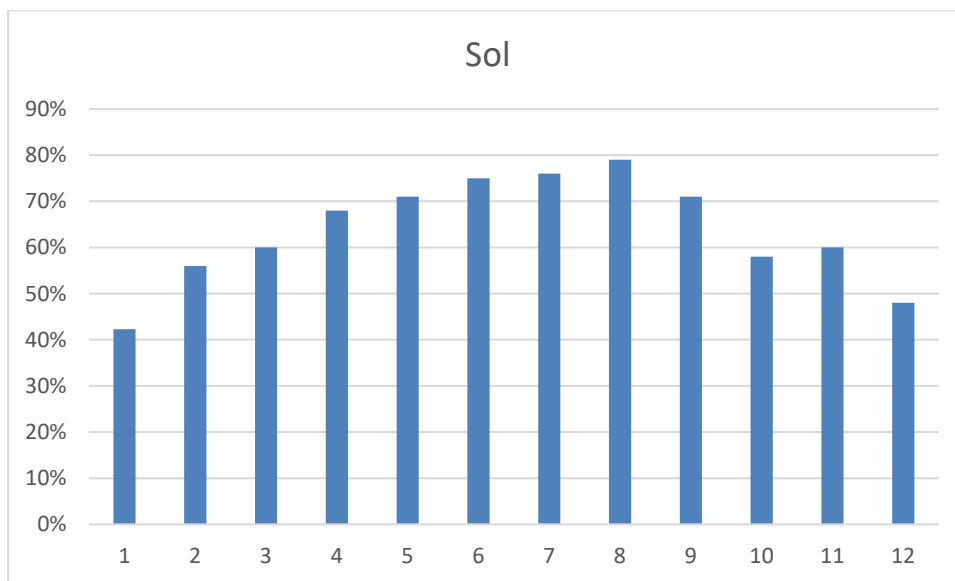


Gráfico 4: Porcentagem de dias de Sol

Com base nos valores obtidos e gráficos construídos, podemos observar que o meio do ano teve uma alta nos lucros se comparado ao início e fim. Isso se deve à alta do Sol, uma vez que observamos que as porcentagens de chuva decaíram bastante, incrementando demasiadamente a quantidade de clientes em atendimento.

Sendo assim, podemos responder à questão anteriormente levantada considerando que o melhor mês para se utilizar um estoque com 70 pipocas com base numa simulação de 1000 testes é o mês de Agosto, onde a maior margem de lucro foi levantada, seguida da maior porcentagem de dias de Sol, vide gráfico 4. Em contrapartida, vemos que essa alta aumenta consideravelmente a quantidade de clientes sem atendimento, podendo ocasionar a perda de possíveis lucros.

Verificando o total ideal com 100% dos clientes atendidos, podemos concluir que os estoques poderiam ser reduzidos ao início e fim do ano, aumentando a quantidade para o meio do ano, visando acompanhar a curva de clientes obtida no gráfico 3. De acordo com essa observação, fica válida a consideração de possíveis outros testes com diferentes quantidades de estoque até que se note a estagnação do lucro obtido.