

SIMULAÇÃO DO SISTEMA DE SERVIÇO EM UM RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

Pedro Humberto de Almeida Mendonça Gonzaga (Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES)
pedrogonza13@gmail.com

Nilson Luíz Castelúcio Brito (Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES)
castelucibrito@gmail.com

Resumo

O presente artigo utiliza técnicas de simulação de eventos discretos em um restaurante universitário. O sistema real que foi modelado se encontra no campus Montes Claros da Universidade Estadual de Montes Claros. Inicialmente foi observada a situação real de funcionamento, coletado dados e identificados os principais problemas inerentes no processo. O processo foi então modelado e indicadores como intervalo de chegada de usuários, tempo de atendimento para pagamento, tempo para o usuário servir no buffet e tempo de permanência do usuário no salão do refeitório foram quantizados. A partir dos resultados obtidos, novos cenários foram criados, com variações de parâmetros e processos com o intuito de quantificá-los para fins de comparações com o cenário atual. Os resultados obtidos mostraram que pequenas alterações nos tempos de serviços de alguns processos, assim como a variação de seus respectivos recursos impactam de maneira considerável no processo do restaurante universitário como um todo.

Palavras-Chaves: filas.simulação.eventos.discretos.modelagem.

1. Introdução

O funcionamento normal do restaurante segue a sequência do fluxograma da Figura 1. O usuário entra na fila de acesso aos caixas, no caixa é pedido o número de matrícula para liberação do sistema de catraca eletrônica. Após a realização do pagamento, o usuário se dirige à catraca eletrônica, digita a sua matrícula e confirma sua identidade utilizando a técnica de biometria disponível tendo acesso ao interior do restaurante.

Figura 1 – Fluxograma do funcionamento restaurante

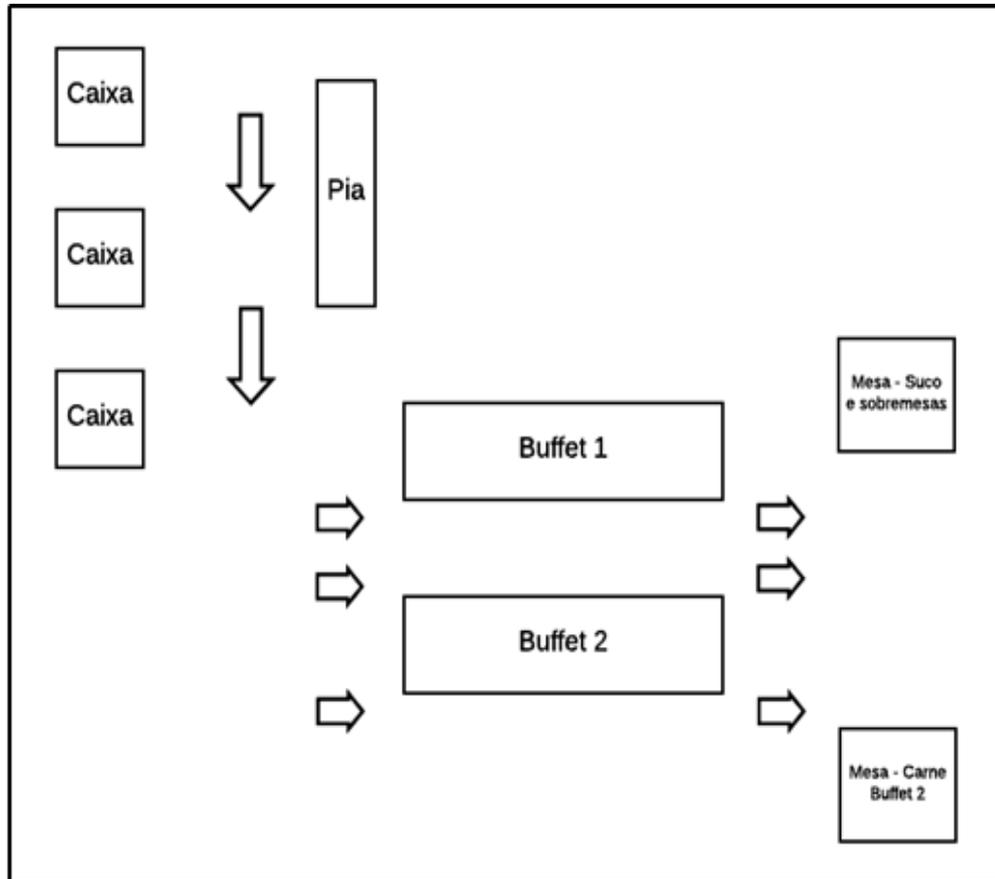


No interior do restaurante os usuários possuem duas opções de buffet para se servir. O buffet A onde tem acesso a salada, arroz, feijão, guarnição e carne que é disponibilizada por funcionário do restaurante para fins de controle. O buffet A possui capacidade de 4 pessoas se servirem ao mesmo tempo.

A segunda opção do usuário é o buffet B, tendo as mesmas opções do buffet A exceto a carne que é disponibilizada em uma estrutura um pouco à frente no layout também por funcionário do restaurante. No buffet B, a capacidade de utilização é de 4 pessoas para cada lado (são utilizados os dois lados do buffet), portando 8

peças ao mesmo tempo. Depois de se servir no buffet B o usuário entra em uma fila para ser servido a carne. O layout do restaurante está sendo mostrado na Figura 2. Para fim de simulação o tempo para servir no buffet B foi acrescido do tempo para servir a carne formando uma só etapa.

Figura 2 – Layout do restaurante universitário.



O sistema analisado neste trabalho estará restrito à análise do intervalo entre chegadas (IEC), tempo para servir nos buffets (TSB) e tempo de permanência no salão (TP).

Segundo Chwif e Medina (2007) o tamanho da amostra deve estar entre 100 e 200 observações o que está de acordo com que foi coletado neste trabalho. Os dados foram modelados estatisticamente e posteriormente foram analisados com a ferramenta Input Analyzer (analisador de dados de entrada) do software Arena®. O input Analyzer permite analisar dados reais do funcionamento do processo e escolher a melhor distribuição estatística que se aplica a eles.

2 Análise estatística dos dados

Na Tabela 1 é mostrada a análise estatística dos dados coletados no restaurante universitário. Os coeficientes de variação (127.76, 21.08, 21.05 e 36.76) para as quatro variáveis coletadas apresentam uma dispersão alta evidenciando uma elevada variabilidade em relação à média.

Tabela 1 – Análise estatística dos dados coletados.

Parâmetro	IEC	TSB1	TSB2	TP
Média Aritmética	9,723	2,13	1,81	21,13
Mediana	2,460	2,08	1,88	20,0
Moda	1,620	1,85	2,00	19,0
Desvio Padrão	12,422	0,45	0,38	7,77
Variância	154,311	12,12	8,76	3621,24
Coefficiente de variação	127,76%	21,08%	21,05%	36,76%

Onde:

IEC - Intervalo entre chegadas em segundos; TSB1 - Tempo para servir buffet A em minutos;

TSB2 - Tempo para servir buffet B em minutos; TP - Tempo permanência do salão em minutos

2.1 Gráficos das distribuições sugeridas

Após a coleta e organização dos dados, foi necessário realizar a análise estatística dos mesmos. Para processar os dados e obter tal análise, foi utilizada uma ferramenta existente no software Arena, o Arena Input Analyzer. A utilização do Input Analyzer, por intermédio de seus testes de aderência Qui-Quadrado e Kolmogorov-Smirnov (KS), permitindo a observação do erro que está associado à aproximação dos dados coletados com a distribuição sugerida pela ferramenta. Esses testes de aderência testam a hipótese de que a variável aleatória em questão segue a distribuição sugerida, com os parâmetros estimados ou não.

A ferramenta Input Analyzer foi utilizada para o processamento dos dados coletados no restaurante, fornecendo os relatórios contendo estatísticas descritivas, como valores de máximo e mínimo, média, desvio-padrão, entre outras, auxiliando o entendimento dos problemas e sugestões de soluções para o problema identificado.

Como dito, a ferramenta Input Analyser do Arena sugere distribuições estatísticas que melhor se aderem aos dados. Nas Figuras 3, 4 e 5 constam, respectivamente, os gráficos das distribuições sugeridas para o intervalo entre chegadas, tempo para servir Buffet A e tempo para servir buffet B. Observe.

Figura 3 - Histograma dos dados de intervalo entre chegadas.

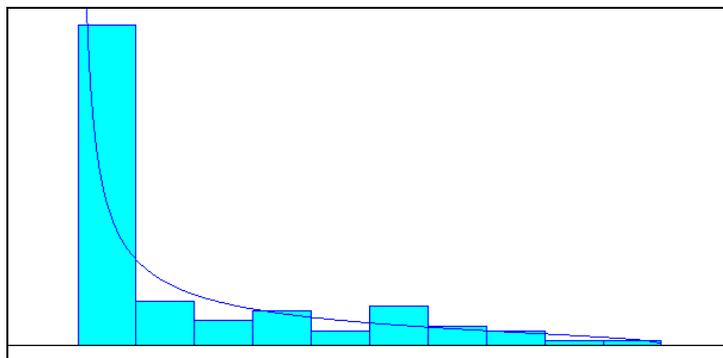


Figura 4 - Histograma dos dados de tempo para servir buffet A.

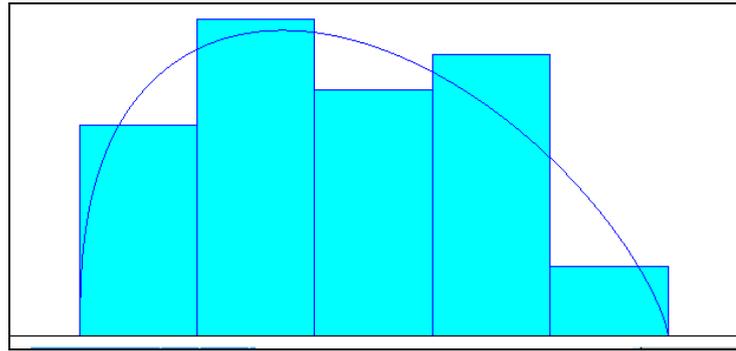
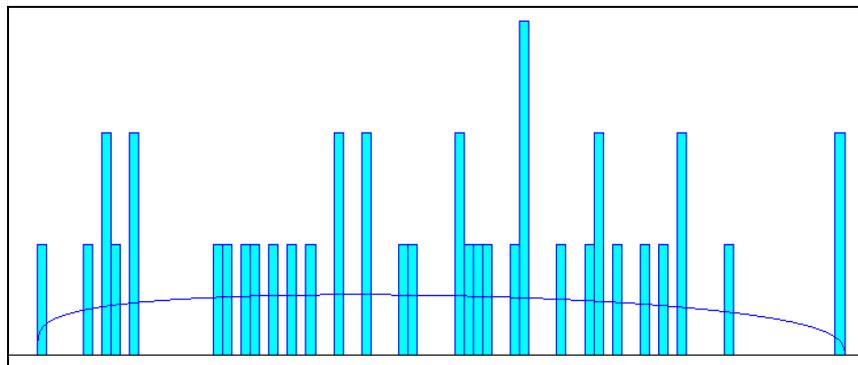


Figura 5 - Histograma dos dados de tempo para servir buffet B.



Os resultados gerados pelo Input Analyzer demonstram que os intervalos entre as chegadas variaram de 0,31 a 51,5 segundos, divididos em 10 intervalos. A média simples foi de 9,72 segundos, com um desvio padrão de 12,4 segundos. Após a inserção dos dados, verificou-se que a distribuição Exponencial foi a mais adequada entre as distribuições testadas.

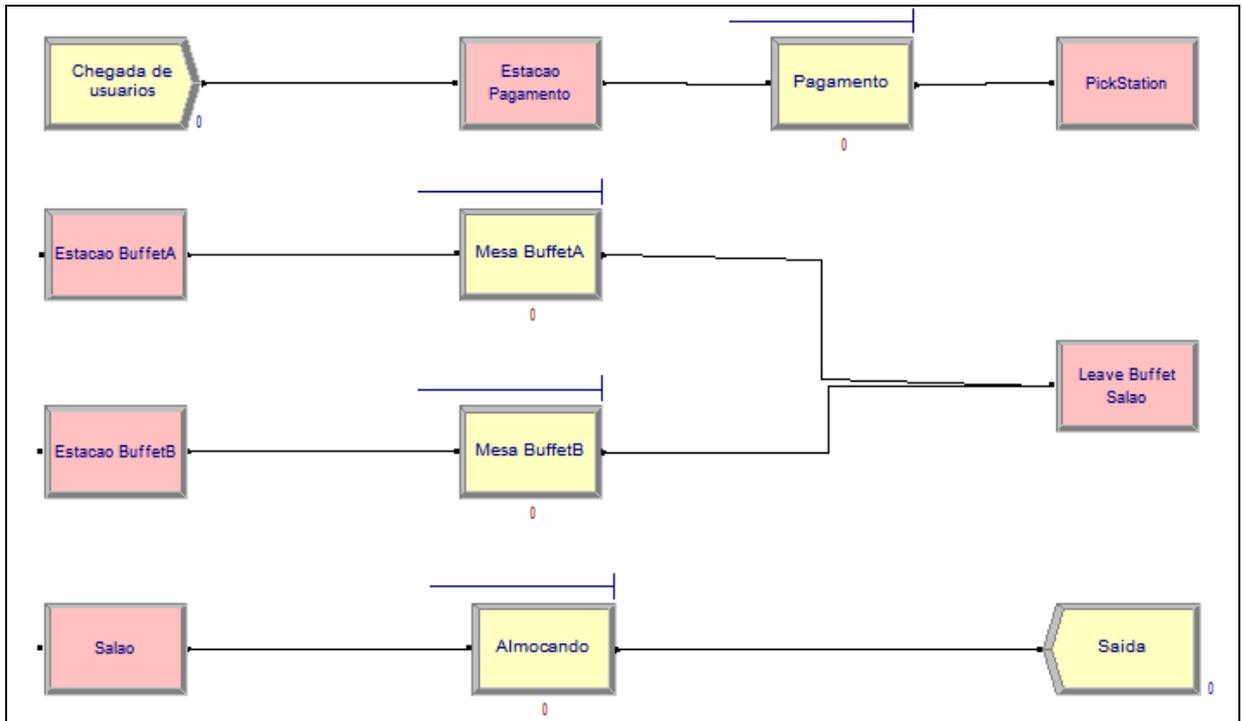
Os tempos para servir o buffet A variaram de 79 a 189 segundos, divididos em 5 intervalos. A média simples foi de 2,13 minutos, com um desvio padrão de 0,45 minutos. Após a inserção dos dados, verificou-se que a distribuição Beta foi a mais adequada entre as distribuições testadas, apresentando um erro quadrado aceitável (0.005183) para o problema em questão.

Já os tempos para servir o buffet B variaram de 68 a 154 segundos, divididos em 7 intervalos. A média simples foi de 1,31 minutos, com um desvio padrão de 0,38 minutos. Após a inserção dos dados, verificou-se que a distribuição Beta foi a mais adequada entre as distribuições testadas, apresentando um erro quadrado aceitável (0.025783) para o problema em questão.

3. Implementação do Modelo

A partir das distribuições propostas pela ferramenta Input Analyser do Arena e por observações realizadas no sistema foram adotados tempos médios para a duração de três trechos no processo. Observe o modelo teórico na Figura 6.

Figura 6 – Modelo teórico construído no ARENA.



A realização do pagamento teve como média o período de 36 segundos, o tempo de deslocamento da caixa até o buffet 2, 9 segundos e o deslocamento dos usuários, após se servirem, até a mesa teve como tempo médio 40 segundos.

Na Tabela 2 se encontram as simulações do processo variando a quantidade de replicações. Observe:

Tabela 2 – Simulações do processo variando a quantidade de replicações.

Replicações	Buffet A		Buffet B		Caixa	
	Tempo fila - média	Clientes fila - média	Tempo fila - média	Clientes fila - média	Tempo fila - média	Clientes fila - média
1	37,24	2	3,84	0,16	460	23
5	35,17	1,09	3,97	0,17	629	41,83
10	35,67	1,11	4,31	0,18	624	41,28
15	35,02	1,09	4,33	0,18	620	42,64
20	35,18	1,09	4,7	0,21	621	41,09
25	35,15	1,1	5,04	0,22	630	43,68
30	35,25	1,1	5,31	0,23	632	42,87
35	34,99	1,09	5,28	0,23	630	44,21
40	35,07	1,09	5,24	0,22	633	44,38
45	35,03	1,09	5,27	0,23	633	44,52

50	34,99	1,09	5,18	0,22	634	43,61
----	-------	------	------	------	-----	-------

Foram realizadas diversas simulações variando o número de replicações no intervalo entre 1 a 50. As simulações tiveram o intuito de acompanhar o comportamento do sistema e os resultados estão ordenados na Tabela 2.

Analisando os resultados é possível concluir que o “gargalo” do sistema simulado está no acesso ao restaurante. O tempo médio de espera na fila do cliente para realizar o pagamento e ingressar no restaurante é de 613 segundos, pouco mais de 10 minutos. Valor considerado alto para o sistema simulado, gerando fila e contrastando com a baixa taxa de ocupação do Buffet que gira em torno de 68%. Isso é evidenciado pela Tabela 3.

Tabela 3 – Taxa de utilização dos recursos do sistema

Replicações	TMS	Taxa Utilização			
		Caixa	Buffet A	Buffet B	Mesas
1	1433	99,16%	98,37%	67,73%	72,86%
5	1425	98,35%	98,03%	67,29%	72,67%
10	1424	98,76%	98,06%	68,08%	72,72%
15	1427	99,08%	98,09%	68,67%	72,94%
20	1431	99,01%	98,08%	68,72%	72,90%
25	1431	99,03%	98,11%	68,61%	72,89%
30	1429	98,93%	98,06%	68,51%	72,82%
35	1428	99,02%	98,04%	68,65%	72,88%
40	1427	98,97%	98,01%	68,60%	72,83%
45	1428	99,03%	98,00%	68,59%	72,88%
50	1429	99,02%	97,92%	68,54%	72,89%

Onde TMS - Tempo médio do usuário no sistema.

Posteriormente foram realizadas simulações alterando o número de atendentes nos caixas de acesso ao restaurante. Os testes foram realizados para 1, 10, 25 e 40 replicações com objetivo de verificar a taxa de ocupação, tempo médio na fila e quantidade média de clientes na fila.

A quantidade foi alterada de 3 atendentes, presentes no sistema real, para 4 atendentes. Os resultados estão disponibilizados nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 – Simulação do tempo médio das filas com 4 atendentes.

Replicações	Buffet A		Buffet B		Caixa	
	Tempo fila - média	Cientes fila - média	Tempo fila - média	Cientes fila - média	Tempo fila - média	Cientes fila - média
1	53,67	2,8	3,93	0,22	1,73	19,38
10	93,6	2,95	19,62	1,26	87,92	16,78
25	84,76	2,66	16,24	1,03	87,99	17,17
40	85,68	2,69	15,83	1	82,88	17,16

Tabela 5 - Simulação da taxa de utilização com 4 atendentes

Replicações	TMS	Taxa Utilização			
		Caixa	Buffet A	Buffet B	Mesas
1	1406	79,5%	97,5%	75,7%	81,0%
10	1426	84,8%	98,1%	83,7%	82,8%
25	1419	83,8%	97,8%	82,0%	82,0%
40	1420	84,5%	97,9%	83,2%	82,0%

TMS - Tempo médio do usuário no sistema.

Posto isso, pode-se sugerir a alteração da quantidade de atendentes de 3 para 4, pois, segundo os resultados da simulação, a quantidade de pessoas e o tempo médio de permanência do usuário na fila do caixa cairiam drasticamente. A média caiu de 10 minutos para pouco menos de 2 minutos. A taxa de utilização do buffet B aumentou cerca de 15% e das mesas em torno de 11%.

Outra medida sugerida seria um sistema de crédito para o usuário no qual ele poderia realizar o pagamento do almoço/jantar antecipadamente. Com isso, o tempo de acesso ao restaurante iria cair sensivelmente visto que não seria necessária a interação do usuário com o atendente diariamente. O usuário poderia pagar os acessos semanalmente ou mensalmente.

Considerações Finais

De acordo com os resultados das análises procedidas para a validação do modelo computacional desenvolvido, foi possível concluir que o mesmo pode ser aplicado para simular a dinâmica operacional do restaurante.

A aplicação da simulação computacional gerou um conhecimento adicional acerca do processo para todos os envolvidos e possibilitou, também, a identificação de oportunidades de melhora para o sistema de atendimento aos clientes do restaurante.

Referências

ARENALES, M. N. ARMENTANO, V.A.; MORABITO, R.; YANASSE, H. H. Pesquisa operacional. 6 ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2007

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações, 2. ed. São Paulo, SP: Ed. dos Autores, 2007.

FERNANDES, C. A.; SILVA, L. C. da; PEREIRA, J. O.; YAMAGUCHI, M. M. Simulação da dinâmica operacional de uma linha industrial de abate de suínos. *Ciência & Tecnologia de Alimentos*. v. 26, n.1, p. 166-170, 2006.

FREITAS FILHO, P. J. Introdução à modelagem e simulação de sistemas: com aplicações em Arena. 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2008. KELTON, W. D.; SADOWSKI, R.P; SADOWSKI, D. A. Simulation with arena. New York: McGraw-Hill, 1998.

GROSS, Donald; HARRIS, C. Fundamentals of Queueing Theory. 4 ed. New Jersey. John Wiley & Sons, Ltd (2008).

SHIMIZU, T. Pesquisa operacional em engenharia, economia e administração: modelos básicos e métodos computacionais. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. 360 p.

WAGNER, H. M. Pesquisa operacional. Tradução Paulo Antônio Mariotto. 2. ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1986. 851 p.