

Estimativa de medidas de desempenho de nível de serviço em um restaurante universitário por meio da simulação de eventos discretos

RESUMO

O nível de serviço de restaurantes pode ser medido por variáveis como o tempo de espera e o tamanho das filas de espera. Na prática, essas medidas de desempenho são difíceis de estimar devido à aleatoriedade da demanda de clientes. Neste artigo, foi proposto um modelo de simulação para estimar o impacto das intervenções operacionais em um restaurante universitário. Um modelo de simulação de eventos discretos foi desenvolvido e implementado no software Arena para representar as operações do restaurante universitário da Universidade Federal do Ceará, Brasil. Foram realizadas pesquisas de opinião e coleta de dados *in loco* para verificar a qualidade do modelo gerado. Além disso, foi proposto um conjunto de novos cenários de planejamento e alocação de recursos do estabelecimento, com base no conhecimento empírico e obtido pelo modelo da situação atual do restaurante. O modelo gerado foi capaz de representar o estado atual do empreendimento, e os cenários propostos indicaram uma melhoria significativa nas medidas de desempenho.

PALAVRAS-CHAVE: Simulação de eventos discretos. Restaurante universitário. Software Arena.

Jônatas B.G. Amarantes
Universidade Federal do Ceará,
Fortaleza, Ceará, Brasil
jonatasbrenon@gmail.com

Levi R. Abreu
Universidade Federal do Ceará,
Fortaleza, Ceará, Brasil
leviribeiro@alu.ufc.br

Weiner N. M. Lima
Universidade Federal do Ceará,
Fortaleza, Ceará, Brasil.
weinernobre777@gmail.com

Anselmo R. Pitombeira-Neto
Universidade Federal do Ceará,
Fortaleza, Ceará, Brasil
anselmo.pitombeira@ufc.br

INTRODUÇÃO

O setor terciário é conhecido por englobar comércio, bens e prestação de serviços e vem demonstrando crescente relevância na economia brasileira, sendo responsável pela significativa evolução do Produto Interno Bruto (PIB) do país.

De 2003 a 2023, a representatividade do setor terciário passou de 65,8% para 70% do valor adicionado ao PIB, segundo dados das Contas Nacionais Trimestrais do IBGE. Entre 2021 e 2023, o setor de serviços teve um avanço de 22,9%, o que representa o terceiro ano consecutivo de crescimento (IBGE, 2024).

Estes dados mostram a importância do setor para a economia brasileira, sendo responsável por milhões de empregos e grande fatia dos custos de operação encontrados atualmente na economia. Com a expressividade e crescimento do setor, existe a necessidade de uma contínua inovação e investimento em tecnologias para melhoria de processos e satisfação de clientes no que tange ao setor.

Para serviços de alimentação, a melhoria dos processos se torna particularmente importante, pois deixa de ser apenas um aspecto interno da organização do trabalho, restrito aos funcionários. Passa a ser uma questão importante para a qualidade percebida pelos clientes, que durante todas as etapas do processo de consumo certamente estão avaliando a empresa pelos mais variados aspectos, tangíveis e intangíveis (ENCARNAÇÃO, 2015).

Diniz, Rosadas e Macedo (2004) realizaram um estudo que envolve a percepção dos clientes em relação ao nível de serviço oferecido e sua satisfação com o serviço prestado. A conclusão dos autores foi que apesar de alguns aspectos positivos observados no que diz respeito à relação entre os tempos esperado e efetivo da operação, ainda há muito a ser feito no que tange a percepção que os clientes têm em relação à fila de espera.

Em um estudo de satisfação realizado no Restaurante Universitário da Universidade de Santa Maria, Junior et al. (2016) obteve os seguintes resultados após realizar questionário de satisfação com uma amostra de 1855 usuários: “O tamanho da fila para a compra de créditos destaca-se no RU I do Campus como o principal problema (56,1% de insatisfação), seguido pelo tamanho da fila para entrar no restaurante (49,7%) e pela disponibilidade de mesa e cadeira para almoçar (49,5%)”.

Percebe-se que os principais níveis de insatisfação de um restaurante universitário estão relacionados com a grande formação de filas durante os horários de pico do local (DE VRIES, ROY, E DE KOSTER, 2018). Isso demonstra a necessidade da realização de um estudo a respeito de gestão de filas.

O objetivo do trabalho é desenvolver um modelo de simulação de eventos discretos do restaurante universitário da Universidade Federal do Ceará a fim de averiguar os gargalos existentes e propor melhorias, como possíveis alternativas de alocação de recursos, a fim de melhorar a qualidade do atendimento prestado no restaurante. O modelo desenvolvido leva em conta o padrão não estacionário de chegadas de clientes ao restaurante durante o período de pico de demanda. Dados foram coletados *in loco* e modelados de acordo com distribuições de probabilidade.

O trabalho é composto por mais quatro seções: fundamentação teórica, estudo de caso, resultados e conclusão.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica constitui os principais conceitos para o desenvolvimento deste trabalho, sendo eles: simulação de eventos discretos e os principais artigos com a aplicação de simulação na análise de nível de serviços.

Simulação de eventos discretos

A simulação é uma metodologia que permite examinar mudanças nos cenários operacionais das empresas através de programas computacionais, sem necessariamente alterar seus processos reais (HARRELL e PRICE, 2000). Essa abordagem pode ser empregada como uma alternativa para propor e avaliar modificações nas operações de logística interna dentro das organizações, visando aprimorar a eficiência dos fluxos produtivos.

Os conceitos centrais associados à simulação incluem modelo e sistema. O modelo tem como objetivo principal descrever o funcionamento do sistema utilizando um número reduzido de variáveis (SHANNON, 1998). Segundo Law, Kelton e Kelton (2000), os modelos de simulação podem ser categorizados de várias formas, como modelos discretos e contínuos. Nos modelos discretos, as variáveis assumem valores específicos e as mudanças no sistema ocorrem em intervalos definidos, enquanto nos modelos contínuos, as variáveis podem ter valores em intervalos não especificados. A simulação de eventos discretos, como o próprio nome sugere, está relacionada a modelos nos quais as variáveis são discretas, como é o caso desta pesquisa.

Existem diversas vantagens na utilização dessa técnica, com aplicações que abrangem desde hospitais até indústrias. Conforme Boeira (2008) e Oliveira (2010), a simulação permite melhorar os processos produtivos, aumentando a produtividade e a qualidade dos produtos e serviços, além de proporcionar insights sobre como mudanças nas variáveis relacionadas aos sistemas influenciam nos resultados. Segundo Banks et al. (2009), a simulação também possibilita responder a perguntas do tipo "e se?", ajudando a compreender o impacto de decisões específicas sobre o sistema.

Nos últimos anos, o setor industrial tem sido uma das áreas mais exploradas para aplicação de simulação de sistemas, especialmente de eventos discretos. Vieira (2006) identifica pelo menos seis áreas principais de interesse para estudos de simulação: logística e cadeia de suprimentos, ferrovias, siderurgia, manufatura, petróleo e operações em serviços. Entre essas áreas, a análise de serviços do terceiro setor se destaca como uma das mais significativas.

Assim, fica claro que a simulação é uma ferramenta adequada para investigar operações industriais e de serviços, permitindo analisar as atividades relacionadas aos processos de negócios e ao transporte de materiais e pessoas.

Sobre a área de modelagem e simulação, nos mais diversos setores, pode-se destacar:

Em relação a aplicações no dimensionamento de recursos no varejo, Longhini et al. (2017) aplicaram a técnica de simulação de eventos discretos para simular o atendimento em um pequeno varejo, após a validação do modelo, foi executado um novo cenário com a adição de mais um colaborador, o que resultou em uma do tempo de espera de clientes e no nível de serviço do sistema. Amarante et al. (2022) desenvolveu um modelo de simulação para teste de cenários de realocação de empilhadeiras em uma indústria de papelão ondulado. Brahim e Worthington (1991) que realiza análises de filas em ambientes hospitalares. Brasileiro e Chiuffa (2018) resolveram o problema de localização de centros de distribuição através da simulação. Vieira et al. (2020) desenvolveram uma revisão da literatura sobre a utilização da simulação de eventos discretos na implantação do Lean Healthcare em serviços de saúde. O trabalho possui uma articulação da ciência e tecnologia para a melhoria de processos dos serviços de saúde, por meio da implementação da mentalidade *Lean*. Por fim, Tako (2010) e outros autores utilizaram a simulação de eventos discretos e métodos exatos em problemas relacionados a processos de negócios e sistemas dinâmicos, respectivamente (ROBINSON, 2010; WAGNER, NICOLAE, E WERNER, 2009; ALVES, 2014; DINIZ, LEERO, E MARCELO, 2024).

Na modelagem e resolução de problemas em restaurantes, existem uma série de contribuições recentes: De Vries, Roy, e De Koster (2018) realizou estudos referentes a influência do tempo de espera na satisfação dos clientes, Roy, Beyopadhyay, e Banerjee (2016) utilizaram modelos avançados de teoria das filas para analisar o desempenho de um restaurante no jantar, Guerriero, Miglionico, e Olivito (2014) formularam modelos de decisão para a gestão de receitas e alocação das mesas presentes nesses empreendimentos e Lasek, Cercone, e Saunders (2016) explanaram sobre estudos relacionados entre restaurantes e as inovações tecnológicas, em relação a previsão de demanda de vendas e de clientes.

Sobre a área de simulação de serviços, existem uma série de estudos em relação a restaurantes. Swart e Donno (1981) explanaram sobre simulação de restaurantes fast food, considerando pontos como planejamento de operações e produtividade, Brann e Kulick (2002) que realizaram uma simulação em um restaurante utilizeo o software específico: Restaurant Modeling Studio e Jaynes e Hoffman (1994) que realizaram estudos de tráficos existentes, utilizando simulação de eventos discretos.

Curin et al. (2005), realizou um estudo no restaurante universitário da universidade de Michigan, Santos et al. (2012) que utilizou métodos de simulação dinâmica em um restaurante universitário no Brasil. SANTOS e Schmidt (2014) que utilizaram teoria das restrições junto com simulação estocástica em um restaurante de pequeno porte. Encarnação et al. (2015) e Melo, Ferreira e Justa (2017) realizaram estudos em restaurantes self-service para a redução de filas. Terceiro, Pontes e Baltazar (2024) aplicaram o mapeamento de fluxo de processos e simulação computacional para melhoria de processos em uma empresa do ramo eólico. Por fim, Amorim (2024) realizou um estudo sobre o potencial de geração de biometano de resíduos alimentares de restaurante universitário. O trabalho é uma aplicação direta de ciência e tecnologia para a melhoria de sociedade, por meio de aproveitamento de resíduos do restaurante universitário.

Não foram encontrados estudos na literatura sobre a aplicação de simulação de eventos discretos em ambientes de restaurantes universitários com análises de múltiplos cenários com o auxílio de softwares comerciais e testes estatísticos no estudo de caso (BRAILSFORD et al, 2019; FERREIRA et al, 2020). Sendo, portanto, uma aplicação de simulação de eventos discretos emergente e a principal contribuição da presente pesquisa.

ESTUDO DE CASO

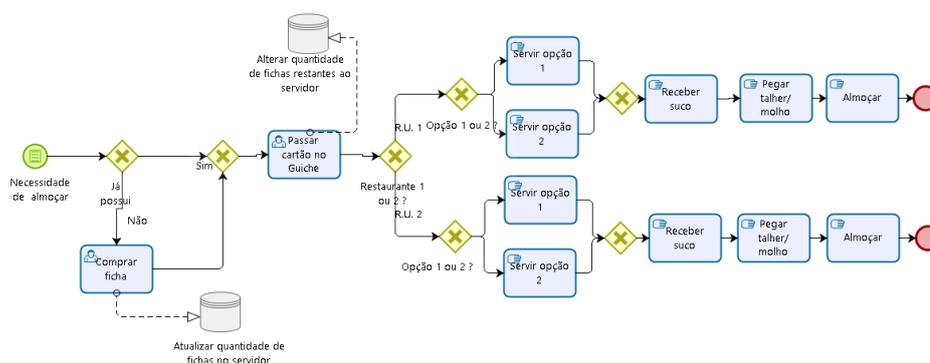
A modelagem do restaurante universitário se concentrou nas seguintes etapas: formulação do processo do objeto de estudo, coleta dos dados *in loco* e modelagem no software computacional Arena.

Objeto de estudo

O objeto de caso escolhido foi o Restaurante Universitário localizado na Universidade Federal do Ceará (UFC). A unidade estudada possui capacidade de atender aproximadamente 950 pessoas simultaneamente, servindo cerca de 1100 pessoas durante o período em análise.

Devido ao grande número de estudantes, presentes nos diversos cursos de graduação e pós-graduação oferecidos pela Universidade, torna-se importante que o serviço prestado aos estudantes esteja dentro dos padrões de serviço aos clientes, que incluem: flexibilidade do sistema, processamento do pedido, tempos de entrega e disponibilidade de estoque. A Figura 1 ilustra o fluxograma do processo, em notação BPMN (*Business Process Modeling Notation*), que é uma maneira generalista de modelar procedimentos existentes nas organizações (TUMAY 1996). As últimas etapas da aplicação da técnica de simulação consistem na experimentação dos cenários, definidos na etapa de planejamento do projeto, e a análise estatística dos resultados.

Figura 1 – Processo de almoço do restaurante universitário



Fonte: Elaborado pelos autores

Ao chegar, o cliente primeiramente se dirige ao guichê de compra de fichas e créditos, caso possua saldo disponível no seu cartão universitário, segue diretamente para o guichê de entrada, onde passa seu cartão no sistema para adentrar no restaurante. Em seguida, o cliente escolhe qual das duas zonas de

alimentação irá adentrar, normalmente os clientes escolhem o local que possui a menor fila.

Cada zona de alimentação possui duas ilhas de self-service onde o consumidor serve sua comida e recebe a opção de proteína escolhida. Por fim, recolhe seu suco e talheres, além de ser possível adicionar alguma opção de condimento, para em seguida sentar-se para almoçar.

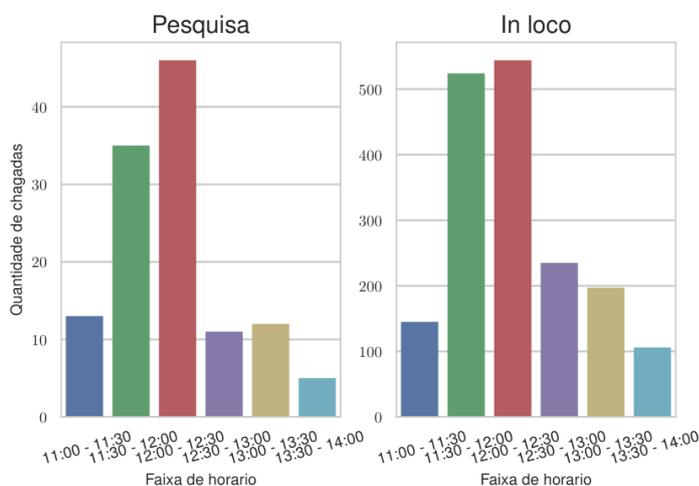
Foi realizada pela equipe uma pesquisa de satisfação com 122 clientes do restaurante universitário a respeito das expectativas sobre os tempos de espera para compra de créditos e tempo total de serviço (lead time). Os resultados mostraram que 50,8% dos entrevistados gostariam de esperar até 5 minutos na fila de reposição de créditos e 82,8% estão dispostos a esperar até 10 minutos para receber sua alimentação. Porém, pode-se constatar que os tempos reais de ambos os parâmetros praticados atualmente são muito diferentes das expectativas de espera dos clientes. estudo de caso consiste na aplicação da simulação de eventos discretos para descrever a situação real do ambiente modelado e propor cenários de melhoria para o processo.

Coleta de dados

Com o objetivo de conhecer o perfil dos estudantes que frequentam o restaurante, foi formulado um outro questionário para os alunos da universidade sobre o horário que eles geralmente vão almoçar, além disso o questionário aborda também perguntas sobre qual o tempo máximo que os alunos estão dispostos a esperar até receber seu alimento.

O questionário foi respondido por 122 pessoas. A Figura 2 mostra a comparação entre a quantidade de pessoas que chegam por horários no questionário, em comparação com medições realizadas in loco no horário de almoço. É perceptível que a coleta de dados possui um resultado similar ao da pesquisa realizada, verificou-se que a maior taxa de chegadas de alunos a cada meia hora foi no período de 12:00 às 12:30.

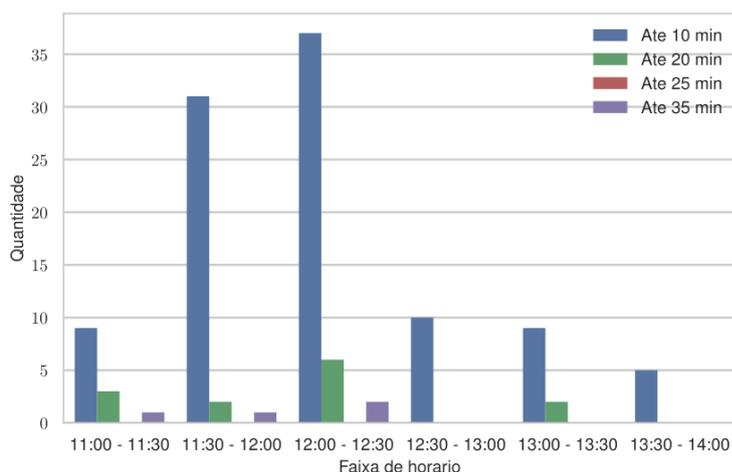
Figura 2 – Comparação entre a quantidade de alunos que chegam no restaurante por horário.



Fonte: Elaborado pelos autores

Na Figura 3 é ilustrado o lead time que as pessoas estão dispostas a esperar até receber seu prato, sem que se sintam desconfortáveis. É perceptível que a maioria das pessoas que frequentam o restaurante universitário, em todos os horários descritos, estão dispostas a esperar até dez minutos para receberem sua comida por completo.

Figura 3 – Lead time que os clientes desejam por horário.



Fonte: Elaborado pelos autores

Elaboração do modelo de simulação

A elaboração do modelo de simulação tem o objetivo de averiguar se o estado atual do restaurante supre a necessidade de todos os estudantes que o frequentam diariamente. Além disso, após a validação do modelo, foram propostas três hipóteses de melhoria para um serviço de melhor qualidade e com lead times de processos reduzidos.

O estudo de caso do presente trabalho consistiu em modelar e testar o ambiente descrito. Foram coletados e analisados os dados para serem inseridos no modelo de simulação, os tempos para os processos foram coletados durante três dias de pesquisa *in loco*. A chegada dos alunos foi dividida em chegada de alunos a pé e de ônibus, pois, pela experiência, foi percebido que o processo de chegada segue distribuições de probabilidades diferentes em cada um dos modos a pé e de ônibus.

A distribuição de Poisson é bastante utilizada na literatura para modelagem das taxas de chegadas (ROBINSON, 2004). Por isso foi considerada essa distribuição nas chegadas de alunos a pé, cuja taxa de chegadas variava de acordo com a Fig. 2. O processo de passar o cartão no guichê para a entrada no restaurante foi considerado com tempo constante, devido sua variação ser desprezível. A quantidade média de pessoas que chegam de ônibus por vez foi considerada constante igual a 11, a qual foi computada a partir dos dados coletados.

Os dados coletados foram inseridos no software *Input Analyzer*, que realizou o ajuste das melhores distribuições para cada conjunto de dados. A Tabela 1 ilustra os processos e suas respectivas curvas de probabilidades.

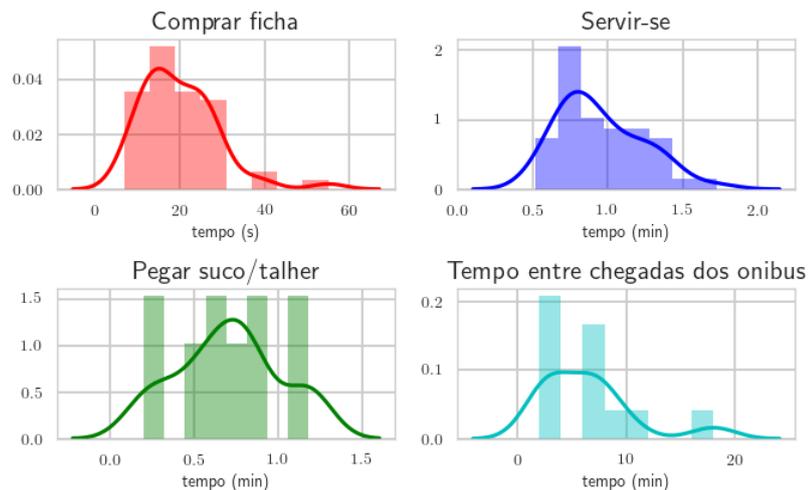
Tabela 1 – Ajuste de curvas para os processos

Processo	Amostra	Distribuição	Expressão <i>Input Analyzer</i>
Tempo de chegadas a pé	-	Exponencial	Escala (Fig. 2)
Tempo entre chegadas ônibus	12	Gama	2.5 + 16 * BETA(0.478, 1.32)
Comprar ficha	52	Weibul	6 + WEIB(15.6, 1.62)
Passar cartão no guiche	-	Constante	15 segundos
Servir comida	45	Lognormal	0.39 + LOGN(0.568, 0.322)
Pegar suco/talher/molho	16	Beta	0.1 + 1.18 * BETA(1.33, 1.27)

Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 4 exibe o histograma de todos os tempos de processos medidos. Os processos cronometrados foram: Atividade de comprar ficha de atendimento, servir-se dos alimentos guarnição e proteína, pegar suco e talheres e o tempo entre chegada dos ônibus ao final do processo de atendimento.

Figura 4 – Distribuição dos principais processos



Fonte: Elaborado pelos autores

A modelagem do sistema foi realizada no software de simulação Arena. Os dados foram colocados no programa com a disposição de acordo com o fluxograma descrito na Figura 1. Para a validação do modelo foram comparados os tempos médios de espera, gerados pela simulação, com tempos selecionados por amostragem realizadas *in loco*.

Em seguida foram testadas três hipóteses para a melhoria do sistema:

1. Aumentar a capacidade dos guichês para passar o cartão;
2. Impacto da compra da ficha previamente;
3. Realocação de funcionários do restaurante para setores críticos.

RESULTADOS

Após a execução do modelo de simulação, foram coletadas estatísticas de saída da simulação sobre os tempos de espera e quantidade de pessoas nas filas existentes no restaurante, juntamente com o *lead time* médio para um estudante pegar seu prato. A simulação de cada cenário foi replicada seis vezes, com o intuito de gerar intervalos de confiança. Todos os resultados relacionados ao tempo são dados em minutos, com um intervalo de confiança de 95% para a média.

Cenário atual

Após realizada a simulação do processo com o software Arena, foram obtidos os resultados indicados na Tabela 2. Os resultados são referentes ao tempo total no processo para quem compra ficha ou não, quantidade de pessoas presentes na fila e o tempo de espera na fila do guichê.

Tabela 2 – Principais resultados para o cenário atual

Parâmetro	Média	Média dos mínimos	Média dos máximos	Valor mínimo	Valor máximo
Lead time (Compra ficha)	6,04 ± 1,25	4,95	8,22	1,34	17,56
Lead time (Não compra ficha)	5,47 ± 1,09	4,59	7,42	0,99	17,08
Quantidade de pessoas na fila	21,53 ± 7,54	15,34	35,11	0	110
Tempo na fila do guichê	3,47 ± 1,09	2,59	5,42	0	13,69

Fonte: Elaborado pelos autores

Através dos resultados obtidos, pôde-se perceber que o tempo médio do processo é maior para os que ainda necessitam comprar ficha, embora não seja expressivamente distinto do tempo médio para quem não compra a ficha.

Além disso, é possível visualizar também que a média dos tempos máximos dos alunos no processo está abaixo dos 10 minutos, que é o tempo máximo, segundo a pesquisa realizada, em que os discentes estariam dispostos a ficar no processo sem que se sentissem incomodados.

Por outro lado, como essa análise foi feita com base na média dos tempos máximos, torna-se necessário dizer que embora essa média esteja abaixo do valor desejado pela maior parte dos alunos, ainda há casos em que alguns estudantes terão de ficar no processo por mais de 10 minutos, como pode ser visto na Tabela 2 os valores máximos de tempo para quem compra a ficha ou não (cerca de 17 minutos).

Outros dados que também chamam a atenção são os dados referentes a quantidade de pessoas na fila do guichê de entrada. Nota-se que o número de pessoas na fila do guichê é significativo, tanto a quantidade em média quanto o número médio máximo. Além disso, pode-se perceber que uma parte significativa do tempo dos alunos no processo concentra-se na fila do guichê de entrada, o que torna o guichê um ponto do sistema que pode ser melhorado.

A seguir, são mostrados os resultados relacionados à simulação dos cenários propostos para o trabalho.

Cenário 1: Aumento dos guichês

O primeiro cenário proposto foi o do restaurante com um maior número de guichês de entrada. A Tabela 3, mostra que o acréscimo de um guichê no sistema teria um impacto no processo significativamente positivo, pois o lead time médio do processo, assim também como a média dos tempos máximos, diminui mais da metade do tempo, além da quantidade média de pessoas na fila do guichê que também é reduzida.

Tabela 3 – Principais resultados para o cenário 1

Parâmetro	Média	Média dos mínimos	Média dos máximos	Valor mínimo	Valor máximo
Lead time (Compra ficha)	2,76 ±0,11	2,65	2,89	1,15	5,79
Lead time (Não compra ficha)	2,24 ±0,03	2,21	2,30	0,97	6,07
Quantidade de pessoas na fila	1,13 ±0,16	0,97	1,35	0,00	15,00
Tempo na fila do guichê	0,19 ±0,03	0,15	0,22	0,00	1,21

Fonte: Elaborado pelos autores

Cenário 2: Inexistência da compra de fichas para o almoço

Outra proposta a ser avaliada no presente estudo, foi o de não existir a possibilidade da compra de fichas ou créditos para o almoço. Esse cenário foi incorporado a este trabalho com base na proposta da própria universidade. A ideia da universidade é que todos os alunos comprassem as fichas para o almoço, ou os créditos para suas carteiras do restaurante universitário via um sistema de gestão online elaborado pelo próprio restaurante, a fim de que não houvesse filas para a compra de fichas ou créditos. A Tabela 4 ilustra os dados obtidos através da simulação do cenário proposto.

Tabela 4 – Principais resultados para o cenário 2

Parâmetro	Média	Média dos mínimos	Média dos máximos	Valor mínimo	Valor máximo
Lead time	6,21 ±0,13	4,67	8,13	1,01	17,59
Quantidade de pessoas na fila	24,54 ± 6,06	15,34	39,12	0,00	115,00
Tempo na fila do guichê	4,22 ±0,08	0,15	0,22	0,00	14,27

Fonte: Elaborado pelos autores

Os resultados obtidos por meio da simulação do cenário proposto pela universidade mostraram-se insatisfatórios quanto ao que se esperava a respeito das filas. Embora, o tempo médio no processo ainda seja menor do que o tempo que os alunos estão dispostos a esperar para receberem sua comida por completo, é possível perceber que com o fim da compra de fichas e créditos para carteiras, não ocorrerá diminuição no tempo total do processo e nem no número de alunos na fila dos guichês.

Em contraponto ao que se imaginava a respeito do tamanho das filas, é visto que o número de pessoas nas filas dos guichês de entrada irá aumentar, uma vez que todos os discentes irão diretamente para os guichês, segundo esse modelo proposto.

Portanto, o cenário elaborado não se mostrou viável de ser implementado. No entanto, ainda foram analisados os resultados ao se implementar os dois cenários juntos em um único modelo.

Cenário 3: Realocação de funcionários da ficha para os guichês

No terceiro cenário, os funcionários que trabalhavam na venda de fichas e créditos para carteira foram alocados para os guichês de entrada, de tal forma que o sistema ficasse com três guichês e sem a opção de se comprar créditos e fichas. A Tabela 5 demonstra os resultados da simulação do cenário proposto.

Tabela 5 – Principais resultados para o cenário 3

Parâmetro	Média	Média dos mínimos	Média dos máximos	Valor mínimo	Valor máximo
Lead time	2,31 ±0,09	2,17	2,44	0,89	5,72
Quantidade de pessoas na fila	1,54 ±0,46	0,99	2,25	0,00	15,00
Tempo na fila do guichê	0,24 ±0,06	0,17	0,33	0,00	1,81

Fonte: Elaborado pelos autores

Nota-se, que dentre os três cenários propostos, o que obteve os melhores resultados foi o cenário 3, em que considera a realocação dos funcionários e o aumento do número de guichês de dois para três.

O tempo total do processo diminuiu significativamente em relação ao tempo do cenário atual. Além disso, o número de estudantes na fila também diminuiu de forma significativa, o que torna a proposta viável de ser implementada. Outro aspecto positivo a respeito desse modelo é que ele considera a realocação dos funcionários, ou seja, ele permite que eles continuem contribuindo com seu serviço para o restaurante.

Análise estatística

Para validar os resultados, é preciso verificar se existe diferença significativa em relação ao principal indicador da qualidade do atendimento, o lead time, sobre todos os cenários analisados. Foi aplicado uma análise de variância (ANOVA) (Montgomery 2017). A Tabela 6 ilustra o resultado do teste.

Tabela 6 – Tabela de anova dos cenários analisados ($\alpha=0,05$)

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	11416,96	3	3805,65	539,30	4,19E-296	2,61
Dentro dos grupos	29383,53	4164	7,06			
Total	40800,50	4167				

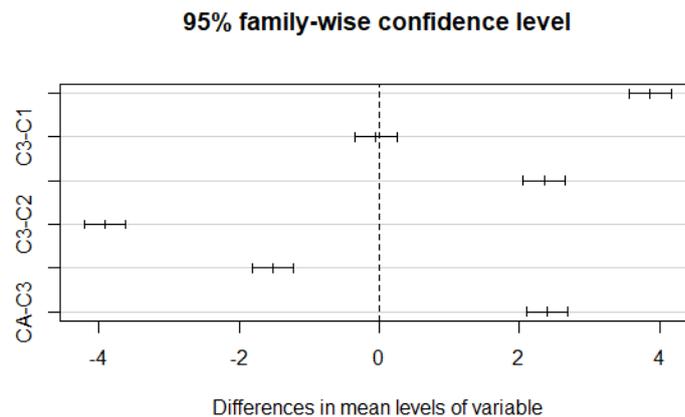
Fonte: Elaborado pelos autores

É possível verificar que o valor-p é bem próximo de zero. Isso demonstra, que os experimentos realizados possuem diferença significante, além disso, os novos

cenários propostos podem contribuir para uma melhoria significativa no restaurante em estudo.

Para realizar uma análise mais específica da diferença de média entre os cenários, foi realizado o teste para diferença de médias de Tukey (Montgomery 2017). Pode-se verificar na Figura 5 a plotagem da diferença de média par a par dos cenários propostos (C1 a C3) e do cenário atual (CA).

Figura 4 – Teste de Tukey para a diferença de médias em relação aos cenários propostos.



Fonte: Elaborado pelos autores

É perceptível que a maior parte dos cenários que são comparados possuem diferença de médias significativas. Os únicos cenários que não possuem diferenças significativas são os cenários C1 e C3 que obtiveram os melhores resultados de lead time. Porém, ainda é preferível o cenário 3, visto que para implementá-lo no restaurante não é necessário custos incisivos, pois nele é explorado apenas a realocação de funcionários entre atividades do restaurante.

CONCLUSÃO

O presente estudo teve como principal objetivo realizar análises quanto ao processo de atendimento no restaurante universitário da Universidade Federal do Ceará, além de identificar pontos críticos do sistema a fim de elaborar propostas que contribuíssem positivamente para o processo e avaliar a proposta de melhoria feita pela própria universidade para o restaurante.

Neste trabalho, foi possível identificar os principais gargalos relacionados ao processo do restaurante universitário da UFC. Dentre eles, o principal foi quanto a quantidade de guichês de entrada do restaurante.

Verificou-se que com a quantidade atual de guichês de entrada presentes no RU, o número médio de alunos nas filas para entrar no restaurante era significativo, quando analisado durante todo o tempo da simulação. Além disso, o tempo total do processo, embora menor que o tempo requisitado pela maior parte dos discentes, segundo a pesquisa realizada, foi identificado como passível de melhorias. Vale ressaltar que uma parcela considerável do tempo total do processo se concentrava nas filas dos guichês de entrada, o que ratifica esse ponto como um gargalo do sistema.

Três cenários foram elaborados e avaliados no trabalho, dentre eles, o cenário que considerava o sistema sem a possibilidade de compra de ficha e créditos para o cartão do restaurante, proposto pela própria universidade.

De todas as propostas analisadas, a que mostrou os melhores resultados foi a que considerava o aumento do número de guichês de entrada de dois para três e a realocação dos funcionários que vendem fichas e créditos no horário de almoço para os guichês. Nesse modelo, o tempo total do processo diminuiu pela metade e o número de alunos nas filas dos guichês, que é o principal gargalo do processo, reduziu-se consideravelmente.

Portanto, a técnica da simulação computacional de eventos discretos mostrou-se extremamente eficiente para se realizar uma análise mais robusta a respeito do processo. Nesse caso, em particular, ela serviu para avaliar propostas que a priori demonstravam ser benéficas ao processo e foi útil para verificar quais mudanças realmente trariam bons resultados ao sistema. Os cenários discutidos poderão melhorar o nível de serviço do restaurante universitário, sendo uma contribuição crítica para a sociedade universitária ter acesso ao melhor serviço possível. Por fim, vale destacar que, embora o processo estudado tenha atendido a expectativa dos estudantes quanto ao seu tempo total, ainda assim foi possível propor melhorias a ele, fato este que comprova mais uma vez que todo processo é sempre passível de melhorias, principalmente com o uso da tecnologia de simulação de eventos discretos apresentada.

Como proposta de estudos futuros, tem-se a de coletar uma maior quantidade de dados, através do próprio sistema informatizado do restaurante, a fim de se obter informações mais fidedignas sobre os processos. Outra proposta, seria a formulação de modelos de simulação que respeitassem uma maior quantidade de restrições do sistema retratado, como os tempos entre chegadas dos alunos a pé e a quantidade de pessoas que chegam por ônibus, para assim, representar o restaurante no modelo computacional com uma maior precisão. Por fim, a metodologia proposta poderia ser aplicada em restaurantes universitários de outras instituições de ensino, visando uma contribuição positiva para a sociedade universitária de outras regiões.

Estimation of Level-of-Service Performance Measures in a University Cafeteria by means of Discrete-Event Simulation

ABSTRACT

Level of service of cafeterias may be measured by variables such as waiting time e length of waiting lines. In practice, such performance measures are difficult to estimate due to reomness of deme. In this paper, we develop a simulation model in order to estimate the impact of operational interventions in a university cafeteria. A discrete-event simulation model was developed e implemented in Arena software in order to represent the operations of the cafeteria of the Federal University of Ceará, Brazil. Opinion surveys e in loco data collection were carried out to ascertain the quality of the model generated. In addition, a set of new scenarios of organization e allocation of cafeteria resources were proposed, based on the empirical knowledge of the current situation of the cafeteria. The generated model was able to represent the current state of the cafeteria, e the proposed scenarios indicated a considerable improvement in performance measures.

KEYWORDS: Discrete-event simulation, university cafeteria, arena software.

REFERÊNCIAS

ALVES, R., SANTOS, J. A. A., e SCHMIDT, C. A. P. Aplicação Dos Princípios Da Teoria Das Restrições e de técnicas de Simulação Na Gestão Da Dinâmica Operacional de Um Pequeno Restaurante: Um Estudo de Caso. **Revista ESPACIOS** 35 (7). 2014.

AMARANTE, J. B. G., DE ABREU, L. R., PONTES, H. L. J., & MIRANDA-JUNIOR, J. L. Dimensionamento da movimentação interna de uma fábrica de embalagens de papel por meio da simulação de eventos discretos. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 18, n. 50, p. 298-321, 2022.

BOEIRA, Leero do Amaral. Simulação computacional: um estudo de caso em uma empresa fabricante de câmaras de ar pneumáticas. 2008.

BRAHIMI, M.; WORTHINGTON, D. J. Queueing models for out-patient appointment systems—a case study. **Journal of the Operational Research Society**, v. 42, n. 9, p. 733-746, 1991.

BRANN, David M.; KULICK, Beth C. Simulation of restaurant operations using the restaurant modeling studio. In: **Proceedings of the Winter Simulation Conference**. IEEE, 2002. p. 1448-1453.

BRAILSFORD, Sally C. et al. Hybrid simulation modelling in operational research: A state-of-the-art review. **European Journal of Operational Research**, v. 278, n. 3, p. 721-737, 2019.

BRASILEIRO, Luzenira Alves; CHIUFFA, Vinicius Patrocollo Domingos. Simulation of the optimal location for a distribution center of E-commerce operations in São Paulo State. **IEEE Latin America Transactions**, v. 16, n. 6, p. 1795-1800, 2018.

CURIN, Sara A. et al. Reducing service time at a busy fast food restaurant on campus. In: **Proceedings of the Winter Simulation Conference, 2005**. IEEE, 2005. p. 8 pp.

DE AMORIM, Miriam Cleide Cavalcante. Potencial de geração de biometano de resíduos alimentares de restaurante universitário. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 20, n. 61, p. 159-179, 2024.

DE VRIES, Jelle; ROY, Debjit; DE KOSTER, René. Worth the wait? How restaurant waiting time influences customer behavior and revenue. **Journal of operations Management**, v. 63, p. 59-78, 2018.

DINIZ, S. V, LEERO A. S. R., E MARCELO, A. S. M. Análise Da Percepção Dos Clientes Em Filas de Espera Em Restaurantes Self-Service. **Revista Sociais e Humanas** 28 (2): 83–108. 2004.

DUARTE, Leonardo et al. Avaliação da alocação das ambulâncias do corpo de bombeiros no interior do estado do Rio de Janeiro. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 19, n. 58, p. 105-123, 2023.

ENCARNAÇÃO, A. APLICAÇÃO DE SIMULAÇÃO DISCRETA PARA A GESTÃO DE FILAS NO SETOR DE SERVIÇOS: ESTUDO DE UM RESTAURANTE SELF-SERVICE. 2015.

FERREIRA, William; ARMELLINI, Fabiano; DE SANTA-EULALIA, Luis Antonio. Simulation in industry 4.0: A state-of-the-art review. *Computers & Industrial Engineering*, p. 106868, 2020.

GUERRIERO, Francesca; MIGLIONICO, Giovanna; OLIVITO, Filomena. Strategic and operational decisions in restaurant revenue management. **European Journal of Operational Research**, v. 237, n. 3, p. 1119-1132, 2014.

HARRELL, Charles R.; PRICE, Rochelle N. Simulation modeling e optimization using ProModel. In: 2000 Winter Simulation Conference Proceedings (Cat. No. 00CH37165). IEEE, 2000. p. 197-202.

IBGE. Setor de serviços varia 0,3% em dezembro e fecha 2023 com terceira alta anual seguida. 09/02/2024. [Online]. Available: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/39175-setor-de-servicos-varia-0-3-em-dezembro-e-fecha-2023-com-terceira-alta-anual-seguida#:~:text=Setor%20de%20servi%C3%A7os%20varia%200,3%,anual%20seguida%20%7C%20Ag%C3%A2ncia%20de%20Not%C3%ADcias>, Acesso em: 08/09/2024.

JAYNES, Steven L.; HOFFMAN, John O. Discrete event simulation for quick service restaurant traffic analysis. In: **Proceedings of Winter Simulation Conference**. IEEE, 1994. p. 1061-1066.

JUNIOR, Fernando de Jesus Moreira et al. Satisfação dos usuários do restaurante universitário da Universidade Federal de Santa Maria: uma análise descritiva. **Revista Sociais e Humanas**, v. 28, n. 2, p. 83-108, 2015.

LASEK, ACNSJ; CERCONE, N.; SAUNDERS, J. Smart restaurants: survey on customer demand and sales forecasting. **Smart cities and homes**, p. 361-386, 2016.

LAW, Averill M.; KELTON, W. David; KELTON, W. David. Simulation modeling e analysis. New York: McGraw-Hill, 2000.

LONGHINI, Tatielle M.; FREITAS, Kenyth A.; SILVA, Rafaela C.; CAVALCANTI, Joyce M. M. Uso de simulação de eventos discretos para a análise de atendimento de pequeno varejo. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 13, n. 28, p. 171-190, 2017.

MELO, Joseana Vinhote; DA SILVA FERREIRA, Juliana; DA JUSTA, Marcelo Augusto Oliveira. Modelagem e simulação com o Arena para reduzir filas em um restaurante self service. **Revista Gestão Industrial**, v. 13, n. 2, 2017.

MONTGOMERY, Douglas C. **Design and analysis of experiments**. John wiley & sons, 2017.

OLIVEIRA, Mona Liza Moura de. Análise da aplicabilidade da técnica de modelagem IDEF-sim nas etapas de um projeto de simulação a eventos discretos. 2010. 168 f. 2010. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG.

ROBINSON, Stewart. **Simulation: the practice of model development and use**. Bloomsbury Publishing, 2014.

ROY, Debjit; BANDYOPADHYAY, Arindam; BANERJEE, Pritam. A nested semi-open queuing network model for analyzing dine-in restaurant performance. **Computers & Operations Research**, v. 65, p. 29-41, 2016.

DOS SANTOS, José Airton Azevedo et al. Simulação da dinâmica operacional de um pequeno restaurante universitário: um estudo de caso. **RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 14, n. 2, p. 305-320, 2012.

SHANNON, Robert E. Introduction to the art e science of simulation. In: 1998 winter simulation conference. proceedings (cat. no. 98ch36274). IEEE, 1998. p. 7-14.

SWART, William; DONNO, Luca. Simulation modeling improves operations, planning, and productivity of fast food restaurants. **Interfaces**, v. 11, n. 6, p. 35-47, 1981.

TAKO, Antuela A.; ROBINSON, Stewart. Model development in discrete-event simulation and system dynamics: An empirical study of expert modellers. **European Journal of Operational Research**, v. 207, n. 2, p. 784-794, 2010.

TERCEIRO, Manuela Andrade; PONTES, Heráclito Lopes Jaguaribe; BALTAZAR, Marcos Charles Pinheiro. Aplicação De Mapeamento De Fluxo De Processos E Simulação Computacional Para Melhoria De Processos Em Uma Empresa Do Ramo Eólico. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 24, n. 4, p. 216-242, 2024.

TUMAY, Kerim. Business process simulation. In: **Proceedings of the 28th conference on Winter simulation**. 1996. p. 93-98.

VIEIRA, Guilherme E. Uma revisão sobre a aplicação de simulação computacional em processos industriais. Simpósio de Engenharia de Produção, XIII, Bauru, Anais, p. 1-10, 2006.

VIEIRA, Lara Camila Nery et al. Contribuições da simulação no lean healthcare para o combate a Covid-19. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 45, p. 184-201, 2020.

WAGNER, Gerd; NICOLAE, Oana; WERNER, Jens. Extending discrete event simulation by adding an activity concept for business process modeling and simulation. In: **Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference (WSC)**. IEEE, 2009. p. 2951-2962.

Recebido: 11/09/2024

Aprovado: 15/04/2025

DOI: 10.3895/rts.v21n63.19094

Como citar:

AMARANTE, Jônatas B. G.; ABREU, Levi R.; LIMA, Weiner N. M. et.al. Estimativa de medidas de desempenho de nível de serviço em um restaurante universitário por meio da simulação de eventos discretos. **Rev. Technol. Soc.**, Curitiba, v. 21, n. 63, p.332-350, jan./mar., 2025. Disponível em:

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/19094>

Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

