



De 11 a 14 - NOVEMBRO DE 2024

**Inteligência Artificial
na Gestão de Operações:
Limitações e possibilidades**



Aplicação de Simulação em uma lanchonete localizada na Universidade Federal do Piauí

ÁLVARO LÉDO FERREIRA – alvaroledoferreira@gmail.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI

MARIA CLARA DE OLIVEIRA RODRIGUES - m.c.oliveirarodrigues0@gmail.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI

MARIA LEUDIMAR RAMOS PASSOS - lepastos20@ufpi.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI

ANA MARIA RAMOS DE MELO - anamrm454@gmail.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI

SARA OLIVEIRA DA CONCEIÇÃO FEITOSA - saraoliverr02@gmail.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI

ÁREA: 3. PESQUISA OPERACIONAL

SUBÁREA: 3.1 - Modelagem, Simulação e Otimização

RESUMO: DEVIDO À SIGNIFICATIVA DEMANDA DO MERCADO, TORNOU-SE VITAL QUE AS LANCHONETES BUSQUEM MEIOS DE OTIMIZAR SEUS PROCESSOS, VISANDO CERTIFICAR A EFICIÊNCIA OPERACIONAL AO PROMOVER SOLUÇÕES COM O FIM DE SATISFAZER OS CLIENTES E PRESERVAR A COMPETITIVIDADE. EM VIRTUDE DA INTENSA CONCORRÊNCIA NO SEGMENTO ALIMENTÍCIO, AS LANCHONETES PROCURAM SE ALINHAR ÀS NECESSIDADES DO MERCADO CONSUMIDOR. NO ENTANTO, É FUNDAMENTAL QUE UMA INVESTIGAÇÃO PROFUNDA DOS PROCESSOS SEJA REALIZADA, TANTO NA CERTIFICAÇÃO DA QUALIDADE DOS PRODUTOS, QUANTO NA QUESTÃO DA RAPIDEZ DO ATENDIMENTO. NESSE CONTEXTO, FOI EXECUTADO UM ESTUDO DE CASO EM UMA LANCHONETE SITUADA NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ (UFPI). LOGO, O INTUITO DESSE ARTIGO CONSISTE EM INVESTIGAR O ATENDIMENTO DE UMA LANCHONETE PARA MELHORAR O SEU TEMPO DE ESPERA. A METODOLOGIA UTILIZADA NESTE TRABALHO FOI FUNDAMENTADA NO USO DE SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS, DISPONIBILIZANDO UMA COMPREENSÃO GERAL DO FUNCIONAMENTO DO SISTEMA, SENDO DETECTADOS DIVERSOS CENÁRIOS COM PROPOSTAS COM POTENCIAL DE OTIMIZAÇÃO DOS GARGALOS.

PALAVRAS-CHAVES: SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS, TEMPO DE ESPERA, RAPIDEZ DO ATENDIMENTO, LANCHONETE.

1. INTRODUÇÃO

O setor de serviços apresentou um crescimento significativo nos últimos anos, concentrando cerca de 50% de todo o trabalho do mundo, conforme dados de 2019 da

International Labour Organization (Da Cruz, 2021). Este crescimento aumentou a competitividade entre as empresas, onde os clientes se tornam cada vez mais exigentes com o que experienciam dos estabelecimentos. Neste contexto, a qualidade é um componente fundamental para o sucesso de uma empresa ou estabelecimento. Para atingir um melhor nível de qualidade é preciso ser eficiente e eficaz na coordenação dos recursos que influenciam diretamente seus objetivos (Alencar et al., 2016).

No setor alimentício, os produtos possuem uma procura natural devido a sua necessidade. Como resultado, lanchonetes emergem uma solução rápida para otimizar o tempo e trazer comodidade ao cliente (Oliveira et al, 2021). Algumas variáveis são estudadas e dentre elas, destaca-se o atendimento, a qualidade, agilidade e eficiência nesse processo (Santos et al., 2018). Neste contexto, a busca por um atendimento rápido pode influenciar diretamente na percepção de qualidade deste cliente, visto que seu objetivo neste ambiente é atender sua necessidade de forma ágil.

As filas de espera para a conclusão de compras em estabelecimentos comerciais integram o dia a dia e, como não podem ser evitadas, costumam a ser toleradas, além da demora e dos infortúnios que podem suceder. No entanto, os processos em que as filas são geradas podem ser estudados e dimensionados, determinando medidas que possam aliviar os danos causados pelo tempo e a produtividade, tais como as perdas financeiras (Ferreira et al., 2018).

No que tange à prestação de serviços, a atenção das empresas cresce constantemente em relação à gestão e operacionalização destas. Nesse sentido, a importância dada para o gerenciamento das filas é um ponto de extrema relevância para a melhoria da qualidade do serviço que foi prestado. O processo de gestão das filas reflete no tempo de atendimento. Assim, planejar e controlar a capacidade do sistema de uma fila em um serviço fornece ao gestor maior autonomia perante a sua decisão e otimização nos processos de serviços.

Nessa lógica, observa-se que a simulação é vantajosa devido à capacidade de resolver problemas complexos que podem abordar situações determinísticas ou estocásticas. Então, a simulação pode ser conceituada como uma ferramenta de planejamento que emula, por meio de relações lógicas, o funcionamento de sistemas reais, com o intuito de observar seu comportamento sob diversos cenários (Nascimento et al., 2017). Dentro desse contexto, nota-se que estabelecimentos alimentícios alocados em instituições de ensino podem apresentar uma alta demanda em determinados períodos do dia (Oliveira et al., 2021).

Portanto, o objetivo deste artigo é avaliar e propor soluções de melhorias para a fila de uma lanchonete localizada em uma praça de alimentação de uma Universidade Federal em Teresina, Piauí. Dessa forma, será realizado um estudo de simulação discreta para que assim seja feito o diagnóstico do atendimento da lanchonete para a geração de aprimoramento desses sistemas vigentes. Além disso, serão avaliados possíveis cenários futuros que a lanchonete pode enfrentar.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Testes estatísticos e variáveis

O primeiro passo no estudo em simulação é o levantamento estatístico do número de clientes atendidos por unidade de tempo (μ), ou do tempo gasto em cada atendimento (TA). A taxa de chegada (λ) determina o número e os instantes de tempo das chegadas, podendo ser previsíveis em um processo determinístico ou aleatórias em um processo estocástico. Para descrever o mecanismo de atendimento temos a taxa média de atendimento (μ) que reflete o fluxo de usuários nos postos de atendimento, podendo o sistema suportar ou não a fila, que pode possuir uma quantidade finita ou infinita de pessoas (Passos Junior & Carvalho, 2017).

Segundo Silva et al. (2015), o tempo médio de atendimento (TA) expressa a duração média que um cliente passa em atendimento. Esse tempo pode ser constante, ou seja, todos os atendimentos têm a mesma duração, ou variável, o que é mais comum, pois cada cliente demanda um tempo distinto para resolver seu problema. A partir da combinação de λ e TA , é possível derivar outras métricas, como a taxa de ocupação do sistema (σ) e o número médio de clientes em espera ou sendo atendidos, fornecendo uma visão abrangente do funcionamento do sistema de atendimento. A partir do levantamento estatístico dessas variáveis podemos atribuir aos dados a distribuição probabilística que melhor representa o atendimento em estudo ou a duração dele, podendo assim validar com embasamento estatístico os resultados.

O teste do Qui-quadrado (ou Chi-quadrado) é uma técnica estatística utilizada para comparar as diferenças entre as frequências observadas (O) e as frequências esperadas (E). Para determinar se as discrepâncias são estatisticamente significativas, calcula-se o valor do índice X^2 e o comparamos com o valor crítico (X^2 crítico) obtido na tabela de distribuição Qui-quadrado (Teixeira et al., 2020).

Ao analisar estatisticamente os dados, é possível medir indicadores como tempo médio de espera na fila, tempo médio de atendimento e taxa de ocupação dos servidores, entre outros, o que ajuda a identificar gargalos e ineficiências no sistema. Essas métricas também permitem

fazer previsões sobre o desempenho futuro do sistema, auxiliando na adequação dos recursos necessários, como o número de servidores, para garantir um nível aceitável de serviço.

2.2 Simulação de sistemas discretos

A simulação dos processos produtivos pode ser compreendida como a imitação de uma operação ou processos semelhantes ao do mundo real. Ela é uma ferramenta poderosa em relação ao desenvolvimento de sistemas mais eficientes. Atualmente, é possível criar modelos e configurar sistemas em um pequeno espaço de tempo, assim como avaliar hipóteses sem ter que implementá-las no mundo real (Nascimento et al., 2016).

Conforme Santos et al. (2018), a simulação é uma ferramenta de planejamento que permite realizar análises e avaliações de sistemas, ao simular cenários que apoiam a tomada de decisão, visando a otimização do desempenho. Assim, a simulação é utilizada na modelagem de sistemas suscetíveis a alterações no seu estado, em momentos discretos no tempo, em função da ocorrência de eventos. Nota-se que em simulações como estas há um dispositivo temporal no computador, tal como se vê no relógio de simulação, que progride toda vez que um evento sucede em um determinado momento. Essa ferramenta é recomendável para a gestão de projetos, pois à medida que o projeto evolui, este passa a ser entendido como um incremento discreto do processo do projeto como incremento discreto do progresso do projeto no tempo.

Em suma, a simulação está se tornando uma ferramenta bastante habitual no setor de manufatura e serviços. O setor de serviços é uma área em expansão significativa, sobressaindo-se no desenvolvimento econômico e proporcionando maior oportunidade para implementar várias técnicas de melhorias e respostas rápidas ao tomar decisões.

2.5 Modelagem conceitual através do IDEF-SIM

Segundo Gabriel et al. (2017), a técnica de mapeamento de processo IDEF-SIM (Integrated Definition Methods-Simulation), é uma técnica elaborada a partir da adaptação de elementos lógicos que já existiam em outras técnicas de mapeamento, como o IDEF0, IDEF3 e fluxograma.

Assim que o analista desenvolve o problema em sua mente, o modelo conceitual ainda é abstrato, porém, torna-se necessário o uso de uma técnica de representação para o alinhamento das ideias, fazendo com que as pessoas entendam o que foi proposto e ainda para torná-lo o mais próximo da realidade possível. E foi com esse propósito que propuseram a técnica IDEF-SIM. Esta técnica possui ênfase na simulação de sistemas, mas é muito aplicável em projetos

de melhoria em geral. A Figura 1 apresenta a simbologia dessa técnica (Correia e Nascimento, 2016).

FIGURA 1 - Símbolos usados no IDEF-SIM technique.

Elementos	Simbologia	Técnica de Origem	Descrição
Entity		IDEF3 (Modo de descrição de transições)	Itens processados no sistema (matéria-prima, produtos, pessoas, documentos). Representa a quantidade de entidades usadas e os pontos de transformação no modelo.
Functions		IDEF0	Locais onde a entidade passa por uma ação (postos de trabalho, esteiras, filas, estoques). Podem alterar uma entidade ou seu tempo no fluxo.
Fluxo de Entidade		IDEF0 e IDEF3	Direção da entidade no modelo (entrada e saída nas funções).
Resources		IDEF0	Elementos utilizados para movimentar entidades e executar funções (pessoas ou equipamentos). Podem ser estáticos ou dinâmicos.
Controls		IDEF0	Regras aplicadas nas funções (sequenciamento, regras de fila, programação).
Rules for parallel and/or alternatives flows	 E  OU  E/ou	IDEF3	denominadas de junções na técnica IDEF3. Dois ou mais caminhos, após uma função, pode ser executados juntos (junção E), de maneira alternativa (junção OU), ou ambas as regras (junção E/OU).
Motion		Fluxograma	Deslocamento importante das entidades com programação específica de tempo gasto e recurso usado.
Explanatory Information		IDEF0 e IDEF3	Explicações para facilitar o entendimento do modelo.
Input Flow in Modeled System		IDEF0 e IDEF3	Entrada ou elaboração de entidades no modelo.
End of System		IDEF0	Define o fim de um caminho no fluxo modelado.
Connection to Other Figure		IDEF0	Divide o modelo em figuras diferentes.

Fonte: Adaptação Montevechi et al. (2010).

O IDEF-SIM foi criado em inglês para evitar confusões linguísticas. Um modelo hipotético foi enviado a vinte brasileiros e oito argentinos para ser simulado no software ProModel®, a fim de realizar o teste e comparação dos seus resultados. O mesmo processo foi encaminhado para um diferente de cinco brasileiros recebeu o modelo para simulação no FlexSim®. Retornaram oito brasileiros e seis argentinos para o ProModel® e cinco respostas para o FlexSim®. Após a simulação, os participantes preencheram um questionário para avaliar a qualidade e usabilidade do IDEF-SIM (Gabriel et al., 2018).

3. Metodologia

O trabalho iniciou com a modelagem da lanchonete estudada. A partir da observação do seu funcionamento ao longo dos dias e de conversas informais com os seus funcionários, foi possível realizar a modelagem. Para a modelagem, utilizou-se a metodologia IDEF-SIM como forma de ilustrar o sistema em questão.

Em seguida foram coletados os dados considerados como variáveis de entrada no modelo (i.e., λ e TA). As coletas aconteceram durante 2 dias, com a participação de 4 pessoas: uma encarregada de contabilizar o número de clientes que chegavam a cada minuto, com o intuito de obter a taxa média de chegada (λ), e as outras três desempenhavam o papel de cronometrar o atendimento, obtendo assim o tempo médio de serviço (TA).

Após a coleta foi utilizado o *Software Excel* para tratamento e organização dos dados coletados (λ , TA e o número de atendentes). O primeiro dia de coleta teve como objetivo inferir o tamanho amostral mínimo para λ e TA necessário para a simulação. Após a constatação, foi observada a necessidade de se obter mais amostras que foram coletadas no segundo dia.

Após a coleta, os dados foram utilizados para realizar testes de aderência. O objetivo dos testes foi de descobrir qual a distribuição estatística que apresentava a melhor aderência aos dados coletados. Foram realizados testes separados para o λ e para o TA . Nesta pesquisa foi utilizado o *software Imput Analyzer* para realizar o teste de aderência.

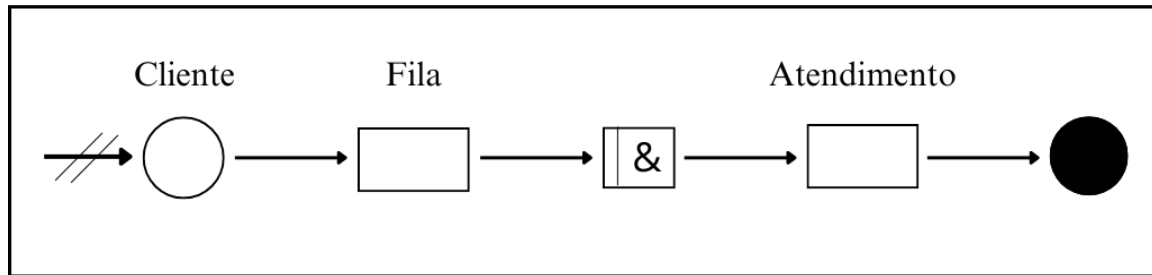
De posse das distribuições que melhor representam as variáveis de entrada do modelo de simulação, foi realizada a modelagem computacional e simulação do sistema. Já a simulação foi realizada por meio do *software Arena* com o objetivo de analisar o desempenho operacional da lanchonete universitária estudada no artigo. Após a simulação do modelo que representa o funcionamento da lanchonete, também foram realizadas análises de cenário de forma a avaliar qual o impacto que possíveis mudanças internas ou externas podem causar no empreendimento.

4. Resultados e Discussões

O trabalho iniciou com o estudo e modelagem do sistema da lanchonete. Foram realizadas diversas observações ao longo de diferentes dias da semana para melhor entender as suas características e particularidades. Além das observações, também foram realizadas conversas informais com os seus funcionários para sanar dúvidas e confirmar suposições.

De forma a realizar a coleta de dados e análise no momento mais crítico do funcionamento da lanchonete, buscou-se definir nessa etapa qual o momento de pico, ou seja, qual o dia da semana e horário em que a lanchonete recebe a maior quantidade de clientes. Realizar a simulação nesse contexto viabilizará análises em um contexto que a taxa de utilização da lanchonete está em seus maiores níveis. Após esse processo, foi realizada a sua modelagem, conforme apresentado na Figura 2.

FIGURA 2 - Fluxo da Fila da lanchonete IDEF-SIM.



Fonte: Autores (2024).

A coleta de dados iniciou na lanchonete no intervalo entre 17:00 e 18:30 de uma segunda-feira. Primeiramente foi identificada a presença de 2 atendentes durante todo o período de coleta. A chegada dos clientes ao sistema foi registrada em intervalos de 1 min, possibilitando calcular a taxa média de chegada por minuto (λ). Já o tempo médio de serviço (TA) foi obtido por meio da cronometragem do tempo que o cliente passou no atendimento (em segundos). Após esta coleta, foi realizado um cálculo de tamanho amostral para cada variável coletada (λ e TA) para determinar a necessidade (ou não) de coletar mais dados.

Para o λ , a amostra inicial foi de 81 amostras, com média de 0,691358 clientes/minuto e desvio-padrão de 0,97 clientes/minuto. Considerando um nível de confiança de 95% e erro de 0,135 clientes/minuto, foi calculado um número total de amostras igual a 199, conforme a Equação 1.

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha} s}{E} \right)^2 = \left(\frac{1,96 \times 0,97}{0,135} \right)^2 = 198,36 \approx 199 \quad (1)$$

No caso do TA , a amostra inicial foi de 48 amostras, com média de 105,58 segundos e desvio-padrão de 51,43 segundos. Sob um nível de confiança de 95% e erro de 10,7 segundos, foi calculado um número total de amostras igual a 89, conforme a Equação 2.

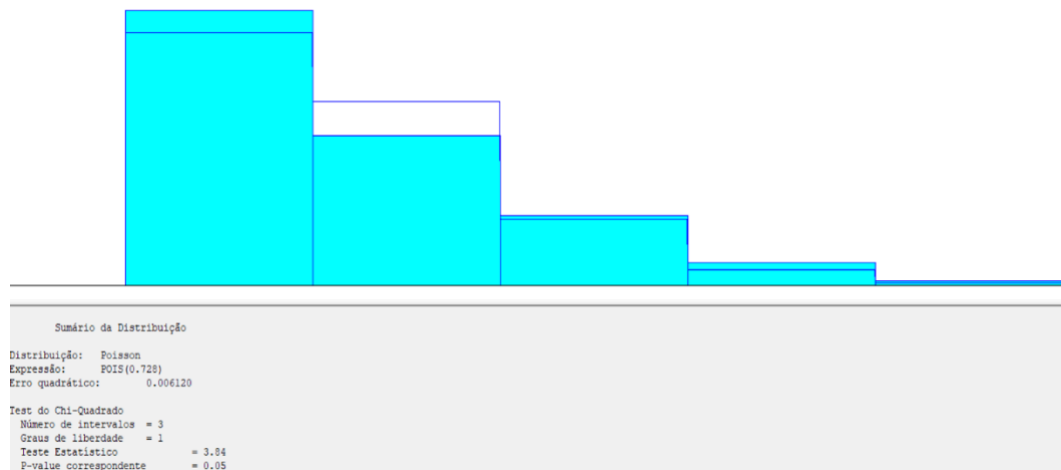
$$n = \left(\frac{Z_{\alpha} s}{E} \right)^2 = \left(\frac{1,96 \times 51,43}{10,7} \right)^2 = 88,75 \approx 89 \quad (2)$$

Em seguida, foi realizada uma nova coleta de dados no mesmo dia da semana e no mesmo horário de forma a complementar a amostra inicial. Para o λ foram coletadas mais 121 amostras, totalizando 202 amostras com média igual a 0,7277 clientes/minuto (i.e., intervalo médio entre chegadas de clientes igual a 82,53 segundos).

Para o TA foram coletadas mais 41 amostras, totalizando 89 amostras com média igual a 104,01 segundos (i.e., ritmo médio de atendimento igual a 0,5769 clientes/minuto).

Posteriormente foram realizados testes de aderência utilizando o software *Input Analyzer* para identificar qual modelo probabilístico melhor se adequa a λ e TA . Foram consideradas e avaliadas somente as distribuições que apresentaram p-valor $\geq 0,05$ no teste do Qui-Quadrado. Para o λ , foi selecionada uma distribuição Poisson com p-valor igual a 0,05 e média 0,728 clientes/minuto (i.e. $\lambda \sim POIS(0,728)$), conforme Figura 3.

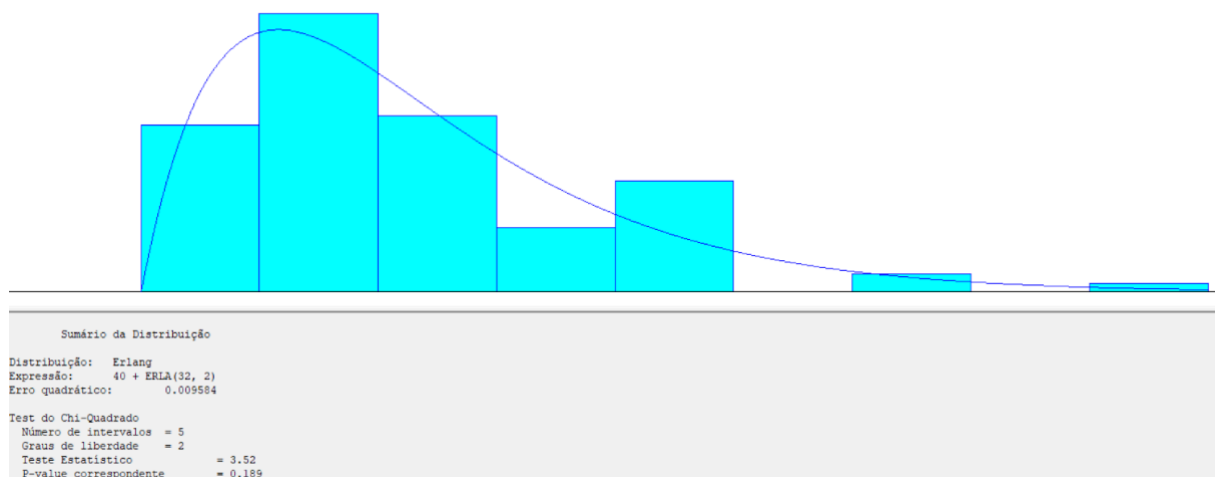
FIGURA 3 - Teste de aderência - Distribuição Poisson.



Fonte: Autores (2024).

Para o TA , foi selecionada uma distribuição Erlang com p-valor igual a 0,189, forma igual a 32 e taxa igual a 2 (i.e. $TA \sim 40 + ERLA(32,2)$), conforme Figura 4.

FIGURA 4 - Teste de aderência - Distribuição Erlang.



Fonte: Autores (2024).

De posse dos modelos estatísticos, foi realizada a modelagem computacional do sistema no software *ARENA* com base no modelo IDEF-SIM. Foram realizadas 200 replicações com 2

horas e 30 minutos de duração, representando o funcionamento da lanchonete entre 16:00 e 18:30. Apesar da coleta de dados ter sido realizada no período entre 17:00 e 18:30, deve-se levar em consideração que a lanchonete estava aberta antes da equipe iniciar a coleta dos dados. Ou seja, quando a coleta iniciou, a lanchonete já possuía clientes em fila e sendo atendidos. De forma a simular essa característica, foi utilizado um tempo de 1 hora como período de aquecimento. Isso significa que apesar de o período de simulação durar 2 horas e 30 minutos, a primeira hora é descartada e as estatísticas são calculadas somente com base nos resultados da última 1 hora e 30 minutos da simulação.

A unidade de tempo utilizada na simulação foi o segundo (s) e ao todo o número médio de saídas do sistema foi de 111 durante o tempo simulado, com máxima de 136. Sendo assim, à cada replicação são realizados, em média, 111 atendimentos completos. Esse valor não exprime a capacidade total de atendimento da lanchonete, mas sim quantos clientes concluíram o atendimento no período simulado.

Em relação aos tempos de processos associados aos clientes, em média, 104,23 segundos são gastos em atividades que agregam valor, como por exemplo a realização do pedido, recebimento da refeição e o pagamento. Esse valor pode variar significativamente, com maior atendimento igual a 441,82 segundos, o que significa um aumento de 423,88% no tempo em que o cliente passa em atendimento, e menor atendimento igual a 44,21 segundos. O Intervalo de Confiança (*IC*) calculado para o *TA* é de 103,63 a 104,83, indicando que a média populacional (real) do *TA* está dentro deste intervalo com 95% de confiança.

No geral, os clientes aguardam o atendimento em fila em média 40,45 segundos, valor este considerado aceitável. Entretanto, por vezes o cliente pode passar até 708,27 segundos em fila no horário de pico. Desse modo, por mais que o tempo médio de permanência na fila (*TF*) seja baixo, existem momentos em que a espera é bastante longa. O *IC* do tempo médio em fila é de 37,31 a 43,59. Percebe-se que a largura desse intervalo é maior do que aquele calculado para o *TA*. Isso indica maior incerteza e variabilidade para o *TF*. Se essa variabilidade ocorrer esporadicamente, não é algo a se preocupar. Contudo, por se tratar de uma lanchonete universitária, onde seus principais clientes (os alunos) geralmente possuem pequenos intervalos de tempo entre compromissos (aulas), o menor tempo de espera possível pode ser um diferencial, influenciando diretamente na satisfação dos clientes na fila.

Ao todo temos que um tempo médio de permanência no sistema (*TS*) de 144,69 segundos, com intervalo de confiança (*IC*) entre 141,3 e 148,08. Esse grau de incerteza

observado no tamanho do IC se deve principalmente pela variação no TF , uma vez que o TS é calculado a partir da soma do TA e TF .

Em relação ao processo, a média de clientes no sistema (NS) é 1,64, ou seja, em média temos entre um e dois clientes no sistema, podendo chegar até 14 clientes no sistema em momentos de pico.

Em relação ao atendimento, a taxa de utilização (σ) do atendente foi de 0,588 (58,8%), o que indica que os funcionários atendem à demanda sem se sobrecarregar, mantendo a eficiência. No entanto, houve momentos em que o atendente estava sobrecarregado, com utilização de 100%, e momentos de completa ociosidade. Durante o período, o número médio de atendentes ocupados foi de 1,176.

Em síntese, podemos observar que os atendentes atuais conseguem atender à demanda na maior parte do tempo. No entanto, o fluxo varia em momentos específicos do dia devido à distribuição dos horários das aulas, o que gera acúmulo de pessoas tentando ser atendidas simultaneamente o mais rápido possível. Isso sugere que talvez não seja necessário contratar mais funcionários, mas sim otimizar o processo de atendimento para torná-lo mais rápido, considerando os horários específicos de maior acúmulo.

4.4. Análise de cenários

Após a simulação do funcionamento atual da lanchonete, buscou-se identificar, em conversas com os funcionários, potenciais cenários futuros que podem impactar a lanchonete. A análise de cenários é uma poderosa característica da simulação pois permite analisar e prever situações antes que elas aconteçam e sem a necessidade de gastos reais. Dentre os cenários avaliados, foram selecionados os 3 mais relevantes: abertura de uma lanchonete concorrente, introdução de um novo cardápio e a variação (aumento ou diminuição) do número de atendentes.

4.4.1 Abertura de uma lanchonete concorrente

Ao analisar a situação com a abertura de uma lanchonete concorrente próxima, considerou-se uma redução na taxa média de chegada de clientes em 30%. Nesse caso, o número de saídas do sistema diminui de 111 para 78. O tempo médio de atendimento (TA) permanece constante em 104,21 segundos, uma vez que a mudança na taxa de chegada não afeta o TA . Entretanto, a largura do IC aumenta, indicando menos precisão do valor médio

populacional. Por outro lado, o tempo médio de espera na fila (TF) diminui para 14,8179 segundos.

A taxa de ocupação (σ) cai de 58,8% para 37,48%, indicando que os atendentes passaram a ficar ociosos na maior parte do tempo. Observa-se também que o número médio de clientes no sistema cai de 1,64 para 0,8587. Isso significa que, se anteriormente havia em média 1 a 2 clientes no sistema, agora temos apenas 1, que quase sempre entra diretamente no sistema sem precisar esperar na fila. O máximo de clientes no sistema em momentos de pico é de 8 clientes, mas apenas em raras ocasiões.

A princípio, pode-se considerar alguns valores como melhorias na eficiência do atendimento, com uma redução significativa no tempo de espera. No entanto, a baixa taxa de utilização dos atendentes pode representar um desafio a longo prazo, sugerindo que a lanchonete pode precisar ajustar seus recursos ou estratégias para manter a eficiência operacional sem desperdiçar seus recursos.

4.4.2 Introdução de um Novo Cardápio

Considerando a introdução de um novo cardápio, pode-se considerar que isso causará um aumento de 25% na taxa média de chegada de clientes e um aumento de 20% no tempo médio de atendimento devido à adaptação dos funcionários aos novos procedimentos. Com o novo cardápio, o número de entradas no sistema sobe, em média, de 111 para 141 (27,03%) em média, podendo chegar a 170 clientes. O tempo de espera para o atendimento aumenta de 40,4557 para 160,94 segundos (297,82%). Considerando que o tempo de fila, já era um gargalo no cenário base, tornou-se ainda mais problemático, impactando a gestão da demanda e a eficiência do atendimento.

Nesse cenário, o cliente passa cerca de 273,37 segundos no sistema, 88,93% a mais que no cenário inicial. A taxa de ocupação dos atendentes aumenta para 83,03%, indicando uma possível sobrecarga e esgotamento dos funcionários. O número de atendentes ocupados aumentou de 1,176 para 1,66, com ambos frequentemente ocupados. O sistema possui em média 4 clientes, 40,42% a mais que no cenário base, com uma média mínima de 1,16, raramente sem fila.

A decisão de alterar o cardápio afeta diretamente o desempenho da lanchonete, aumentando a taxa de chegada de clientes, o tempo de espera, e a imprecisão do sistema. Assim, é essencial garantir que os funcionários estejam adequadamente treinados para os novos procedimentos e realizar uma análise da nova demanda antes de implementar mudanças.

Medidas como a contratação de funcionários temporários podem evitar grandes filas e identificar a necessidade de mais funcionários permanentemente, mitigando os impactos negativos na satisfação dos clientes e na eficiência do atendimento.

4.4.3 Variação do número de atendentes

Considerando o sistema operando com apenas 1 atendente, o tempo de espera em fila (*TF*) aumenta de 40,4557 para 2066,62 segundos (5008,35%), com um valor máximo de 6866,84 segundos. O número de clientes no sistema (*NS*) apresenta um aumento significativo de 1145,91%, com uma média de 20 clientes, podendo chegar a 70. Já a taxa de ocupação se mostra preocupante passando de 58,80% (com dois atendentes) para 99,81% (com um atendente), podendo indicar grande instabilidade. O tamanho da fila aumenta de 0,4679 para 19,4835 (4164,03%). Para a atual demanda da lanchonete apenas um atendente é inviável, pois além da sobrecarga imposta aos atendentes, os clientes passam em média 2170,63 segundos no sistema, sendo 95,21% desse tempo em fila, gerando alta insatisfação.

Ao considerar a introdução de um terceiro atendente, o tempo de fila (*TF*) reduz 84,8%, passando de 40,4557 para 6,1394 segundos. O número de clientes no sistema (*NS*) passa de 1,6439 para 1,1864 em média, com um máximo de 11 clientes, comparado a 14 no cenário base. A taxa de ocupação cai significativamente, de 58,80% para 37,33%, indicando que os atendentes ficam ociosos a maior parte do tempo. Apesar da redução do tamanho da fila em 85,77% e do tempo médio de permanência no sistema (*TS*) em 24,4%, a baixa taxa de ocupação torna a adição de um terceiro atendente ineficiente.

Em conclusão, a decisão de manter dois atendentes e otimizar seus processos é a mais eficaz. Um único atendente não consegue atender à demanda, resultando em longas filas e insatisfação dos clientes. Por outro lado, três atendentes resultam em desperdício de recursos devido à baixa taxa de ocupação. Portanto, a melhor abordagem é ajustar e melhorar a eficiência com dois atendentes para evitar sobrecarga durante os momentos de pico.

5. Conclusão

De modo geral, o estudo aplicou a simulação de eventos discretos para visualizar os processos de uma lanchonete universitária. Os resultados identificaram os principais gargalos enfrentados, como os picos de movimento, onde os funcionários acabam sobrecarregados devido ao fluxo intenso de alunos entre as aulas. Desse modo, foi observado que, na maior parte do tempo, os funcionários ficam ociosos, mas durante os picos, a sobrecarga é evidente. A simulação não apenas demonstrou esta eficiência operacional atual, mas também potencializou

a capacidade de entender os fatores que podem vir a afetar a satisfação dos clientes e competitividade através da análise de distintos cenários que podem implicar problemas na demanda e no atendimento. Logo, a simulação de eventos discretos mostrou-se fundamental e robusta para auxiliar os gestores na tomada de decisões.

Apesar de obter resultados satisfatórios, a pesquisa tem algumas limitações, pois a coleta de dados foi realizada em um período específico, o que pode não refletir todas as variações de demanda ao longo do semestre acadêmico. Se trabalhado com outros períodos de tempo, talvez pudesse trazer um melhor entendimento das reais necessidades da lanchonete, considerando variações como casualidade e picos em turnos distintos.

Futuras pesquisas poderiam explorar outros aspectos dentro da lanchonete, como um layout mais eficiente ou a melhoria dos processos de atendimento, para que o serviço seja mais rápido e eficaz. Quanto mais otimizado for o processo, mais rápido será o atendimento, podendo compensar o tempo das possíveis filas nos horários de pico. Em síntese, o estudo demonstrou a relevância da simulação como uma ferramenta para visualizar e otimizar serviços, contribuindo para a melhoria contínua dos processos operacionais ao tornar mais visíveis os gargalos do ambiente.

REFERÊNCIAS

- Alencar, T. C. S. B. D.; Rodrigues, M. N. D.; Figueiredo, F. J. S. **A qualidade do atendimento no serviço público**. Anais do ENEGEP, p 4, 2016.
- Correia, E. G.; Nascimento, F. R. **A utilização da Metodologia IDEF-SIM como metodologia de auxílio na simulação de um ambiente flow-shop: Uma proposta de Melhoria da capacidade produtiva de uma pequena empresa**. Anais do ENEGEP, p 4, 2016.
- Da Cruz, Rita de Cássia Ariza. **Trabalho no turismo: reflexões acerca do caso brasileiro**. Revista do Centro de Pesquisa e Formação, p. 7-6, 2021.
- Ferreira, Y. D., Barbosa, T. A., Araujo, J. L., Ribeiro, K., & Santos, Y. B. I. **Teoria das filas aplicada em um supermercado na cidade de BELÉM-PA**. Anais do ENEGEP, p. 3-4, 2018.
- Gabriel, G. T.; Martins, P. C.; Saúde, L. M. S.; Leal, F. **Modelagem de Processos: Um Estudo Comparativo Utilizando Fluxograma, Fluxograma em Raias e IDEF-SIM**. Anais do ENEGEP, p 8, 2017.

Gabriel, G. T.; Leal, F.; Montevechi, J. A. B.; Acosta, E. F.; Fernandez, M. O. **Avaliação da técnica de modelagem conceitual IDEF-SIM em diferentes softwares de simulação: um estudo entre brasileiros e argentinos.** Anais do ENEGEP, p 6-7, 2018.

Montevechi, J. A. B., Silva, A. L. F., Leal, F., Pinho, A. F., Costa, R. F. S., Oliveira, M. L. M. **Conceptual modeling in simulation projects by mean adapted IDEF: An application in a Brazilian tech company.** Research Gate, p. 1628-1629, 2010.

Nascimento, L. M. do; Lins, I. D.; Droguett, E. L.; Moura, M. J. das C. **O uso da simulação como ferramenta de apoio à decisão em um restaurante universitário.** Anais do ENEGEP, p 2, 2016.

Nascimento, C. C. C., Lima, P. R. F., Maia Junior, M. I., Oliveira, S. P., Gonzaga, T. M. M. **Análise de Simulação de Sistemas Aplicada no Setor de Fast Food na Cidade de Mossoró.** Anais do ENEGEP, 2017. p. 3.

Oliveira, R. L. M.; Rossatti Júnior, G.; Correr, I.; Bortoletto, W. W. **Teoria de filas e simulação de eventos discretos aplicada no contexto de uma lanchonete universitária.** Anais do ENEGEP, p 1, 2021.

Passos Junior, F. R., Carvalho, L. M. R. **Aplicação da Teoria da Teoria das filas: Melhoria do atendimento do Hospital universitário.** Anais do ENEGEP, p 4, 2017.

Santos, A., Silva, P. H. V., Guimarães, L., Torres, M. G. L. **Teoria das filas e otimização de processo: estudo de caso em uma empresa do setor de vendas.** Anais do ENEGEP, p 2, 2018.

Silva, R. G.; Oliveira, A. B.; Farias, T. O.; Silva, I. C. **Aplicação da teoria das filas no sistema de filas de uma empresa do ramo de panificação de médio porte.** Anais do ENEGEP, p 4, 2015.

Teixeira, Luiz Frederico Horácio de S. de B.; Gomes, Carlos Francisco Simões; Santos, Marcos dos. **Revisitando os testes de aderência à curva normal: contribuições para a engenharia de produção.** Anais do ENEGEP, p 2, 2020.