



## **Simulação computacional de um restaurante self-service universitário**

**DOI: 10.31994/rvs.v15i1.972**

Amanda Fernandes Carvalho<sup>1</sup>

Tatielle Menolli Longhini<sup>2</sup>

### **RESUMO**

Um sistema de filas é composto por entidades que necessitam de atendimento em determinados postos de serviços e que devem esperar até que estes estejam disponíveis. Visando aprofundar neste conceito, a teoria das filas se constitui na modelagem analítica de processos resultantes da espera e buscam determinar, de modo quantitativo, sua produtividade. A fim de auxiliar nos estudos, a simulação computacional surge com o objetivo de trazer a realidade para um ambiente controlado, possibilitando uma análise mais específica de seu funcionamento em diversas situações. Sobre isso, o trabalho em questão evidenciou uma abordagem referente a formação de filas em um refeitório universitário, utilizando simulação computacional a eventos discretos, por meio do software ARENA® Simulation, com o objetivo de propor um novo cenário de funcionamento para o ambiente. A princípio, realizou-se um estudo bibliográfico referente ao assunto, na qual foi apresentado a importância de seguir passos pré-definidos na modelagem de sistemas de simulação. Os resultados apresentados no corpo deste trabalho constataram maior formação de filas em um determinado setor do refeitório, diminuindo o número de clientes que saiam do sistema. Com a proposição de um

---

<sup>1</sup>Graduada em Engenharia de Produção pelo Instituto Federal de Minas Gerais *campus* Governador Valadares (IFMG-GV), E-mail: amandafcarvalho@outlook.com, ORCID ID 0000-0001-8006-5549.

<sup>2</sup>Mestre em Administração pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Professora do Instituto Federal de Minas Gerais, (IFMG), E-mail: tatielle.longhini@ifmg.edu.br, ORCID ID 0000-0002-2934-9893.

novo cenário de funcionamento e o acréscimo de 1 atendente no Setor de Self-Service, o número de pessoas atendidas cresceu 12,5% e a capacidade de atendimento relacionada as guarnições teve um aumento de 9,8%. Contudo, este trabalho verificou a eficiência da simulação computacional aliada ao software ARENA® para análise de processos geradores de filas.

**PALAVRAS-CHAVE: RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO. SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL. SELF-SERVICE.**

### **Simulation of a university self-service restaurant**

#### **ABSTRACT**

A queuing system is composed of entities that need assistance at certain service stations and who must wait until they are available. Aiming to deepen this concept, the queuing theory is constituted in the analytical modeling of processes resulting from waiting and seeks to determine, quantitatively, its productivity. In order to assist in studies, computer simulation emerges with the objective of bringing reality to a controlled environment, enabling a more specific analysis of its functioning in different situations. About this, the work in question showed an approach regarding the formation of queues in a university cafeteria, using computer simulation to discrete events, through the ARENA® Simulation software, with the objective of proposing a new operating scenario for the environment. At first, a bibliographic study was carried out on the subject, where the importance of following predefined steps in the modeling of simulation systems was presented. The results presented in the body of this work found greater queuing in a specific sector of the cafeteria, reducing the number of customers leaving the system. With the proposal of a new operating scenario and the addition of 1 attendant in the Self-Service Sector, the

number of people served grew by 12.5% and the service capacity related to the garrisons increased by 9.8%. However, this work verified the efficiency of the computer simulation combined with the ARENA® software for analyzing queue-generating processes.

**KEY-WORDS: UNIVERSITY RESTAURANT. COMPUTATIONAL SIMULATION. SELF-SERVICE.**

## INTRODUÇÃO

Durante o processo de industrialização brasileira, a população precisou se adaptar a uma nova realidade, na qual a carga horária de trabalho aumentou e as mulheres se tornaram cada mais ativas neste ambiente, perdendo gradualmente, a cultura em que elas apenas cuidavam da casa e da alimentação familiar. Assim, com o crescimento socioeconômico que este processo trazia, muitas famílias começaram a buscar por uma maior comodidade, principalmente relacionada a questões alimentares.

De acordo com a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2017-2018, quase um terço (32,8%), das despesas alimentícias no Brasil são de gastos com alimentação fora do domicílio (IBGE, 2019). Vieira *et al.* (2002) ressaltam que 89,8% dos estudantes recém-ingressos de uma Universidade Federal não residem com familiares e que 57,3% deles omitiam pelo menos uma refeição principal. Contudo, os refeitórios universitários agem como solução para esta adversidade e tendem a ficar cada vez mais próximos de sua lotação máxima, prejudicando a qualidade no atendimento, sobretudo, com a formação de longas filas.

Segundo Figueiredo *et al.* (2010), a qualidade do atendimento aos consumidores é um aspecto importante para empresas prestadoras de serviço. É comum a demanda ser maior do que a capacidade de atendimento, fazendo com que o tempo de espera, ou *waiting time*, torne-se demasiadamente elevado.

Contudo, a formação de filas prejudica o fluxo de pessoas no estabelecimento. Chiavenato (2005) salienta que todo negócio deve ser voltado ao cliente, sendo que só permanecerá aberto, caso esteja disposto a continuar comprando o produto e/ou serviço. Apesar disso, Bezerra (2013) afirma que não é possível satisfazer 100% dos clientes, mas é necessário alcançar a expectativa de satisfação esperada por eles.

Para isso, é necessário fazer uma abordagem analítica sobre o tempo de espera em filas para serviços rápidos, como os de alimentação. Para Ferreira (2005), as filas devem ser estudadas, porque há um problema econômico embutido nelas, tais como: o custo de manter o funcionamento dos seus sistemas e o custo de fila que se estende pelo prejuízo ao manter as entidades na espera pelo atendimento.

De acordo com Andrade (2015), um sistema de filas é composto por elementos que querem ser atendidos em um posto de serviço e que devem esperar até que o posto esteja disponível. Para evitar que esta espera seja longa e aumentar o nível de satisfação dos clientes, é importante analisar diferentes cenários, por meio de indicadores de desempenho e da modelagem e simulação computacional.

Pereira (2011) enfatiza que a simulação computacional surge com o objetivo de auxiliar os gestores na tomada de decisão, trazendo a realidade para um ambiente controlado, a fim de possibilitar um estudo mais específico de seu funcionamento em diversas situações, sem correr o risco de perdas financeiras ou de recursos. Por sua vez, Oliveira (2007) ressalta que o uso da simulação, durante o desenvolvimento de uma análise, é uma técnica preditiva e preventiva, na qual respostas para questões situacionais irão auxiliar nas tomadas de decisões.

Com uma visão geral do efeito de uma pequena mudança no sistema, é possível observar tanto o aumento de produtividade e de taxas de utilização de equipamentos e funcionários, quanto a redução de capital necessário para que o projeto do sistema proposto opere conforme o esperado. Sobre isso, o trabalho em questão visa analisar a formação de filas em um refeitório universitário, tal análise se constituirá por meio do *software* ARENA® Simulation.

Cogan (1998) afirma que a área de estudo que procura minimizar os efeitos da espera, é o gerenciamento das percepções nas filas. Contudo, o objetivo deste estudo é propor um novo cenário de funcionamento em um Restaurante Universitário, baseado no estudo de simulação computacional e na teoria de filas, através do software ARENA® Simulation. Para isso, espera-se responder a seguinte questão: “Quais as contribuições da simulação computacional para aprimorar os serviços de um refeitório universitário, de modo a diminuir a formação de filas?”.

Este trabalho é estruturado em seis seções. A primeira contextualiza a temática e apresenta o modelo de análise, a pergunta de pesquisa e os objetivos do estudo. A segunda seção aborda o referencial teórico, incluindo o nível de serviço em refeitórios universitários, teoria das filas e simulação computacional. A terceira detalha a metodologia utilizada. A quarta trata do estudo de caso, com análise de filas e um fluxograma do processo. A quinta seção descreve a coleta e tratamento de dados. A sexta discute os resultados da simulação no software ARENA®, propondo cenários ideais e melhorias. A última seção conclui o estudo e sugere futuras pesquisas.

## **1 REFERENCIAL TEÓRICO**

Esta seção traz abordagens de diversos autores com as informações relacionadas ao Modelo de Simulação Computacional que colaboraram no desenvolvimento da solução, além das discussões a respeito do Nível de Serviço nos Refeitórios Universitários e da Teoria das Filas, que foram propostos nesta pesquisa.

### **1.1 Nível de serviço em refeitórios universitários**

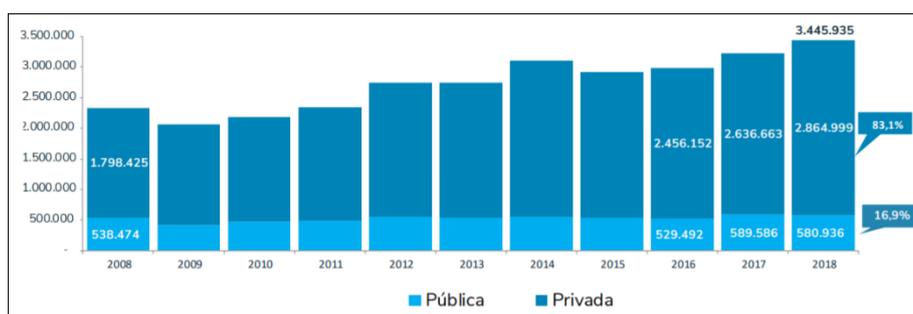
De acordo com Granato (2014), os cenários de serviço apresentados por restaurantes *Self-Service* são compostos por longas filas. Este sistema depende,

não somente, da agilidade dos funcionários, mas também da organização dos clientes, para que eles se sirvam um-a-um e em sequência. Para que haja eficiência nos serviços e produtos fornecidos, é importante analisar o nível de satisfação dos consumidores, sendo para Bortolotti *et. al.* (2012), um dos principais objetivos de um atendimento com boa qualidade.

A Associação Brasileira das Empresas de Refeições Coletiva (ABERC) realizou uma estimativa para o fornecimento de serviços no setor de alimentação coletiva em 2020 (ABERC, 2019). Estima-se que o Brasil forneça cerca de 14,7 milhões de refeições no ano, além de faturar aproximadamente R\$ 23,1 bilhões de reais e gerar, em média, 250 mil empregos formais.

Com esta demanda, os refeitórios universitários devem se planejar para atender uma quantidade maior de consumidores a cada ano, visto que o crescimento do setor ocorre de forma acelerada. Segundo dados divulgados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), no Censo da Educação Superior 2018, o número de alunos ingressantes no ensino superior público foi de 580.936 (Figura 1).

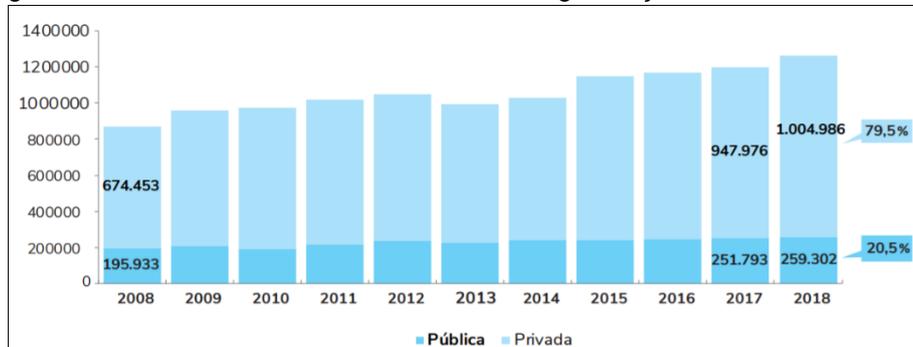
Figura 1 - Número de ingressos em cursos de graduação, Brasil – 2008-2018.



Fonte: INEP (2018).

Em contrapartida o número de alunos concluintes nesta mesma modalidade foi de 259.302 (Figura 2). Ademais, nota-se que entram aproximadamente 44,6% alunos a mais em relação aos que saem.

Figura 2 - Número de concluintes em cursos de graduação - Brasil – 2008 -2018.

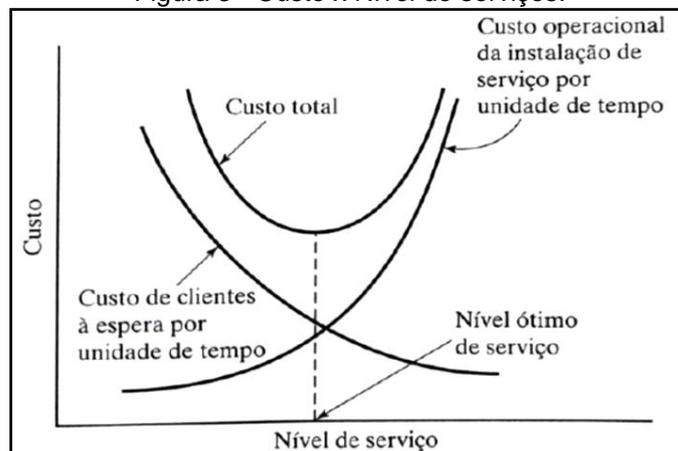


Fonte: INEP (2018).

Diante desse cenário, Kotler e Armstrong (2003) afirmam que para se sobressair, as empresas precisam se preocupar em conquistar seus consumidores. Para isso, é necessário executar o trabalho de entregar valor e satisfação para o cliente, melhor que os seus concorrentes. Contudo, as empresas devem executar uma análise profunda de seus pontos críticos, para sanar os problemas qualitativos que impedem o crescimento do setor de serviço.

Para Kotler (2000), qualidade é um conjunto de atributos e características de um produto ou serviço que, de alguma maneira, influencia na capacidade de satisfação dos consumidores diante de suas necessidades. Ao observar o ambiente de restaurantes e refeitórios universitários, percebe-se que em muitos casos, há insatisfação dos clientes devido o tempo de espera no atendimento. Isso porque o fornecedor do serviço não está apto ao atendimento da demanda. Segundo Taha (2008), com os resultados da abordagem analítica do estudo de filas, é possível propor um modelo de otimização de custos para minimizar o custo de serviço e o custo de espera (Figura 3).

Figura 3 - Custo x Nível de serviços.



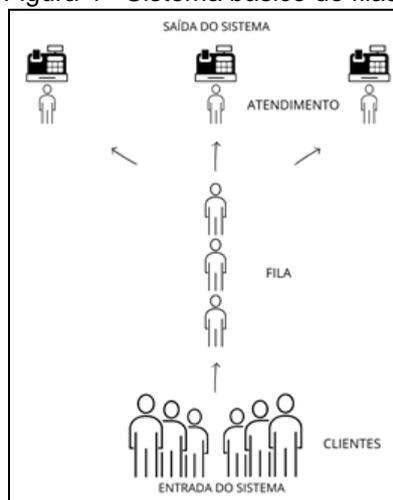
Fonte: Taha (2008).

Assim, para elevar a satisfação dos consumidores e manter um ótimo nível de serviço é necessário equilibrar o sistema de espera, gerenciando os custos operacionais a instalação de serviço e o custo de clientes em espera. Contudo, verifica-se a importância da análise e aplicação da Teoria das Filas.

## 1.2 Teoria das filas

De acordo com Torres (1966), uma fila é gerada quando clientes chegam a um posto de serviço e não podem ser atendidos prontamente, tendo que, ocasionalmente, esperar. Segundo Hillier e Lieberman (2013), o processo básico de filas é conduzido por clientes que necessitam de atendimento sendo gerados por uma fonte de entrada, posteriormente estes clientes entram no sistema e aguardam em uma fila. Em determinados momentos, um integrante da fila é selecionado para o atendimento; o cliente é atendido e logo após, deixa o sistema (Figura 4).

Figura 4 - Sistema básico de filas.



Fonte: Autoria própria.

A teoria das filas consiste na modelagem analítica de processos ou sistemas resultantes em espera e objetivam determinar e avaliar a produtividade desses processos (Fogliatti, 2007). Suas principais características são: chegadas, serviços, disciplina de atendimento e capacidade do sistema (Ferreira Filho, 2005).

Já para Andrade (2015), um sistema de filas é caracterizado por seis segmentos, sendo eles, modelo de chegada dos usuários ao serviço, modelo de serviço (atendimento aos usuários), número de servidores, capacidade do sistema, tamanho da população e disciplina da fila. Os três primeiros são obrigatórios e os três últimos, quando não informados, são considerados conhecidos, além disto, quando a disciplina da fila não é informada, considera-se para estudo o modelo FIFO, o primeiro que chega é o primeiro a ser atendido (Quadro 1).

Quadro 1 - Segmentos do Sistema de Fila.

<p><b>Modelo de chegada dos usuários ao serviço</b></p>	<p>É determinado pelo tempo disposto entre as chegadas dos usuários ao sistema. Este modelo pode apresentar caráter determinístico, quando as chegadas ocorrem em intervalos de tempo iguais, ou variável aleatória, quando o tempo de chegada segue uma distribuição de probabilidades previamente conhecida. Para isso, é importante evidenciar a taxa de chegada <math>\lambda</math> (lâmbda), calculada pela média de chegadas dos usuários por unidade de tempo.</p>
---	--

<b>Modelo de serviço (atendimento aos usuários)</b>	Tempo demandado ao atendente para finalizar o atendimento do usuário. Este também, pode ter caráter determinístico (atendimentos em tempos iguais) ou variável aleatória (atendimentos com tempos diferentes que seguem uma distribuição de probabilidade previamente conhecida), como no modelo de chegada citado acima. A posteriori, no modelo de serviço evidencia-se a taxa média de atendimentos por unidade de tempo (por atendente), representado pela letra grega $\mu$ (mi).
<b>Número de servidores</b>	Caracteriza-se pelo número de atendentes presentes no sistema.
<b>Capacidade do sistema</b>	Número de usuários que sistemas está apto para atender, incluindo os usuários em fila e os que estão no atendimento. Quando a capacidade do sistema não é informada, considera-se este, como capacidade ilimitada ( $\infty$ ).
<b>Tamanho da população</b>	Número de clientes que podem chegar e necessitar de atendimento em um sistema.
<b>Disciplina da fila</b>	A disciplina da fila define o parâmetro que os usuários serão atendidos. Ela pode ser caracterizada como: <b>FIFO (first in, first out):</b> Primeiro que chega é o primeiro a ser atendido; <b>LIFO (last in, first out):</b> Último que chega é o primeiro a ser atendido; <b>ALEATÓRIO:</b> Atendimentos não seguem nenhuma ordem de chegada; <b>COM PRIORIDADE:</b> Atendimentos feitos sobre uma ordem de prioridade definida pelo sistema;

Fonte: Adaptado de Andrade (2015).

Contudo, Andrade (2015) salienta que a chegada de usuários nos sistemas, normalmente, acontece em caráter aleatório. Logo, o número de clientes que chegam por unidade de tempo varia conforme fluxo de chegada.

Para propor um bom nível de serviço, Cogan (1998) sugere o uso da simulação computacional a fim de minimizar os efeitos da fila de espera e gerenciar suas percepções. Neste contexto, utiliza-se a teoria de filas, que segundo Hillier e Lieberman (2013), está fortemente inserida na área de pesquisa operacional para realizar simplificações de um sistema por meio de modelos que buscam otimizar o fluxo do processo.

### 1.3 Simulação computacional a eventos discretos

Simulação Computacional é o método empregado para estudar o desempenho de um sistema por meio da formulação de um modelo matemático, que possui as mesmas, ou pelo menos semelhantes, características do sistema original (Ehrlich, 1988). Já para Hollocks (1992), Simulação Computacional é a técnica de

pesquisa operacional utilizada na criação de um programa para representar parte do mundo real de forma que o modelo tenha antevisão do que acontecerá na realidade. Garcia (2002) completa que a modelagem é uma maneira simples de representar a realidade no processo de estudo.

Segundo Freitas Filho (1997), o procedimento de criação artificial de sistemas reais, pressupõe simplificações constituídas por relações matemáticas ou lógicas, as quais são chamadas de modelos. Assim, o autor apresenta uma série de modelos que podem ser utilizados para simulações e experimentações, dentre estes, o Modelo de Simulação a Eventos Discretos.

De acordo com Miyagi (2006), a simulação a eventos discretos é utilizada para análise de sistemas em que o estado das variáveis muda somente com a ocorrência de eventos instantâneos em determinados tempos. Estes modelos são analisados de forma numérica, com a aplicação de métodos computacionais para resolver e executar os modelos matemáticos.

Borshchev e Filippov (2004) afirmam que essas simulações fazem parte dos sistemas de médio a alto nível de detalhamento. Por isso, normalmente são aplicadas a modelos com baixo nível de abstração, com grande riqueza de detalhes.

O modelo de Simulação Computacional ganhou popularidade frente a análises de sistemas industriais complexos, compreendendo maiores potencialidades de se obter bons resultados com as replicações executadas (O’Kane *et al.*, 2000). Devido a notoriedade do método, vários *softwares* foram criados para executar modelagens elaboradas a partir de um problema realístico, sendo ele preexistente ou totalmente consolidado. Um dos mais utilizados em simulações computacionais é o Arena®. Com um ambiente gráfico integrado, o *software* possui recursos para a análise estatística, modelagem de processos, animação e análise de resultados (PARAGON, 2019).

## 2 METODOLOGIA

De acordo com a linha da metodologia científica desenvolvida por Lakatos e Marconi (2010), este capítulo aborda a natureza da pesquisa, bem como a identificação do seu caráter, a população da amostra, os instrumentos utilizados, ferramentas utilizadas, métodos e procedimentos e o tratamento dos dados.

Thiollent (2009) salienta que a pesquisa aplicada gira em torno dos problemas presentes nas atividades de instituições, organizações ou grupos sociais. Além disso, ela está empenhada na elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e procura de soluções, atendendo a demanda do “requerente”. Contudo, este estudo é uma pesquisa de natureza aplicada que foi implementada para sanar o problema de demora no atendimento de um refeitório universitário.

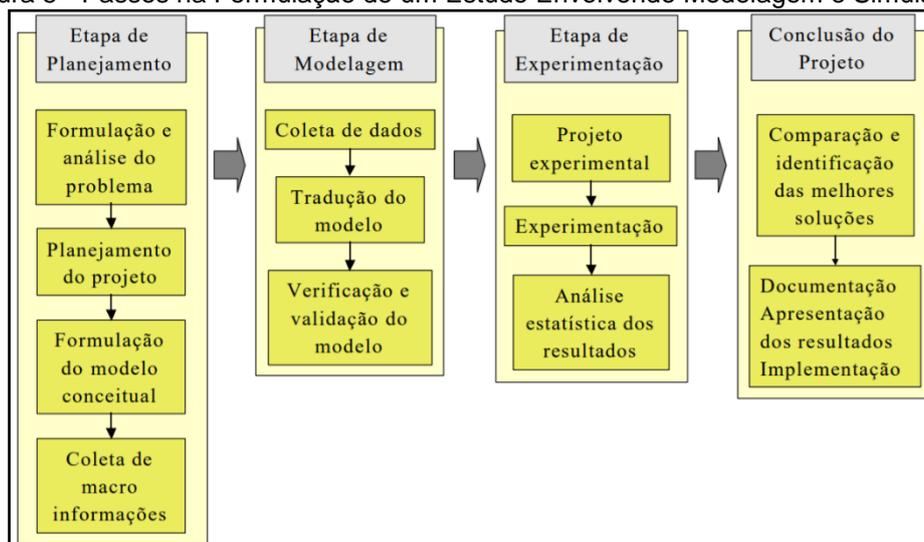
Para realizar o estudo e contribuir com a análise de resultados, também foi utilizada a abordagem quanti-qualitativa. De acordo com Wainer (2007), a pesquisa quantitativa se baseia em uma medida numérica de poucas e objetivas variáveis, enfatizando a comparação de resultados utilizando técnicas estatísticas. Ainda segundo o autor, a pesquisa qualitativa é focada na observação cuidadosa de ambientes em que o sistema está sendo ou será usado, de modo a entender as diversas perspectivas e potenciais dos usuários.

O método utilizado neste trabalho é de caráter indutivo, uma vez que Hyde (2000), salienta que o raciocínio indutivo é um processo de construção teórica, iniciado pela observação específica, a fim de estabelecer generalizações a respeito do fenômeno investigado. Além disso, esta pesquisa é de objetivo explicativo, por identificar os fatores que determinam ou que contribuem para ocorrência de determinados fenômenos (Gil, 2007).

Segundo Brighenti (2006), a metodologia em trabalhos de simulação computacional, busca sistematizar as etapas de desenvolvimento, consolidando a integração entre suas ferramentas, modeladores e usuários, além de prevenir o desperdício de tempo, recursos e evitar resultados inesperados. Contudo, Freitas

Filho (2008), enfatiza a importância de seguir passos pré-definidos para que o sistema seja bem modelado, como apresenta a Figura 5.

Figura 5 - Passos na Formulação de um Estudo Envolvendo Modelagem e Simulação.



Fonte: Freitas Filho (2008).

A partir do modelo apresentado acima, a aplicação detalhada das etapas ocorrerá de forma prática e sucinta de acordo com o estudo.

- a) Caracterização da empresa: Para modelagem do estudo no Refeitório Universitário aqui apresentado, verificou-se as principais características da empresa e sua disposição no ambiente de atendimento, porte (pequeno, médio ou grande), quantidade de funcionários, arranjo físico, principais serviços oferecidos, cardápio, horário de funcionamento e fluxo de clientes;
- b) Análise do comportamento de filas: O cenário estudado, compreende-se que a formação de filas no Refeitório, ocorre em dois momentos específicos do processo, o primeiro relacionado à agilidade e opção de escolha do cliente e o outro, relacionado à rapidez de atendimento dos funcionários. Porém, ambos se correlacionam de acordo com a capacidade do sistema, disposição das guarnições e o número de clientes em horários predefinidos;
- c) Seleção do modelo de estudo: Para caracterizar um modelo é preciso dispor da maneira como ocorrem as mudanças nas variáveis do sistema. Após

analisar o cenário escolhido para pesquisa, o modelo indicado para compor este trabalho, se consolidou através de um estudo descritivo da Simulação a Eventos Discretos (Chwif; Medina, 2015);

- d) Coleta de dados: Ao analisar o cenário para coleta de dados, considerou-se dias e horários com maior fluxo de clientes no estabelecimento. Assim, por meio de uma prévia observação, definiu-se o padrão de coleta e as variáveis utilizadas para compor o modelo;
- e) Tratamento de dados: Na realização do tratamento de dados, mapeou-se o modelo conceitual e o alinhou para a programação do sistema no *software* ARENA®. Para isso, os dados coletados foram dispostos em tabelas e passaram por uma minuciosa análise, levando em consideração valores atípicos (*outliers*), aleatoriedade de dados e verificação da hipótese de aderência;
- f) Verificação e validação: Na etapa de verificação, estudou-se a relação entre o modelo computacional e o modelo conceitual para assegurar que a programação funcione conforme o desejado e por meio de uma análise comparativa e modelagens manuais, foram corrigidos os erros de cálculo e sintaxe para primeira execução do projeto. Posteriormente, na validação dos dados, calculou-se o número de replicações ( $n$ ) necessárias para melhor coerência dos resultados no sistema e a precisão ( $h$ ) com base na análise de sensibilidade do modelo. Contudo, realizou-se uma nova análise comparativa com o modelo anterior e executou-se o processo de validação “face a face”, a fim de aumentar o grau de confiança do modelo;
- g) Proposição de cenários alternativos: Por fim, os resultados encontrados durante o processo de execução do modelo foram analisados minuciosamente para que os objetivos iniciais do trabalho fossem atingidos. Portanto, após esta análise houve a proposição de cenários alternativos de trabalho no Refeitório Universitário em estudo.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

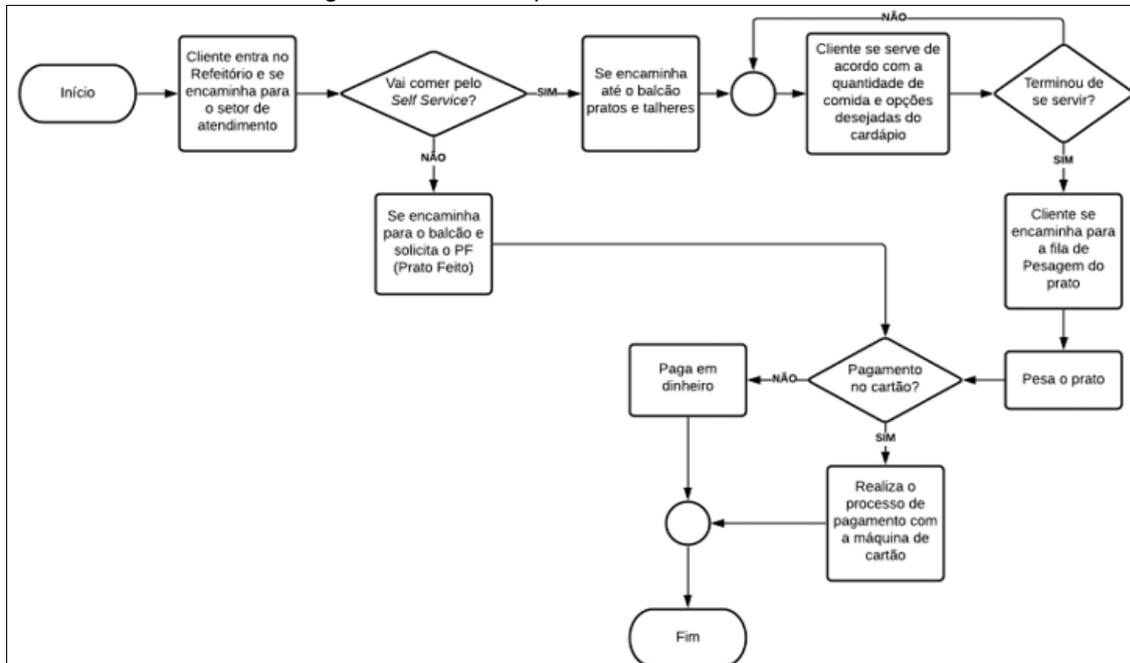
Nesta seção, são apresentados os resultados obtidos através da implementação do Modelo Conceitual no *software* ARENA®, além de das análises realizadas por meio da Teoria das Filas e da Simulação Computacional a Eventos Discretos pela referida pesquisa.

#### 3.1 Descrição da empresa

O Refeitório Universitário em estudo é gerido por uma empresa de pequeno porte, atua no ramo alimentício e atende instituições de ensino e lazer de Governador Valadares, além de fornecer lanches escolares a outras cidades da região. Seu cardápio conta com café da manhã, almoço, lanches e jantar. Além disso, há opções saudáveis e acessíveis para diferentes públicos.

Seu espaço físico na universidade possui mesas e cadeiras, dispostas de forma ampla e cinco funcionários no total, sendo estes divididos em turnos (matutino/vespertino e vespertino/noturno) que compõem o funcionamento do estabelecimento de 06:00 às 21:30 horas. No horário de almoço (11:00 às 14:00 horas), unicamente, o trabalho ocorre com a totalidade dos colaboradores, uma vez que este é o período de maior movimento e há oferta de dois tipos de serviços: Prato feito de valor fixo e *Self-Service* de valor variável na balança. Estes serviços seguem o fluxo de processos apresentados na Figura 6.

Figura 6 - Fluxo do processo de atendimento.



Fonte: Autoria própria.

Como evidenciado na Figura 6, ao adquirir o Prato Feito, os clientes formam uma única fila no caixa para realizar o pagamento e a montagem do prato por meio de uma ficha simples, onde o atendente anota os itens de acordo com o cardápio do dia. Já aqueles que optam pelo serviço de *Self-Service*, estão sujeitos a um sistema, com uma fila e dois atendimentos.

Durante o período de observações para definição do estudo, percebeu-se que no horário de almoço, a formação de filas é verificada em maior escala no processo de Pesagem e Pagamento, prejudicando o fluxo de pessoas no ambiente.

### 3.2 Análise da coleta de dados

Na etapa de coleta de dados, foram considerados dias e horários com maiores fluxos de clientes no estabelecimento. Assim, os dados foram recolhidos em duas quintas-feiras consecutivas, no intervalo de 11:40 às 12:40 horas, considerado o período de maior venda.

De acordo com Chwif e Medina (2015), o tamanho da amostra do estudo deve



auxílio do *software Microsoft Excel®*, identificou-se os valores considerados fora da curva (*outliers*). Segundo Chwif e Medina (2015), *outliers* são valores discrepantes que podem ser causados devido ao erro na coleta de dados ou eventos atípicos.

Para realizar o cálculo destes valores, foi feito a média aritmética da amostra ( $\bar{x}$ ), a definição do primeiro e do terceiro quartil de acordo com a fórmula “Quartil.exc()” presente no *Microsoft Excel®* e a variação interquartil (IQR), que é a diferença entre os quartis. Após isso, calculou-se os limites inferiores e superiores de acordo com o tipo de *outlier*, seguindo as fórmulas da Tabela 1.

Tabela 1 - Fórmulas de *outliers*.

	<b>Outliers Moderados</b>	<b>Outliers Extremos</b>
sup	$\bar{x} + 1,5 \times IQR$ (1)	$\bar{x} + 3 \times IQR$ (3)
inf	$\bar{x} - 1,5 \times IQR$ (2)	$\bar{x} - 3 \times IQR$ (4)

Fonte: Chwif e Medina (2015).

Contudo, os valores que se encontram fora destes limites são considerados discrepantes e retirados da amostra. A *posteriori*, foi elaborado o diagrama de dispersão para analisar a aleatoriedade dos dados de acordo com o valor do coeficiente determinístico ( $R^2$ ), que variou de 0,0013 a 0,0665, confirmando a hipótese de que os dados foram coletados de maneira aleatória, uma vez que Chwif e Medina (2015) indicam que para  $R^2$  próximos de zero, a variância dos dados não é explicada pela ordem de coleta dos mesmos.

Ainda neste processo, utilizando o *Input Analyser* do ARENA®, calculou-se o *p*-valor (parâmetro estatístico usual) para verificação da hipótese de aderência através do Teste Chi-Quadrado (Tabela 2), de acordo com o parâmetro usual de Chwif e Medina (2015).

Tabela 2 - Parâmetro usual de p-valor.

Valor	Critério
$p\text{-valor} < 0,01$	<b>Forte</b> evidência contra a hipótese de aderência
$0,01 \leq p\text{-valor} < 0,05$	<b>Moderada</b> evidência contra a hipótese de aderência
$0,05 \leq p\text{-valor} < 0,10$	<b>Potencial</b> evidência contra a hipótese de aderência
$0,10 \leq p\text{-valor}$	<b>Fraca ou inexistente</b> evidência contra a hipótese de aderência

Fonte: Chwif e Medina (2015).

Assim, foi avaliada quantitativamente a relação entre o resultado do experimento e a distribuição esperada, e do histograma gerado pelo *software*. A Tabela 3 apresenta os resultados do teste de aderência.

Tabela 3 - Verificação de aderência.

	Variável	P-Valor	Expressão (Chi-Quadrado)
Λ	<b>Com todos dados</b>	<b>0.172</b>	<b>0.999 + EXPO(73.7)</b>
	Sem outliers moderados	0.005	0.999 + GAMM(123, 0.433)
	Sem outliers extremos	0.0417	0.999 + WEIB(45, 0.567)
TA1	Com todos dados	0.005	NORM(123, 46.1)
	<b>Sem outliers moderados</b>	<b>0.0589</b>	<b>NORM(112, 29)</b>
	Sem outliers extremos	0.005	NORM(120, 41.8)
TA2	Com todos dados	0.305	8.5 + WEIB(30.2, 1.65)
	<b>Sem outliers moderados</b>	<b>0.311</b>	<b>8.5 + WEIB(29.7, 1.68)</b>
	Sem outliers extremos	0.305	8.5 + WEIB(30.2, 1.65)

Fonte: Autoria própria.

Na programação das funções no modelo executado, foi adotada a expressão de melhor aderência (encontram-se destacadas na Tabela 3) para as variáveis de Índice de chegada, Tempo de Atendimento 1 e Tempo de Atendimento 2. Perante esta situação, a formulação do modelo foi elaborada pelo *software* ARENA® e proposta pela Figura 8, indicando as estações de trabalho do refeitório neste período.

Figura 8 - Estação de trabalho do Refeitório Universitário

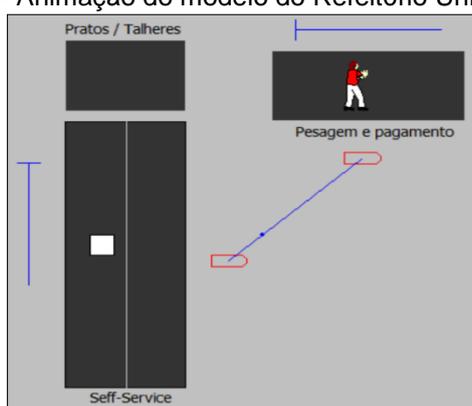


Fonte: Autoria própria.

Para formulação inicial do modelo, foi criado um bloco “*Create*”, que recebeu o nome de Início. Neste bloco, foi utilizado a distribuição estatística exponencial, com a expressão de melhor aderência do Índice de Chegada ( $0.999+ EXPO(73.7)$ ) e unidade em segundos. Logo em seguida, criou-se o bloco “*Station*” e o nomeou de *Self-Service*, representando o primeiro posto de serviço. Com isso, houve a implementação do bloco “*Process*” do Setor de *Self-Service*, utilizando a lógica “*Seize Delay Release*”, garantindo que o cliente ocupe um posto de atendimento por um tempo determinado (*Delay*) e seja atendido por um recurso, que neste caso, foi chamado de “Guarnição”.

Na segunda linha de programação, um novo “*Station*” foi alocado, representando o segundo posto de serviço (Pesagem e Pagamento). Do mesmo modo, no bloco “*Process*”, utilizou-se a lógica “*Seize Delay Release*” e acrescentou-se um novo recurso nomeado “Atendente”. Posteriormente, foi criado um bloco “*Leave*” que direciona o cliente a “Saída da Pesagem e Pagamento”. Contudo, o bloco “*Dispose 1*” encerra o processo e o cliente sai do sistema. Por fim, foi elaborada a animação esquemática do modelo, seguindo a rota (Figura 9).

Figura 9 - Animação do modelo do Refeitório Universitário.



Fonte: Autoria própria.

Nesta animação, são evidenciados os postos de *Self-Service* e Pesagem e Pagamento, com suas respectivas filas. Dessa forma, foi feita a verificação do modelo a partir da avaliação qualitativa e quantitativa dos dados, segundo Chwif e Medina (2015). Para isso, realizou-se uma análise de sensibilidade, com a finalidade de determinar a influência de alterações nos parâmetros de entrada no sistema. Além disso, foi apresentado às pessoas que realmente entendem do processo, um comparativo do modelo conceitual com o modelo real, executando uma análise “face e face” do sistema.

### 3.4 Análise da implementação do modelo

Conforme o relatório apresentado pelo *software* ARENA®, o número de pessoas que entraram no sistema é 42 e ao compará-lo com a média real coletada de 55 pessoas, percebe-se que o resultado apresentado ficou abaixo do esperado. Com isso, para melhor ajuste do modelo, calculou-se a precisão e o número de replicações necessárias ( $n^*$ ) para a validação do estudo. Todavia, efetua-se uma nova execução com o valor de  $n^*$ .

Para isso, é primordial calcular a precisão ( $h$ ) e o intervalo de confiança ( $IC$ ) para a média de pessoas em fila e média de permanência em fila, do setor de *Self-Service* e do setor de Pesagem e Pagamento. Portanto, utilizou-se os dados obtidos através de 10 replicações, seguindo as Equações 5 e 6 de Chwif e Medina (2015).

$$h = t_{n-1, \alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

Na qual:

$n$  = Quantidade de replicações da amostra piloto

$s$  = Desvio padrão

Grau de confiança = 95%

$\alpha$  = 5%

$t_{n-1, \alpha/2} = 2,685010847$

$$IC = \bar{x} \mp h \quad (6)$$

Na qual:

$\bar{x}$  = Média

$h$  = Precisão

A Tabela 4 representa o resultado inicial da precisão calculada e o intervalo de confiança.

Tabela 4 - Precisão e intervalo de confiança calculados no Setor de Self-Service e Pesagem e Pagamento com base em 10 replicações, a 95% de estatística de teste.

		Média	Desvio Padrão	Precisão (h)	Intervalo de Confiança
<b>Self-service</b>	<b>Média de pessoas em fila</b>	0,02382761	0,02538673	0,021555237	$0,002272377 \leq x \leq 0,045382851$
	<b>Média de permanência em fila</b>	0,00047465	0,000510529	0,000433477	$0,000041168 \leq x \leq 0,000908122$
<b>Pesagem e Pagamento</b>	<b>Média de pessoas em fila</b>	0,35812296	0,182436027	0,15490186	$0,203221099 \leq x \leq 0,513024819$
	<b>Média de permanência em fila</b>	0,00786976	0,003185769	0,002704957	$0,005164805 \leq x \leq 0,010574719$

Fonte: Autoria própria.

A partir destes dados, foi calculado o número de replicações necessárias ( $n^*$ ) para que o modelo seja condizente com o real, por meio da Equação 7 de Chwif e Medina (2015).

$$n^* = \left[ n \left( \frac{h}{h^*} \right) \right]^2 \quad (7)$$

Na qual:

$h^*$  = Precisão desejada

$h$  = Precisão calculada da amostra piloto

$n$  = Quantidade de replicações da amostra piloto

$n^*$  = Número de replicações necessárias  $n^*$

A fim de minimizar os erros relacionados ao processo de interferência, a partir dos cálculos já apresentados, utilizou-se o  $n^*$  de maior valor (Tabela 5). O  $h^*$  foi definido conforme o desempenho desejado por parte dos gestores do negócio e pela experiência da autora.

Tabela 5 - Número de replicações necessárias no Setor de Self-Service e Pesagem e Pagamento.

		$h^*$	$n^*$
Self-Service	<b>Média de pessoas em fila</b>	0,015	20,6501446
	<b>Média de permanência em fila</b>	0,0003	<b>20,8780576</b>
Pesagem e Pagamento	<b>Média de pessoas em fila</b>	0,12	16,6629085
	<b>Média de permanência em fila</b>	0,002	18,2919752

Fonte: Autoria própria.

Logo, o modelo foi executado novamente com 21 replicações (Figura 10). Com base no relatório apresentado pelo *software* ARENA®, constatou-se que no tempo estabelecido no modelo (1 hora), foram atendidas 48 pessoas, enquanto 4 ainda ficaram aguardando, totalizando uma entrada de 52 clientes no sistema. Contudo, percebe-se que há tendência na formação de fila no setor de Pesagem e Pagamento, concluindo que o modelo reproduz as atividades das entidades que compõem o sistema, como esperado.

Figura 10 - Número de pessoas no sistema após 21 replicações.

<b>Number In</b>	<b>Average</b>
Cientes	51.1429
<b>Number Out</b>	<b>Average</b>
Cientes	47.8095

Fonte: Autoria própria.

Para melhor visualização dos resultados obtidos, foi elaborada a Tabela 6, para fins comparativos, relacionadas ao Tempo de fila e ao Número de pessoas em fila no sistema.

Tabela 6 - Média do tempo e quantidade de pessoas da fila para 21 replicações.

Replicação	Média do tempo de fila (horas)		Média de pessoas em fila	
	Self-Service	Pesagem e Pagamento	Self-Service	Pesagem e Pagamento
1	0	0,01	0,02	0,34
2	0	0,01	0,01	0,31
3	0	0,01	0,05	0,48
4	0	0	0	0,18
5	0	0,01	0,07	0,35
6	0	0	0	0,07
7	0	0,01	0	0,48
8	0	0,01	0,04	0,66
9	0	0	0	0,19
10	0	0,01	0,04	0,54
11	0	0,02	0,17	1,44
12	0	0,03	0,27	2,23
13	0	0,02	0,06	1,02
14	0	0,01	0,02	0,47
15	0	0,01	0,02	0,41
16	0	0,01	0,05	0,52
17	0	0	0	0,13
18	0	0	0,02	0,2
19	0	0,02	0,23	1,07
20	0	0,01	0,27	1,57
21	0	0,01	0,1	0,53
Média	0	0,01	0,0685714	0,628095238
Desvio-padrão	0	0,007745967	0,0886728	0,547947252

Fonte: Autoria própria.

Pela Tabela 6, pode-se verificar por meio da média dos resultados, que o tempo de fila no setor de *Self-Service* é nulo em todas as replicações e o número médio de pessoas em fila neste setor, é menor que o número médio de pessoas em fila no setor de Pesagem e Pagamento. Novamente, procedeu-se o cálculo de intervalo de confiança, considerando o teste a 95% de confiança, para a quantidade de 21 replicações, a fim de validar o modelo computacional (Tabela 7).

Tabela 7 - Intervalos de confiança calculados no Setor de Self-Service e Pesagem e Pagamento com base em 21 replicações, a 95% de estatística de teste.

	Self-Service	Pesagem e Pagamento
Média do tempo de fila	$0 \leq x \leq 0$	$0,006 \leq x \leq 0,014$
Média de pessoas em fila	$0,028 \leq x \leq 0,109$	$0,379 \leq x \leq 0,878$

Fonte: Autoria própria.

Foram destacadas, na Tabela 6, as médias que não se encontram dentro do intervalo de confiança (Tabela 7). Isso ocorre dada a aleatoriedade do modelo computacional desenvolvido. Para resultados ainda mais precisos e a validação do modelo, foi obtida a taxa de utilização das entidades do sistema (Figura 11) e o número de pessoas atendidas (Figura 12) em cada estágio do modelo. Esta análise se deu através de gráficos gerados pelo *software*.

Figura 11 - Taxa de utilização média do sistema.



Fonte: Autoria própria.

Com base na Figura 11, pode-se observar que o Atendente possui uma taxa de utilização média maior em relação à Guarnição. Apesar disso, ao realizar a análise do Número médio de pessoas atendidas (Figura 12), conclui-se que a Guarnição é capaz de atender o maior número de clientes no intervalo de tempo em questão.

Figura 12 - Número médio de pessoas atendidas.



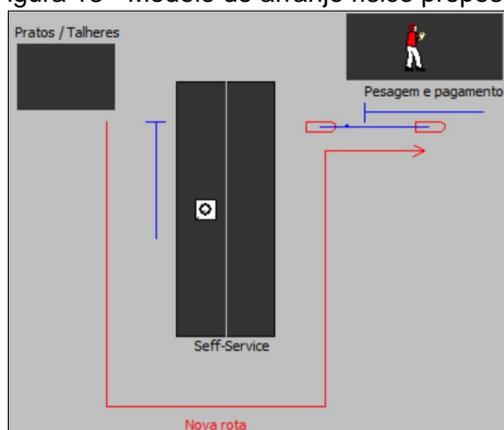
Fonte: Autoria própria.

Posto isto, conclui-se que os três níveis de validação sugeridos por Chwif e Medina (2015) foram comprovados neste estudo. No Nível Qualitativo, foi realizado a análise de funcionamento do sistema para verificar se os resultados iniciais da primeira execução do modelo no *software* estão em conformidade com a realidade. No Nível Quantitativo Informal, houve a comparação dos resultados numéricos com os dados do sistema real, validando os parâmetros, utilizados na programação, por sua ordem de grandeza. Por fim, no nível Quantitativo Formal, foram aplicadas técnicas estatísticas para finalizar a validação dos dados, como por exemplo, o teste de inferência realizado neste tópico, mostra que, com 95% de confiança, os resultados das replicações equivalem ao comportamento real do sistema.

### 3.5 Proposição de cenário ideal

Em suma, as análises realizadas neste estudo possibilitaram a criação de cenários ideais de funcionamento do Refeitório Universitário. Contudo, propõe-se um novo modelo para o arranjo físico e programação para o estabelecimento, apresentado pela Figura 13. No novo arranjo físico, a disposição dos utensílios como pratos e talheres se aloca à esquerda das guarnições, tal mudança, se faz necessária, porque a rota de clientes passará a acontecer já em direção ao setor de pesagem e pagamento, de modo a diminuir o tempo de transição entre estágios e agilizar o processo como um todo.

Figura 13 - Modelo de arranjo físico proposto.

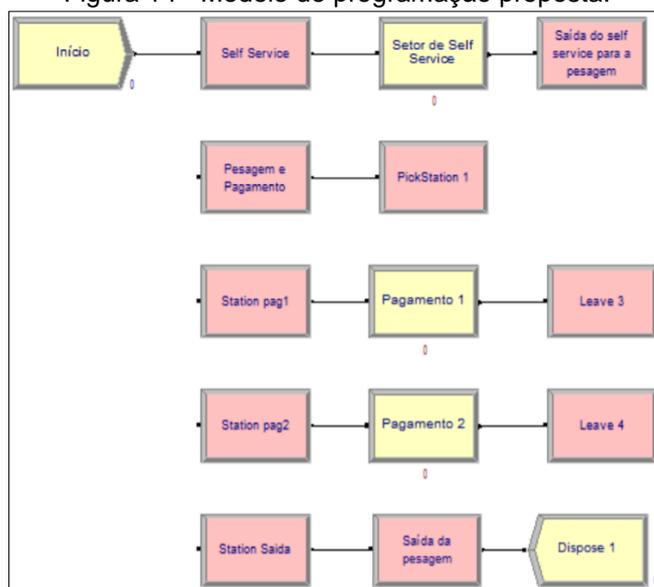


Fonte: Autoria própria.

Para uma nova programação, sugere-se a inserção de um novo atendente no setor de Pesagem e Pagamento, por ser o gargalo do sistema. Sendo assim, utilizou-se o recurso *PickStation*, disponível no *software ARENA®* para resultados mais precisos, conforme a formulação proposta pela Figura 14. Nesta formulação, após o bloco “*Process*” do Setor de *Self-Service*, foi adicionado um novo bloco “*Leave*” onde os clientes saem deste setor e são direcionados ao Setor de Pesagem e Pagamento.

Contudo, houve a inclusão do *PickStation* para realizar o desvio de entidades, baseando sempre no valor mínimo de seleção, logo, sua finalidade no sistema, é alocar os clientes na fila com menor número de pessoas. Estas filas foram representadas pelas estações “*Station pag1*” e “*Station pag2*”. Após cada estação, foi inserido o “*Process*” dos pagamentos e o “*Leave*” apontando para o “*Station Saída*”. Em seguida, as entidades são direcionadas a Saída da Pesagem e Pagamento e ao “*Dispose 1*” que finaliza o processo.

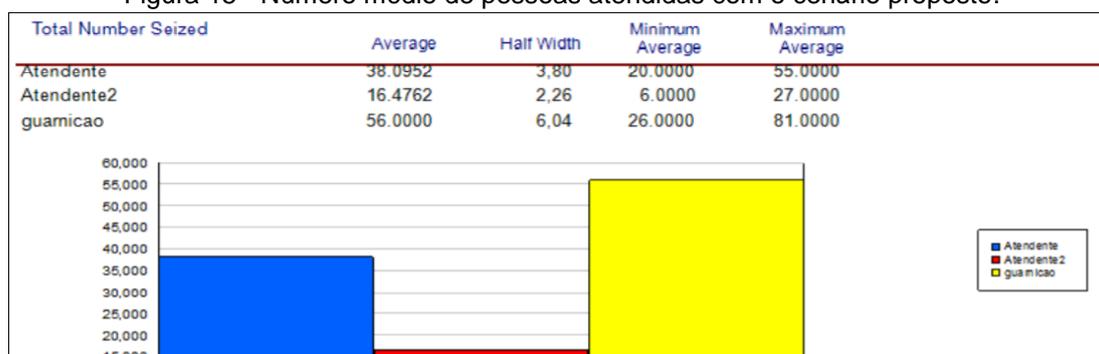
Figura 14 - Modelo de programação proposta.



Fonte: Autoria própria.

Ao executar este novo modelo, obteve-se o resultado apresentado pela Figura 15, e evidenciou-se um aumento de 9,8% na capacidade na utilização das guarnições e 12,5% na capacidade de atendimento.

Figura 15 - Número médio de pessoas atendidas com o cenário proposto.



Fonte: Autoria própria.

Portanto, conclui-se por meio da análise comparativa de resultados, que com a adição de 1 atendente e a mudança de arranjo físico no estabelecimento, o novo sistema adquire a capacidade para atender, aproximadamente, seis pessoas a mais, em relação ao sistema atual. Este fato se evidencia, a partir do momento que o cliente otimiza tempo de percurso dentro do Restaurante Universitário e permanece menos tempo na fila de Pesagem e Pagamento.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo propôs um novo cenário de funcionamento de um Refeitório Universitário, baseado na Teoria de Filas e na aplicação da Simulação Eventos Discretos utilizando o software ARENA® Simulation. A fim de proporcionar melhorias no atendimento ao cliente, foi constatado, a princípio, maior formação de filas no Setor de Pesagem e Pagamento do serviço de *Self-Service*, que propiciou a realização do estudo neste posto de serviço.

Com isso, foi descrito o modelo de funcionamento do estabelecimento e a formulação do sistema a ser estudado por meio do fluxo de atendimento.

Posteriormente, houve a definição da coleta de dados, tais como dias, horários, métodos e a determinação das variáveis de estudo (Índice de Chegada, Tempo de Atendimento 1 e Tempo de Atendimento 2).

Em seguida, os dados foram tratados, verificados e validados, de modo que o sistema real fosse representado no modelo conceitual do ARENA®. Como a validação do modelo e sua execução, confirmou-se a hipótese de gargalo no Setor de *Self-Service* e foi apresentado cenários alternativos para resolução do problema.

Inicialmente, no período de 1 hora, o atendente era capaz de atender, aproximadamente, 48 pessoas e as guarnições possuíam capacidade igual 51 pessoas. Após mudança de cenário e com o acréscimo de 1 atendente neste setor, o número de pessoas atendidas pelos atendentes cresceu 12,5% e a capacidade de atendimento relacionada as guarnições teve um aumento de 9,8%.

No decorrer do estudo, o processo de verificação de dados foi primordial para garantir que a programação funcionasse de modo eficiente, a princípio, a modelagem não acontecia conforme o sistema real, então foi realizada uma reprogramação manual, que comparada a modelagem conceitual na avaliação “face a face”, permitiu que um erro de cálculo e sintaxe fosse corrigido.

Neste estudo, a principal limitação, se deu com a dificuldade de coleta dos dados devido à falta de controle da quantidade de pessoas que entravam no estabelecimento. Além disso, o tratamento de dados passou por uma análise minuciosa para garantir boa precisão de resultados, uma vez que o estudo foi realizado com uma grande quantidade de dados.

Contudo, sob as proposições realizadas, este estudo pode ser adaptado na perspectiva de outras empresas, servindo como base para análises de estabelecimentos do mesmo segmento. Recomenda-se que, inicialmente, uma pesquisa de atendimento seja realizada com os clientes, para que novas alterações sejam sugeridas por eles, analisando no decorrer do estudo, se essas são viáveis. Assim, as programações e formulações dos sistemas devem se adequar de acordo com a proposta de melhoria em cada ambiente.

Ademais, o conteúdo deste trabalho contribuiu com a organização, ao gerar

impactos positivos em seu ambiente de atuação, de modo que os processos relacionados ao serviço de *Self-Service* se tornarão mais rápidos e eficazes, além de proporcionar um aumento significativo na qualidade dos serviços prestados com a diminuição do fator tempo de espera.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. L. de. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões**. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFEIÇÕES COLETIVAS (ABERC). **Mercado Real**. Disponível em: <https://www.aberc.com.br/mercadoreal.asp?IDMenu=21>. Acesso em: 1 de jul. 2023.

BEZERRA, Gleicy Jardi *et al.* **Merchandising no Ponto-De-Venda (PDV) como estratégia de atrair consumidores: um estudo de caso em um supermercado de Dourados-MS**. 2013.

BORTOLOTTI, S. L. V. *et al.* Consumer satisfaction and item response theory: creating a measurement scale. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 19, n. 2, 2012.

BORSHCHEV, A.; FILIPPOV, A. From system dynamics and discrete event to practical agent based modeling: reasons, techniques, tools. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE SYSTEM DYNAMICS SOCIETY*, 22, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo da Educação Superior**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/censo-da-educacao-superior>. Acesso em: 1 jul. 2023.

BRIGHENTI, J. R. N. **Simulação e otimização de uma linha de manufatura em fase de projeto**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, Minas Gerais, 2006.



CHIAVENATO, I. **Empreendedorismo**: dando asas ao espírito empreendedor. São Paulo: Saraiva, 2005.

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e simulação de eventos discretos**. São Paulo: Ed. dos Autores, 2015.

COGAN, S. **Gerenciando as percepções nas filas de espera**: para aumentar o nível de satisfação dos clientes. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

EHRlich, P. J. **Pesquisa operacional**: curso introdutório. 6. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 1988.

FERREIRA FILHO, Virgílio José Martins. **Processos estocásticos e teoria de filas**. Programa de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2005.

FIGUEIREDO, D. D.; ROCHA, S. H. Aplicação da teoria das filas na otimização do número de caixas: um estudo de caso. **Iniciação Científica CESUMAR**, Curitiba, v. 12, n. 2, p. 175-182, 2010.

FOGLIATTI, M. C.; MATTOS, N. M. C. **Teoria de filas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2007.

FREITAS FILHO, Paulo J. **Introdução a modelagem e a simulação de sistemas discretos**. Apostila, UFSC, SC, 2008.

GARCÍA, Rolando. **O conhecimento em construção**: das formulações de Jean Piaget à teoria dos sistemas complexos. Tradução: Valério Campos. Porto Alegre: Artmed, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GRANATO, B D. **Simulação do sistema de serviço em um restaurante**. 2014. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.



HILLIER, Frederick S. & LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à pesquisa operacional**. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

HOLLOCKS, Brian. A well-kept secret? Simulation in manufacturing industry reviewed. **Or Insight**, v. 5, n. 4, p. 12-17, 1992.

HYDE, K. F. Recognizing deductive processes in qualitative research. **Qualitative Market Research**, Bingley, England, v. 3, n. 2, p. 82, 2000.

KOTLER, Philip e ARMSTRONG, Gary. **Princípios de marketing**. 9. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

KOTLER, Philip. **Administração de marketing**. 12. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica: ciência e conhecimento científico, métodos científicos, teoria, hipóteses e variáveis**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MIYAGI, Paulo E. **Introdução a simulação discreta**. São Paulo: USP, 2006.

O'KANE, J.F.; SPENCELEY, J.R.; TAYLOR, R. Simulation as an Essential Tool for Advanced Manufacturing Technology Problems. **Journal of Materials Processing Technology**, n. 107, p. 412-424, 2000.

OLIVEIRA, G. B. **Simulação Computacional: análise de um sistema de manufatura em fase de desenvolvimento**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Engenharia de Itajubá: UNIFEI, 2007.

OSCHI, Marília; Rubinstein, Licia. Comer fora de casa consome um terço das despesas das famílias com alimentação. **Agência IBGE. Notícias**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/25607-comer-fora-de-casa-consome-um-terco-das-despesas-das-familias-com-alimentacao#:~:text=Comer%20fora%20de%20casa%20tem,2018%2C%20divulgad a%20hoje%20pelo%20IBGE>. Acesso em: 13 jun. 2023.



PARAGON **Decision science**. Arena - Paragon, 2018. Página inicial. Disponível em: <https://www.paragon.com.br/es/>. Acesso em: 16 jun. 2020.

PEREIRA, Carla Roberta. **Um modelo de simulação de sistemas aplicado à programação da produção de um frigorífico de peixe**. 2011. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

TAHA, H. A. **Pesquisa operacional**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

THIOLLENT, M. **Metodologia de pesquisa-ação**. São Paulo: Saraiva, 2009.

TÔRRES, Oswaldo Fadigas. Elementos da teoria das filas. **Revista de Administração de Empresas**, v. 6, n. 20, p. 111-127, 1966.

VIEIRA, V. C. R. *et al.* Perfil socioeconômico, nutricional e de saúde de adolescentes recém-ingressos em uma universidade pública brasileira. **Revista de Nutrição**, 2002.

WAINER, Jacques *et al.* Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a Ciência da Computação. **Atualização em informática**, v. 1, p. 221-262, 2007.

Recebido em 19/11/2023

Publicado em 02/08/2024