

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

LUIZ GUILHERME PATRONI DUARTE DA SILVA

**TEORIA DAS FILAS E SIMULAÇÃO APLICADOS A UM RESTAURANTE
UNIVERSITÁRIO**

Dourados - MS

2018

LUIZ GUILHERME PATRONI DUARTE DA SILVA

**TEORIA DAS FILAS E SIMULAÇÃO APLICADOS A UM RESTAURANTE
UNIVERSITÁRIO**

Trabalho apresentado a Universidade
Federal da Grande Dourados como parte
das exigências para a obtenção do título
de Bacharel em Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Me. Vinícius Carrijo
dos Santos

Dourados - MS

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S586t Silva, Luiz Guilherme Patroni Duarte Da
Teoria das Filas e Simulação Aplicados a um Restaurante Universitário /
Luiz Guilherme Patroni Duarte Da Silva -- Dourados: UFGD, 2018.
68f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Vinícius Carrijo dos Santos

TCC (Graduação em Engenharia de Produção)-Universidade Federal da
Grande Dourados
Inclui bibliografia

1. Restaurante Universitário. 2. Teoria das Filas. 3. Simulação. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

LUIZ GUILHERME PATRONI DUARTE DA SILVA

**TEORIA DAS FILAS E SIMULAÇÃO APLICADOS A UM RESTAURANTE
UNIVERSITÁRIO**

Trabalho apresentado a Universidade
Federal da Grande Dourados como parte
das exigências para a obtenção do título
de Bacharel em Engenharia de Produção

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Vinícius Carrijo dos Santos - Orientador

FAEN

Prof. Me. Carlos Eduardo Soares Camparotti

FAEN

Prof. Dr Márcio Rogério Silva

FAEN

Dourados, ____ de _____ de 201_.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar o dom da vida e dar um motivo e um caminho para segui-la.

Aos meus pais, que além de apoio financeiro sempre me deram forças e acreditaram em mim nessa jornada, sem eles eu nunca seria capaz, essa conquista é mais deles do que minha.

Aos amigos que fiz em Dourados, principalmente os do kinho turbal, Douglas, Higor, Marcelo, Marcos e Rafael, pelas caronas, trabalhos em grupo, estudos, brincadeiras entre outras coisas que me ajudaram.

Ao meu professor e orientador Vinícius Carrijo dos Santos, pelos ensinamentos prestados, pela paciência, pela oportunidade de desenvolver o estudo e por me dar ânimo para não postergar o trabalho.

Ao meu irmão Luan Moraes Duarte da Silva e meu amigo Renan Moraes Colombo, com quem residi nos 4 primeiros anos em que mudei para dourados.

Meu muito obrigado a todos.

RESUMO

Os processos de atendimento devem atender as necessidades dos clientes, pois a satisfação dos mesmos é o principal fator buscado pelas empresas. Contudo, um evento presente em muitos tipos de processos são a formação de filas, trazendo ao cliente a espera por atendimento, pois os processos não são adequados para suprir a demanda, gerando filas e resultando em perda de tempo, o que é indesejável ao consumidor. Este estudo foi baseado na observação do processo de atendimento de um Restaurante Universitário, com o intuito de analisar o sistema de filas existentes e suas carências. Para isso, foi feita a coleta de dados referentes aos processos realizados pelos clientes, e posteriormente foi montado um modelo virtual através do software Arena, possibilitando a identificação de necessidades e adequação do sistema. Na sequência foi gerado um modelo proposto, com alterações que buscam trazer possíveis melhorias. Apresentando uma redução de mais de 3 minutos e 20 segundos no processo de pegar pratos e talheres e a eliminação de filas para esse processo, houve também uma redução de 2 minutos e 45 segundos no tempo médio do cliente no sistema

Palavras-chave: Restaurante Universitário, Teoria das Filas, Simulação.

ABSTRACT

The processes of service must meet the needs of the clients, since their satisfaction is the main factor sought by the companies. However, an event that is present in many types of processes is the formation of queues, bringing the customer to the waiting for service, because the processes are not adequate to supply the demand, generating queues and resulting in wastage of time, which is undesirable to the consumer. This study was based on the observation of the process of attending a University Restaurant, with the purpose of analyzing the system of existing queues and their needs. For this, the data were collected regarding the processes performed by the clients, and later a virtual model was assembled through the Arena software, making it possible to identify the needs and suitability of the system. A proposed model was generated, with changes that seek to bring possible improvements. Featuring a reduction of more than 3 minutes and 20 seconds in the process of picking up plates and cutlery and eliminating queues for this process, there was also a reduction of 2 minutes and 45 seconds in the average customer time in the system

Key words: University Restaurant, Queuing Theory, Simulation.

Lista de Figuras

Figura 1: Classificação de Modelos.....	23
Figura 2: Estrutura de sistema de filas.....	24
Figura 3: Fluxograma Etapas Para Modelagem e Simulação.....	32
Figura 4 - Classificação dos modelos de simulação.....	34
Figura 5 – Etapas do Processo de Simulação.....	38
Figura 6 – Planta do Restaurante Universitário.....	40
Figura 7 – Fluxograma Cliente.....	41
Figura 8 – Modelo Real.....	49
Figura 9 – Modelo Proposto.....	54

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Refeições (em milhões de refeições/dia).....	21
Tabela 2 – Configuração para atendimento	42
Tabela 3 – Configuração Processo de Pegar Bandeja	43
Tabela 4 – Configuração Ilha Para Servir	44
Tabela 5 – Configuração Servir o Prato Principal	45
Tabela 6 – Configuração Sobremesa	46
Tabela 7 – Parâmetros dos Processos	48
Tabela 8 – Parâmetros de Decisão.....	48
Tabela 9 – Tempos Modelo Real.....	50
Tabela 10 – Tempo na Fila Modelo Real	50
Tabela 11 – Número de Clientes na Fila do Sistema Real	52
Tabela 12 – Parâmetros Processos do Modelo Proposto.....	55
Tabela 13 – Parâmetros Decisões do Modelo Proposto	55
Tabela 14 –Comparação de Tempos	55
Tabela 15 – Diferença de Tempos Entre os Modelos.....	56
Tabela 16 – Tempo na Fila Modelo Proposto	57
Tabela 17 – Diferença Entre os Tempos em Fila	58
Tabela 18 – Número de Cliente na Fila Modelo Proposto	59
Tabela 19 – Diferença N° de Clientes em Fila (continua).....	60

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Participação do setor de comércio e serviços no valor adicionado.....	17
Gráfico 2 – Quantidade de clientes por dia da semana.....	41
Gráfico 3: Chegada de Clientes	42
Gráfico 4 – Input Analyser Tempo de Atendimento	43
Gráfico 5: Input Analyser Tempo de Pegar Bandeja.....	44
Gráfico 6 – Input Analyser Tempo na Ilha.....	45
Gráfico 7 – Input Analyser Servir Prato Principal	46
Gráfico 8 – Input Analyser Servir a Sobremesa	46
Gráfico 9 – Tempo em Fila Modelo Real.....	51
Gráfico 10 – Taxa de Utilização do Recursos	52
Gráfico 11 – Comparação dos Valores Entre os Modelos.....	56
Gráfico 12- Comparação Tempo em Fila	58
Gráfico 13 – Comparação N° de Clientes na Fila	60

Lista de Quadros

Quadro 1 – Variáveis Randômicas e Fundamentais (continua)	26
Quadro 1 – Variáveis Randômicas e Fundamentais (continuação).....	27
Quadro 2 - Modelo M/M/1, fórmulas dos indicadores de desempenho	28
Quadro 3 - Modelo M/M/s, fórmulas dos indicadores de desempenho.....	29
Quadro 4 - Modelo M/Ek/1, fórmulas dos indicadores de desempenho	30

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	PROBLEMATIZAÇÃO.....	14
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos específicos.....	15
1.3	JUSTIFICATIVA.....	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	SETOR DE SERVIÇOS	17
2.1.1	Restaurantes	19
2.2	PESQUISA OPERACIONAL	22
2.3	TEORIA DAS FILAS	24
2.3.1	Sistemas de Filas	24
2.4	MODELOS DE FILAS	28
2.4.1	Modelo M/M/1	28
2.4.2	Modelo M/M/s.....	29
2.4.3	Modelo M/Ek/1	30
2.5	MODELAGEM E SIMULAÇÃO.....	30
2.5.1	Sistemas.....	32
2.5.2	Elementos do Sistema	33
2.5.3	Classificação dos modelos de Simulação.....	34
2.5.4	Linguagens de simulação	35
3	METODOLOGIA.....	37
4	DESENVOLVIMENTO.....	39
4.1	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	39
4.2	COLETA E ANÁLISE DOS DADOS DE ENTRADA	41
4.3	MODELO CONCEITUAL	47
4.4	APROVAÇÃO DO SISTEMA	47
4.5	SIMULAÇÃO DO SISTEMA	47
4.6	PROPOSTAS DE MELHORIA.....	53

5	CONCLUSÃO.....	61
6	REFERÊNCIAS	63

1. Introdução

Atualmente a procura por serviços de qualidade tem crescido bastante, visto que o consumidor busca gastar o seu dinheiro de uma forma que ele saia satisfeito a respeito do serviço solicitado. A busca pela otimização do tempo hábil é um dos principais motivos para que os consumidores busquem serviços que satisfaçam e poupem tempo. (SOARES MATHEUS, 2016).

O setor de serviços é o que representa maior participação do PIB brasileiro, no quarto trimestre de 2017 ele representou 75,2% do valor adicionado. (DATASEBRAE, 2017). Dentro desse setor, está contida a indústria de restaurantes, que apresentou um grande crescimento no início da década de 80, que pode ser explicado pela abertura do mercado brasileiro e o crescimento populacional. No início dos anos 90 o Brasil já continha mais de 10.000 instalações relacionadas aos serviços de alimentação e/ou restaurantes. (BADARÓ ANDRÉA, 2007).

Grande parte das universidades públicas apresentam o serviço de restaurante universitário, que tem como propósito atender a comunidade acadêmica. Estas instalações apresentam geralmente dois tipos de modelos, os tradicionais (onde há funcionários para servir as opções oferecidas) e os de selfie-service parcial (onde há funcionários apenas para servir a carne e acompanhamento). (SOARES MATHEUS, 2016).

O restaurante universitário (RU) é muito importante para os acadêmicos na universidade, pois muitos cursos são realizados em tempo integral e fica inviável o estudante retornar à residência para almoçar.

Atualmente, nos momentos de pico, o restaurante universitário sofre com grandes filas tanto na entrada para os clientes se servirem, quanto na recarga dos cartões que são utilizados como crédito na hora de pagamento. Por meio da simulação aliada a teoria das filas, será realizado um estudo a respeito de possíveis cenários para melhor atender os clientes, sendo também melhoria para a empresa.

A simulação é um procedimento muito poderoso, pois é capaz de analisar processos e/ou sistemas que apresentam um índice elevado de incerteza e complexidade. Constitui-se de uma das técnicas de pesquisa operacional, que abrange princípios como o método de Monte Carlo e a teoria das filas. (SHANNON, 1998). De acordo com Torga (2007) tanto os processos reais quanto os conceituais estão inseridos no escopo dessa técnica.

A teoria das filas, segundo Hillier e Lieberman (2013), procura elaborar modelos que representem a realidade de maneira a tentar prever da maneira mais assertiva possível, a formação, funcionamento dimensão e outros aspectos relacionados as filas e, dessa forma resolvendo ou diminuindo os problemas relacionados as filas.

Contudo, a teoria das filas apresenta algumas limitações, como por exemplo, se um modelo ter a necessidade de ser retratado através de sistemas Markovianos, e não sequenciais. Para tal é necessário a Simulação de Eventos Discretos, a fim de modelar os problemas. Logo, a simulação de um modelo, apresenta vantagens mediante a teoria das filas manual, por possibilitar o entendimento da dinâmica de um sistema, além de permitir realizar mudanças analisando e prevendo seus efeitos. (GRANATO, 2014). Por fim, serão utilizados esses princípios para que aliando a simulação a teoria das filas possamos criar possíveis alterações no modelo atual, e a partir de então, prever problemas, analisa-los e apresentar sugestões de melhorias, buscando a melhor configuração possível.

1.1 Problematização

De acordo com Iglesias e Gunther (2009) para o cliente as filas são psicologicamente impactantes para a avaliação de qualidade de um serviço, tomando isso em consideração, a existência de filas gera impactos negativos na avaliação da empresa ou do serviço pelo cliente.

O restaurante universitário estudado, apresenta grandes problemas com filas muito grandes, resultando que muitas vezes o cliente necessita ficar no sol por causa da extensão da fila, outro problema é a demora nos processos dentro do sistema, resultando em aumento de tempo e lotação. Devido a esses problemas está sendo realizada uma obra de expansão do espaço para resolver ou minimizar esses problemas apresentados.

Dessa maneira, é possível observar que há a necessidade de recorrer a uma forma de melhor entender as características relacionadas as filas geradas nesse serviço, e o comportamento delas, bem como a definição de maneiras para reduzir os prejuízos causados. Logo, vê-se a possibilidade de um estudo sobre a teoria das filas aplicado ao atendimento do restaurante.

Sugere-se então a utilização de um estudo por simulação, construindo um modelo em um software de simulação de processos, tendo como base o sistema de filas estudado, criando no software um modelo real, com o objetivo de analisar como funciona o sistema e suas

principais carências para posteriormente realizar alterações no modelo virtual e obtendo as respostas do sistema a tais mudanças.

Desse modo, é necessário que sejam analisadas as características principais a respeito das filas geradas no Restaurante Universitário, determinando as consequências geradas, e qual a melhor maneira de se obter maior ganho de produtividade dos processos, defende-se a realização de um estudo de caso no Restaurante Universitário, aplicando os conceitos de teoria das filas, e os aplicando a cenários com o auxílio de simulação

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar o sistema de atendimento de um restaurante universitário por meio da simulação, a fim de propor possíveis melhorias e encontrar o melhor sistema de filas.

1.2.2 Objetivos específicos

- Modelar o sistema de fila real; Validar o sistema modelado;
- Modelar cenários alternativos;
- Analisar os indicadores de fila para determinar o melhor cenário.

1.3 Justificativa

A falta de planejamento gera o surgimento de filas e/ou gastos de recursos e tempo que poderiam ser evitados, trazendo um problema de planejamento e de controle de capacidade, pois em um sistema com alto número de clientes e poucos atendentes, gera-se a formação de filas e insatisfação dos clientes, além do estresse aos atendentes, que trabalham com maior indisposição ao ver um grande número de clientes a serem atendidos, se ocorrer o inverso, ou seja, baixo número de clientes e alto número de atendentes, não terá a geração de filas nem espera, porém a utilização dos funcionários terá um nível baixo, gerando gastos desnecessários à empresa. Logo vemos a importância de um bom planejamento para que a empresa obtenha sucesso (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2007).

O restaurante é muito utilizado pela comunidade acadêmica que tem a necessidade de realizar refeições no campus, tanto por muitos cursos serem integrais, quanto pela distância do perímetro urbano. Devido a isso, há uma superlotação do atual modelo do restaurante, que gera

um tempo de espera para os usuários, isso ocasiona tanto desconforto, pois muitas vezes os clientes têm que esperar em longas filas, em pé, e no sol, quanto perda de tempo, pois os alunos têm aulas, provas, apresentações após o horário de almoço, e essa demora muitas vezes ocasiona atrasos.

A simulação e a teoria das filas podem analisar cenários que se encaixem no sistema do restaurante, e sugerir qual seria o melhor cenário possível para esse determinado restaurante universitário.

Para a realização da simulação, utilizou-se o software arena, que apresenta uma versão gratuita para estudantes, além de apresentar uma estrutura intuitiva, facilitando sua utilização, ele apresenta também extensões como o Input Analyser, que possibilita ter as expressões dos dados coletados de maneira simples.

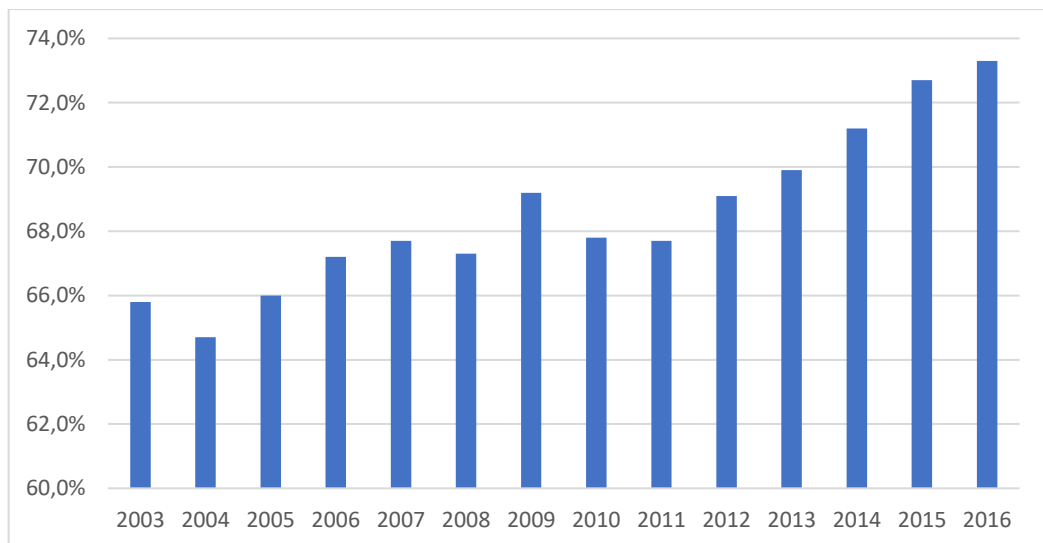
2 Fundamentação teórica

2.1 Setor de serviços

Entende-se por serviço uma forma de gerar valor para o cliente utilizando processos e recursos interativos (GRÖNROOS; RAVALD, 2011). O setor de serviços é um setor que ocupa grande relevância na economia, principalmente quando falamos de países desenvolvidos. O principal fator que evidencia isso é a porcentagem de destaque que o setor de serviços tem em um dos índices mais importantes para a economia de um país, o Produto Interno Bruto (PIB).

No nosso país não é diferente, no quarto trimestre de 2017, o setor de serviços representou 75,2% do Produto Interno Bruto brasileiro (DATASEBRAE, 2017). Esse setor vem sendo destaque e tendo um crescimento no valor adicionado do PIB nos últimos anos, como podemos observar no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Participação do setor de comércio e serviços no valor adicionado



Fonte: Elaborado com os dados de Contas Nacionais Trimestrais/ IBGE (2017)

A partir dos anos 70, aconteceu uma importante mudança na economia nacional, que era em maior parte baseada na manufatura, começando a evoluir e ser baseada em serviços. Alguns fatores que explicam isso são o desejo dos trabalhadores em ter um maior tempo de lazer e uma qualidade de vida melhor; a crescente urbanização, que trouxe a necessidade de alguns serviços que não eram necessários antes (segurança, por exemplo); o aumento da presença feminina exercendo trabalho remunerado, as possibilitando de consumir e possibilitando o surgimento de serviços diferentes; sofisticação nos gostos dos consumidores, o que gera a necessidade de uma amplitude maior na gama de serviços oferecidos; a mudança

tecnológica, que gera novas possibilidades ou ainda aumenta a qualidade dos serviços já oferecidos (CORREA; CORREA, 2009).

Grönroos (2003) atribuiu essa mudança da economia ao fato de que está cada vez mais difícil se diferenciar um produto, segundo ele, os produtos estão cada vez mais similares, e muitas vezes o que os diferencia é a marca, algo que necessita de muitos gastos para manutenção.

Segundo Giansi e Corrêa (2009), nesse cenário, entram as atividades de serviços, que acabam tendo grande relevância para atividade e bom desempenho de setores diferentes da economia, como por exemplo na indústria, onde as atividades relacionadas ao serviço podem ser utilizadas como um diferencial competitivo, como um suporte às atividades de manufatura e também como um gerador de lucro.

É importante ressaltar que tanto oferecendo um serviço, quanto um produto físico, o objetivo final da empresa sempre é agregar valor ao produto final. Muitas vezes para um produto é necessário agregar tanto um pouco de produto físico quanto de serviço para se chegar ao desejável. É muito importante que a empresa saiba que tem uma diferença em gerir bens e gerir serviços, e é essencial que entenda o valor de cada uma, pois tanto uma como a outra são consideradas pelo consumidor final do produto, e um erro em qualquer das partes podem gerar grandes perdas a empresa (CORRÊA; CORRÊA, 2009).

De acordo com Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005), existem muitas características de operações de serviços, e os autores apontam algumas delas como:

- Intangível;
- Economias de escala são restritas;
- Controle descentralizado;
- Produção e consumo ocorrem em conjunto;
- O cliente participa do processo de prestação de serviços (selfie servisse por exemplo);
- A capacidade diminui com o tempo.

Os autores Corrêa e Corrêa (2009) e Silvestro (1999) deram 5 classificações para os sistemas de operações de serviços:

1. Serviços profissionais de massa: exigem dos profissionais que os realizam uma maior capacitação, no entanto, na busca por maximizar seus lucros, são feitos em grande escala
2. Serviços de massa customizados: esses serviços têm volume próximos aos dos serviços em massa, porém utilizam certas tecnologias automatizadas, que dão ao cliente, a impressão de um serviço especial, ou customizado, como por exemplo a Netshoes, que depois de ter o cliente cadastrado, lhe faz uma saudação especial, além de sugerir produtos baseados nas buscas e compras realizadas por esse perfil.
3. Lojas de serviços: esse tipo está entre serviços profissionais e os serviços de massa, essa área tem grande variabilidade, e é nela que estão a maior parte das operações de serviços. Podemos citar como exemplo dessa área hospitais, hotéis e restaurantes.
4. Serviços de massa: essa área abrange os serviços que atendem uma grande quantidade de pessoas por dia, o que faz necessário um alto índice de padronização e rotina. Para suprir a alta demanda são utilizados equipamentos para a produção do serviço, porém quase sempre é necessário a presença do cliente, mesmo com o contato sendo de certa forma baixo, o que torna o serviço impessoal.
5. Serviços profissionais: aqui estão representados os serviços em que o cliente procura em um fornecedor um tipo de habilidade que não tem. Nessa área também pode se fazer o uso de equipamentos, porém eles são utilizados apenas como ferramenta e/ou apoio, e os recursos humanos tem um alto índice de qualificação. Os clientes recebem um atendimento individualizado, sendo bem flexível e se adaptando ao tipo de serviço esperado pelo cliente. Como exemplo podemos citar médicos e dentistas.

2.1.1 Restaurantes

Restaurante vem do idioma francês e deriva da palavra *restaurant* surgido no século XVI esse termo não representava necessariamente um lugar, mas sim algo que saciasse a fome e repunha as energias (SPANG, 2003). Já a palavra restaurante com a representação que temos hoje surgiu em Paris no ano de 1765, com a abertura do primeiro estabelecimento comercial, que rapidamente foi disseminado para toda capital e seguidamente difundida por todo o mundo (LÔBO, 1999). No Brasil, começou a ter-se restaurantes a partir d chegada da família real, no ano de 1808 (LEAL, 2010).

De acordo com Leal (2010) a quantidade de restaurantes é proporcional ao aumento populacional e ao crescimento econômico social, principalmente pelo motivo de que a

alimentação é uma das necessidades mais básicas e fisiológicas do ser humano. Outros fatores que podem ser importantes para o aumento do número de restaurantes é o fato de que, segundo Schlindwein, (2006) e Alves e Ueno (2010), a sociedade vem tendo mudanças nos padrões de vida, por vários fatores, como a maior concentração das pessoas nos grandes centros urbanos, dificuldade de locomoção e a falta de tempo cada vez maior o que gera busca pela praticidade.

Podemos encontrar diversos tipos de restaurantes disponíveis atuando no mercado. Lippel (2002), classificou-os em 3 grupos. Pode - se encontrar ainda outras classificações além dessas descritas por Lippel, porém costumam ser derivações dessas, nas quais são:

1. *À la carte*: tem um cardápio pré-definido, que é oferecido aos clientes diariamente, tem-se funcionários para anotar os pedidos, servir as mesas e também fechar a conta.
2. Autosserviços: esse tipo de restaurante tem a característica de apresentar uma forma de atendimento rápida, simples, e econômica, onde os clientes servem-se e escolhem o que vão comer, como por exemplo: Buffet, *selfie-service*.
3. Direto ou repetitivos: esse tipo baseia-se em oferecer variação de um mesmo tipo de prato, em forma de rodizio, onde o funcionário passa pelas mesas, pode-se citar como exemplo churrasquearias, e pizzarias.

Um tipo de restaurante muito procurado pelo público brasileiro é o *selfie-service*, pela praticidade e menor custo. Segundo Magnée (1996) pode se considerar um restaurante *selfie-service* aquele que apresenta um preço definido por refeição, onde o cliente realiza o autosserviço no ato de servir-se escolhendo entre as opções de pratos quente e/ou frios, montando um prato que lhe de saciedade. Esse tipo de restaurante surgiu com o objetivo de oferecer uma alimentação com maior rapidez e variedade, onde o cliente realiza uma parte do serviço, mas ainda recebe algumas comodidades de serviços de mesa.

Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Refeições Coletivas (ABERC) (2018) o número de refeições coletivas, que no caso são oferecidas por prestadoras de serviços, está crescendo, apresentando apenas queda em 2015 e 2016, que pode ser explicado pelas crises que aconteceram, mas retomando o crescimento em 2017, e com uma estimativa de crescimento para 2018. Na Tabela 1 podemos observar esse crescimento, mesmo que no setor de autogestão os valores tenham diminuído, se for analisado de forma geral, o saldo é positivo.

Tabela 1 - Refeições (em milhões de refeições/dia)

Tipo	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Autogestãos (própria empresa)	0,19	0,15	0,11	0,1	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05
Refeições Coletivas	9,4	10,5	10,9	11,7	12,2	11,7	11	12	13
Refeições Convenios	5,3	6	6,4	7	7,4	7	6,8	6,9	7,4

Fonte: Elaborado com os dados de Associação Brasileira das Empresas de Refeições Coletivas (2018)

Um dos objetivos da alimentação coletiva é suprir as necessidades das indústrias, pois algumas condições como a distância, o ritmo, a continuidade no fluxo da produção e a forma que é dividida o trabalho e sua integração pode trazer dificuldades para que o trabalhador faça suas refeições em sua casa durante o período de trabalho, mesmo tendo intervalos destinados a isso, ficaria inviável esse deslocamento. (PROENÇA, 1993).

Um outro exemplo de refeições coletivas são os restaurantes localizados em campus universitários, os denominados restaurantes universitários (RU's). Eles visam atender os técnicos, acadêmicos e docentes da universidade, que formam um grande número de clientes.

2.1.1.1 Restaurantes Universitários

Quando entram na faculdade os jovens enfrentam vários desafios, pois muitos são oriundos de outras cidades e precisam assumir novas responsabilidades que não precisavam se preocupar antes pois na maioria das vezes, ou a maior parte delas, eram realizadas pelos pais, como por exemplo preocupações relacionadas a alimentação, contas, moradia, sem falar da necessidade de adaptar o tempo com essas atividades aliando aos estudos. (EVES *et al.*, 1995 apud FAUSTO *et al.*, 2001).

De acordo com Fausto *et al.* (2001), os Restaurantes Universitários, são uma ótima opção para os acadêmicos, pois tem a comodidade de se localizar dentro da instituição de ensino, apresentam cardápios que são confeccionados por nutricionistas para atender as demandas de nutrientes necessárias nas refeições, além de ter um custo baixo, fator considerado muito importante pelos universitários, pois grande parte do valor é subsidiado pelo governo federal.

Segundo a Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD (2018) o Programa Restaurante Universitário Estudantil, tem o objetivo de colocar à disposição de toda

comunidade acadêmica atendimento e alimentação de qualidade, colaborando tanto com o desenvolvimento, quanto com a permanência dos estudantes na instituição.

2.2 Pesquisa Operacional

A origem da pesquisa operacional remota da segunda guerra mundial, onde foi desenvolvida para alocar as operações e atividades militares de forma eficiente, já que havia essa necessidade, afinal os recursos eram escassos na época. Para resolver essas situações os britânicos e os norte-americanos convocaram cientistas, para que eles introduzissem uma abordagem científica para realizar as operações estratégicas da melhor forma possíveis. Em volta de todo esse contexto surgiu então a primeira equipe de Pesquisa Operacional (PO). (HILLIER; LIEBERMAN, 2010).

Durante a guerra desenvolveram-se algumas técnicas para se resolver os problemas, e com o êxito obtido pelos empreendimentos bélicos, veio o interesse em aplicar essas técnicas fora do ambiente militar, então o mundo acadêmico e empresarial começou a utilizar delas para resolver problemas de administração. (ANDRADE, 2007).

De acordo com Hillier e Lieberman (2010), após a guerra ocorreu um grande aperfeiçoamento e melhoria das técnicas da PO, que foram fundamentais para sua expansão, principalmente nesse período. Com isso vários cientistas despertaram o interesse pela PO e desenvolveram várias ferramentas, como teoria das filas, programação linear e dinâmica, entre outras, o que fez com que a pesquisa operacional atingisse um alto desenvolvimento antes mesmo do fim da década de 50.

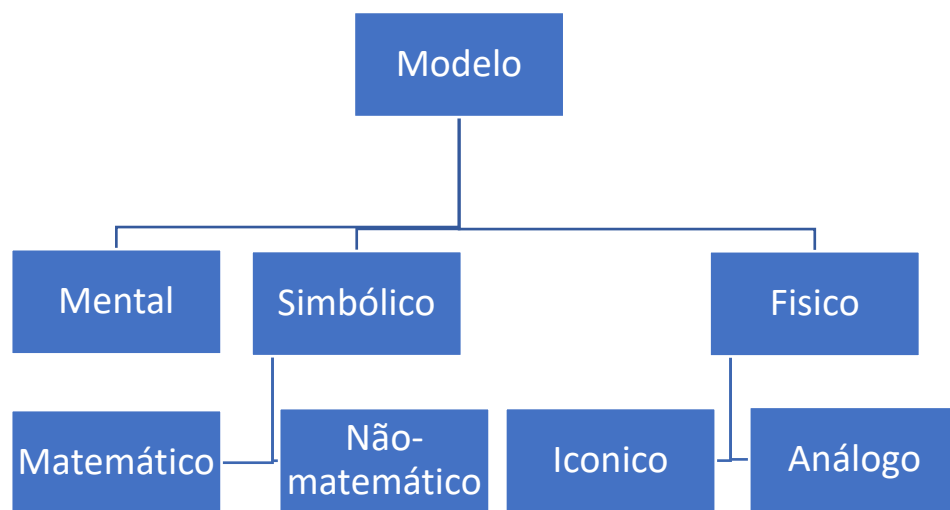
De 1950 em diante a PO foi utilizada tanto em serviços públicos quanto privados. Em 1953, foi realizada uma pesquisa que constatou 45 organizações, dentre 160 estudadas na Grã-Bretanha, já possuíam um departamento de pesquisa operacional ou alguém responsável por essa atividade. Já no Brasil a PO se deu início a partir do primeiro Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional que foi realizado em 1968 com a fundação da Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (SOBRAPO) (ARENALES *et al*, 2007).

Para Arenales *et al* (2007), a PO é o foco científico em uma tomada de decisões, ou seja, utiliza-se de uma técnica que esteja relacionada com o objetivo esperado para a partir dela ter um auxílio para a tomada de decisão. Mesmo o surgimento da Pesquisa Operacional remoto a muito tempo, ela é utilizada até hoje e é aplicada a inúmeras áreas do conhecimento.

Para que se realize um estudo de PO, primeiramente é necessária a análise do sistema real, a partir de então deve fazer um modelo que seja o mais parecido possível com o real ou pode se realizar um estudo de experimentação, onde se supõe algo que ainda vai ser criado, ou faz alguma alteração para analisar possíveis melhorias. (LAW; KELTON, 1991).

Um modelo pode representar um sistema real que é apenas uma base simplificada da realidade, modelos os quais que possuem as seguintes classificações: físico, mental ou simbólico, como apresentado na Figura 1.

Figura 1: Classificação de Modelos



Fonte: Adaptado de Alves (2012)

A Pesquisa Operacional utiliza modelos matemáticos, que podem ser apresentados como soluções analíticas ou soluções numéricas. As soluções analíticas compõem as equações matemáticas que estão direcionadas a solução de uma classe específica de problemas (CARLETO, 2006).

Segundo Andrade (2007), os modelos matemáticos de soluções numéricas, são formados por um conjunto de equações que dizem sobre um determinado sistema. Modelos os quais ainda podem ser subdivididos em modelos de simulação e modelos de otimização.

Os modelos matemáticos para simulação são representados como uma função f que tem uma entrada x e uma saída y e parâmetros do sistema p . Representada como $y = f(x, p)$ (SILVA, 2006).

De acordo com Freitas Filho (2008), os modelos de otimização são empregados para solução de problemas onde o objetivo é encontrar a solução ótima e utiliza dealgoritmos para o

processamento. Diferentemente, os modelos de simulação são executados ao invés de resolvidos, apresentando a possibilidade de análises a quase todo momento.

2.3 Teoria das Filas

Segundo Hillier e Lieberman (2013) para que se tenha filas de espera é necessário se ter uma demanda maior que a capacidade de oferecer o serviço, o que sinaliza a necessidade de melhoria no processo para reduzir o tempo de espera. Segundo Kokkinou e Cranage (2013), essa procura pela redução do tempo de espera é um dos objetivos mais buscados pelas empresas que prestam serviços.

Na teoria das filas é estudado as demandas de um sistema e os atrasos que ocorrem nesse sistema, relacionando as duas, onde o grau de importância podem ser variados, já que um atraso na coleta de lixo por exemplo, causam efeitos menos catastróficos do que o atraso em um atendimento de emergência realizado por um hospital (ARENALÉ *et al*, 2007).

Porém Hillier e Lieberman (2013), afirmam que oferecer o serviço de forma além da necessidade pode ser desnecessário e gerar altos custos para um sistema. Por isso Hwang e Lambert (2008), dizem que é necessário encontrar um meio termo, ou seja, um ponto de equilíbrio entre a capacidade do sistema em oferecer serviços com a quantidade requisitada. Para Hillier e Lieberman (2013), pode ser que a teoria das filas não encontre esse equilíbrio de forma clara, porém ela irá ajudar com dados necessários para realizar uma boa tomada de decisão.

2.3.1 Sistemas de Filas

Os sistemas de filas apresentam uma estrutura geral que está relacionada a eventos como a chegada do cliente no sistema que tem procedência e uma fonte de entrada, que usualmente é formada por distribuição probabilística, após isso, se o atendimento não for feito de imediato, ele entra em uma fila, que tem suas regras e disciplina para seleção do cliente para ser atendido em um ponto de atendimento e posteriormente tem a saída do cliente. A Figura 2 representa a estrutura básica de um sistema de filas (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

Figura 2: Estrutura de sistema de filas



Fonte: adaptado de Hillier e Lieberman (2013)

De acordo com Andrade, (2004), o sistema de filas contém basicamente seis elementos, sendo divididos em modelos de serviço, modelo de chegada, número de servidores, tamanho da população, capacidade do sistema e a disciplina da fila.

2.3.1.1 Formas de chegada

Um fator importantíssimo para um sistema de atendimento é a taxa de chegada de clientes, por que é utilizando-o e comparando a outros fatores, pode-se caracterizar a formação de filas. Uma característica considerável desse evento é que se pode assumir o número de clientes como finito ou infinito. Usualmente é utilizado infinito, pois é mais fácil resolver os problemas dos modelos de fila a partir dessa suposição. Porém é necessária a utilização de modelos finitos quando o número de clientes na fila é afetado pela taxa de chegada de clientes (SOARES, 2016).

Para serem elaborados os modelos, um dado de grande importância é o padrão estatístico da chegada dos clientes. Para ela ser elaborada, assume uma variável aleatória com uma média pré-definida tendo por base a distribuição de Poisson ou utilizando a hipótese que usa a distribuição exponencial e considera o tempo de chegadas consecutivas como aleatório (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

De acordo com Arenales *et al* (2007), em um espaço de tempo tem se uma taxa média de chegada que ocorre aleatoriamente, que é definida por algum dos tipos de distribuição de probabilidade. É ressaltado ainda, que a quantidade de usuários no sistema não afeta a chegada de clientes por ser um processo determinístico.

2.3.1.2 Formas de atendimento

Segundo Andrade (2004) esse processo caracteriza-se por ter ponto de atendimento, que podem ser um ou mais, e em cada um desse pontos estão presentes um ou mais canais para atendimentos que são chamados de atendentes. Se na instalação apresentar apenas um ponto de atendimento, o canal de atendimento é considerado em série, e quando apresentam-se mais de um ponto de atendimento é considerado como canais de atendimentos em paralelos. Na elaboração de um modelo de filas, é necessário caracterizar esta condição. A maioria dos modelos em que se considera um ponto de atendimento é com um ou mais canais.

Da mesma forma que a taxa de chegada, também utiliza uma distribuição probabilística para determinar o tempo de atendimento dos clientes e usualmente utiliza-se a mesma

distribuição da taxa de chegada, que na maioria das vezes é Poisson ou exponencial. (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

Geralmente nos modelos de fila cada atendente tem a capacidade de atender apenas um cliente por intervalo de tempo e de forma similar a taxa de chegadas de clientes, a quantidade de clientes que estão no sistema não irá alterar o tempo no atendimento. (ARENALES, *et al* 2007).

2.3.1.3 Disciplina da Fila

De acordo com Chwif e Medina (2007), esse é um fator muito significativo que deve ser exemplificado por um modelo de fila, pois ele determina quais são as ordens de atendimento dos clientes que estão no sistema. Os modelos mais utilizados para determinar a disciplina da fila são os apresentados a seguir (lembrando que cada sistema pode ter seus critérios e prioridades específicos):

- FIFO: do inglês *first in, first out* que quer dizer que o primeiro cliente que entra será o primeiro que sair. Este modelo é usualmente utilizado caso o modelo não apresente essa característica;
- LIFO: do inglês *last in, first off*, que quer dizer que o último cliente a entrar será o primeiro a sair.

2.3.1.4 Termos e considerações para os modelos

Para que se possa ter um entendimento dos modelos de filas, deve ser levado em conta as variáveis randômicas e as fundamentais, apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Variáveis Randômicas e Fundamentais (continua)

Variáveis referente ao/a	Simbologia	Variável
Processo de Chegada	λ	Ritmo médio de chegada
	IC	Intervalo médio entre as chegadas
Processo de Atendimento	c	Capacidade ou quantidade de atendentes
	TA	Tempo médio de atendimento

Fonte: Adaptado de Prado (2004).

Quadro 1 – Variáveis Randômicas e Fundamentais (continuação)

Variáveis referente ao/a	Simbologia	Variável
Processo de Atendimento	μ	Ritmo médio de cada atendente
	NA	Quantidade média de clientes que estão sendo atendidos
Fila	NF	Quantidade média de clientes na fila
	TF	Tempo médio de permanência na fila
Sistema	TS	Tempo médio de permanência no sistema
	NS	Número médio de clientes na fila

Fonte: Adaptado de Prado (2004).

2.3.1.5 Distribuições

Para trabalhar com o sistema de filas é importante descrever os principais tipos de distribuições. A distribuição exponencial geralmente aparece nos sistemas de filas, ocorre de maneira aleatória, em que a chegada de um cliente não tem influência do atual instante ou tempo transcorrido desde a última chegada (ARENALES et al, 2007). A distribuição exponencial, além de demonstrar os intervalos entre as chegadas pode apresentar os tempos de serviço aleatório, sendo descritos quantitativamente nos modelos de fila. (TAHA, 2008).

Na distribuição de poisson é apresentado um tipo de sistema onde os clientes chegam no modelo e são servidos, conforme o estado do sistema, de uma forma que o modelo suposto em que os tempos de serviço e os intervalos de tempo entre as chegadas apresentam uma distribuição exponencial, a distribuição de Poisson representará a quantidade de usuários que chegam e que serão servidos ao longo do tempo (ARENALES et al, 2007).

Segundo Navidi (2012), distribuição weibull tem como vantagem ser muito flexível, tendo a capacidade de assumir uma variedade considerável de formas, muito utilizada para modelagem de tempos de processos ou tempos até a falha de componentes mecânicos e elementos estruturais. Já a distribuição binomial, é adequada para demonstrar situações onde os resultados de uma variável aleatória têm a possibilidade de serem agrupados em apenas duas categorias, ou classes.

Uma das mais importantes distribuições estatísticas é a normal, pois ela representa a frequência de muitos fenômenos naturais, pode ser utilizada como aproximação da distribuição binomial, quando o numero de amostras é grande, e as médias e proporções de grandes amostras seguem a essa distribuição (NAVIDI, 2012).

2.4 Modelos de Filas

Para explicitar matematicamente sistemas de filas são utilizados modelos de filas, e a partir deles são criados alguns índices que apresentam o desempenho do sistema que foi modelado. É utilizado uma notação para que se nomeie os modelos. Geralmente utiliza-se a de Kendall-Lee, notação a qual é representada como: A/B/s/K/N/Z. Onde o A simboliza a distribuição da forma de chegada; B simboliza a distribuição do tempo de atendimento; s apresenta a capacidade dos servidores; K é a maior capacidade de serviços do sistema; N é o número da quantidade de clientes e Z a disciplina da fila. Usualmente os três últimos elementos são omitidos, já que normalmente eles são fixos, onde o K é ilimitado, N infinito e para Z considera-se o FIFO. Porém caso tenha alguma condição diferente dessas, utiliza-se a equação completa. (ARENALES *et al*, 2007).

Segundo Arenales et al, (2007), geralmente um modelo procura gerar quatro indicadores básicos que apresentam o desempenho do modelo, esses indicadores são:

- L: ele representa o número de clientes esperando no sistema de filas;
- Lq: indica o comprimento esperado da fila;
- W: apresenta o tempo de espera no sistema;
- Wq: apresenta o tempo de espera na fila.

2.4.1 Modelo M/M/1

O modelo M/M/1 é um dos mais simples de fila, a forma de atendimento e seus processos de entrada são oferecidos de uma distribuição aleatória, poisson e exponencial, esse modelo apresenta apenas um atendente (S=1). Nele é utilizado uma fila infinita e o sistema em estado estável (SOARES, 2016).

Quadro 2 - Modelo M/M/1, fórmulas dos indicadores de desempenho

Indicador	Fórmula
Quantidade de clientes esperado	$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$
Comprimento da fila esperado	$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$
Tempo de espera no sistema	$W = \frac{1}{\mu - \lambda}$
Tempo de espera na Fila	$Wq = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$

Fonte: Adaptado de Hillier e Lieberman, 2013

Onde λ representa a taxa média de chegada dos clientes, μ a taxa média de atendimento e ρ é a taxa média de chegada dos clientes dividido pela taxa média de atendimento.

Para esse modelo ainda faz se necessário o cálculo da probabilidade de não existirem clientes no sistema (P_0) que é representado por “ $P_0 = 1 - \rho$ ”, de chegar algum cliente no sistema e ter que aguardar atendimento ($P(Wq > t)$) que pode ser calculada por “ $P(Wq > t) = \rho e^{\mu(1-\rho)t}$ ” e de ter uma quantidade n de clientes no sistema “ $Pn = \rho^n P_0$ ”. Utilizando esses indicadores é possível identificar o desempenho do sistema pelo modelo. (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

2.4.2 Modelo M/M/s

Similar ao modelo M/M/1, o modelo M/M/s contém atendimento de chegada com distribuições aleatórias, no caso, (Poisson e exponencial), utiliza o sistema de fila infinita e o sistema FIFO. A diferença principal é que não tem limitação a somente um atendente, logo, $s > 1$. A partir disso sabemos que os valores de ρ e μ serão constantes, por esse motivo tem se a criação da variável “ μ_n ” que é utilizada para representar a taxa média de atendimentos terminados, isso para um sistema global, ou seja, com $s > 1$ e $n > 1$, com a taxa de atendimento tendo um comportamento. “ $\mu_n = n\mu$ quando $n \leq s$, e temos $\mu_n = s\mu$ quando $n \geq s$. O estado estável nesse tipo de modelo ocorre quando $\rho = \frac{\lambda}{s\mu} < 1$. (HILLIER; LIEBERMAN, 2013)

Quadro 3 - Modelo M/M/s, fórmulas dos indicadores de desempenho

Indicador	Fórmula
Quantidade de clientes esperado	$L = Lq + \frac{\lambda}{\mu}$
Comprimento da fila esperado	$Lq = \frac{P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^2 \rho}{s!(1-\rho)^2}$
Tempo de espera no sistema	$w = Wq \frac{1}{\mu}$
Tempo de espera na Fila	$Wq = \frac{Lq}{\lambda}$

Fonte: Adaptado de Hillier e Lieberman, 2013

Onde λ representa a taxa média de chegada dos clientes, μ a taxa média de atendimento e ρ é a taxa média de chegada dos clientes dividido pela taxa média de atendimento.

2.4.3 Modelo M/Ek/1

Nesse modelo temos uma diferença por sua forma de entrada ser pela distribuição de Erlang, que tem os processos de atendimentos com uma variação de tempo, apresentada pelo fator k . O valor representado por k , vai gerar uma variabilidade nos tempos de atendimento se relacionado à média de distribuição (SOARES, 2016).

Segundo Soares (2016), nesse tipo de distribuição, a de Erlang, consideram-se o μ (taxa média de atendimento) e o k (parâmetro de forma da distribuição), que deve ser inteiro, como os dados principais para a caracterização da distribuição probabilística. Essa distribuição tem a vantagem de englobar uma grande quantidade de distribuições probabilísticas, o que possibilita uma boa aproximação para os sistemas reais de atendimentos ou filas. Podem ser observados as fórmulas dos indicadores de desempenho no Quadro 4.

Quadro 4 - Modelo M/Ek/1, fórmulas dos indicadores de desempenho

Indicador	Fórmula
Quantidade de clientes esperado	$L = \lambda W$
Comprimento da fila esperado	$Lq = \frac{1+k}{2k} \frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)}$
Tempo de espera no sistema	$W = Wq + \frac{1}{\mu}$
Tempo de espera na Fila	$Lq = \frac{1+k}{2k} \frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)}$

Fonte: Adaptado de Hillier e Lieberman, 2013

Onde λ representa a taxa média de chegada dos clientes, μ a taxa média de atendimento. Esse tipo de distribuição é muito genérica, e para cada caso é necessário a aplicação de teorias numéricas avançadas para determinar os valores referentes aos parâmetros das equações. (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

2.5 Modelagem e Simulação

De acordo com Ferreira *et al* (2000), o mercado anda muito competitivo, e as vezes um concorrente descobre uma maneira de desenvolver o mesmo produto ou serviço, porém de uma maneira bem mais em conta. Pereira Júnior e Fernandes (2006) demonstram que algumas ações que podem ser tomadas pelas empresas para enfrentar essa competitividade podem ser: diminuir o tempo de atendimento, cumprir os prazos de entrega, controlar bem os padrões de qualidade, reduzir custos e ter uma boa flexibilidade de saída.

A partir dessas observações, exigências e uma grande variedade de sistemas de produção, podemos pressupor como a modelagem é difícil e complexa em seu tratamento analítico. Visto que cada sistema de manufatura e serviço tem um tipo de cenário, a complexibilidade do modelo aumenta ainda mais. Isso fez com que a simulação se tornasse uma ferramenta importante e poderosa, cada vez com maior aderência pelas instituições. (PRADO, 2009).

Nos últimos anos a informática e a capacidade dos computadores evoluíram muito, o que gerou também uma grande evolução da simulação, que começou a ser cada vez mais utilizada, pois com o desenvolvimento dos hardwares e softwares, os programas se tornaram mais rápidos e fáceis de serem utilizados. (BANKS, 2000; PASTORE, *et al.*, 2010).

Segundo Freitas Filho (2008) a simulação não é apenas fazer um modelo, vai muito além disso, a partir dela deve ser possível analisar como um sistema se comporta, criar hipóteses, e observar o que uma alteração geraria no sistema, para assim gerar o melhor cenário.

O tipo de sistema que se deseja estudar, além dos seus elementos é algo que a modelagem e simulação é muito dependente, pois são através deles que serão possíveis elaborar hipóteses e teorias a partir do comportamento observado, onde poderemos encontrar os gargalos e assim fazer alterações nos modelos para encontrar possíveis soluções (ALVES 2012).

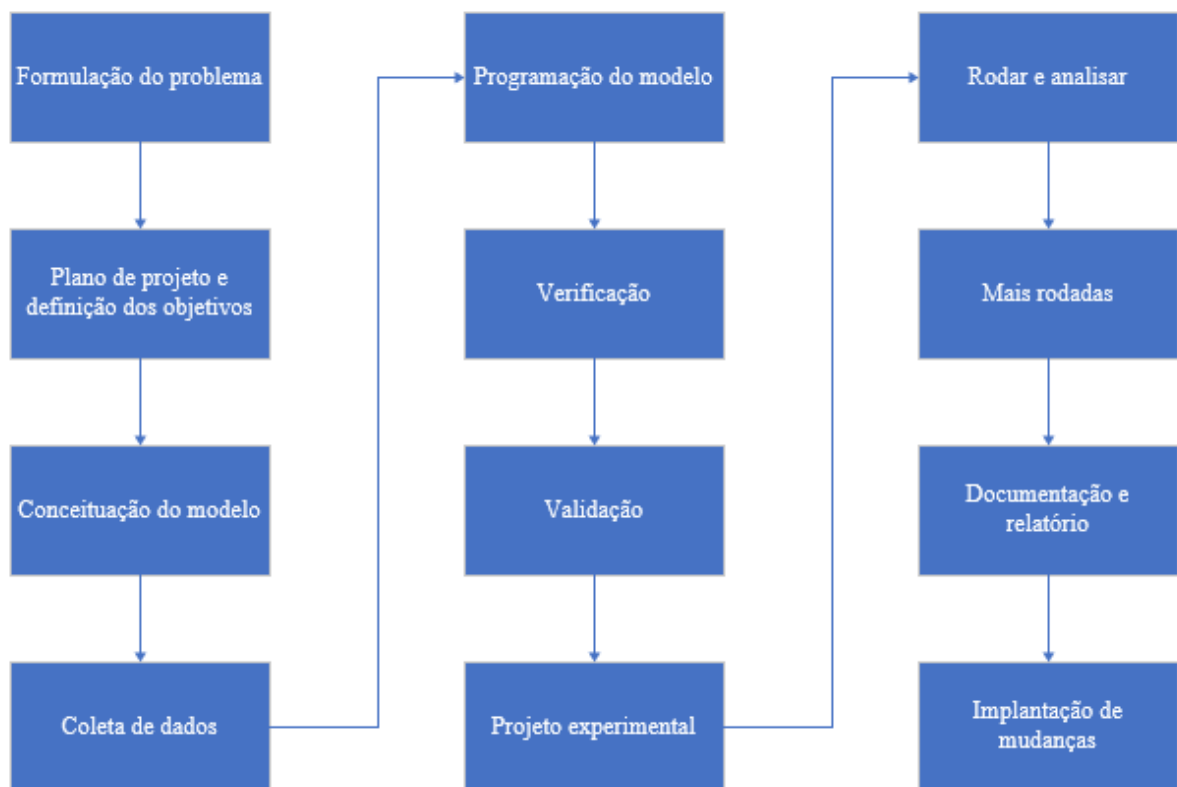
Para montar um sistema de modelagem e simulação, algumas etapas devem ser seguidas. Vários autores elaboraram as etapas para realização de um modelo de simulação. Segundo Banks (2000) deve se seguir doze etapas, que são descritas como:

1. Formulação do problema: se dá através de uma pesquisa do local para entender qual a dinâmica do sistema real em questão, ou seja, entender o problema.
2. Plano de projeto e definição dos objetivos: faz-se um planejamento de como trabalhar, e quais os objetivos que serão alcançados.
3. Conceituação do modelo: é formulado um modelo simples e básico do sistema, para posteriormente ser alterado até que se aproxime ao máximo do sistema real.
4. Coleta de dados: nessa etapa são coletados os dados necessários para que o modelo pareça e funcione o mais próximo possível do real.
5. Programação do modelo: é quando passa o modelo para a linguagem do software.
6. Verificação: nessa etapa, verifica-se a presença de algum erro na programação.
7. Validação: é a comparação do modelo com o sistema real, ou seja, compara-se as informações obtidas no modelo com as informações que se obtém do sistema real.

8. Projeto experimental: com o modelo o mais próximo possível do sistema real, começa a realização de possíveis alterações na tentativa de alcançar os objetivos especificados e melhorar o sistema.
9. Rodar e analisar: são feitas o número necessário de replicações do modelo para avaliar os resultados.
10. Mais rodadas: analisa a necessidade de realizar outras replicações ou alterações no modelo, caso seja constatado como necessário, volta-se para o passo 8 ou 9.
11. Documentação e relatório: são coletados todos os resultados fornecidos pelo modelo para serem apresentados.
12. Implantação de mudanças: Nesse trabalho não serão realizadas implantações no sistema real, apenas no modelo simulado.

As etapas estão representadas no fluxograma da Figura 3.

Figura 3: Fluxograma Etapas Para Modelagem e Simulação



Fonte: adaptado de Banks (2000)

2.5.1 Sistemas

De acordo com Prado (2009), o sistema consiste em vários objetos juntos, onde observa-se algum tipo de ligação ou interdependência. Importante ressaltar que para a

realização de um trabalho que envolva a simulação é fundamental entender de forma clara o que é um sistema.

Trazendo para o lado mais prático, para entender o significado de sistema é necessário que saiba o objetivo daquilo que vai ser estudado. No caso de uma farmácia por exemplo, pode-se estudar todo o sistema da farmácia ou apenas o atendimento dos caixas. Delimitar um certo limite vem da necessidade do que se pretende obter com o estudo, essa limitação é muito importante para a simulação, pois nem sempre o objetivo do estudo está ligado a toda a cadeia, então, delimitando pode se ter menor número de dados a serem levantados, e maior rapidez na execução. (FREITAS FILHO, 2008).

Segundo Duarte (2003), as interdependências entre cada elemento do sistema podem ser consideradas moderadas ou simples, algo que está relacionado com a quantidade de variáveis.

Para Andrade (2007), é necessário entender o tipo de interação entre os sistemas do modelo e sua performance. Na realização da construção de um modelo, terão algumas variáveis, na qual esse autor dividiu em três categorias, sendo de suma importância a identificação e compreensão delas. Temos as variáveis de resposta, também nomeadas como desempenho ou saída, essas variáveis apresentam as respostas que são fornecidas pelo sistema, sendo assim, são dependentes do sistema. As variáveis de decisão diferentemente das de resposta, são independentes do sistema, pois a partir delas controla-se o sistema, criando novas possibilidades de cenários de acordo com as necessidades e objetivos. E tem-se também as variáveis de estado, que como o próprio nome já diz, apresentam o estado do sistema em qualquer ponto do tempo.

2.5.2 Elementos do Sistema

Os sistemas apresentam elementos que demonstram onde, quando, quem, o que e como ocorre o processamento da entidade na simulação. (ALMEIDA FILHO, 2006). Segundo Freitas Filho, esses elementos podem ser definidos como:

- Entidades: esses serão os itens que vão ser processados no sistema, que pode ser um produto, um cliente entre outras possibilidades. Podem ser dinâmicas, quando se movimentam no sistema, ou estática, apenas servindo a outras entidades;
- Atividades: são as atividades feitas no sistema que apresentam algum tipo de envolvimento com o processamento das entidades;

- Eventos: é algo que acontece no sistema, que pode ser programado ou não programado, e irá acarretar em uma alteração no estado do sistema;
- Atributos: é uma característica específica de uma entidade, que as definem totalmente. Os atributos além de caracterizar as entidades, podem permitir a obtenção de estatísticas importantes sobre o comportamento do sistema que está sendo estudado;
- Recursos: apresenta o que é necessário para a realização de uma atividade. Como por exemplo um sistema de pesagem, que necessita de uma balança e uma pessoa simultaneamente.

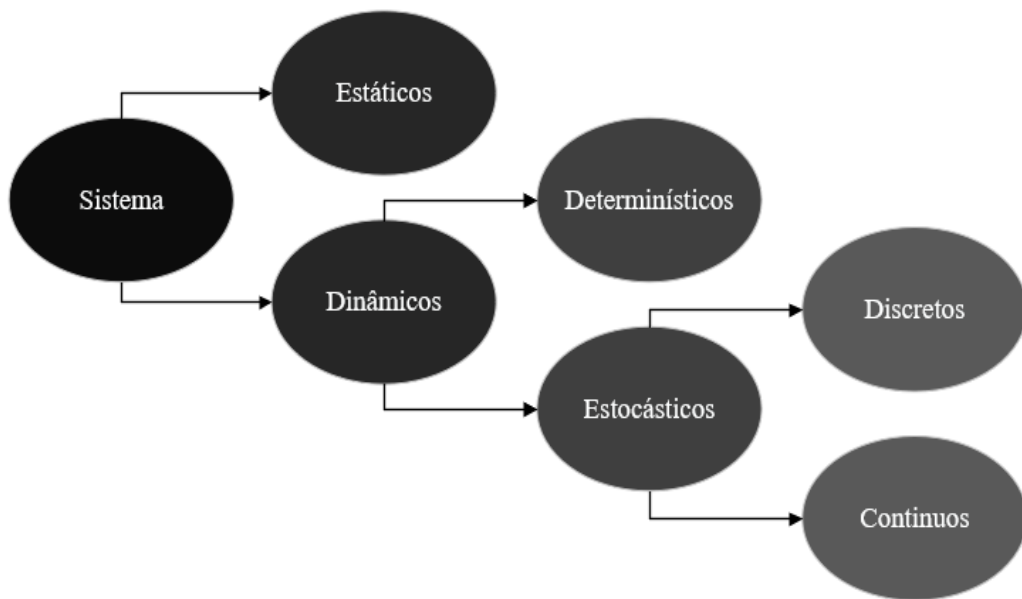
2.5.3 Classificação dos modelos de Simulação

Para facilitar o entendimento, Law e Kelton (1991) e Duarte (2003) classificaram os modelos matemáticos de simulação como pode ser observado na Figura 4 e nos tópicos:

- Modelos estáticos: esses modelos têm por característica a possibilidade de descrição do estado do sistema apenas em dado momento. Geralmente não estão envolvidos com a variável tempo;
- Modelos dinâmicos: eles representam como fica o estado do sistema de acordo com o avanço da variável tempo. Usualmente utilizado para sistemas que sofrem mudanças com o tempo;
- Modelos determinísticos: é quando a simulação apresenta entradas e saídas constantes, visto isso, conclui-se que os resultados obtidos com a simulação serão sempre iguais;
- Modelos estocásticos: nesse tipo de modelo as entradas apresentam no mínimo uma variável de entrada, ou seja, são aleatórias. Como se tem uma variação nas entradas, obtém-se uma variação nas saídas, tendo se valores diferentes a cada simulação;
- Modelos contínuos: nesse tipo de modelo, conforme o tempo vai passando, vão tendo incrementos no modelo de forma contínua, sem mudanças bruscas;

Modelos discretos: nos modelos discretos, tem se uma variação nos incrementos conforme o passar do tempo, pois nesse modelo o avanço do tempo é procedido da ocorrência de um evento.

Figura 4 - Classificação dos modelos de simulação



Fonte: adaptado de Harrel, Ghosh e Bowden, (2000).

2.5.4 Linguagens de simulação

As linguagens de simulação surgiram por volta dos anos 40 para realização de testes em aviões e submarinos militares. Já na década de 50 começaram a ser utilizadas em áreas científicas na simulação de projetos e então com a comercialização de computadores compactos as linguagens de simulação ganharam mais força. Porém nessa época era importante o usuário ter um grande conhecimento de programação, ou então ter o auxílio de um programador (PRADO, 2010).

Na década de 60 começaram o surgimento das linguagens de simulação mais específicas. Porém do fim da década de 60 até metade da década de 70 houve uma certa estagnação nas linguagens de simulação. O principal motivo era a baixa memória apresentada pelos computadores da época. Já no fim de 1970 começou a ter um grande desenvolvimento nos computadores e uma grande disseminação, proporcionando grande difusão da área de simulação. Em 1980 a compactação dos computadores, sua popularização e melhorias nos *hardwares* possibilitaram o surgimento da simulação visual, que facilitou a modelagem do sistema e depuração do programa. (MÜLLER, 1992; PRADO, 2010).

Assim, atualmente pode-se observar a existência de várias linguagens de simulação, que muitas vezes são derivações das primeiras, ou então empresas que se fundiram para criar uma única linguagem, ou até mesmo empresas que compraram outras para o desenvolvimento de uma linguagem melhor. Um exemplo é a unificação do SIMAN e CINEMA que eram softwares

de simulação isolados e se unificaram em 1993, formando o software ARENA e em 1998 a Rockwell Software incorporou a *Systems Modeling*. (PRADO, 2010).

O Arena apresenta um ambiente gráfico que é integrado com a simulação discreta. Para se fazer a simulação pelo software, ele apresenta a estruturação e o modelo com base no SIMAN, que contém a escolha de módulos onde apresentam as características de tipos de processos a serem modelados, como por exemplo o módulo *Create* que serve para identificar as entradas de um produto. Através desses módulos, tornou-se possível que o sistema seja modelado por uma pessoa que não saiba desta linguagem, pois o Arena já apresenta os modelos, basta parametrizá-los de acordo com o sistema. (SAKURADA; MIYAKE, 2009).

A parte da animação se torna opcional, ela é herdada do software CINEMA, e é complementar ao SIMAN (PEIXOTO *et al.*, 2010). É importante ressaltar que de acordo com Prado (2010), além de todo o suporte para montar modelos de simulação, o Arena ainda possui duas ferramentas muito importantes, e que ajudam muito na solução de problemas, são elas:

- *Output Analyser*: faz uma análise de todas as saídas dos modelos, podendo demonstrar elas em gráficos, além de proporcionar comparações estatísticas;
- *Input Analyser*: faz uma análise de todas as entradas do sistema, permitindo a opção da análise dos dados reais para assim ter a opção de escolha da melhor distribuição estatística para o modelo e podendo utilizá-la direto no modelo.

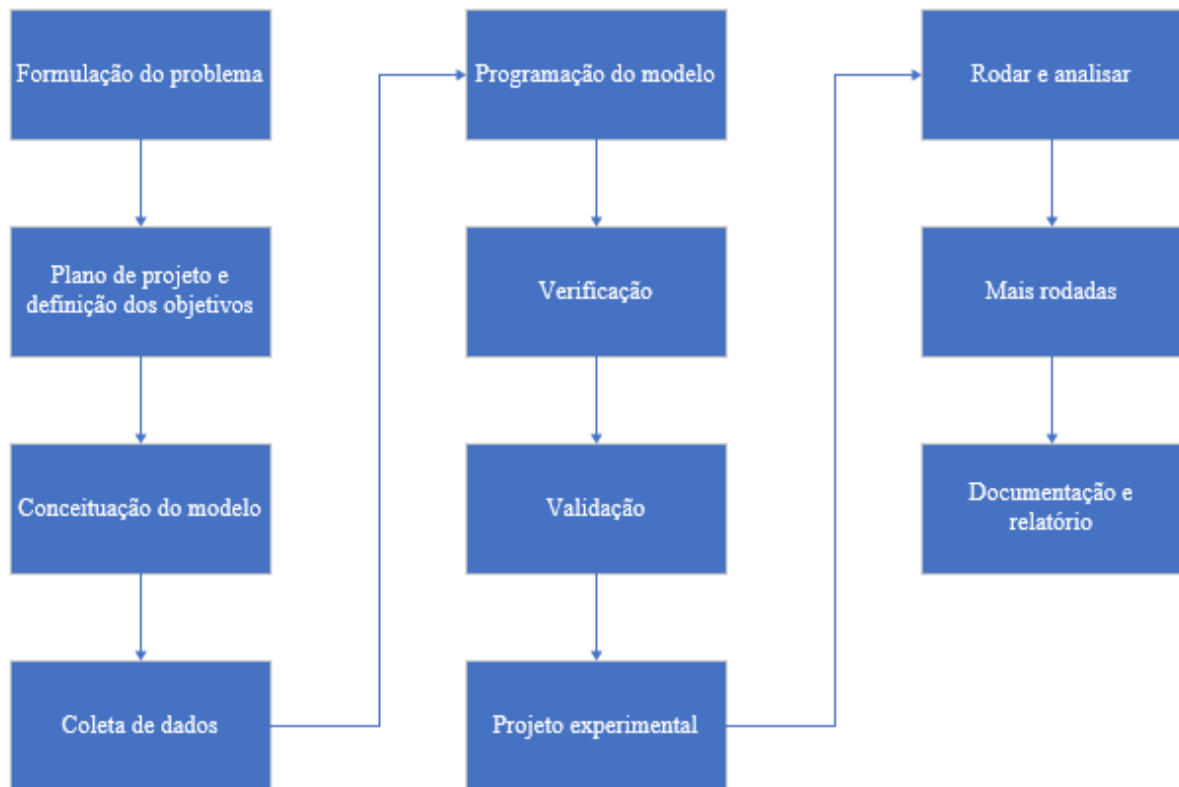
O cenário nacional infelizmente encontra-se em atraso a respeito da utilização de softwares de simulação se comparado com empresas europeias e norte-americanas. Isso pode ser explicado devido normalmente as licenças de softwares e profissionais capacitados apresentarem um custo alto para as empresas (CHWIF; MEDINA, 2007).

3 Metodologia

Segundo Bertrand e Fransoo (2002) esse estudo utiliza o método quantitativo: modelagem e simulação. A denominação como quantitativa vem do fato que são desenvolvidos indicadores de desempenho e controle para serem analisados, e que podem ser alterados (BERTRAND E FRANSOO, 2002; LEAL, 2008; MIRANDA, 2012).

De acordo com Bertrand e Fransoo (2002) a pesquisa desenvolvida é do tipo quantitativa, com base em um modelo por simulação, partindo de que um modelo pode ser construído exemplificando ou capturando um problema ou a forma como se comporta um processo real, resultando em tomadas de decisões pelos gerentes, gestores e/ou responsáveis. Esse método tem como maior objetivo demonstrar quais seriam os efeitos de mudanças em um sistema ou analisando seu desempenho, tendo grande utilização para resolver problemas de situações reais.

Na realização deste trabalho, seguiu-se como base as etapas elaboradas por Banks (Figura 3), porém as adequando para o problema. O autor do presente trabalho utiliza os serviços do restaurante, logo a formulação do problema foi algo que era notório a algum tempo. Foi feito um planejamento de como e quais dados seriam necessários ser coletados, para a partir deles modelar um sistema o mais próximo possível do real. Um modelo conceito foi montado para analisar se seriam necessários a coleta de mais algum tipo de dado que não havia sido planejado. Então foram coletados os tempos necessários, a coleta de dados foi realizada *in loco* com o auxílio de um cronômetro e uma prancheta para serem anotadas as observações relevantes. Na prancheta anotava-se o tempo em que o cliente entrava no processo e o tempo em que ele terminava esse processo, posteriormente esses dados foram colocados em Excel, onde os dados foram trabalhados, dando se o tempo gasto no processo e a quantidade de clientes. Com os dados obtidos, foi feito o tratamento deles, primeiramente os colocando no Input Analyser e analisando se estavam coerentes, para que com esses dados fosse montado o modelo no software Arena. Verificou se o modelo continha algum erro, e comparou os resultados obtidos com o que acontece na realidade, observando que eles estavam condizentes, considerando o modelo como válido. Realizou-se então alterações no modelo, buscando obter uma maior produtividade e eficiência do sistema, rodando e analisando os resultados até obter o sistema proposto, finalizando com a comparação dos resultados do modelo real com o do modelo proposto. Esse processo pode ser observado na figura 5.

Figura 5 – Etapas do Processo de Simulação

Fonte: Adaptado de Banks (2000)

4 Desenvolvimento

4.1 Descrição do Problema

Para realização desse trabalho, foi desenvolvido um estudo de caso em um restaurante universitário, com o objetivo de observar as características das filas existentes no sistema, desde a entrada do cliente, passando seu cartão para refeição, até o momento em que ele termina de servir a comida e pega a sobremesa.

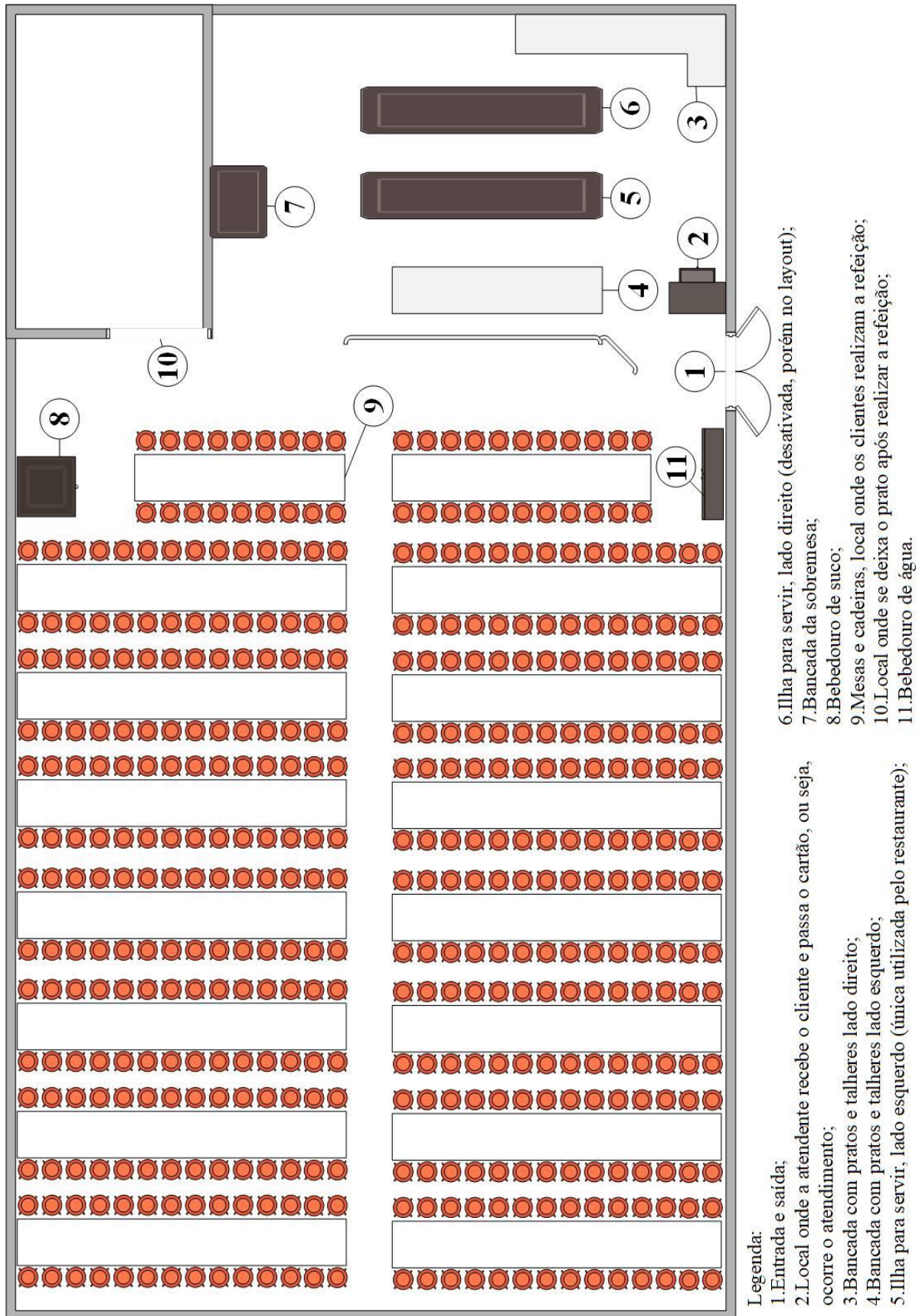
O restaurante estudado funciona da seguinte forma, o cliente chega com o seu cartão da universidade, e a atendente passa ele no sistema, não é aceito dinheiro no restaurante, a recarga do cartão é feito em outro ponto da universidade, fora do próprio restaurante fora dos limites do modelo abordado nesse trabalho. Após passar o cartão, o cliente pega a sua bandeja, prato e talheres, que ficam dispostos sobre bancadas.

Com os pratos e talheres em mãos, o cliente dirige-se em direção a ilha. Há apenas uma ilha funcionando, e essa ilha tem duas opções para se servir tanto pelo lado direito, quanto pelo esquerdo. O cliente seleciona o lado com menor fila e ele mesmo se serve. Na ilha tem sempre duas opções de saladas, arroz branco ou integral e feijão. Depois de se servir de acordo com sua preferência o cliente chega ao final da ilha, onde está o prato principal, opção vegetariana e o acompanhamento, nessa área tem um atendente que serve o prato com quantidades padrões para ambas opções. O cliente então escolhe se vai querer a sobremesa, se sim ele vai em direção a bancada onde tem sempre uma opção de doce ou fruta, e é servida por uma atendente em quantidade padrão.

Após pegar ou não a sobremesa o cliente escolhe se vai querer suco, se sim, ele se serve e depois escolhe um local para sentar, se não, apenas escolhe o local para realizar a refeição. Depois de terminar, deve-se deixar a bandeja com pratos e talheres em um local especificado e depois o cliente sai do restaurante.

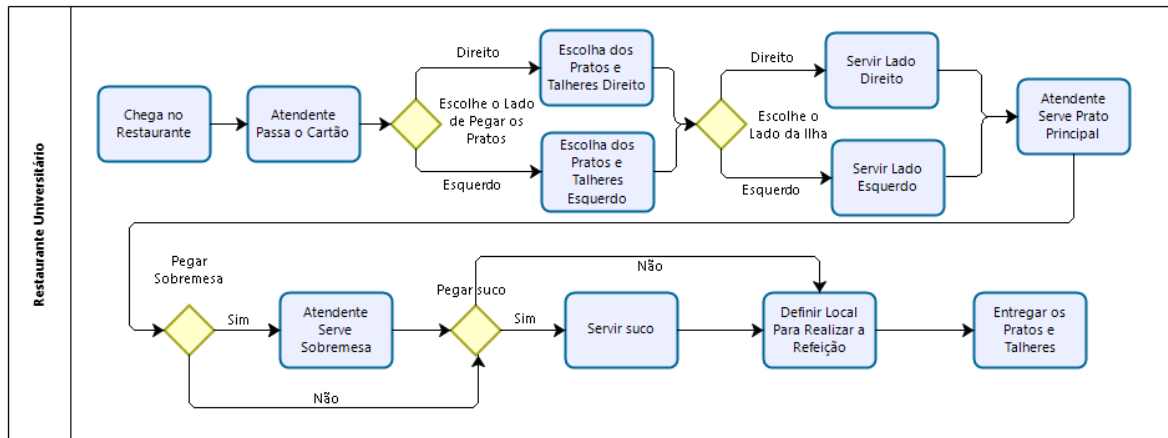
A Figura 6 representa o layout do Restaurante e a Figura 7 demonstra o fluxograma que o cliente realiza no restaurante.

Figura 6 – Planta do Restaurante Universitário



Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor, (2018)

Figura 7 – Fluxograma Cliente

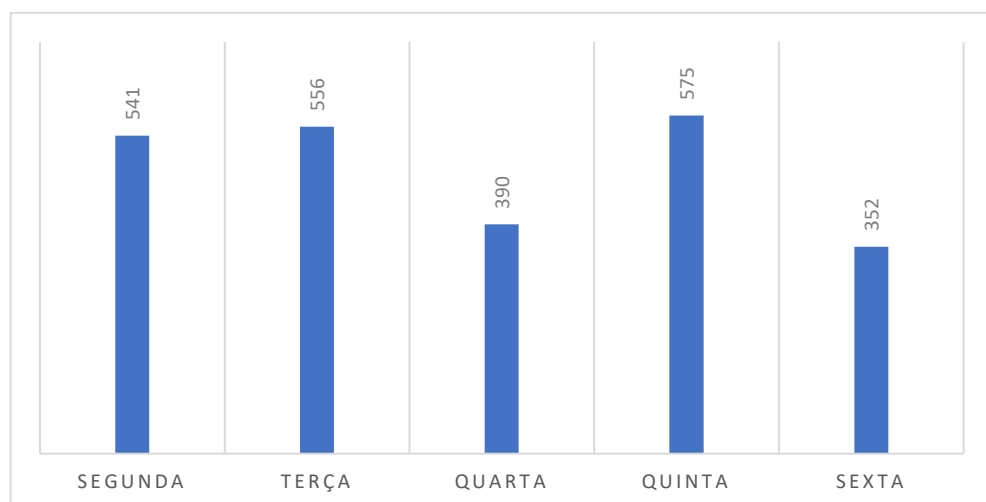


Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

4.2 Coleta e Análise dos Dados de Entrada

Foi realizada a observação in loco para a coleta de dados, visto que esse é o melhor método para análise e identificação de variáveis que se referem ao sistema de filas. Foi realizada a medida da quantidade de clientes que chegam durante o período das 11:00 às 12:00 horas durante o período de segunda a sexta. Esse horário foi selecionado pois é o momento em que terminas as aulas do período matutino, sendo o de maior fluxo (pico de demanda). A coleta foi realizada no mês de novembro, esses valores podem apresentar diferença caso forem coletados no início da no letivo ou então no final do semestre, já que apresentam sazonalidades. A partir dessa observação obtemos os dados expostos no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Quantidade de clientes por dia da semana

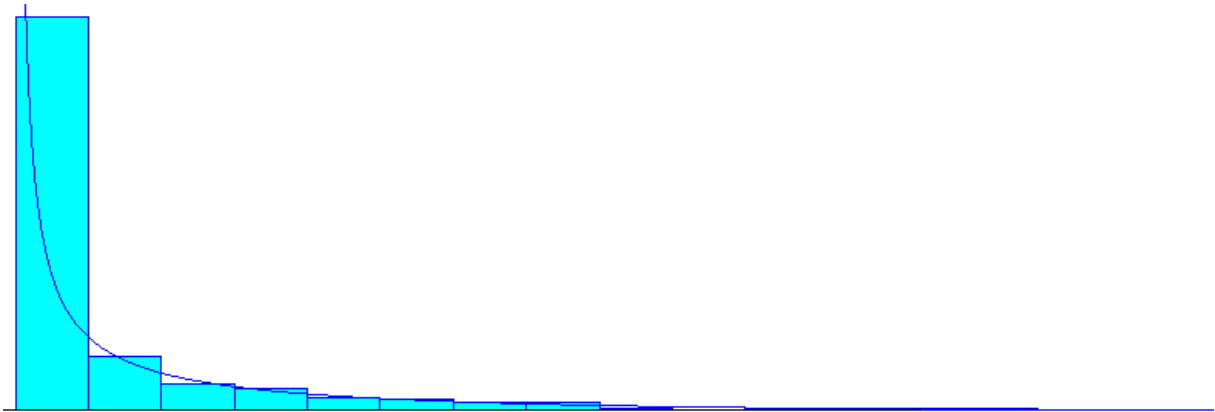


Fonte: Elaborado pelo autor, (2018).

A partir dos dados obtidos, foi utilizado os dados de taxa de chegada da quinta feira, já que é o dia de maior fluxo e conseqüentemente o dia que enfrenta maior problemas no sistema. Pode-se observar que segunda, terça e quinta-feira apresentaram valores próximos, logo temos grande semelhança nos dados e sistemas, não necessitando fazer um sistema para cada um desses dias. Durante o período de quarta e sexta, os fluxos foram menores e melhores acatados pelo sistema, que absorveu o fluxo de clientes de forma tranquila, não justificando a criação de um modelo específico para esses dias.

Depois de classificada o melhor dia para utilizar como base, a configuração de chegada de clientes foi tomada e os valores obtidos foram colocados no software Input Analyzer, que é uma extensão do Arena. O gráfico 3 gerado pelo Software, onde o próprio programa encaixa a distribuição que melhor se ajusta ao gráfico onde representa tempo x frequência.

Gráfico 3: Chegada de Clientes



Fonte: Elaborado pelo autor, (2018).

A expressão obtida através do programa foi a $-0.001 + 104 * \text{BETA}(0.209, 3.57)$ apresentando um p-value de 0,491 e um erro de 0,0011. A configuração utilizada no sistema para atender os clientes está exemplificada na Tabela 2.

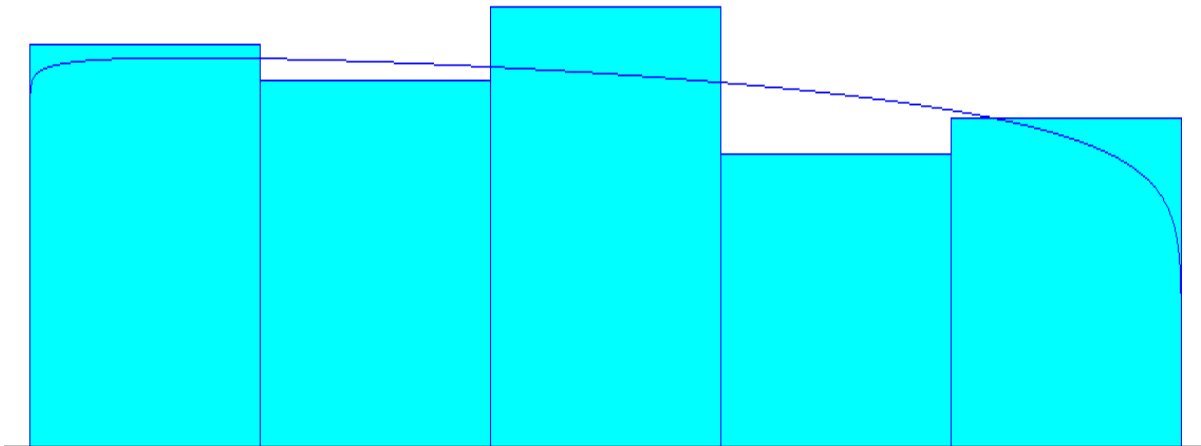
Tabela 2 – Configuração para atendimento

Características do sistema de filas	Característica do atendimento
Número de Estações de Serviço	1
Processo de atendimento	Uma fila e um servidor
Disciplina da Fila	FIFO

Fonte: Elaborado pelo autor, (2018).

No atendimento existe apenas uma estação de serviço, em que se tem uma atendente e uma única fila, isso durante todo o período de atendimento. Foi tomado o tempo de atendimento, e através do Input Analyser (gráfico 4) obteve-se a expressão $3.5 + 5 * \text{BETA}(1.02, 1.12)$, um p-value de 0,706 e um erro de 0,0028. O gráfico apresenta tempo x tempo de atendimento

Gráfico 4 – Input Analyser Tempo de Atendimento



Fonte: Elaborado pelo autor, (2018)

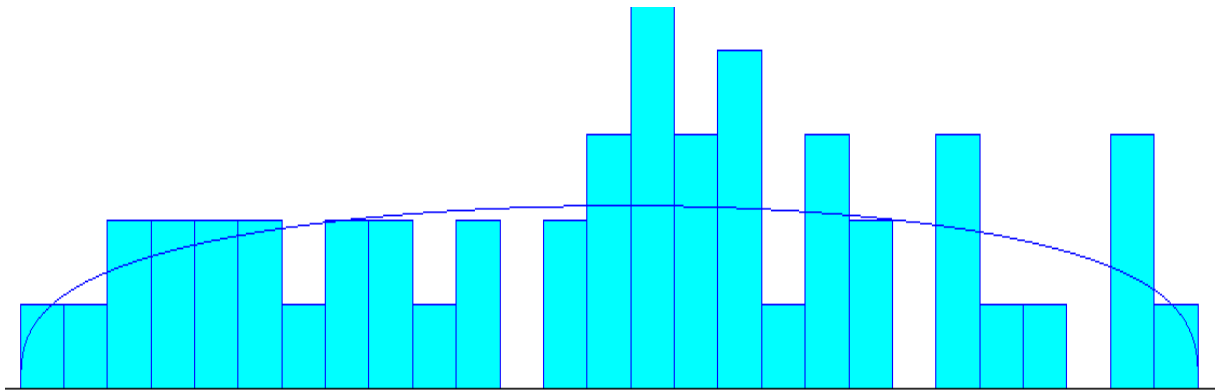
Após o atendimento os clientes pegam suas bandejas, pratos e talheres para depois se servirem. Essa parte do sistema apresenta filas também, e a sua configuração pode ser observada na tabela 3.

Tabela 3 – Configuração Processo de Pegar Bandeja

Características do sistema de fila	Característica do atendimento
Número de Estações de Serviço	2
Processo de atendimento	Duas filas e dois servidores
Disciplina da Fila	FIFO

Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor, (2018).

Nessa parte do sistema não tem um atendente, o próprio cliente pega a bandeja, prato e talheres, porém estes estão dispostos em duas bancadas, uma do lado direito e outra do lado esquerdo. O tempo utilizado para a pessoa pegar esses objetos foram coletados e utilizando o Input Analyser o Gráfico 5, apresentando a expressão $10.5 + 27 * \text{BETA}(1.34, 1.32)$, um erro de 0,013 e um p-value de 0,225. O gráfico representa tempo x tempo de pegar bandeja.

Gráfico 5: Input Analyser Tempo de Pegar Bandeja

Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor, (2018)

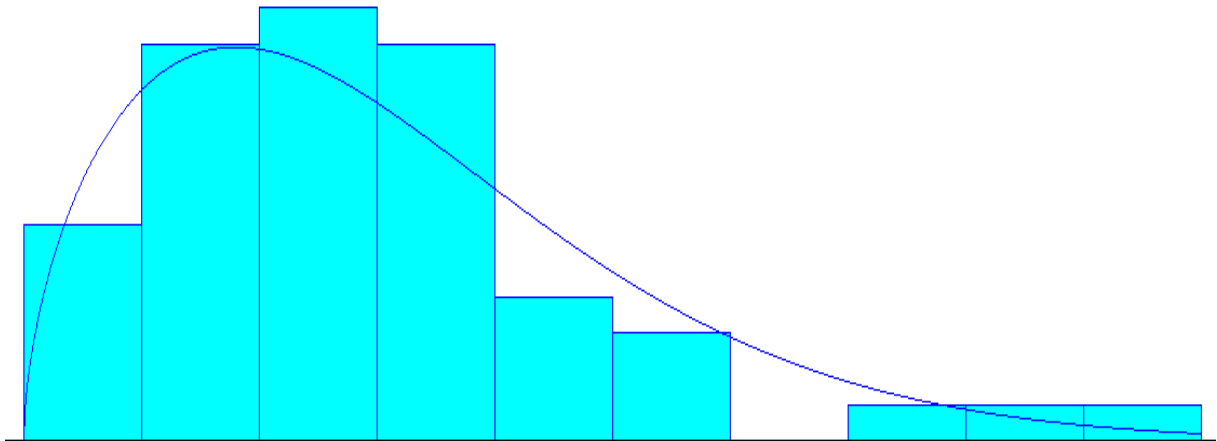
Depois de pegar os pratos, os clientes vão para a ilha se servir. No restaurante em que o estudo foi realizado, tem duas ilhas, porém apenas uma foi utilizada durante os dias em que foram coletados os dados. A ilha apresenta dois lados em que os clientes se servem. Sua configuração pode ser observada na Tabela 4.

Tabela 4 – Configuração Ilha Para Servir

Características do sistema de fila	Característica do atendimento
Número de Estações de Serviço	2
Processo de atendimento	Duas filas e dois servidores
Disciplina da Fila	FIFO

Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor, (2018).

A ilha possui um atendente apenas para servir a carne e o acompanhamento, para arroz, feijão e saladas, o próprio cliente se serve. Por esse motivo o processo em que tem um atendente foi medido separadamente do processo em que o próprio cliente se serve. Foi tomado o tempo que o cliente leva para se servir as saladas, o arroz e o feijão, e a partir do Input Analyser obteve-se o gráfico 6 o valor referente a expressão foi $33.5 + WEIB(22.8, 1.56)$, com o erro 0,0075 e o p-value 0,424. O gráfico representa tempo x tempo de servir.

Gráfico 6 – Input Analyser Tempo na Ilha

Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor, (2018)

Na sequência é servida a carne e o acompanhamento por uma atendente que fica na ponta da ilha. Nesse final da fila tem apenas 1 atendente que atende os dois lados da ilha. Apresenta a configuração expressa na tabela 5.

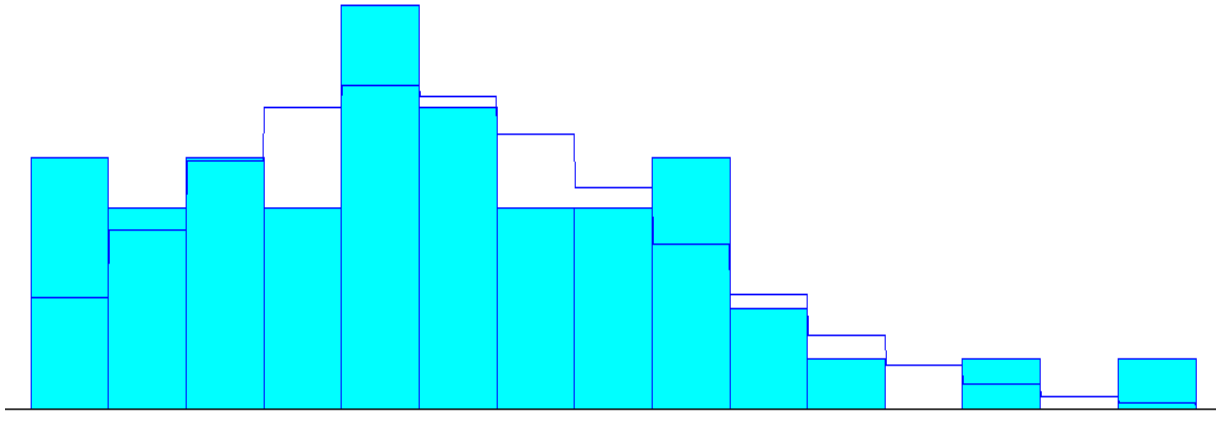
Tabela 5 – Configuração Servir o Prato Principal

Características do sistema de fila	Característica do atendimento
Número de Estações de Serviço	1
Processo de atendimento	Duas filas e um servidor
Disciplina da Fila	FIFO

Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor, (2018).

Os tempos coletados para o tempo em que a atendente leva para servir a carne e o acompanhamento apresentaram uma distribuição Poisson, e o gráfico gerado pelo Input Analyser está representado no gráfico 7, onde apresentou a expressão POIS(9.68), um p-value > 0,75 e o erro de 0,006. O gráfico apresenta os eixos tempo x tempo de servir prato principal.

Gráfico 7 – Input Analyser Servir Prato Principal



Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor, (2018).

Logo depois, os clientes que queiram podem pegar uma sobremesa, que pode ser um doce ou uma fruta. Esse procedimento possui uma atendente para servir. A configuração presente para servir a sobremesa pode ser observada na tabela 6.

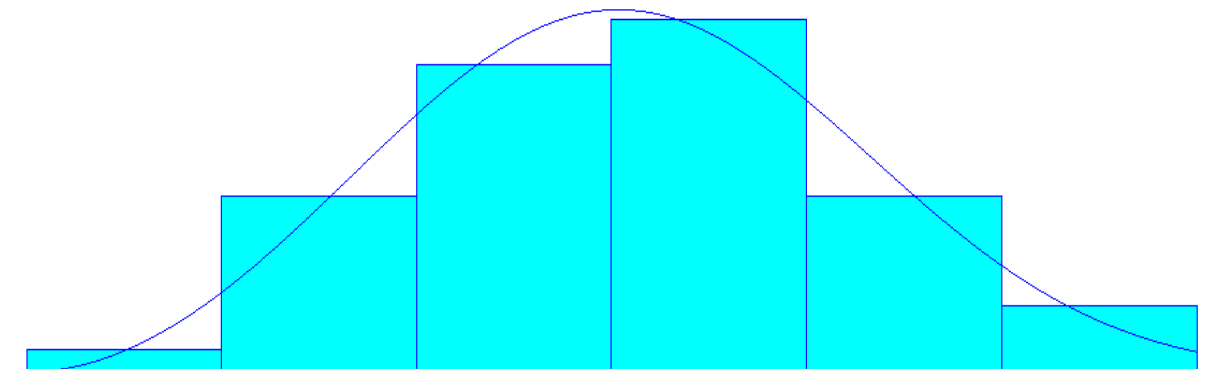
Tabela 6 – Configuração Sobremesa

Características do sistema de fila	Característica do atendimento
Número de Estações de Serviço	1
Processo de atendimento	Uma fila e um servidor
Disciplina da Fila	FIFO

Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor, (2018).

A partir dos dados obtidos no momento de servir a sobremesa obtemos a expressão $1.5 + WEIB(3.5, 2.93)$, o erro de 0,0008 e o p-value de 0,734, além do Gráfico 8 que apresenta tempo x tempo de servir a sobremesa.

Gráfico 8 – Input Analyser Servir a Sobremesa



Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor, (2018).

Quem não pega sobremesa já serve o suco, seleciona a mesa e senta, quem pega a sobremesa, faz o mesmo trajeto depois de servir o doce ou fruta. A Figura 4 representa a planta do Restaurante Universitário estudado, onde pode ser observado o layout do local.

4.3 Modelo Conceitual

Foi então elaborado um modelo conceitual, onde tem a chegada dos clientes, depois uma atendente que passa o cartão da pessoa. O cliente escolhe qual lado irá pegar seus pratos e talheres, e em seguida dirige-se até a ilha, onde decide se vai se servir pelo lado direito ou esquerdo. Após servir arroz, feijão e saladas, tem uma atendente na ponta da ilha que serve o prato principal e seu acompanhamento. Em seguida o cliente decide se vai servir a sobremesa. O modelo termina após esse processo por causa das limitações do software gratuito, como já foi explicado.

4.4 Aprovação do Sistema

No restaurante ocorre uma chegada de 575 pessoas no horário especificado (11:00 às 12:00), como o sistema suportou apenas a simulação de 1000 segundos, ou seja, 16 minutos e 39 segundos, as quantidades tomadas devem ser representadas em cerca de um quarto do seu valor. Durante a simulação, chegaram 144 clientes no sistema, o que está bem de acordo com o que ocorre. Foi observado também uma grande espera nos processos, que é o que realmente ocorre no sistema, e o que busca se solucionado.

Foi visto que o tempo para o cliente escolher os pratos e talheres é alto, o que realmente ocorre, pois eles não são padronizados e cada clientes seleciona o de sua preferência. Outro espera considerável ocorreu no momento em que o cliente se serve na ilha, e está de acordo com o sistema real, pois os clientes demoram na escolha do que servir e a quantidade. Para pegar o prato principal, e a sobremesa, o restaurante não apresenta muitos problemas, e isso foi bem exemplificado pelo modelo elaborado. Depois de constatados essas considerações, o modelo foi considerado válido.

4.5 Simulação do Sistema

Durante a coleta de dados notou-se que o processo de servir o suco, e de escolher um local para sentar não formavam filas, mas a princípio iriam ser colocados para completar o modelo. Porém, por o programa utilizado ser a versão gratuita para estudantes, ele suporta

apenas 150 entidades no sistema. Quando o sistema foi montado e executado, observou que não seriam possíveis rodar durante o período de 3600 segundos (1 hora) pois esse limite seria excedido. Então optou-se em rodar o modelo por um período de 1000 segundos (o mais próximo do máximo possível considerando a limitação da versão), e remover a parte de pegar suco e o tempo de refeição, tanto para liberarem espaço para o modelo, quanto que a grande maioria dos clientes demoram mais de 1000 segundos (16 minutos e meio) para realizar a refeição. Além de não serem formadores de fila, é claro.

A Figura 8 apresenta a imagem do modelo que foi montado no software da Rockwell, o Arena. Foi utilizada a versão gratuita para estudantes. Para a elaboração do modelo, foi inserido a expressão obtida no Input Analyser no módulo create, que representa a chegada dos cliente, em seguida no módulo proces, é representado o atendimento do cliente, que depois de passar o decide o lado que irá pegar os pratos, representado pelo decide, onde o cliente escolhe o lado de menor fila, realizando o processo de pegar os pratos, e em seguida realiza mais uma escolha (outro decide), que é qual lado da ilha ira se servir, logo realiza o processo de se servir e depois de ser servido pela funcionaria (prato principal), o terceiro decide representa a opção de servir ou não a sobremesa. As tabelas representas os dados inseridos nos modelos.

Tabela 7 – Parâmetros dos Processos

Processo	Expressão	Quantidade de Recursos
Atendimento	Gama	1
Pegar Prato esquerdo	Beta	1
Pegar prato direito	Beta	1
Lado Esquerdo Ilha	Weibull	1
Lado Direito Ilha	Weibull	1
Servir Prato Principal	Poison	1
Servir Sobremesa	Weibull	1

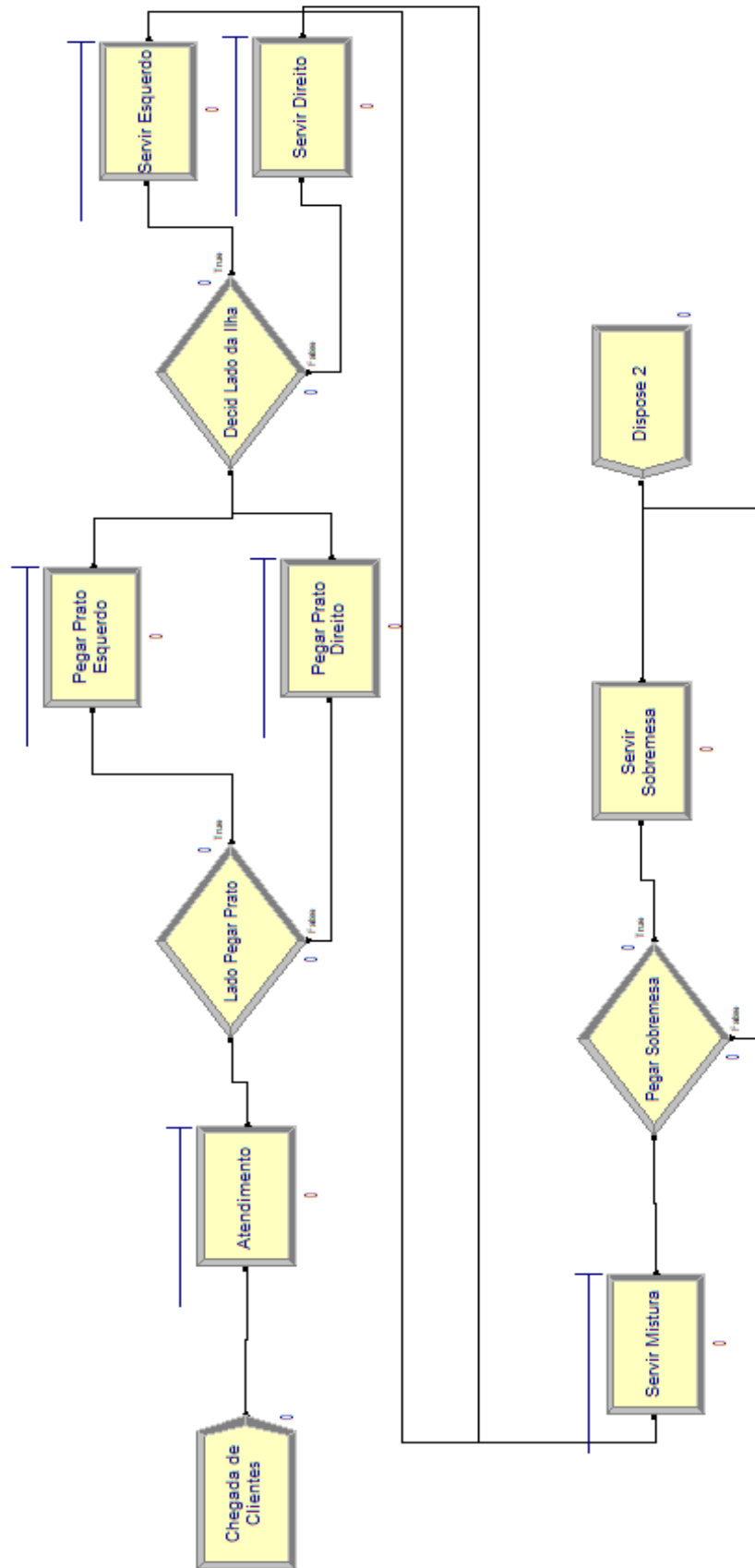
Fonte: Elaborados pelo autor (2018)

Tabela 8 – Parâmetros de Decisão

Decisão	Tipo	Condição
Lado Pegar Prato	Expressão	Menor fila
Lado de Servir	Expressão	Menor fila
Pegar Sobremesa	Porcentagem	0,84 pega sobremesa

Fonte: Elaborados pelo autor (2018)

Figura 8 – Modelo Real



Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor, (2018)

Com o modelo montado, a simulação foi rodada, e foi visto que representou como o sistema atual funciona. E através do que foi visualizado o tempo de atendimento médio é de 101,16 segundos e apresentando um máximo de 130,03. O tempo de espera, apresentou uma média de 368,76 segundos e um máximo de 738,08, o que é um valor muito alto, e exemplifica bem os problemas enfrentados pelos clientes. E o tempo dentro do sistema, lembrando que foi considerado do momento em que o cliente chega para passar seu cartão, até o momento em que ele pega a sobremesa, apresentou uma média de 468,92 segundos, e um tempo máximo de 831,61 segundos, valores muito altos. Na tabela 9 podemos observar esses dados.

Tabela 9 – Tempos Modelo Real

Tempo	Mínimo	Médio	Máximo
Atendimento	78,26	101, 16	130,03
Espera	0	368,76	738,08
Sistema	80,54	469,92	831,61

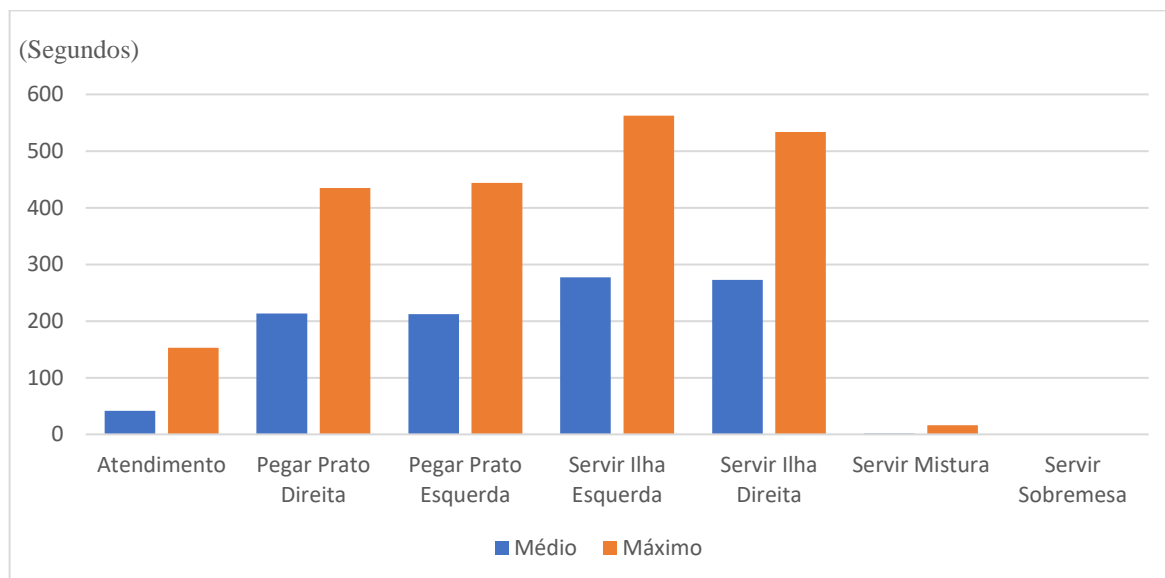
Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor, (2018).

Durante os 1000 segundos simulados chegaram 144 clientes, mas apenas 32 foram atendidos, e o número médio de clientes no sistema foi de 64, e o máximo 112. A Tabela 10 e o gráfico 9, apresentam o tempo na fila em cada parte do sistema, e partir dela podemos analisar onde ocorrem os gargalos dentro do restaurante.

Tabela 10 – Tempo na Fila Modelo Real

Tempo	Médio	Máximo
Atendimento	41,83	152,93
Pegar Prato Direita	213,52	434,7
Pegar Prato Esquerda	211,95	443,81
Servir Ilha Esquerda	277,07	562,55
Servir Ilha Direita	272,45	533,74
Servir Mistura	1,39	16,27
Servir Sobremesa	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor, (2018).

Gráfico 9 – Tempo em Fila Modelo Real

Fonte: Elaborado pelo autor, (2018). O maior tempo em fila apresentado no sistema é durante o processo em que as pessoas se servem na ilha, já que tem duas ilhas disponíveis, porém o Restaurante utiliza apenas uma delas. Outro problema é no momento de pegar os pratos e talheres, isso se justifica por eles não serem padronizados, e ocorre de haver algumas facas sem cortes e pratos de tamanhos diferentes, o espaço para pegar os pratos também são estreitos, isso gera um tempo maior para o cliente pegar esses objetos, pois busca escolherem os de sua preferência, o que consome tempo.

O atendimento gerou um tempo de espera em fila relativamente baixo, porém no sistema real ele sofre um pouco mais. O motivo é que, ele acaba por absorver os tempos de pegar pratos e o tempo na ilha, pois o restaurante não tem um grande espaço para absorver uma fila tão grande nesses processos, e acaba que a atendente segura um pouco a fila no momento de passar o cartão de refeição quando esses sistemas estão muito lotados.

O baixo tempo de espera no momento de servir a mistura e a sobremesa se justificam por serem processos muito simples e rápidos, não tendo grandes variabilidade, o cliente apenas escolhe a opção de carne e sai, e o ato de servir sobremesa além de não ser um recurso utilizado por todos os cliente, ocorre de forma simples e rápida, o cliente apenas escolhe o tipo de sobremesa e já abandona a área, não apresentando filas, como pode ser observado pela tabela e pelo gráfico.

Esses fatos apresentados para a tabela 8, também explicam os valores apresentados na tabela 11, que apresenta o número de clientes médio e máximos que ficaram na fila em cada momento do sistema.

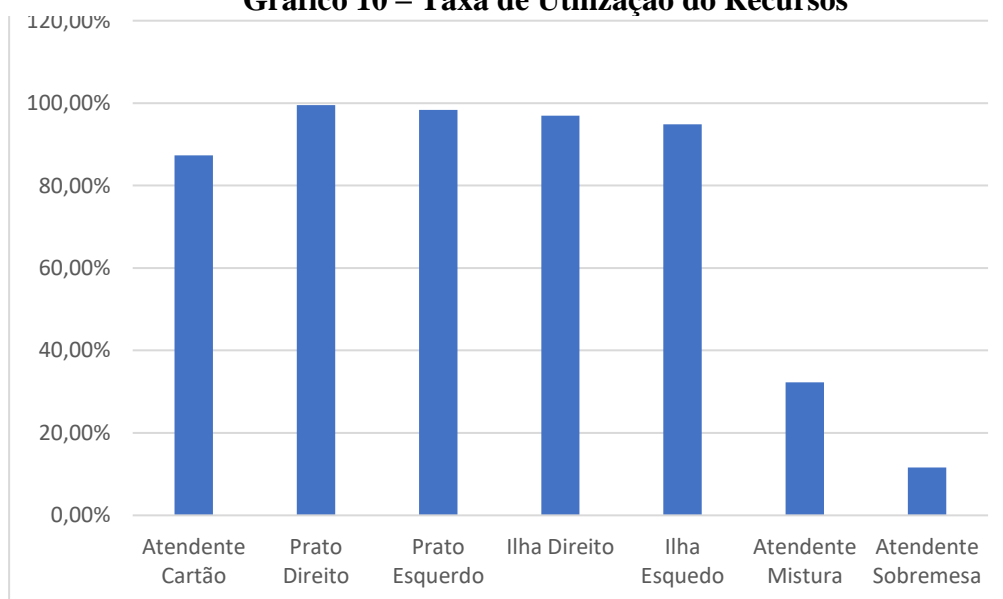
Tabela 11 – Número de Clientes na Fila do Sistema Real

Processo	Médio	Máximo
Atendimento	5,99	27
Pegar Prato Direita	15,19	29
Pegar Prato Esquerda	14,85	29
Servir Ilha Esquerda	11,76	24
Servir Ilha Direita	11,37	23
Servir Mistura	0,04	1
Servir Sobremesa	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor, (2018).

Outro dado importante fornecido pelo Arena é a taxa de utilização dos recursos do sistema que podem ser observados no Gráfico 10.

Gráfico 10 – Taxa de Utilização do Recursos



Fonte: Elaborado pelo autor, (2018)

As taxas de utilização dos recursos encontradas também foram de um alto valor muito alto. Chegando próximo dos 100% para a ilha em ambos os lados e pegar o prato, também em ambos os lados. A atendente que passa o cartão teve uma utilização expressiva, porém não chegou a 90%, e as atendente de mistura e sobremesa apresentaram uma taxa de utilização bem baixas, como era esperado.

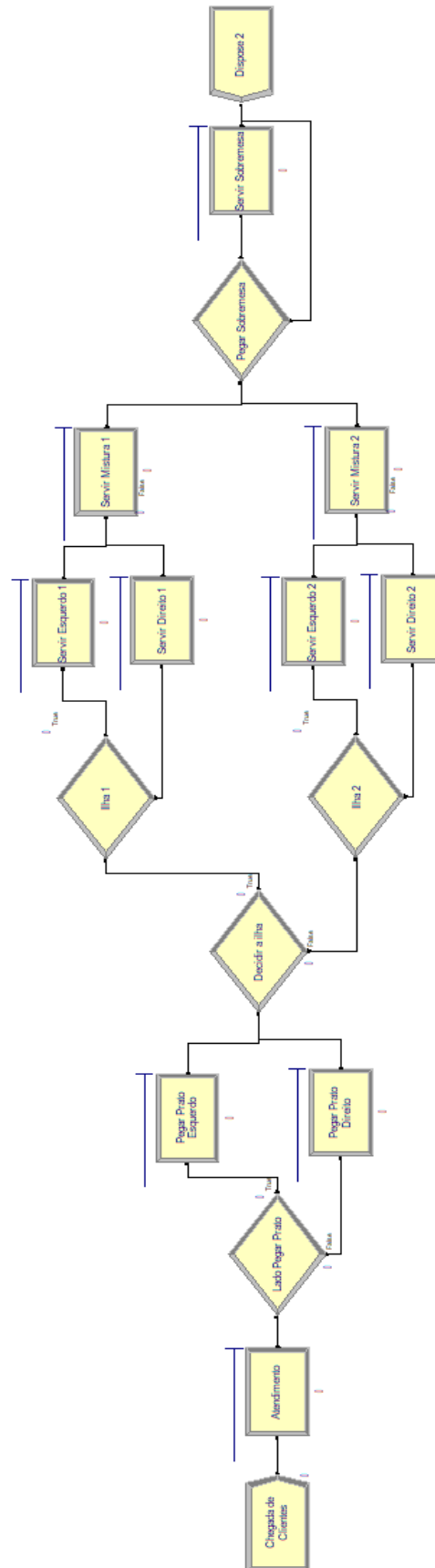
4.6 Propostas de melhorias

Diante dos resultados obtidos com a simulação, observou-se que os processos que necessitam de uma atenção maior são os de pegar o prato e talheres e o de servir na ilha. Para tais algumas propostas foram estudadas e aplicadas no modelo.

Para o processo de pegar o prato, colocou-se os pratos e talheres como padrão, ou seja, todos os pratos e talheres iguais e pré montados, em kits prontos, ou seja, o cliente iria chegar no local e já estaria a bandeja, o prato e os talheres prontos, sem necessidade de escolha assim não teria a necessidade de o clientes gastar tempo escolhendo qual a melhor opção, e além disso, deixar o local com um pouco mais de espaço, para que o cliente possa ter maior facilidade no acesso.

Em relação aos problemas enfrentados na ilha, utilizou-se a outra ilha, que está inclusive no layout do restaurante, só não era utilizada. Como é um Restaurante Universitário, o mando do restaurante funciona sob forma de licitação por um determinado tempo, a ilha era utilizada pela antiga empresa que administrava o restaurante, por isso está presente no estabelecimento. Considerando as alterações, o modelo ficou da seguinte maneira (Figura 9).

Figura 9 – Modelo Proposto



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

As tabelas 12 e 13 representam os parâmetros para os processos após serem alterados, como o processo de pegar o prato por exemplo, e apresentam os que foram adicionados, como a nova ilha e atendente.

Tabela 12 – Parâmetros Processos do Modelo Proposto

Processo	Expressão	Quantidade de Recursos
Atendimento	Gama	1
Pegar Prato esquerdo	Constante	1
Pegar prato direito	Constante	1
Lado Esquerdo Ilha 1	Weibull	1
Lado Direito Ilha 1	Weibull	1
Lado Esquerdo Ilha 2	Weibull	1
Lado Direito Ilha 2	Weibull	1
Servir Prato Principal Ilha 1	Poison	1
Servir Prato Principal Ilha 2	Poison	1
Servir Sobremesa	Weibull	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Tabela 13 – Parâmetros Decisões do Modelo Proposto

Decisão	Tipo	Condição
Lado Pegar Prato	Expressão	Menor fila
Decidir Ilha	Porcentagem	50%
Ilha 1	Expressão	Menor fila
Ilha 2	Expressão	Menor fila
Pegar Sobremesa	Porcentagem	84%

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

A partir do modelo proposto, foi rodada uma nova simulação para analisar o efeito das mudanças no sistema, e se iriam impactar de maneira positiva o sistema. A tabela 14 apresenta a relação dos tempos de atendimento, espera e tempo total no sistema, e a partir dela podemos observar algumas melhorias em relação ao sistema real.

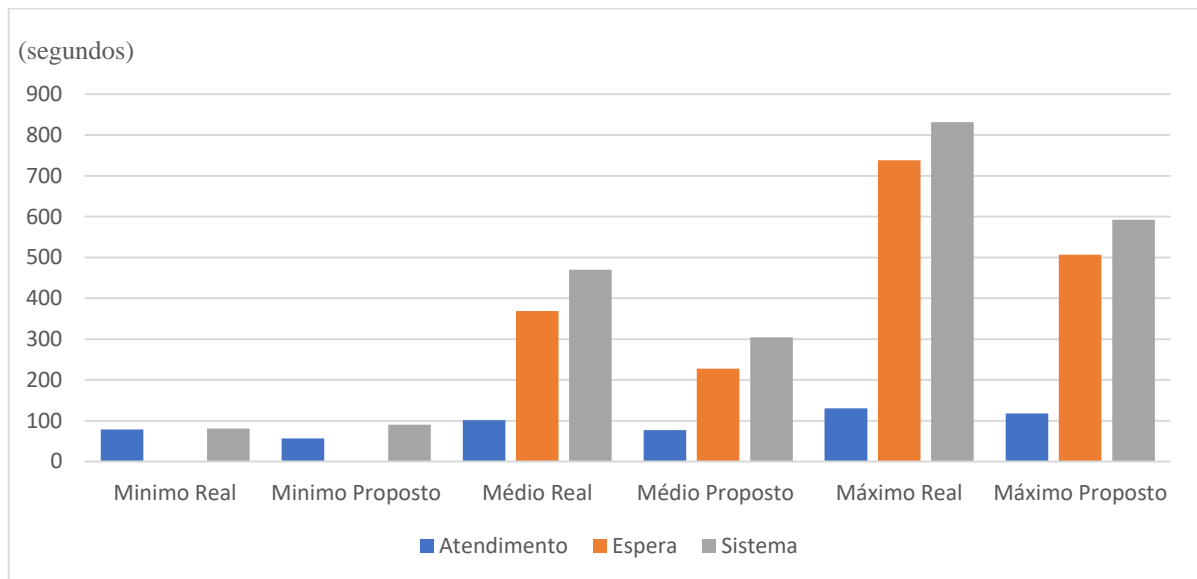
Tabela 14 – Comparação de Tempos

Tempo	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Atendimento	78,26	101,16	130,03	56,63	76,77	118,16
Espera	0	368,76	738,08	0	227,89	507,02
Sistema	80,54	469,92	831,61	90,33	304,67	592,06

Fonte: Elaborado pelo autor, (2018)

Comparando com os valores do modelo real (lado esquerdo), podemos ver uma redução em todos os tempos. Para o atendimento, o tempo médio do modelo proposto (76,77 segundos) ficou inferior ao que era o tempo mínimo de atendimento (78,26 segundos). O Tempo de espera médio caiu mais de 140 segundos e o tempo máximo passou de 738,08 segundos para 507,02 segundos, uma queda considerável. O Tempo médio no sistema apresentou uma redução de 165 segundos e o tempo máximo diminuiu em 239,55 segundos, como pode ser observado na tabela 14 e no Gráfico 11.

Gráfico 11 – Comparação dos Valores Entre os Modelos



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Na tabela 15 pode ser observado a diferença dos valores entre o sistema real e o proposto, para tal, pegou-se o valor do sistema real e subtraiu do proposto, logo os valores negativos, representam que o processo era mais rápido no modelo real, porém apresenta-se apenas um valor negativo, sendo mais que compensados pelos outros valores

Tabela 15 – Diferença de Tempos Entre os Modelos

Tempo	Mínimo	Médio	Máximo
Atendimento	21,63	24,49	11,87
Espera	0	140,87	231,06
Sistema	-9,79	165,25	239,55

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

No sistema proposto a chegada de clientes aumentou em 2 (de 144 para 146), mas o que chama mais atenção é a quantidade de clientes que realizam toda operação, ou seja, terminam de se servir, que dobrou, passou de 32 para 70. A quantidade média de clientes no

sistema passou de 64 para 45 e a quantidade máxima de clientes no sistema também teve uma redução considerável, no modelo real era 112 e no modelo proposto caiu para 82, uma redução de 30 clientes. A tabela 16 traz como ficou o tempo em fila para cada parte do sistema

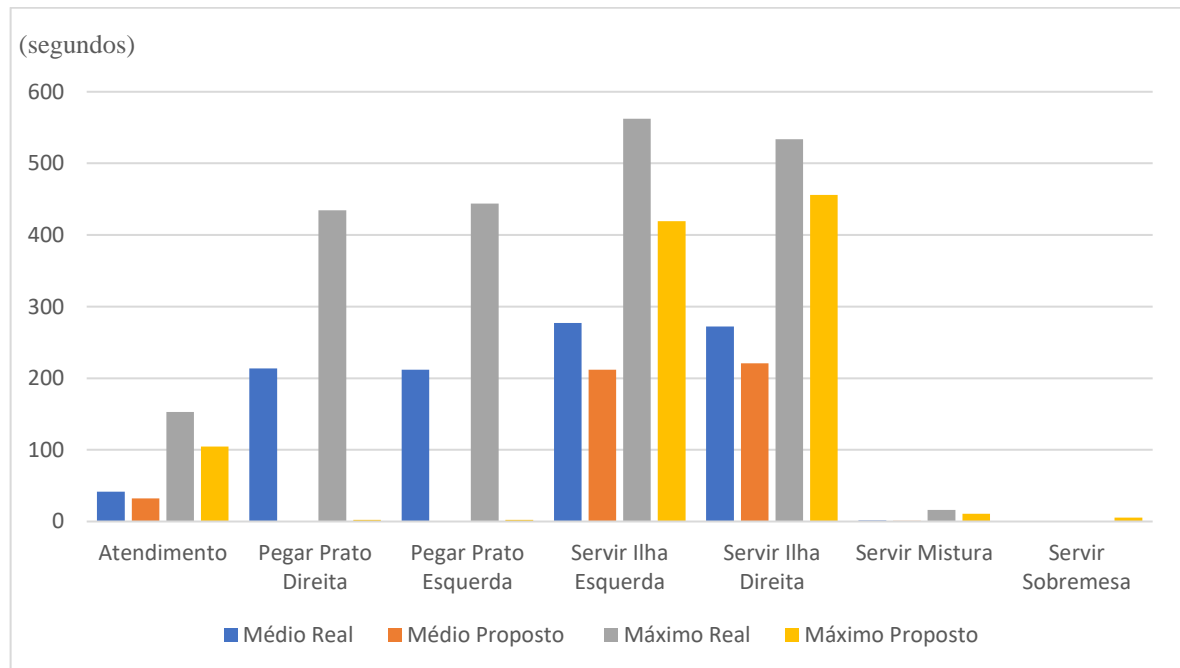
.Tabela 16 – Tempo na Fila Modelo Proposto

Tempo	Médio	Máximo
Atendimento	32,19	104,83
Pegar Prato Direita	0,22	2,4
Pegar Prato Esquerda	0,23	2,46
Servir Ilha 1 Esquerda	196,19	354,66
Servir Ilha 1 Direita	205,49	405,67
Servir Ilha 2 Esquerda	227,28	484,36
Servir Ilha 2 Direita	236,42	506,25
Servir Mistura 1	1,12	11,48
Servir Mistura 2	0,51	10,01
Servir Sobremesa	0,5	5,4

Fonte: Elaborado pelo autor, (2018)

Comparando com o modelo real, observamos, que a padronização dos talheres reflete de maneira extremamente positiva no sistema, e é a principal responsável pelas melhorias no sistema, pois para ambos os lados os tempos de espera diminuíram em mais de 200 segundos, passando a ser inferior a 1 segundo, praticamente não tendo filas. Para o valor máximo de espera nessa parte do sistema, o desempenho foi ainda melhor, obtendo uma diminuição em mais de 430 segundos para ambos os lados, passando a ser de apenas 2,4 segundos.

Para o tempo médio de atendimento, a fila teve uma redução de 9 segundos, e o tempo máximo caiu de 152 para 104 segundos, apresentando uma diferença relevante de 48 segundos. O tempo médio da fila para servir a mistura também reduziu, mas já era bem baixo (1,39 segundos). Nesse novo sistema foi necessário adicionar mais uma atendente para a mistura, já que foi inserida mais uma ilha. O tempo máximo em fila para esse processo havia sido de 16 segundo, no sistema proposto foram de 11 e 10 segundos, apresentando uma redução de pelo menos 5 segundos. Pelo fato dos clientes passarem mais rápido pelo sistema, apresentou um tempo de espera para pegar a sobremesa, o que não ocorre no sistema real (0 segundos), mas o tempo máximo de espera foi de 5 segundos, valor reduzido. O gráfico 12 apresenta a comparação entre os valores reais e os valores propostos, para sistemas como a ilha que foi duplicado, pegou-se a média do valor obtido no sistema proposto para o lado direito e esquerdo, fez se o mesmo para as atendentes da mistura.

Gráfico 12- Comparação Tempo em Fila

Fonte: Elaborado pelo autor, (2018)

Na tabela 17 pode ser observado a diferença dos valores entre o sistema real e o proposto, para tal, pegou-se o valor do sistema real e subtraiu do proposto, logo os valores negativos na sobremesa, representam que o processo era mais rápido no modelo real, conforme já foi explicado anteriormente.

Tabela 17 – Diferença Entre os Tempos em Fila

Tempo	Médio	Máximo
Atendimento	9,64	48,1
Pegar Prato Direita	213,3	432,3
Pegar Prato Esquerda	211,72	441,35
Servir Ilha Esquerda	65,335	143,04
Servir Ilha Direita	51,495	77,78
Servir Mistura	0,575	5,525
Servir Sobremesa	-0,51	-5,4

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

O que apresentou um valor ainda alto no novo sistema, foi o tempo de espera para servir-se na ilha, mas é importante analisar que mesmo assim houve uma redução de no mínimo 41 segundos na média e de 56 segundos para o valor máximo. Esse é um processo mais individual, do cliente, onde ele escolhe que tipo de salada vai pegar, a quantidade de comida

que vai servir, entre outras variáveis, que deixa o tempo alto. Para a comida, não seria interessante padronizar as quantidades, pois para uns a quantidade oferecida poderia ser muito, e para outros pouco. Outra opção seria colocar uma atendente para cada tipo de comida, mas aí o custo iria aumentar, pois seriam necessárias no mínimo mais 4 atendentes, ficando inviável ao restorantee provavelmente resultando em ociosidade. Por esses motivos o tempo na ilha é algo difícil de ser resolvido, e a sua resolução trariam maiores custos, ou insatisfação para os clientes, o que se justifica por manter como está.

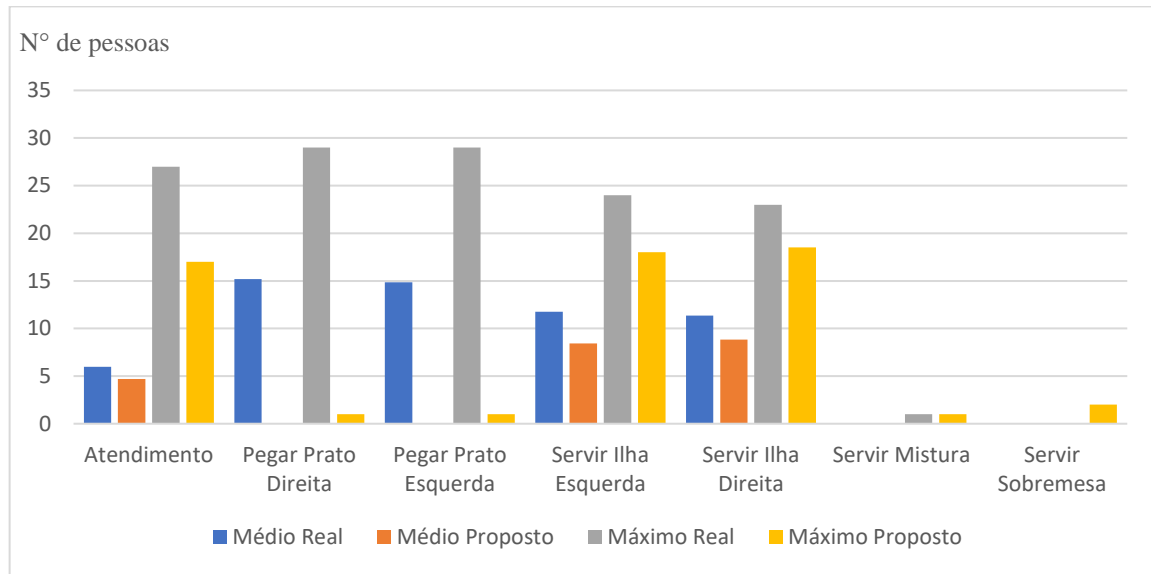
Tabela 18 – Número de Cliente na Fila Modelo Proposto

Processo	Médio	Máximo
Atendimento	4,7	17
Pegar Prato Direita	0,01	1
Pegar Prato Esquerda	0,01	1
Servir Ilha 1 Esquerda	7,37	18
Servir Ilha 1 Direita	7,87	18
Servir Ilha 2 Esquerda	9,46	18
Servir Ilha 2 Direita	9,8	19
Servir Mistura 1	0,03	1
Servir Mistura 2	0,01	1
Servir Sobremesa	0,03	2

Fonte: Elaborado pelo autor, (2018)

Na Tabela 18 pode ser observado a quantidade de clientes média e máxima que ficou em fila. A média para o atendimento era de 5,9 e passou para 4,7, e a quantidade máxima de pessoas reduziu em 10 clientes, de 27 para 17. Para pegar os pratos a fila média era entre 14 e 15 clientes e passou a ser de 0,01, enquanto a máxima chegava a 29, apresentando apenas 1 cliente para o modelo proposto. No processo de servir a sobremesa, conforme esperado através dos dados apresentados na tabela 11, teve uma fila de no máximo 2 pessoas, o que era de 0 antes, mas os aumentos de tempo e fila desse processo são mais que compensados pelos outros.

A quantidade de pessoas na fila para a ilha na média teve uma redução, onde no sistema real apresentou 11 e para o novo sistema foram entre 7 e 9, já para a quantidade máxima no sistema real é entre 23 e 24, e para o sistema proposto foram obtidos valores entre 18 e 19. Já foi comentado o motivo para os valores em relação ao processo de servir na ilha foram parecidos, porém é importante ressaltar, que ainda foram menores do que o obtido no sistema real. Pode se observar melhor essas diferenças pelo gráfico 12. Para sistemas como a ilha que foi duplicado, pegou-se a média do valor obtido no sistema proposto para o lado direito e esquerdo, fez se o mesmo para as atendentes da mistura.

Gráfico 13 – Comparação N° de Clientes na Fila

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Na tabela 19 pode ser observado a diferença dos valores entre o sistema real e o proposto, para tal, pegou-se o valor do sistema real e subtraiu do proposto, logo os valores negativos na sobremesa, que não tinha fila no sistema real e apresentou no modelo proposto, conforme já foi explicado anteriormente.

Tabela 19 – Diferença N° de Clientes em Fila (continua)

Processo	Médio	Máximo
Atendimento	1,29	10
Pegar Prato Direita	15,18	28
Pegar Prato Esquerda	14,84	28
Servir Ilha Esquerda	3,35	6
Servir Ilha Direita	2,54	4,5
Servir Mistura	0,02	0
Servir Sobremesa	-0,03	-2

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Pode ser analisado que no processo de pegar os pratos os valores reduziram muito, em até 28 clientes, no atendimento apresentou uma redução de até 10 clientes, e para servir na ilha também houve uma redução, mesmo não sendo tão grande. O processo de servir a sobremesa ficou negativo pois aumentou a quantidade de clientes em fila, o mesmo que ocorreu no tempo de espera.

5 Conclusão

Foi realizado o estudo com o objetivo de fazer uma análise das características de um sistema de filas real, considerando suas principais variáveis e elementos baseando-se na teoria das filas, e em sequência fazer simulações de modelos, tendo inicialmente como base o sistema real, e depois analisar o comportamento sob um diferente cenário.

Após a realização do tratamento de dados, pode-se observar que o modelo apresentou elevados tempos, e os processos que apresentavam maior tempo e conseqüentemente a geração de filas era o de pegar os pratos e talheres, e o dos clientes se servirem na ilha, apontando assim a necessidade de otimização.

Para solucionar os problemas foi realizado a simulação de um modelo proposto, onde os pratos e talheres fossem padronizados em kits pré-elaborados, eliminando assim o tempo de escolha pelo cliente, o que ocorre no modelo real por estes apresentarem tipos diferentes. Além disso foi inserido uma segunda ilha para os clientes se servirem. Essa ilha já existe no restaurante, inclusive está no layout, ela apenas não estava sendo utilizada.

Com a implantação das melhorias propostas, a simulação apresentou dados muito satisfatórios, diminuindo tanto o tamanho da fila quando o tempo de espera, principalmente na escolha dos pratos e talheres. Importante analisar que estas alterações refletiram em todo o modelo de forma geral positivamente. Outro dado importante obtido foi a quantidade de clientes que terminaram de se servir durante a simulação do modelo real, comparado com o proposto, que, onde ocorreu uma melhoria de mais de 100%.

O modelo real apresentou um tempo total no sistema, ou seja, no momento em que o cliente chega até pegar a sobremesa de 831,61 segundos, e para o modelo proposto esse tempo foi de 592,06 segundos, apresentando uma redução de 239,55 segundos, ou seja, uma redução de 28,8%. Contudo, é importante destacar a importância de estudos mais aprofundados, que considerem um maior número de características, como a análise detalhada de cada processo e layout. Outro fator que deve ser considerado é o estudo detalhado em relação a demanda, que sofrem grandes alterações com feriados e inícios e fim de semestre.

Por fim, o estudo da teoria das filas proporcionou o entendimento dos elementos mais importantes dos sistemas, além da obtenção das principais informações sobre eles. De uma forma semelhante, a utilização da simulação, trouxe vantagens ao estudo, pois depois de simular o modelo real, e validá-lo, é possível realizar alterações no modelo virtual, sem a necessidade

de realizar a mesma mudança no modelo real, ou seja, apenas como teste, trazendo assim uma economia de tempo, já que o modelo pode ser acelerado. Além da economia de tempo, a simulação pode trazer também uma economia de dinheiro, já que pode se analisar os efeitos que a compra de um equipamento, ou da adição de um funcionário. Mesmo com as limitações sofridas pelo software gratuito, e a desconsideração de algumas características reais, acredita-se que o estudo realizado e os resultados obtidos sejam adequados e atendem aos objetivos propostos.

6 Referências

ALVES, Mariana Gardin; UENO, Mariko. **Restaurantes self-service; segurança e qualidade sanitária dos alimentos servidos** Self-service restaurants; food safety and sanitary quality. Revista de Nutrição, v. 23, n. 4, p. 573-580, 2010.

ALVES, Roberta. **Simulação da dinâmica operacional de um restaurante universitário de pequeno porte: um estudo de caso**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná

ALMEIDA FILHO, R. G. **Planejamentos fatoriais fracionados para análise de sensibilidade de modelos de simulação de eventos discretos**. 2006. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ.

ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões**. 3. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

ARENALES, M.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R. **Pesquisa operacional: para cursos de engenharia**. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE REFEIÇÕES COLETIVAS. **Mercado Real**. Disponível em: <<http://www.aberc.com.br/mercadoreal.asp>> Acesso em: 30 de maio de 2018.

BADARÓ, ANDRÉA CÁTIA LEAL. **Boas práticas para serviços de alimentação: um estudo em restaurantes comerciais do município de Ipatinga, Minas Gerais**. Andréa Cátia Leal Badaró, 2007.

BANKS, Jerry. **Introduction to simulation**. In: **Simulation Conference**, 2000. Proceedings. Winter. IEEE, 2000. p. 9-16.

CARLETO, Eliana Aparecida. **O jogo no processo de evolução da aprendizagem**. Olhares & Trilhas, 2006.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 1. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2009.

CORREA, H. L.; GIANESI, I. G. **Just in Time, MRPII e OPT: Uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2009.

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria & Prática**, 2^a Edição. São Paulo, 2007.

DATASEBRAE. PIB. Disponível em: < <http://datasebrae.com.br/pib/>> Acesso em: 23 de maio de 2018.

DUARTE, Roberto N. **Simulação computacional: Análise de uma célula de manufatura em lotes do setor de auto-peças**. Universidade Federal do Itajubá. Itajubá, 2003.

FAUSTO, Maria Arlene et al. **Determinação do perfil dos usuários e da composição química e nutricional da alimentação oferecida no restaurante universitário da Universidade Estadual Paulista, Araraquara**, Brasil. Revista de Nutrição, p. 171-176, 2001.

FERREIRA, João Carlos Espíndola; MOURA, E. B.; RIBEIRO, Luiz Paulo Gomes. **O uso da simulação para aumentar a competência da indústria junto ao mercado externo**. XX ENEGEP. São Paulo, 2000

FITZSIMMONS, James A.; FITZSIMMONS, Mona J. **Administração de Serviços:- Operações, Estratégia e Tecnologia da Informação**. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

FREITAS FILHO, Paulo José. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas: com aplicações em Arena**. Florianópolis: Visual Books, 2008.

GRANATO, Daniel; DE ARAÚJO CALADO, Verônica Maria; JARVIS, Brasil. **Observations on the use of statistical methods in food science and technology**. Food Research International, v. 55, p. 137-149, 2014.

GRÖNROOS, Christian; RAVALD, Annika. **Service as business logic: implications for value creation and marketing**. Journal of Service Management, v. 22, n. 1, p. 5-22, 2011.

GRÖNROOS, C. **Marketing: gerenciamento e serviços**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003

HARREL, Charles; GHOSH, Biman. BOWDEN y Royce. Simulating using Promodel. 2000

HILLIER, Frederick; HILLIER, Mark S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introduction to management science**. McGraw-Hill Publishing, 2010

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à pesquisa operacional**. McGraw Hill Brasil, 2013.

HWANG, Johye; LAMBERT, Carolyn U. **The interaction of major resources and their influence on waiting times in a multi-stage restaurant.** International Journal of Hospitality Management, v. 27, n. 4, p. 541-551, 2008.

IGLESIAS, Fabio; GÜNTHER, Hartmut. **A espera na vida urbana: uma análise psicossocial das filas.** Psicologia em estudo, v. 14, n. 3, 2009.

KOKKINOU, Alinda; CRANAGE, David A. **Using self-service technology to reduce customer waiting times.** International Journal of Hospitality Management, v. 33, p. 435-445, 2013.

LAW, Averill M.; KELTON, W. David; KELTON, W. David. **Simulation modeling and analysis.** New York: McGraw-Hill, 1991.

LEAL, Greisse Viero da Silva et al. **Consumo alimentar e padrão de refeições de adolescentes, São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Epidemiologia,** v. 13, p. 457-467, 2010.

LIPPEL, Isabela Laginski et al. **Gestão de custos em restaurantes: utilização do método ABC.** 2002.

LÔBO, Paulo Luiz Netto. **Constitucionalização do direito civil.** id/496873, 1999.

MAGNÉE, Henry M. **Manual do Self-service-Roteiro e Guia Prático para Montagem e Administração de Restaurantes Self-Service ou por Quilo.** São Paulo: Livraria Varela, 1996.

MIRANDA, Rafael de Carvalho. **Algoritmo genético adaptativo para otimização de modelos de simulação a eventos discretos.** 2012.

MULLER, D. N. **Modelos de Implementação de Linguagens de Simulação.** 1992. Disponível em:< <http://www.inf.ufrgs.br/~danielnm/docs/trabling.pdf>>. Acesso em: 12 de maio de 2012.

NAVIDI, William. **Probabilidade e estatística para ciências exatas.** AMGH Editora, 2012.

OEREIRA JÚNIOR J. F.; FERNANDES. F. C.F. **Distúrbios na capacidade produtiva. Economia & Pesquisa,** Araçatuba, v7, n7. Março. 2005. Disponível em:< http://www.feata.edu.br/downloads/revistas/economiaepesquisa/v7_artigo05_disturbios.pdf> Acesso em 12 de maio de 2018.

OLIVEIRA, Dalila Andrade. **A reestruturação do trabalho docente: precarização e flexibilização.** *Educação & Sociedade*, v. 25, n. 89, p. 1127-1144, 2004.

PASTORE, P.; GUIMARÃES, Alexandre Magno Castañon; DIALLO, Madiagne. **Simulação computacional aplicada à logística de distribuição de uniformes da Marinha do Brasil.** Rio de Janeiro. XXX ENEGEP, 2010.

PEIXOTO, T. A ; RANGEL, J. J. A. ; MATIAS, I. O. SIPPO 0,1 – **Simulador para Problemas de Pesquisa Operacional.** In: SBPO – Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2010, Bento Gonçalves. Anais eletrônicos... Bento Gonçalves 2010. Disponível em: <https://www.sobrapo.org.br/sbpo2010/xliisbpo_pdf/71987.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2018.

PRADO, D. **Teoria das Filas e da Simulação.** v.2, 4ª ed. Nova Lima: INDG – Tecnologia e serviços LTDA, 2009.

PRADO, D. S. **Usando o arena em simulação.** 4. Ed. Belo Horizonte: INDGTecnologia e serviços, 2010.

PRADO, Darci Santos. **Usando o Arena em simulação.** *Desenvolvimento Gerencial*, 2004.

PROENÇA, Rossana Pacheco da Costa et al. **Ergonomia e organização do trabalho em projetos industriais: uma proposta no setor de alimentação coletiva.** 1993.

SAKURADA, Nelson et al. **Aplicação de simuladores de eventos discretos no processo de modelagem de sistemas de operações de serviços.** *Gestão & Produção*, v. 16, n. 1, p. 25-43, 2009.

SCHLINDWEIN, Madalena Maria; KASSOUF, Ana Lúcia. **Análise da influência de alguns fatores socioeconômicos e demográficos no consumo domiciliar de carnes no Brasil.** *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 44, n. 3, p. 549-572, 2006.

SEGALL-CORRÊA, Ana Maria; MARIN-LEON, Letícia. **A segurança alimentar no Brasil: proposição e usos da Escala Brasileira de Medida da Insegurança Alimentar (EBIA) de 2003 a 2009.** *Segurança Alimentar e Nutricional*, v. 16, n. 2, p. 1-19, 2009.

SHANNON, R. E. **Introduction to the art and science of simulation.** In: WINTER SIMULATION CONFERENCE, 30. Proceedings... Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 1998. p. 7–14. ISBN 0-7803-5134-7.

SILVA, L. C. **Modelagem e Simulação.** Departamento de Engenharia Rural. Boletim Técnico: MS0206 em 17/06/2006. UFES, 2006. Disponível

em:<http://www.agais.com/manuscript/ms0206_modelos_simulacao.pdf> Acesso em: 25 de junho de 2018.

SILVESTRO, Rhian. **Positioning services along the volume-variety diagonal: the contingencies of service design, control and improvement.** *International Journal of Operations & Production Management*, v. 19, n. 4, p. 399-421, 1999.

SLACK, Nigel. **Administração da produção**/Nigel Slack, Stuart Chambers, Robert Johnston; tradução Maria Teresa Corrêa de Oliveira, Fábio Alher; revisão técnica Henrique Luiz Corrêa— 2ª Ed. 7ª reimpr. São Paulo: Atlas, 2007.

SOARES, Matheus dos Santos. **APLICAÇÃO DE UM MODELO DE TEORIA DAS FILAS EM UM RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO: ESTUDO DO TEMPO DE ATENDIMENTO.** 2016.

SPANG, Rebecca. **Invenção do restaurante.** 2003.

TAHA, Hamdy A. **Pesquisa operacional.** Pearson Educación, 2008.

TORGA, BRUNO LOPES MENDES; MONTEVECHI, JAB; PINHO, A. F. **Modelagem, simulação e otimização em sistemas puxados de manufatura.** XIII SIMPEP, Bauru, SP, Brasil, v. 6, 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS. **Restaurante Universitário.** Disponível em: < <https://www.ufgd.edu.br/secao/restaurante-universitario-proae/index>> Acesso em: 3º de maio de 2018.

WILL M. BERTRAND, J.; FRANSOO, Jan C. **Operations management research methodologies using quantitative modeling.** *International Journal of Operations & Production Management*, v. 22, n. 2, p. 241-264, 2002.