

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CIRO ITALIANO MONTEIRO

**SIMULAÇÃO DA DINÂMICA OPERACIONAL DE UM RESTAURANTE  
DE MÉDIO PORTE: UM ESTUDO DE CASO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2016

CIRO ITALIANO MONTEIRO

**SIMULAÇÃO DA DINÂMICA OPERACIONAL DE UM RESTAURANTE  
UNIVERSITÁRIO DE MÉDIO PORTE: UM ESTUDO DE CASO**  
PROJETO DE TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO

Projeto de Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à disciplina de TCC2.

Orientador(a): Prof. Dr. José Airton Azevedo dos Santos

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carla A. P. Schmidt.

Medianeira

2016



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Gerência de Ensino  
Coordenação do Curso Superior de Engenharia de  
Produção



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### **SIMULAÇÃO DA DINÂMICA OPERACIONAL DE UM RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DE MÉDIO PORTE: UM ESTUDO DE CASO**

Por  
**CIRO ITALIANO MONTEIRO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 09h00min do dia 24 de novembro de 2016, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia no Curso Superior de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

**Prof. Dr. José Airton Azevedo dos Santos**  
(Orientadora)

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carla A. P. Schmidt.**  
(Co-Orientador)

---

**Prof. Me. Cidmar Ortiz dos Santos**  
(Membro da Banca)

---

**Prof. Alencar Servat**  
(Membro da Banca)

A versão assinada deste termo encontra-se na secretaria do curso.

A Deus, aos meus pais e aos meus amigos...  
*companheiros de todas as horas...*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, a Deus, por ter me dado saúde e por ter me iluminado em toda minha jornada acadêmica, tornando possível a chegada deste momento.

Ao Prof. Dr. José Airton Azevedo dos Santos, orientador deste trabalho, e a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carla A. P. Schmidt, braço amigo de todas as etapas deste trabalho.

Aos meus pais, Carlos Alberto e Rosane, pela confiança, motivação, e apoio em toda a minha jornada universitária. E por todos os ensinamentos e educação que me deram e tenho sempre comigo.

Aos meus irmãos, Caio, Clara e Cassiano, que sempre serviram de exemplo e motivação para mim. Estiveram ao meu lado quando precisei, apoiando, e aconselhando.

Aos amigos e colegas, pela força, pela vibração, e por terem feito essa jornada ainda mais especial.

Aos professores e colegas de Curso, por toda a colaboração em minha formação acadêmica, mostrando-se sempre presentes e disponíveis a dar o auxílio necessário, fazendo-se peças importantes nessa trajetória.

A todos que, com boa intenção, colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades,  
lembrai-vos de que as grandes coisas do homem  
foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin

## RESUMO

MONTEIRO, Ciro Italiano. **Simulação da Dinâmica Operacional de um Restaurante Universitário de Médio Porte: Um Estudo De Caso.** 2016. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

O presente trabalho teve por finalidade analisar a dinâmica operacional de um restaurante universitário de médio porte utilizando técnicas de simulação discreta. A simulação de sistemas de eventos discretos é uma ferramenta bastante difundida por possibilitar ao operador a avaliação de sistemas complexos, considerar seu comportamento dinâmico, e sugerir melhorias, sem precisar de alterações no sistema real. Teve-se como objetivos neste estudo: compreender a dinâmica operacional do restaurante universitário em questão, construir um fluxograma, identificando cada etapa do mesmo, para posteriormente elaborar seu modelo computacional, validá-lo, analisar os resultados obtidos, e propor melhorias aos gargalos identificados. O modelo foi desenvolvido e rodado no software Arena®. Para que fosse possível a construção do modelo operacional, foi realizada a análise do local de estudo, coletou-se os tempos reais afim de atingir maior precisão nos resultados, bem como o número médio de pessoas que o restaurante atendia e suportava. Com a análise dos dados adquiridos na simulação, e na previsão de demanda, foi feita uma sugestão de melhoria para melhor atendimento dos clientes.

**Palavras-chave:** simulação; modelo; dinâmica operacional.

## ABSTRACT

Monteiro, Ciro Italiano. **Simulation of Operational Dynamics of a Midsize University Restaurant: A Case Study**. 2016. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

This study aimed to analyze the operational dynamics of a midsize university restaurant using discrete simulation techniques. The discrete event simulation systems is a popular tool for enabling the operator to the evaluation of complex systems, considering their dynamic behavior, and suggesting improvements, without changes to the real system. The objective of this study was: to understand the operational dynamics of the university restaurant in question, build a flow chart identifying each step of it, to further develop their computer model, validate it, analyze the results, and propose improvements to the identified bottlenecks. The model was developed and run in Arena® software. In order to build the operational model, the analysis of the study site was made, collected the actual times in order to achieve more accurate results as well as the average number of persons who answered the restaurant and supported. With the analysis of data acquired in the simulation, and demand forecasting, a suggestion for improvement to better customer service has been made.

**Keywords:** Simulation; Model; Dynamic Operating.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – PIB e Serviços – Variação Anual.....	17
Figura 2 – Participação dos Serviços no PIB.....	17
Figura 3 – Relação dos tipos de serviços com o valor adicionado.....	20
Figura 4 – A Tomada de Decisão.....	24
Figura 5 – Funcionamento de um Sistema Real.....	25
Figura 6 – Modelo de Otimização e Modelo de Simulação.....	26
Figura 7 – Método Científico Aplicado à Simulação.....	29
Figura 8 – Tela Inicial do Software ARENA 11.0.....	36
Figura 9 – Quadro das distribuições de probabilidade de funções contínuas.....	39
Figura 10 – Etapas básicas da previsão de demanda.....	45
Figura 11 – Métodos de previsão.....	46
Figura 12 – Classificação da pesquisa científica.....	50
Figura 13 – Etapas para um estudo de modelagem e simulação.....	53
Figura 14 - Boxplot dos tempos no buffet – TB.....	57
Figura 15 - Gráfico de dispersão - tempos no buffet – TB.....	58
Figura 16 - Distribuição de probabilidade - tempos no buffet – TB.....	59
Figura 17 - Boxplots dos dados do sistema real e do modelo.....	60
Figura 18 - Histograma de Distribuição dos dados referentes ao número de refeições mensais servidas pela restaurante universitários acompanhado.....	61
Figura 19 - Gráfico ilustrativo dos índices sazonais superiores e inferiores a 1,0.....	62
Figura 20 - Gráfico ilustrativo da previsão sobreposta aos dados reais, realizada por meio da técnica de Suavização Exponencial pelo método Holt-Winters multiplicativo com auxílio do software Action Stats.....	63

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Título: Critérios de gerenciamento de bens e produtos físicos.....	18
Quadro 2 - Título: Classificação de operações de serviços. ....	19
Quadro 3- Título: Classificação dos modelos.....	26
Quadro 4 – Título: Classificação das variáveis do sistema .....	32
Quadro 5 – Título: Elementos de um sistema .....	33
Quadro 6 - Título: Vantagens e Desvantagens dos Softwares de Simulação. ....	34
Quadro 7 – Título: Principais elementos dos modelos no ARENA.....	36
Quadro 8 – Título: Modelos de Distribuição Discreta .....	41
Quadro 9 – Título: Características da previsão de demanda .....	43
Quadro 10 – Título: Padrão de demanda .....	46
Quadro 11 – Título: Similaridades das previsões de demanda .....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Identificação de <i>outliers</i> .....	57
Tabela 2: Distribuição de probabilidades .....	58
Tabela 3: Dados do sistema real e do modelo .....	59
Tabela 4: Resultados de simulação dos cenários 1 e 2 .....	60
Tabela 5: Teste de sazonalidade realizado pelo Action Stats. ....	61
Tabela 6: Resultados da previsão e limites superiores e inferiores calculados pelo Action Stats para o restaurante com base no modelo de Holt-Winters multiplicativo.	63
Tabela 7: Resultados da previsão e o número real de refeições servidas. ....	63

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>15</b>
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>16</b>
3.1	O SETOR DE SERVIÇOS	16
3.1.1	Setor de Alimentação	20
3.2	PESQUISA OPERACIONAL	22
3.3	MODELAGEM E SIMULAÇÃO	27
3.3.1	Sistemas	31
3.3.1.1	Elementos de um sistema	32
3.3.2	Vantagens e Desvantagens de Simular	33
3.3.3	SOFTWARE ARENA®	35
3.4	ESTATÍSTICA	37
3.4.1	Distribuições Teóricas de Probabilidade	38
3.4.1.1	Principais Distribuições Contínuas	39
3.4.1.2	Principais distribuições discretas	40
3.5	ANÁLISE DE PREVISÃO DE DEMANDA	42
3.5.1	Características da Previsão de Demanda	43
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>48</b>
<b>4.1</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA</b>	<b>48</b>
4.2	TIPOS DE PESQUISA	49
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>56</b>
5.1	RESULTADOS DA SIMULAÇÃO	56
	REFERÊNCIAS	66

## 1 INTRODUÇÃO

O setor de serviços está em constante crescimento, dentre alguns fatores, em função da busca do homem por conforto e comodidade. Hoje o setor é tido como o de maior crescimento econômico mundial. O setor de alimentação tem grande destaque no mercado brasileiro, em virtude de que a alimentação é essencial para o desenvolvimento de todo ser humano (ALVES, 2012).

Com o aumento das jornadas de trabalho, as pessoas já não têm mais tempo para preparar seu próprio alimento, fazendo com que busquem um local para realizar suas refeições. Os restaurantes *self-service* surgem como empreendimentos alimentícios que oferecem comida pronta, variada, nutritiva, a um preço acessível e na quantidade desejada pelo consumidor.

Nos centros universitários, restaurantes desta categoria são predominantes, todavia, devido à grande demanda, que pode incluir: alunos, professores, colaboradores, e até moradores da região, a geração de filas torna-se comum, e um desgaste para os que necessitam deste serviço. Arenales et. al. (2007), salienta que a formação de filas é dada pelo aumento dos consumidores, e pela incapacidade do sistema em atender a demanda.

Segundo Pereira Junior (2010), os gestores estão diariamente imersos em um cenário em que enfrentam problemas de diversas naturezas, e são encarregados de resolvê-los. Tendo em vista o tempo necessário para a resolução destes problemas, o tempo para dedicarem-se a novas técnicas, e aperfeiçoamento de técnicas que já possuem é reduzido, resultando em uma gestão ineficiente.

As técnicas de simulação surgem como ferramentas que buscam encontrar um ponto de equilíbrio entre a satisfação dos clientes, e a viabilidade econômica para o provedor do serviço. De acordo com Pereira (2011), a simulação computacional surge com o objetivo de auxiliar os gestores na tomada de decisão, pois a partir dela é possível trazer a realidade para um ambiente controlado, possibilitando um estudo mais específico de seu funcionamento em diversas situações, sem correr o risco de perdas financeiras ou de recursos.

A simulação computacional é tida como uma ferramenta que disponibiliza um fácil entendimento da dinâmica de um sistema sem realizar alterações no sistema real. A partir de um modelo que descreve o comportamento do sistema a

ser analisado, é possível realizar modificações e analisar quais seriam seus respectivos resultados, tendo um custo reduzido se comparado à mudanças reais no sistema, sem antes saber quais seriam os efeitos trazidos por elas.

A análise de previsão de demanda vem ocupando papel importante nas organizações por representar o elo entre a disponibilidade de estoque, e a necessidade de sempre reduzir os custos. Esta ferramenta, hoje, é tida como fundamental não só na área da gestão da cadeia de suprimentos, mas também dentro do planejamento estratégico de qualquer empresa, sendo considerada um diferencial competitivo por diminuir a distância entre o mercado consumidor e a empresa, otimizando os prazos de entrega, e evitando gastos desnecessários (MANCUZO, 2003).

Neste trabalho foi utilizado o software de simulação ARENA®, que é um dos softwares de simulação discreta mais utilizado no mundo empresarial e acadêmico. Este programa tem como base a linguagem SIMAN, que, segundo Alves (2012), é uma linguagem de simulação que, em 1983, deu nome ao primeiro programa de simulação para computadores pessoais (PC's). Este programa apresenta um ambiente gráfico integrado de simulação, que contém todos os recursos para modelagem, animação, análise estatística e análise de resultados e utiliza a abordagem por processos para execução da simulação.

Para a realização da análise previsão de demanda utilizou-se o software Action Stat para analisar os dados coletados, e foi determinado o método de Holt-Winters devido a análise previa que foi realizada, e identificou-se a existência de sazonalidade nos dados.

Neste contexto, a simulação computacional, aliada a previsão de demanda, torna-se importante a medida em que busca fornecer subsídios a tomada de decisão pelos gestores do restaurante.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo utilizar técnicas de simulação discreta para analisar a dinâmica operacional de um restaurante universitário de médio porte, além da previsão de demanda para um melhor atendimento aos clientes do restaurante.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir o objetivo geral definido acima, tem-se como objetivos específicos:

- a) Compreender a dinâmica operacional do restaurante universitário em estudo através da observação *in loco*;
- b) Construir um fluxograma identificando cada etapa do processo, e o número de pessoas envolvidas. Coletar os dados por meio de cronometragem de tempos e tratar os mesmos estatisticamente;
- c) Elaborar o modelo computacional do sistema;
- d) Validar o modelo a partir da comparação dos resultados obtidos na simulação e os resultados reais do sistema;
- e) Analisar os resultados obtidos no modelo desenvolvido e identificar os gargalos;
- f) Realizar a previsão de demanda com base no histórico de funcionamento do estabelecimento;
- g) Desenvolver novos cenários para a empresa e propor melhorias.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Para bem elaborar um estudo científico, é de extrema importância que o pesquisador compreenda conceitos específicos que servirão como base para a pesquisa, tendo a revisão de literatura uma alternativa de elucidar tais conceitos. Esta seção é destinada à abordagem dos principais conceitos utilizados no decorrer do estudo, sendo dividido em partes em que se discutem o setor onde o estudo foi realizado, o processo de modelagem e simulação, e os meios de representar os dados de uma simulação.

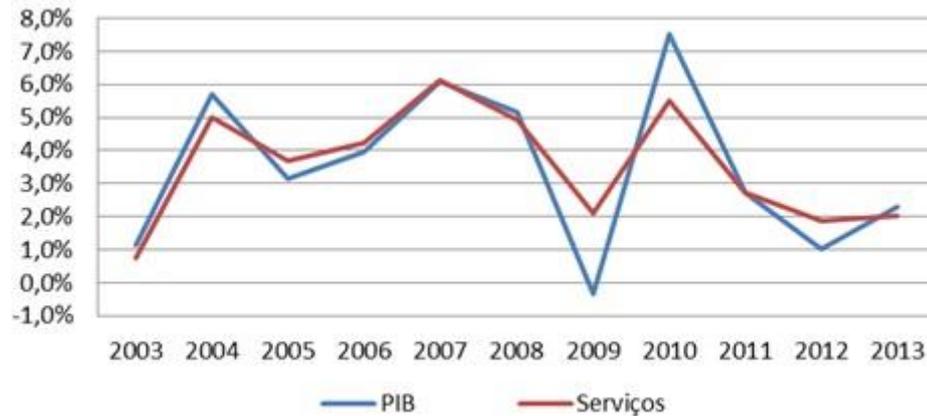
#### 3.1 O SETOR DE SERVIÇOS

O setor de serviços tem ocupado situação de destaque na economia global, especialmente nos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Este fator pode ser evidenciado, principalmente, pelos percentuais de participação do setor de serviços na ocupação de mão de obra, e na geração do Produto Interno Bruto (PIB) dos países (ALVES, 2012).

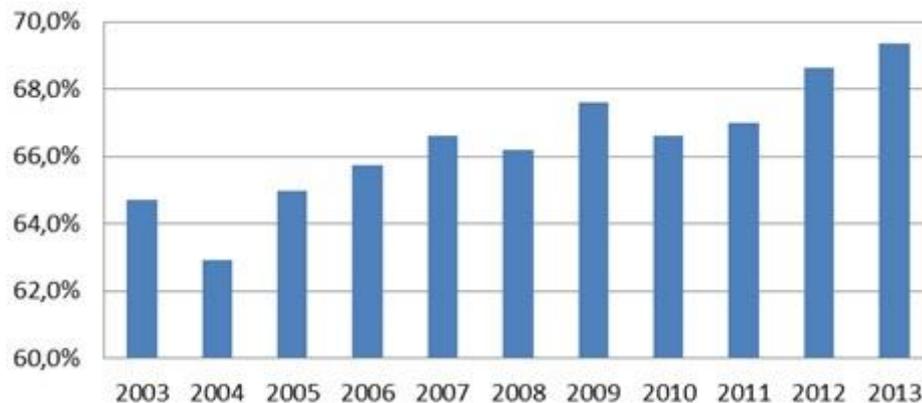
Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), o setor de serviços, é caracterizado por atividades heterogêneas quanto ao porte das empresas, o valor médio de remuneração, e o grau no uso de tecnologias. Nos últimos anos, o Instituto identificou que o desempenho das atividades que formam o setor vem se destacando pelo dinamismo e pela crescente participação na produção econômica brasileira.

No Brasil, a evolução do PIB também está aliada ao crescimento anual dos serviços. No ano de 2009, a expansão dos serviços foi fundamental para mitigar uma queda geral da economia, tendo um crescimento de 2,1%, em contra partida o PIB reduziu 0,3%. O ano de 2012, por sua vez, também apresentou um crescimento maior nos serviços (1,9%), frente ao crescimento de apenas 1,0% do PIB. Todavia, de acordo com as Contas Nacionais Trimestrais do IBGE, o setor de serviços, incluindo o comércio, de 2003 a 2013, cresceu de 64,7% até 69,4% do valor adicionado do PIB. O comércio também vem apresentando crescimento significativo

dentro do setor de serviços, de 10,6% em 2003, para 12,7% do valor do PIB em 2013. As Figuras 1 e 2 mostram, respectivamente, a participação dos serviços no PIB, bem como a variação de um, em relação ao outro (MINISTÉRIO, 2014).



**Figura 1 – PIB e Serviços – Variação Anual**  
Fonte: Contas Nacionais Trimestrais/IBGE.



**Figura 2 – Participação dos Serviços no PIB**  
Fonte: Contas Nacionais Trimestrais/IBGE.

Segundo Corrêa e Corrêa (2012), a economia brasileira vem sofrendo evoluções desde 1970, destacando-se a transição da então predominante economia de manufatura, para a emergente economia de serviços. O aumento na demanda da economia de serviços é dada por: desejo de uma qualidade de vida melhor, e mais tempo de lazer; urbanização, que torna necessário o setor de serviços, como no caso da segurança; mudanças demográficas, que elevam a quantidade de idosos e crianças, os quais consomem maior variedade de serviços; mudanças socioeconômicas, como o aumento da participação feminina no mercado de trabalho, e pressões sobre o tempo pessoal; o aumento da sofisticação dos

consumidores, que gera necessidade mais ampla de serviços; e as mudanças tecnológicas, que melhoram a qualidade dos serviços, e em algumas situações criam serviços novos e inovadores.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2012), todas as operações, de bens físicos ou serviços, são projetadas e superintendidas para que seja possível gerar e entregar pacotes de valor para os clientes. Estes pacotes de valor que foram gerados, podem conter frações consideradas como serviços, e outras como bens ou produto físico, como por exemplo: o minério de ferro é 100% produto, e a psicanálise 100% serviço. Entre eles, encontra-se por exemplo um restaurante de luxo ou *fast food*, que se diferenciam pela porcentagem de serviço e produto que oferecem.

Os autores complementam que, para a empresa, é de fundamental importância saber diferenciar a gerencia de bens e serviços, principalmente para aquelas que oferecem o pacote de valor misto. Na análise do cliente, a avaliação é feita de acordo com o que ele procura, dentro de seu pacote de valor, portanto qualquer equívoco pode causar grande desconforto e prejuízo para ambas as partes.

Gianesi e Corrêa (1994), relatam que o gerenciamento das operações de serviços apresentam especificidades distintas quando relacionados ao gerenciamento de bens e produtos físicos, sendo que, para que sejam executados com sucesso, é necessário que se compreenda as características especiais dos mesmos, segundo os seguintes critérios:

<b>Intangibilidade dos serviços</b>	<b>Necessidade da presença e participação do cliente no processo</b>	<b>Produção e consumo simultâneos</b>
Os produtos não podem ser vistos, provados, sentidos, ouvidos ou cheirados antes da compra, dificultando a avaliação do resultado final e a qualidade dos serviços	Necessidade da presença e participação do cliente no processo: quando é necessária a participação do cliente, há a influência na escolha dos mais variados fatores, como localização da empresa, devido a preferência do cliente lugares mais próximos; e a necessidade de mão de obra qualificada, devido ao contato direto com o cliente	Primeiramente os produtos são vendidos, para depois serem produzidos e consumidos no mesmo momento, de forma simultânea. Os serviços não se separam daqueles que os fornecem, sejam máquinas ou pessoas, portanto se um funcionário presta o serviço, ele é parte do mesmo, e caso cometa um erro, o cliente é prejudicado pela simultaneidade

**Quadro 1 - Título: Critérios de gerenciamento de bens e produtos físicos.**  
**Fonte: Adaptado de: Gianesi e Corrêa (1994)**

Com a alta competitividade do setor de serviços, fruto da expansão do setor, a qualidade do serviço prestado ou do pacote de valor entregue ao cliente, deve ser tida e vista como um diferencial e vantagem competitiva (MOREIRA, 2006).

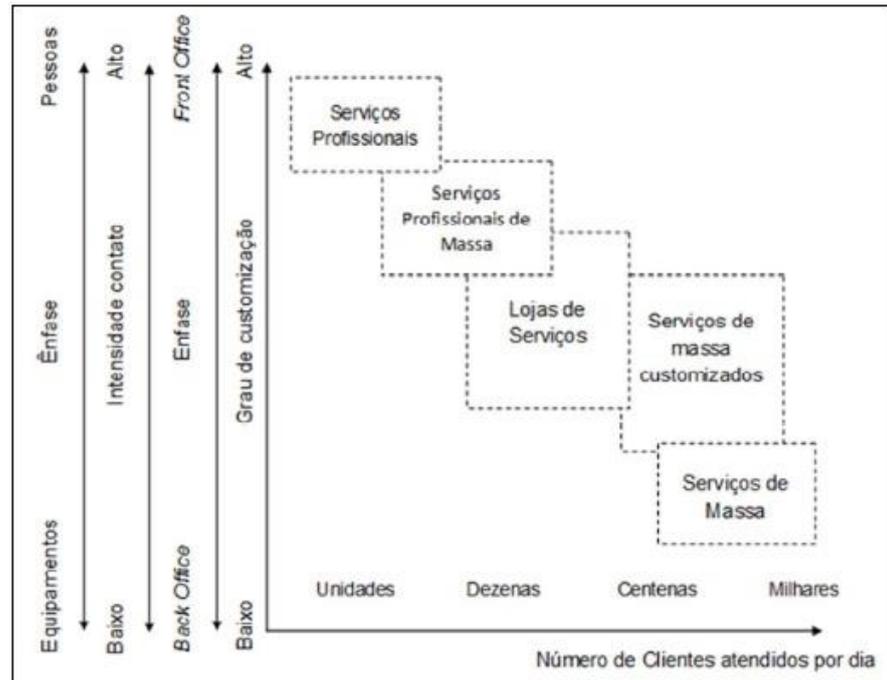
Devido ao grande número de serviços, cada qual com suas especificidades e peculiaridades, Silvestro (1999) e Corrêa e Corrêa (2009) determinaram cinco categorias a fim de facilitar seu tratamento, conforme visto no Quadro 2:

<b>Serviços profissionais</b>	Serviços especializados; o cliente procura este serviço quando não possui capacitação para realiza-lo. Os equipamentos são utilizados apenas como ferramenta de apoio, tendo os recursos humanos como principal diferencial. O serviço ofertado apresenta alta flexibilidade, adaptando-se as necessidades dos clientes.
<b>Serviços de massa</b>	Serviços que atendem um elevado número de clientes diariamente, apresentando elevado nível de padronização e rotinização. Para atender a demanda alta, faz-se necessário o uso de equipamentos que auxiliam na padronização e produção em massa do serviço.
<b>Lojas de serviços</b>	Localiza-se entre os serviços profissionais e de massa, sendo uma área bastante diversificada. Possui nível médio de contato com o cliente e customização e volumes de clientes médios. São exemplos: hotéis e lavanderias.
<b>Serviços de massa customizados</b>	São próximos em volume ao serviços de massa, todavia, por fazerem uso de tecnologias, são ao cliente a sensação de um serviço customizado e especial. Como exemplo, uma livraria virtual em que o cliente, ao se cadastrar, passa a receber sugestões de livros conforme o perfil, além de uma saudação personalizada.
<b>Serviços profissionais de massa</b>	Serviços que exigem alta capacitação dos profissionais, porém com foco no aumento dos ganhos através de serviços em alta escala. Como exemplo, tem-se um hospital especializado em uma doença pouco comum.

**Quadro 2 - Título: Classificação de operações de serviços.**

**Fonte: Adaptado de: Silvestro (1999) e Corrêa e Corrêa (2009).**

A Figura 3 mostra uma relação de como estas classificações de serviço estão para o volume de clientes atendidos, o foco nas pessoas ou nos equipamentos, o grau de contato com o cliente, de customização do serviço, de julgamento pessoal dos colaboradores, se sua ênfase é no produto ou no processo, e *front office* e *back room*, que representam as atividades de linha de frente com alto grau de contato com o consumidor, e as atividades de apoio ao cliente realizadas sem contato direto, respectivamente (SILVESTRO et al., 1992).



**Figura 3 – Relação dos tipos de serviços com o valor adicionado**  
**Fonte: Adaptado de Silvestro et al. (1992); Corrêa e Corrêa (2009).**

O restaurante universitário em estudo, por possuir uma demanda variada, sobretudo no horário de almoço, é denominado como loja de serviços pois o período de tempo em que ele atende um grande fluxo de pessoas é relativamente curto.

### 3.1.1 Setor de Alimentação

De acordo com a última Pesquisa de Orçamentos Familiares –POF de 2008/2009, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Brasil, as despesas mensais com consumo alimentar e alimentação fora do domicílio tem crescido ano após ano. Na pesquisa anterior, entre os anos 2002/2003, os gastos com alimentação fora do domicílio eram de 24,1% da despesa total familiar, e passaram para 31,1% na última pesquisa, apresentando um aumento de aproximadamente 30% (IBGE, 2010).

Este aumento é dado pela alteração no comportamento alimentar das pessoas, que é resultado da falta de tempo para o preparo e consumo dos

alimentos, fazendo com que as pessoas busquem praticidade e rapidez na hora de se alimentar (QUEIROZ; COELHO, 2015).

A Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA, 2012) define que no setor de alimentação fora de casa, os estabelecimentos podem ser classificados como estabelecimentos coletivos e comerciais. Os estabelecimentos coletivos, como é o caso dos Restaurantes Universitários (RU's), são caracterizados por possuírem uma clientela definida, e por serem localizados perto ou dentro de um estabelecimento, como um hospital, universidade, escola, entre outros. Os restaurantes comerciais, por sua vez, abrangem um maior número de clientes, estando abertos a qualquer tipo de público, e geralmente localizados em grandes centros, para atenderem aos mais variados tipos de pessoas. Normalmente são restaurantes do tipo *self-service*, *fast-food*, *à la carte* (tendo um cardápio com os pratos oferecidos), pratos prontos, bares, entre outros.

Ainda sobre os estabelecimentos coletivos, Barretto (2012) diz que eles consistem em um serviço organizado que compreende uma sequência e sucessão de atos destinados a oferecer refeições balanceadas, com padrões dietéticos e higiênicos pré definidos, com a intenção de atender as necessidades nutricionais de seus clientes, e dentro dos limites financeiros da instituição e dos seus colaboradores. Proença (1993) ressalta que, um dos focos da alimentação coletiva, é atender as necessidades das indústrias, que podem encontrar algumas dificuldades devido a: distância, característica do processo produtivo (como a continuidade no fluxo de produção), e a organização do trabalho (divisão e integração do trabalho), impossibilitando o trabalhador ir para o seu próprio domicílio durante a jornada de trabalho para alimentar-se.

O meio estudantil também pode ser abrangido pelo mercado de alimentação coletiva, tendo uma unidade de atendimento localizada dentro do campus de uma universidade ou escola. Esta unidade, popularmente conhecida como Restaurante Universitário (RU), atende a uma grande quantidade de clientes, formados pelos próprios alunos e colaboradores (docentes e técnicos administrativos), e em alguns casos moradores da região (ALVES, 2012).

Dentro destes estabelecimentos, é comum ocorrer a formação de filas para ser atendido, o que deve e pode ser evitado devido ao horário limitado que os universitários e colaboradores possuem. Como a maioria das pessoas que frequentam estes restaurantes costumam optar por eles devido ao preço e curto

período de tempo para se alimentarem, é natural que haja maior cobrança com os serviços, em relação a praticidade, velocidade, e também qualidade do alimento oferecido (MONTEIRO et al., 2011).

Tendo em vista que a formação de filas é ocasionada pela alta procura pelo serviço e baixa capacidade de atendimento do sistema, o estudo simulado entra como uma ferramenta que possibilita melhor visualização do funcionamento do sistema, bem como os gargalos que estão sendo formado, conseqüentemente formando as filas. Esta ferramenta auxilia ainda na busca por um equilíbrio que possa minimizar o problema das filas, e, ao mesmo tempo, demandar um investimento mínimo para o provedor do serviço. A Pesquisa Operacional surge também com a finalidade de solucionar problemas, e determinar a melhor utilização de recursos em uma organização, tornando-se uma ferramenta auxiliar na solução de problemas (ARENALES et al., 2007).

### 3.2 PESQUISA OPERACIONAL

A revolução industrial trouxe consigo um elevado crescimento no tamanho e na complexidade das organizações. Um fator extremamente importante e primordial para essa mudança foi o extraordinário aumento na divisão do trabalho e a segmentação das responsabilidades gerenciais nas organizações. Junto com os pontos positivos, essa crescente especialização criou problemas novos, e em alguns casos ainda recorrentes, como a tendência de as diversas unidades de determinada empresa crescerem em ilhas relativamente autônomas, com seus próprios objetivos e sistemas de valor, e conseqüentemente perdendo a visão de como suas atividades e objetivos se entremeiam com aquelas da organização como um todo. Determinada atividade, que pode beneficiar uma unidade empresa, pode, ao mesmo tempo, prejudicar outra, gerando objetivos conflitantes. A pesquisa operacional surgiu como uma ferramenta para auxiliar este tipo de problema (HILLIER; LIEBERMAN, 2010).

Mesmo com essa necessidade, a Pesquisa Operacional, também chamada de PO, teve início oficial, e primeira atividade formal, com os militares na Inglaterra durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945). Foi pensada e

desenvolvida por um grupo de cientistas que foram convocados para decidir sobre a utilização mais eficaz dos recursos militares escassos, marcando a primeira atividade formal deste campo de estudo. Dentre as áreas que a Pesquisa Operacional abrangeu naquele período, destacam-se: projeto, manutenção e inspeção de aviões, projeto de explosivos, melhoria da utilização de radares, entre outros (BELFIORE, 2012).

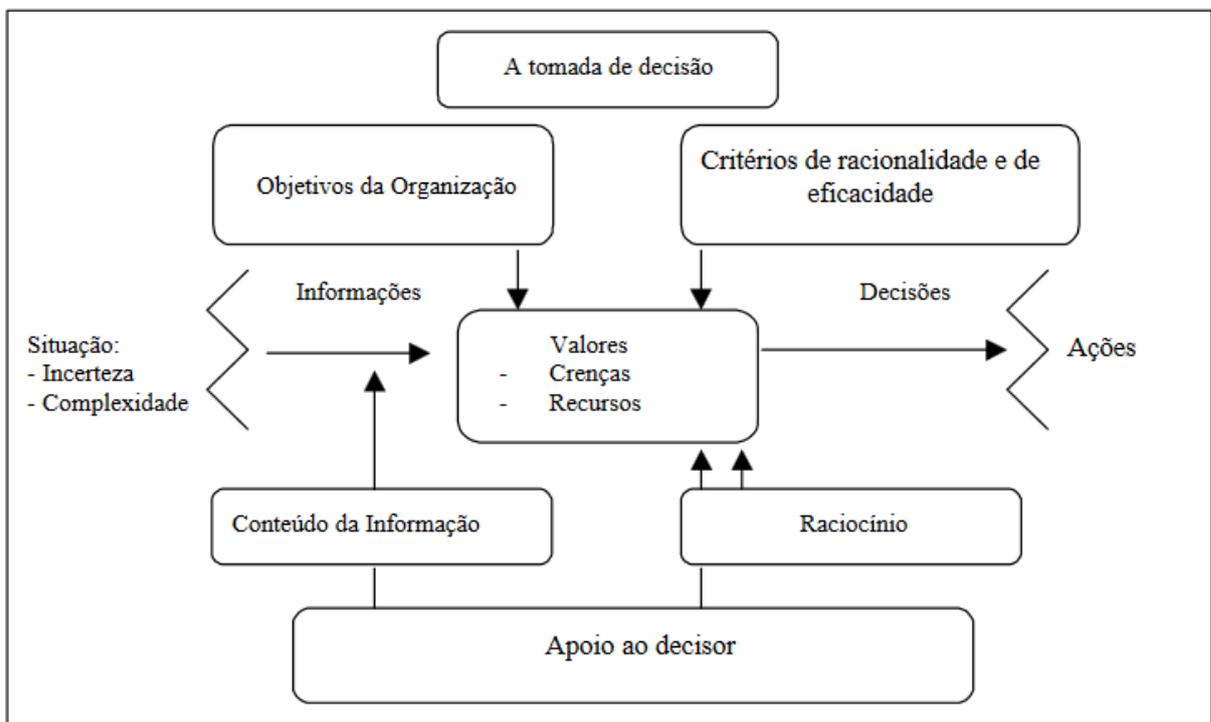
O autor complementa que, com o sucesso obtido pelo grupo de cientistas, a Pesquisa Operacional foi levada aos Estados Unidos, e em 1947, a equipe liderada por George B. Dantzig, deu origem ao método Simplex para a solução de problemas de programação linear. Este método, até os dias de hoje, vem sendo estudado e aplicado em problemas para otimização de recursos em diversos segmentos industriais e comerciais de diversas áreas de negócio (finanças, microeconomia, estratégia, marketing, entre outros). Sua viabilização se dá em função do aumento da velocidade do processamento e a quantidade de memória dos computadores atuais, tornando possível a solução de problemas mais complexos.

Segundo Andrade (2007), desde o surgimento da PO, o campo de análise de decisão tornou-se característico pelo uso de técnicas e métodos científicos qualitativos por equipes interdisciplinares, no esforço de encontrar e definir a melhor utilização de recursos limitados e para programação otimizada das operações de uma empresa. Dado este aspecto multidisciplinar da PO, com um enfoque sistêmico, faz-se necessário não só um especialista, mas uma abordagem mais ampla que, permita ao observador, reconhecer os múltiplos aspectos envolvidos. A utilização de modelos surge como uma alternativa que facilita o processo de análise de decisão, permitindo a “experimentação” do processo, ou seja, a tomada de decisão pode ser mais bem avaliada e testada antes de ser efetivamente implementada.

De um modo geral, a PO fundamenta-se na utilização de um método científico (modelos matemáticos, estatísticos e algoritmos computacionais) para tomada de decisão, podendo atuar em um ramo multidisciplinar que envolve áreas de engenharia, matemática aplicada, ciência da computação e gestão de negócios. (BELFIORE, 2012). Na prática, Alves (2012) diz que Pesquisa Operacional pode, ainda, ser utilizada em meios como: produção e logística, nos mais diversos tipos de indústria (alimentícia, automobilística, moveleira, petroleira, entres outras); além

de organizações de serviço, pública e privada, como: bancos, hospitais, seguradoras, turismo, entre outras.

A tomada de decisão, segundo Liczbinski (2002), é um processo complexo que envolve fatores diversos, ligados internamente, ou externamente à organização, destacando-se: o ambiente, risco e incerteza, custo e qualidade requerida pelo produto ou serviço, agentes tomadores de decisão, cultura organizacional, e o próprio mercado. O processo de tomada de decisão pode ser ilustrado conforme a Figura 4, discernindo as principais variáveis envolvidas:

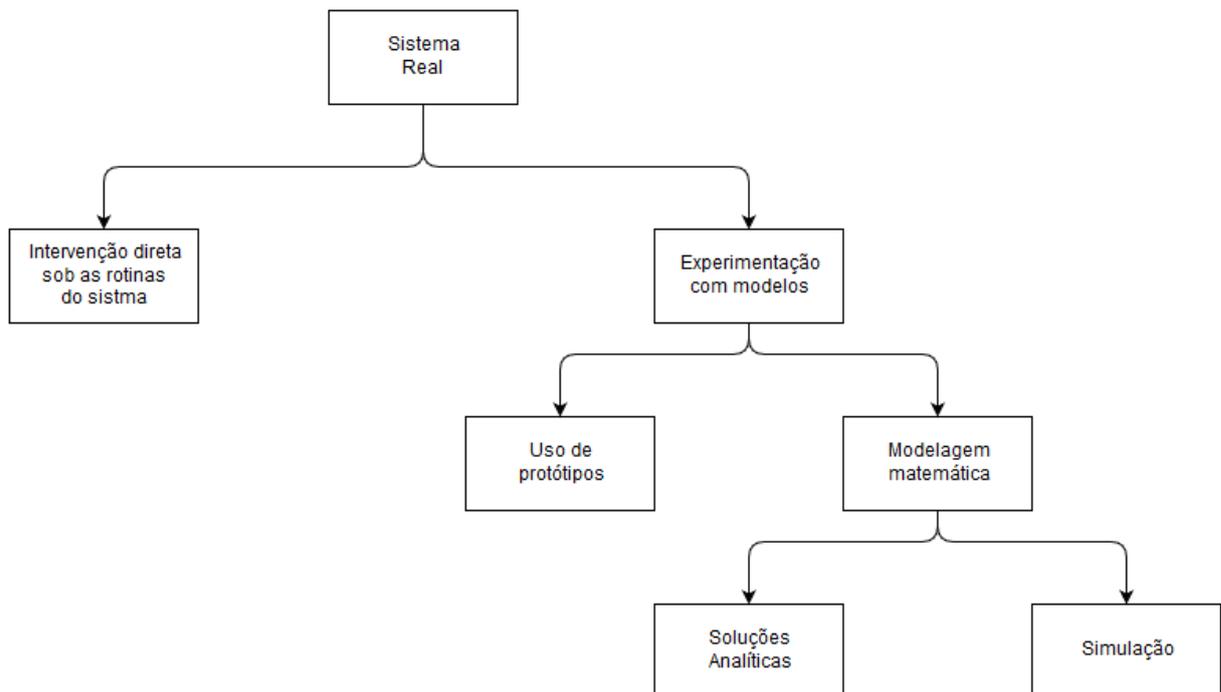


**Figura 4 – A Tomada de Decisão**  
**Fonte: Freitas (1993).**

Conforme visto na Figura 4, o valor e a qualidade da informação, tornam-se ainda mais importantes quando se deseja minimizar as incertezas, os riscos e as complexidades inerentes ao processo, para quando se quer tomar a decisão, optar pela mais eficaz entre as diversas alternativas possíveis (BELFIORE, 2012).

Para a simulação de um sistema real, que é a base da Pesquisa Operacional, os estudos para a tomada de decisão podem ser realizados de forma direta sob as rotinas do sistema, e/ou por experimentação com modelos. Segundo Carleto (2006), a intervenção direta nas rotinas do sistema é baseada em implementar ou modificar a sua forma de operação, visando obter uma condição

ideal, não deixando nenhuma dúvida se o estudo é válido. Todavia, nem sempre é possível desenvolvê-la por ser um experimento dispendioso e que requer experiência do profissional para que as tomadas de decisões não impactem negativamente sobre o sistema. Por outro lado, a experimentação fazendo uso de modelos, tem como principal objetivo demonstrar o funcionamento real do sistema físico. O fluxograma do funcionamento de um sistema real pode ser visto na Figura 5:



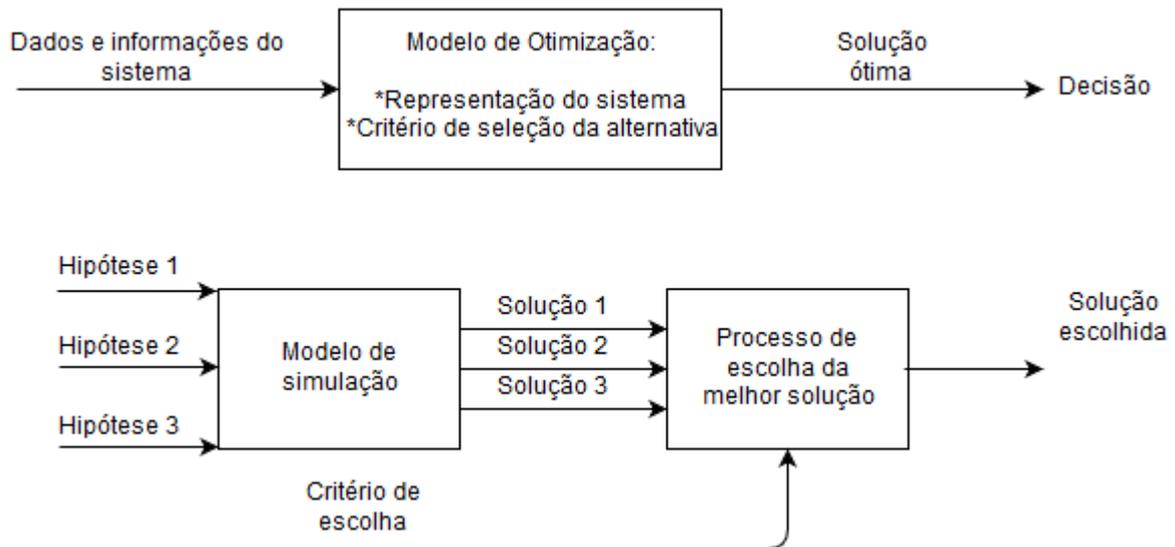
**Figura 5 – Funcionamento de um Sistema Real**  
 Fonte: Adaptado Law e Kelton (1991).

Um sistema real pode ser representado por um modelo, que é uma simplificação da realidade. De acordo com a maneira com que o processo de decisão é abordado, e da própria natureza da decisão, os modelos podem ser classificados como: conceituais, simbólicos ou matemáticos, e heurísticos (ANDRADE, 2007). O autor define os três modelos da seguinte maneira:

<b>Modelos Conceituais</b>	<b>Modelos Matemáticos</b>	<b>Modelos Heurísticos</b>
Relacionam de maneira sequencial e lógica as informações e fases do processo de decisão, possibilitando o desenvolvimento controlado e consistente com os objetivos previamente definidos	São fundamentados na pressuposição de que todas as informações e variáveis de interesse do problema de tomada de decisão podem ser quantificadas, fazendo uso de símbolos matemáticos para representá-las e funções matemáticas para demonstrar suas respectivas ligações, e a operação do sistema	São utilizados para problemas com alto grau de complexidade, quando nem mesmo as relações matemáticas são capazes ou suficientes para encontrar a solução. Baseiam-se em regras empíricas, ou intuitivas que, dada determinada solução para o problema, possibilitam o avanço para outra solução mais elaborada

**Quadro 3- Título: Classificação dos modelos**  
**Fonte: Adaptado de: Andrade (2007)**

Os modelos matemáticos, podem ainda, ser divididos em dois grandes tipos: modelos de simulação, e modelos de otimização. O modelo a ser escolhido dependerá da natureza matemática das relações entre as variáveis, os objetivos do encarregado da decisão, a extensão do controle sobre as variáveis de decisão, e o nível de incerteza associado ao ambiente de decisão. Os modelos de simulação, buscam proporcionar uma representação do mundo real com o objetivo de permitir a geração e análise de alternativas, antes da implementação de qualquer uma delas. Os modelos de otimização, por sua vez, não permitem flexibilidade na escolha das alternativas, tendo em vista que sua estrutura é para a seleção de uma única alternativa, que será considerada “ótima”, segundo um critério pré estabelecido. Esta é parte da estrutura do modelo que encontra a melhor alternativa por meio de uma análise matemática, que é processada pelos algoritmos (ANDRADE, 2007). A Figura 6 ilustra o processo de decisão com modelos de otimização e simulação.



**Figura 6 – Modelo de Otimização e Modelo de Simulação**  
 Fonte: Adaptado Andrade (2007).

De acordo com Fernandes (2006), o processo de resolução de um problema utilizando a Pesquisa Operacional é definido basicamente por cinco fases, conforme descrito a seguir:

- a) Definição do problema;
- b) Construção do modelo;
- c) Solução do modelo;
- d) Validação do modelo gerado;
- e) Implantação da solução.

### 3.3 MODELAGEM E SIMULAÇÃO

Segundo Freitas Filho (2008), a simulação, nos dias de hoje, costuma fazer referência à simulação computacional digital, na qual o modelo computacional é executado. Todavia, de acordo com Schriber (1974 apud Freitas Filho 2008), um dos responsáveis pelo desencadeamento de um maior compromisso entre programas de computadores e linguagens de simulação, em sua definição de simulação, o modelo não deve ser necessariamente computacional. Portanto, definição mais antiga, dada por Schriber (1974 apud Freitas Filho 2008, p.21) é dada que: “simulação implica na modelagem de um processo ou sistema, de tal forma

que o modelo imite as respostas do sistema real numa sucessão de eventos que ocorram ao longo no tempo”. O modelo computacional, pode ser definido segundo Robert Shannon como (1975 apud Freitas Filho 2008, p.22): “um modelo computacional é um programa de computador cujas variáveis apresentam o mesmo comportamento dinâmico e estocástico do sistema real que representa”. Pedgen (1991 apud Freitas Filho 2008, p.22) propõe uma definição ainda mais completa, abrangendo todo o processo de simulação: “simulação é o processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo, com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação”.

De acordo com Freitas Filho (2008), a simulação é tida como um processo amplo, que compreende não só a construção de um modelo, mas também todo o método operacional que visa:

- a) Pormenorizar o comportamento do sistema;
- b) Organizar teorias e hipóteses levando em consideração as observações efetuadas;
- c) Utilizar o modelo para prognosticar um comportamento futuro, ou seja, os efeitos gerados por modificações no sistema ou nos métodos utilizados em sua operação.

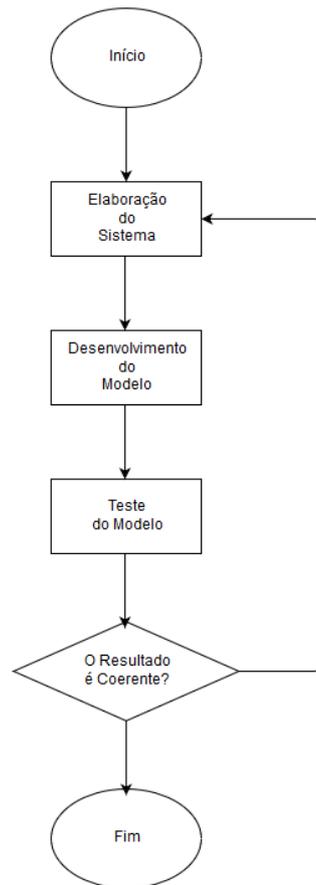
Com o mercado mais exigente e competitivo, as empresas estão buscando ferramentas para não deixarem seus produtos vulneráveis e perderem espaço no mercado. Fatores como o cumprimento de datas, redução de prazos de atendimento, maior flexibilidade sem redução de padrão, qualidade e custo, passaram a ser mais monitorados, e vistos como diferenciais. Se o produto ou serviço de um concorrente apresenta as mesmas funções, porém com um preço mais baixo e acessível, ou ainda incorpora inovações a cada versão produzida, ele possui uma vantagem competitiva frente à sua empresa (FERREIRA et al., 2000).

Freitas Filho (2008) salienta que a simulação tem sido apresentada como uma alternativa que permite aos analistas de diversos segmentos e áreas verificarem ou encaminharem soluções, com a especificidade desejada, aos problemas com os quais enfrentam dia a dia. O aumento do emprego dessa ferramenta no mercado é dado pela facilidade de utilização e sofisticação dos ambientes de desenvolvimento de modelos computacionais, junto ao crescente poder de processamento das estações de trabalho. Simular não é apenas construir

um modelo, mas sim um processo abrangente que visa descrever o comportamento do sistema, delinear teorias e levantar hipóteses sobre o que fora observado. É possível ainda tentar se antecipar a todos os efeitos que as modificações feitas nos sistemas ou nos métodos empregados na operação irão resultar no processo como um todo. O autor, ao explicar o porquê de simular, cita que a aceitação deste processo é dada pelos seguintes fatores:

- a) O estudo simulado permite aos observadores considerarem níveis de detalhes extremamente minuciosos, permitindo que diferenças de comportamentos, por mais sutis que sejam, venham a ser notadas;
- b) Possibilidade da utilização de animações, que possibilitam a visualização do comportamento dos sistemas durante as simulações;
- c) Um estudo simulado pode economizar tempo e recursos financeiros no desenvolvimento dos projetos, tendo como consequência ganhos de produtividade e qualidade;
- d) A percepção de que o comportamento do modelo simulado é muito semelhante ao do sistema real.

Para Brighenti, (2006), o processo de simulação é baseado no método científico, sendo que primeiramente há a formulação das hipóteses, seguido pela preparação do experimento, teste das hipóteses formuladas através do experimento e, finalmente, a validação das hipóteses através dos resultados encontrados. Este processo é mostrado segundo o fluxograma da Figura 7:



**Figura 7 – Método Científico Aplicado à Simulação**  
**Fonte: Adaptado de Brighenti (2006).**

São diversas as áreas de aplicação da simulação, destacando-se os sistemas computacionais e de telecomunicações, processos de fabricação, negócios, estudos de logística, militar, treinamento, científica, econômica, serviços entre outros. (HARRELL et al., 2000; LOBÃO 2000; BANKS et al., 2000; LAW e KELTON, 1991).

Kumar e Phrommathed (2005) salientam que antes da implantação direta de qualquer alteração no sistema produtivo, o mapeamento do processo, a análise dos dados e a simulação computacional podem reduzir com êxito o risco da ineficiência de uma operação de reprojeto no mundo real.

O processo de modelagem e simulação provém do conceito preciso do sistema que se deseja analisar e de seus elementos, para que, com isto, se possa descrever o comportamento do mesmo e elaborar teorias e hipóteses a partir do que se foi observado, determinando gargalos e utilizando o modelo pra prever o comportamento futuro, ou seja, quais serão os efeitos de possíveis alterações no sistema (ALVES, 2012).

### 3.3.1 Sistemas

A definição de sistema é extremamente importante pois é a partir dela que será definido quais serão as informações e dados necessários para a elaboração do estudo (BRIGHENTI, 2006). Seila (1995) define sistema como um conjunto de componentes ou entidades interagindo entre si, trabalhando juntos visando alcançar um objetivo comum. Brighenti (2006) complementa que um sistema pode ser também uma parte, ou conjunto, no qual o estudo será realizado, que por sua vez está imerso em universo ainda maior, como a área responsável pelo saque e depósito de uma agência bancária.

Na prática, o significado de sistema depende dos objetivos de cada estudo (LAW e KELTON, 1991). No caso de um estudo feito em um supermercado, o sistema pode ser definido como todo o supermercado ou somente o atendimento dos caixas. A escolha dos limites do sistema varia de acordo com os objetivos predeterminados, e onde se deseja obter melhoria. A delimitação do sistema é muito importante para a execução de uma simulação, pois é a partir dela que se levantarão as informações necessárias ao estudo (FREITAS FILHO, 2008).

Pereira (2000), acredita que, em simulação, é possível trabalhar com sistemas discretos, contínuos ou a combinação dos dois. Os sistemas são considerados discretos quando as variáveis envolvidas assumem valores finitos ou infinitos numeráveis (por exemplo, peças que chegam a uma máquina) e contínuos quando as variáveis mudam continuamente no tempo (por exemplo, quilômetros rodados pelos caminhões na simulação de um sistema logístico). Neste caso o software de simulação deve apresentar ferramentas capazes de resolver sistemas de equações diferenciais. Nas simulações de eventos discretos, por sua vez, os programas possuem um relógio que é iniciado com o evento ao qual está associado, e avança até que o próximo evento que esteja programado tenha seu início.

Andrade (2007), salienta que, quando um sistema é modelado, é preciso entender como os elementos que o compõe interagem e qual é o seu desempenho. Para que seja possível construir um modelo de simulação é necessário identificar e compreender suas variáveis, as quais podem ser classificadas em três categorias, conforme mostrado no Quadro 4:

<b>Variáveis de decisão</b>	São as variáveis independentes do sistema, pois é através delas que se é possível monitorar o sistema criando diferentes cenários e conduzir a simulação de acordo com os objetivos e interesses estabelecidos pelo modelador ou usuário
<b>Variáveis de resposta</b>	Também chamadas variáveis desempenho ou de saída, são dependentes e representam as respostas que o sistema fornece em função das variáveis de decisão das hipóteses estabelecidas e da interação entre os elementos do sistema
<b>Variáveis de estado</b>	As variáveis de estado indicam o estado do sistema em qualquer ponto específico do tempo.

**Quadro 4 – Título: Classificação das variáveis do sistema**

**Fonte: Adaptado de: Andrade (2007)**

De acordo com Alves (2012), a variabilidade é uma particularidade atinente a qualquer sistema que compreende pessoas e máquinas, sendo que qualquer uma delas é suscetível a falha. Portanto, a variabilidade gera incerteza ao sistema, e sua interpretação se torna complexa sem o uso de ferramentas pertinentes, como a simulação.

### 3.3.1.1 Elementos de um sistema

Almeida Filho (2006), descreve que sistemas são compostos de eventos, entidades, atributos, atividades e recursos. São estes elementos são determinantes para delimitar quando, quem, o quê, onde e como ocorre o processamento da entidade da simulação. Miyage (2006) e Freitas Filho (2008) definem estes elementos conforme descrito no Quadro 5:

<b>Evento</b>	É uma atividade primária e instantânea no sistema que não admite decomposição. Podem ser programados ou não programados, todavia, sempre que ocorrem, resultam em uma mudança de estado no sistema. A cada novo evento no sistema, uma variável é alterada
<b>Entidades</b>	São itens de relevância no sistema, sendo processados como produtos, clientes ou documentos. Podem ser dinâmicas, quando se movem através do sistema, ou estática, quando serve de base para outras entidades
<b>Atributos</b>	São as peculiaridades das entidades, sendo responsáveis por defini-las, ou seja, ao fazer uso destes, está se caracterizando e individualizando as entidades, possibilitando a obtenção de dados importantes quando pretende-se analisar o comportamento do sistema que está sendo investigado
<b>Atividades</b>	Representam uma ação que ocorre no sistema, podendo estar direta ou indiretamente envolvida no processamento das entidades
<b>Recursos</b>	São os meios pelos quais as atividades são realizadas. Pode ser considerado como uma entidade estática, que aprovisiona serviços as entidades dinâmicas. Uma entidade pode reivindicar diversos recursos simultaneamente

**Quadro 5 – Título: Elementos de um sistema**  
**Fonte: Adaptado de: Miyage (2006) e Freitas Filho (2008)**

### 3.3.2 Vantagens e Desvantagens de Simular

Os softwares de simulação estão em processo constante de desenvolvimento buscando sempre a simplicidade e praticidade no uso dos mesmos. Esta simplificação gera uma modelagem e simulação a um prazo mais curto, e com uma melhora na visualização do processo como um todo, e dos resultados obtidos (ALVES, 2012). Almeida Filho (2006), ressaltando que os sistemas de manufatura modernos são compostos de diversas operações discretas, ocorrendo de modo aleatório e não linear, conclui que a modelagem de sistemas através da simulação de eventos discretos surge como uma das melhores e mais viáveis soluções de estudo. Lobão e Porto (1997), complementam a ideia de que a simulação é, na maioria dos casos, a opção de melhor custo e benefício quando se tem como objetivo a busca por informações sobre sistemas ainda não implementados, a melhoria de sistemas que já estão em operação, reduzindo também o risco de uma ineficácia de uma operação de reprojeto em um sistema real.

Dentre as evoluções que o processo de simular vem passando, com as melhorias que já foram implementadas, e os defeitos que os programas podem apresentar como desvantagem, segue o Quadro 6 detalhando algumas das

vantagens e desvantagens deste processo de acordo com Freitas Filho (2008) e Miyage (2006):

Vantagens	Desvantagens
<p>O programa, ao ser elaborado, pode ser utilizado infinitas vezes;</p> <p>Regras de negócios, modernização de políticas, movimento de informações, atuação operacional, entre outras atividades, podem ser inseridas no processo e avaliadas sem que haja nenhuma mudança na realidade;</p> <p>Atualização de equipamentos, arranjos físicos, métodos de trabalho, entre outros, podem ser experimentados sem arriscar recursos;</p> <p>Gargalos podem ser identificados de maneira mais simples e rápida;</p> <p>Facilita o entendimento das variáveis do sistema;</p> <p>Facilita o entendimento do sistema como um todo;</p> <p>Melhor visualização nas alterações dos tempos, se os mesmos podem ser aumentados ou diminuídos, acelerando ou retardando o sistema de estudo;</p> <p>A simulação é mais fácil de se utilizar, visualizar e interpretar do que técnicas analíticas.</p>	<p>O desenvolvimento de um modelo pode exigir capacitação especial, pois se trata de uma atividade que se aprimora com a experiência, e vem sofrendo atualizações e melhorias;</p> <p>Pode apresentar resultados de difícil entendimento. Sabendo que grande parte das saídas do sistema são variáveis aleatórias, os resultados obtidos podem ser das iterações entre variáveis do sistema ou da aleatoriedade;</p> <p>A modelagem do sistema e análise dos dados podem desperdiçar tempo, todavia, a economia de tempo e recursos pode resultar em um sistema incompleto e ineficiente;</p> <p>A simulação, em determinados casos, é usada de forma precipitada, tendo em vista que uma análise detalhada do cenário seria o suficiente, já que os resultados da simulação não são exatos.</p>

**Quadro 6 - Título: Vantagens e Desvantagens dos Softwares de Simulação.**  
**Fonte: Freitas Filho (2008) e Miyage (2006).**

Apesar das desvantagens que a simulação apresenta, ela é uma opção muito utilizada para a otimização de sistemas produtivos, uma vez que as vantagens se sobressaem em relação as desvantagens (ALVES, 2012).

Ainda em defesa do uso da simulação, Miyage (2006) propõe que as desvantagens podem e tem sido minimizadas através das seguintes medidas:

- a) Fornecedores de softwares de simulação estão, continuamente, desenvolvendo pacotes contendo um tipo de template de modelos pré concebidos em que é preciso somente definir os dados da operação;
- b) Pacotes que disponibilizam ferramentas que facilitam a análise dos dados de saída da simulação estão sendo desenvolvidos;
- c) Os progressos nas plataformas computacionais possibilitam que a simulação seja feita de forma cada vez mais rápida.

Alves (2012), conclui que a simulação computacional, quando bem utilizada e compreendida, se torna uma ferramenta que agrega muito valor ao

processo de modelagem de sistemas de serviço, todavia, quando o modelador não conhece os conceitos de estatística, para poder tratar e analisar os dados coletados, e entender como eles podem ser inseridos ou modificados no modelo, a simulação pode se tornar um gargalo no sistema real.

### 3.3.3 SOFTWARE ARENA®

Dentre os diversos softwares que realizam simulação por meio de um computador, cada um com suas especificidades, tendo como principal ponto de diferenciação o modo como ele vê o sistema a ser simulado, ou seja, a maneira como os dados são fornecidos e como os relatórios são gerados são características únicas e específicas de cada programa (PRADO, 2010).

O autor conta que o software de simulação ARENA foi lançado em 1993 pela empresa americana Systems Modeling, com o intuito de suceder outros dois programas da mesma empresa, o SIMAN (primeiro software de simulação para computador) e o CINEMA (primeiro software de animação para computador, feito para complementar o SIMAN), que foram desenvolvidos em 1982 e 1984, respectivamente. Com constantes melhorias sendo implementadas e posterior união destes dois softwares, o ARENA surgiu e seguiu sendo incorporado.

O ARENA, da Rockwell Corporation, é um ambiente gráfico integrado de simulação discreta. Durante o processo de modelagem utilizando este simulador, o modelo é estruturado e codificado com base na linguagem de simulação SIMAN através da apuração dos módulos que contêm as características dos processos a serem modelados, como, a entrada de um produto (Create), o seu processamento (Process) e a sua saída do processo (Dispose) (SAKURADA; MIYAKE, 2009).

Segundo Prado (2010), o ARENA possui um conjunto de módulos (ou blocos) que visam a descrição de uma aplicação real. Estes blocos operam segundo os comandos de diversas linguagens de programação, como Fortran, Cobol, VB, Delphy, entre outras, todavia, como foram projetados sob a ótica da simulação, não possuem uma linguagem complexa de programação. Sakurada e Miyake (2009), completam esta ideia salientando que, mesmo o modelador não tendo o domínio da linguagem de programação, é possível fazer a extração dos

módulos, posicioná-los no modelo e parametrizá-los de acordo com o que fora observado no sistema real, sem grandes dificuldades.

Prado (2010) complementa que, além de fazer uso da Interface Gráfica para o Usuário, automatizando o processo e reduzindo da necessidade do teclado, o software possui ainda ferramentas de grande utilidade, como o analisador de dados de entrada (*Input Analyzer*), e o analisador de resultados (*Output Analyzer*). O primeiro permite que se faça uma análise dos dados reais de como está o andamento do processo, e optar por uma melhor distribuição estatística que se aplica a eles, podendo incorporá-la diretamente ao modelo. O analisador de resultados, por sua vez, é uma ferramenta que disponibiliza uma série de recursos que permitem analisar os dados coletados durante a simulação, e ainda possui mecanismos que realizam importantes comparações estatísticas.

PARAGON (2013), descreve que os principais elementos para a construção de modelos no ARENA estão reunidos no Template Basic Process, e são descritos no Quadro 7:

<b>Create</b>	Este módulo de fluxograma introduz as entidades no modelo de acordo com os intervalos de tempo definidos
<b>Dispose</b>	Este módulo de fluxograma tem função inversa à do módulo Create, ou seja, é responsável por retirar as entidades do sistema
<b>Process</b>	É ele o encarregado de reproduzir qualquer ação dentro do sistema que leve um tempo para ser cumprida. Também é capaz de representar a ocupação de uma máquina ou operador (recurso)
<b>Decide</b>	Representa uma ramificação no fluxo do processo. Tem como função alterar o rumo das entidades fundamentando-se em uma condição do sistema ou em um percentual probabilístico
<b>Entity</b>	Reúne as definições e parâmetros referentes a todos os tipos de entidades usados pelo modelo
<b>Resource</b>	Concatena todos os recursos usados no modelo. Por recurso, entende-se uma estrutura que será usada pela entidade que irá despende certa quantidade de tempo neste processo.

**Quadro 7 – Título: Principais elementos dos modelos no ARENA**  
**Fonte: Adaptado de: Paragon (2013)**

A Figura 8 mostra a tela inicial do software ARENA 11.0, onde é possível identificar as três áreas de trabalho: área de template, área de trabalho e área de planilha.



**Figura 8 – Tela inicial do software ARENA 11.0**  
**Fonte: Costa e Pereira, (2009).**

- a) Área de template: é constituída por vários templates, cada qual com um objetivo específico, como por exemplo os processos básicos, avançados, e transporte;
- b) Área de trabalho: local onde se encontram os módulos do fluxograma, assim como suas respectivas funções, obtidas através dos tempos encontrados;
- c) Área de planilha: é onde os dados dos módulos de dados são alocados. Quando esta área está ativada, é possível realizar alterações nos campos mostrados.

### 3.4 ESTATÍSTICA

De acordo com Martins (2002), estatística é a ciência dos dados que

envolve: coleta, classificação, sumarização, organização, análise, e interpretação dos mesmos. Segundo o autor, o desenvolvimento desta ciência, no decorrer da história, pode ser entendido a partir de dois diferentes fenômenos: a necessidade de governos coletarem dados censitários, e o desenvolvimento da teoria do cálculo de probabilidades.

A estatística tem interesse em todo e qualquer método científico para coleta, organização, resumo, apresentação e análise de dados, bem como na obtenção de conclusões válidas e na tomada de decisões razoáveis fundamentadas para que, tais análises, desempenhem, assim, um papel de cada vez maior relevância em quase todas as fases da pesquisa humana. Sua influência tem atingido as mais diversas áreas, estendendo-se à: agricultura, biologia, medicina, física, sociologia, ciências políticas, e os mais diversos campos de abrangência das engenharias e ciências (SPIEGEL, 1993).

Assim como outros campos da matemática, a estatística também sofreu inúmeras mudanças pelo desenvolvimento de softwares especialmente elaborados para análises estatísticas, dentre eles é possível citar: Excel, Minitab, SAS e SPSS. Para a realização de bom uso de tais softwares, administradores, estudantes, pesquisadores, e professores tem se familiarizado e estudado o funcionamento e interpretação dos dados, garantindo maior segurança para escolher o melhor procedimento, técnica ou método estatístico de análise de dados, e interpretar com correção e criatividade as saídas de qualquer pacote estatístico (MARTINS, 2002).

### 3.4.1 Distribuições Teóricas de Probabilidade

As distribuições teóricas de probabilidade, como um dos passos do estudo de simulação, são responsáveis pela identificação de uma distribuição teórica de probabilidades que represente o comportamento estocástico da variável de análise da melhor maneira possível (ALVES, 2012). Para que isto seja possível, a construção de uma distribuição de frequências, e a utilização de histogramas são imprescindíveis no processo de identificação ou delineamento da distribuição teórica de probabilidades (FREITAS FILHO, 2008).

O mesmo autor salienta que a construção de um histograma viabiliza dar

início ao processo de inferência sobre uma distribuição teórica de probabilidades. As hipóteses sobre qual deve ser a distribuição adotada, deve estar fundamentada no contexto do assunto investigado, e no perfil do histograma obtido.

Dentre as distribuições mais empregadas em estudos tem-se a do tipo Normal, Exponencial e Poisson. São as mais utilizadas em função da simplicidade para identificar e analisar, porém, outros tipos de distribuição, como a Beta, Gama e Weibull, não podem ser negligenciadas, pois durante o processo de ajuste das curvas, é possível que se encontre dificuldades em validar a aderências dos dados empíricos e aos da curva teórica, se esta não for a mais adequada (FREITAS FILHO, 2008).

#### 3.4.1.1 Principais Distribuições Contínuas

Os modelos de distribuição de probabilidades a seguir apresentados são capazes de reproduzir diversos fenômenos naturais e sociais, como a temperatura, o tempo, pressão, entre outros parâmetros que possam variar de forma contínua. Geralmente, o nome de cada distribuição de probabilidade faz referência ao pesquisador que a descobriu. As principais distribuições contínuas estão representadas juntamente com as respectivas funções densidade e probabilidade que as assemelha, e acompanhada dos parâmetros e intervalos que as configuram e sua representação gráfica, conforme mostrado na Figura 9 (ALVES, 2012).

Distribuição	Função Densidade e Probabilidade	Representação Gráfica	Parâmetros	Intervalos
Normal ou Gaussiana	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$		$\mu, \sigma$	$-\infty < x < +\infty$
Uniforme	$f(x) = \frac{1}{b-a}$		$a, b$	$a \leq x \leq b$
Triangular	$f(x) = \frac{2(x-a)}{(b-a)(c-a)}$		$a, b, c$	$a \leq c \leq b$
Exponencial	$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$		$\lambda$	$x \geq 0$ $0, \text{ para } x < 0$
Beta	$f(x) = \frac{\Gamma(\alpha + \beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1}$		$\alpha, \beta$	para $0 < x < 1$ $\alpha > 0$ e $\beta > 0$
Weibull	$f(x) = \frac{\beta}{\eta^\beta} (x-\gamma)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{x-\gamma}{\eta}\right)^\beta\right]$		$\beta, \eta, \lambda$	$x \geq 0$ $0, \text{ para } x < 0$

**Figura 9 - Quadro das distribuições de probabilidade de funções contínuas**  
Fonte: Alves (2012)

### 3.4.1.2 Principais distribuições discretas

As distribuições discretas descrevem quantidades aleatórias (dados de interesse) que podem assumir valores particulares e finitos. Quando se lida com elas, é necessário conhecer quais são os possíveis resultados, e quais as probabilidades associadas a cada um deles. Tratando-se de variáveis discretas, é possível encontrar diversos modelos de distribuição de probabilidades que são

utilizados em situações simples, como: o número de coroas obtidos em determinado número de lançamentos; número de imperfeições encontrados em determinado produto de uma linha de produção; número de pessoas que visitam um museu em um período de tempo pré-determinado. Para a representação de tais situações, os principais modelos de distribuição discreta são: Poisson, Uniforme Discreta, Binomial e Bernoulli (ALVES, 2012).

<b>Poisson</b>	Pode ser usada na determinação da probabilidade de um dado número de sucessos quando os eventos ocorrem em um <i>continuum</i> de tempo ou espaço. (KAZMIER, 1982). Pode servir como distribuição esperada para: número de bactérias em uma gota d'água, número de acidentes por dia ocasionados por motoristas de táxi em uma cidade grande, entre outros (GONÇALVES, 2002).
<b>Uniforme Discreta</b>	É utilizada quando só é possível atribuir valores inteiros, com a mesma probabilidade, limitados a um intervalo (mínimo, máximo), à variável aleatória que está sendo modelada. Exemplos de aplicação: número de destinos possíveis para uma mensagem em uma rede local de computadores, e números de peças que se encontram no buffer limitado em um centro de usinagem (FREITAS FILHO, 2008).
<b>Binomial</b>	Um experimento pode ser considerado binomial quando apresentar as seguintes propriedades: número fixo de provas; cada prova possui somente dois resultados possíveis: sucesso ( $p$ ), e fracasso ( $q=1-p$ ) ou falha; a probabilidade de sucesso é a mesma em cada prova; e os resultados das provas devem ser independentes uns dos outros (GONÇALVES, 2002). Pode ser utilizado como distribuição para: respostas de um teste como diversas questões do tipo Verdadeiro ou Falso; escolha entre um produto bom ou defeituoso; sexo das crianças nascidas em determinada maternidade; e atirar em um alvo, atingindo-o ou não (MARTINS, 2002)
<b>Bernoulli</b>	Este processo é caracterizado pelas séries de tentativas, ou observações, serem constituídas de eventos independentes. A probabilidade do sucesso é estacionária, ou seja, permanece constante de tentativa para tentativa. Em cada tentativa existem dois resultados mutuamente exclusivos, como no modelo anterior, sendo chamados de sucesso e fracasso (KAZMIER, 1982)

**Quadro 8 – Título: Modelos de Distribuição Discreta**

**Fonte: Adaptado de: Alves (2012)**

Tendo visto no Quadro 8 os possíveis modelos de distribuição que os dados coletados podem ser tratados, torna-se possível interpretar os dados gerados pelo pacote computacional escolhido, e seguir com o estudo de simulação. Em algumas situações, a análise dos dados não pode ser realizada somente com o bom senso do modelador, portanto o uso de ferramentas estatísticas apropriadas se faz necessário (ALVES, 2012).

Para a realização do presente trabalho, a simulação surge como uma alternativa com custo baixo, e alta eficiência para a identificação dos gargalos ao

longo do sistema, e para o estudo de alternativas que resultem em melhorias para o trabalho e atendimento aos clientes.

### 3.5 ANÁLISE DE PREVISÃO DE DEMANDA

A análise de previsão de demanda é uma das principais ferramentas utilizadas para alcançar níveis de desempenho excelentes, e segundo Furtado (2006), ela pode ser definida como uma pesquisa por modelos que permitam prever quantitativamente determinada variável, e analisar a qualidade dessa previsão. Ele saliente ainda que, com essa ferramenta, é possível antecipar cenários futuros afim de planejar, alocar e dimensionar recursos, reduzindo gastos desnecessários gerados por decisões tomadas de forma antecipada.

Martins e Laugeni (2005), complementam a ideia de que a previsão é um processo metodológico que visa determinar dados futuros, tendo como base modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos, ou ainda em modelos subjetivos fundamentados em uma metodologia de trabalho clara e definida previamente.

Tendo em vista que a demanda por determinado produto é dada em função de uma relação complexa entre fatores, não é possível construir um modelo, matemático ou não, que apresente uma estimativa exata da demanda futura (MANCUZO, 2003). Elementos como: efeitos da competição de mercado, propagandas e marketing, serviços prestados, e das alternativas de fornecimento para o produto, são tidos como difíceis de prever seus efeitos. Porém, baseados em teorias e modelos estatísticos é possível construir modelos com efeitos de previsão satisfatórios para auxiliarem os planos de ação das empresas (BROWN, 1959).

O gerenciamento da demanda, dentro da organização, deve ser realizado de forma conjunta entre todos os setores, de modo a prever com um maior número de informações o planejamento da demanda, a comunicação do plano de demanda aos setores e áreas envolvidos, realizar a análise do mercado, preços, e promoções, equilibrar custos, e gerenciar as ordens e pedidos dos clientes. Tendo levado em consideração todos esses fatores, a que a previsão tende a ser mais acurada e eficaz (ALMEIDA, 2014).

### 3.5.1 Características da Previsão de Demanda

A previsão de demanda pode ser utilizada para diversos fins, e para qualquer tipo de empresa, com ou sem fins lucrativos, todavia deve ser realizada separadamente em cada nível, pois normalmente, cada nível possui as suas especificações. Problemas que necessitam de solução imediata, como controle de inventário, alocação de máquinas, necessidade de matéria prima e mão de obra para a programação de produção correntes, são administrados de forma diária e semanal, porém devem ser estudados a longo prazo a fim de provar novas capacidades e o momento em que elas serão necessárias (BUFFA, 1977).

Nahmias (1993) descreve algumas características da previsão de demanda conforma o Quadro 9:

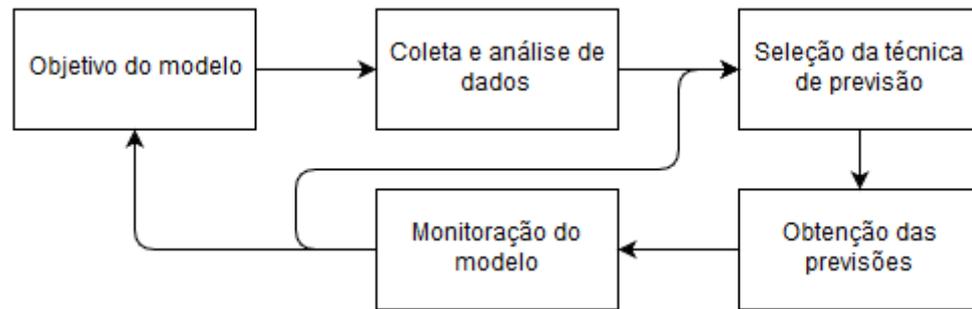
<b>Previsões, em geral, são erradas</b>	As previsões são baseadas em informações conhecidas, sendo que as necessidades de recursos para a programação de produção e compras requerem modificações quando a previsão de demanda estiver imprecisa. O sistema não é robusto o suficiente para antecipar erros de previsão.
<b>Uma boa previsão é mais do que um simples número</b>	Uma boa previsão inclui medidas para antecipação de erros da previsão.
<b>Previsões agregadas são mais exatas</b>	A variação da média de um conjunto de valores é inferior a variação de uma variável isolada, portanto o erro na previsão de uma linha de produtos é menor que o erro em apenas um item da linha.
<b>Quanto mais longo for o horizonte da previsão, menos exata ela será</b>	O dia de amanhã é previsto com mais precisão que um dia no próximo mês.
<b>Previsões não deveriam ser usadas para excluir uma informação conhecida</b>	Certas informações podem não estar presentes no comportamento e na história de uma demanda, mas não devem ser excluídas, devendo ser incluídas na previsão.

**Quadro 9 – Título: Características da previsão de demanda**

**Fonte: Adaptado de: Nahmias (1993)**

### 3.5.2 Etapas de um Modelo de Previsão

O processo de previsão de demanda foi desenvolvido para seguir basicamente cinco etapas, conforme ilustrado na Figura 10 (TUBINO, 2000):



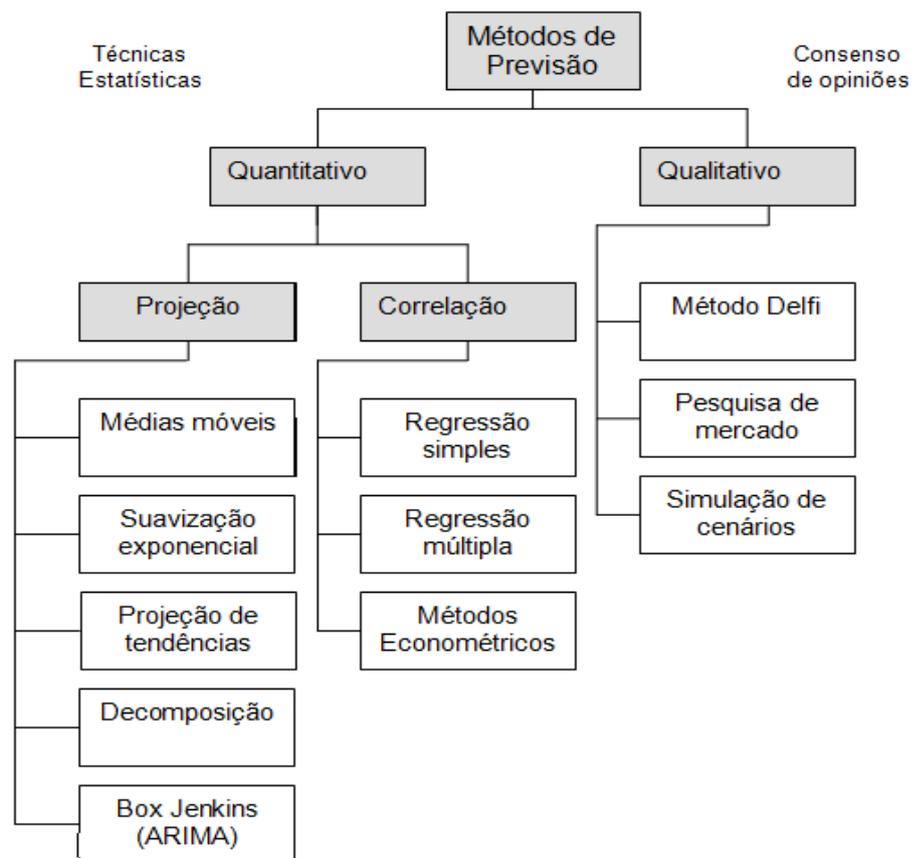
**Figura 10 - Título: Etapas básicas de previsão de demanda**  
**Fonte: Tubino (2010)**

O processo de inicia com a identificação dos objetivos da previsão, definindo qual a finalidade e a abrangência do processo. Após a definição do objetivo principal, é preciso coletar os dados que serão base para que a previsão seja feita, como registros que podem influenciar na demanda. Terminada a etapa de coleta e análise dos dados, deve-se definir qual será o modelo de previsão a ser utilizado, levando em conta custos e a precisão do modelo. A obtenção das previsões é dada pela geração das previsões para determinado período da série, obtendo assim os parâmetros para a previsão futura da demanda. A última etapa é dada pelo monitoramento dos resultados, em que, a partir das projeções geradas pelo modelo, e da demanda real do período determinado, é possível verificar a confiabilidade das previsões por meio de medidas de erros (HYNDMAN E ATHANASOPOULOS, 2012).

### 3.5.3 Métodos de Previsão

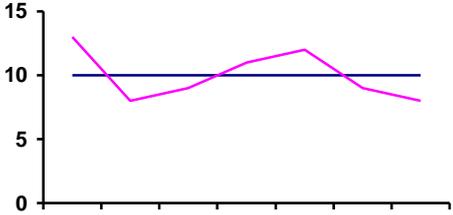
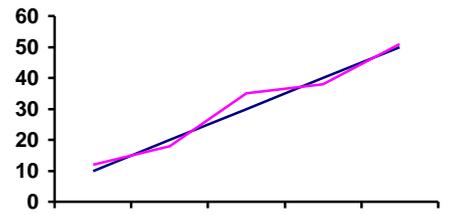
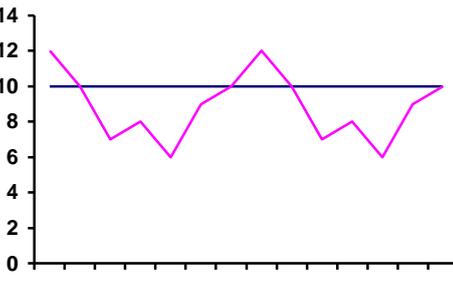
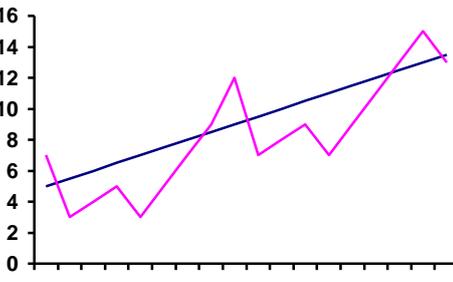
De acordo com Tubino (2010), os métodos de previsão podem ser divididos em qualitativos e quantitativos. O primeiro, é baseado em dados intangíveis, que são difíceis de se representar numericamente. O último, por sua vez, é baseado em uma análise numérica dos dados passados e técnicas de estatística.

Lustosa et al. (2008) acredita ainda que estes métodos (qualitativos e quantitativos) podem ser subdivididos em diversas categorias, conforme ilustrado na Figura 11:



**Figura 11 – Título: Métodos de previsão**  
**Fonte: Lustosa et al. (2008)**

Lustosa et al. (2008) acredita ainda que a demanda pode ser descrita segundo quatro padrões, a serem escolhidos de acordo com o dados disponíveis. Quando não existirem dados numéricos, deve-se utilizar métodos qualitativos de previsão, e quando houver dados numéricos e a demanda tiver determinado padrão, é recomendável a utilização de métodos quantitativos. Os padrões de demanda definidos pelo próprio autor estão descritos no Quadro 10.

Demanda	Descrição	Ilustração
Média ou Estacionária	Neste caso as oscilações da demanda giram em torno de um valor constante ao longo do tempo.	
Tendência	As variações de demanda neste caso seguem um padrão de crescimento (ou redução).	
Estacionária sazonal	Neste caso a demanda cresce ou decresce em certos períodos ou ciclos sazonais.	
Tendência e sazonalidade	Neste caso a demanda tem uma tendência ou crescimento ou decréscimo em certos períodos ou ciclos sazonais.	

**Quadro 10 – Título: Padrão de demanda**  
**Fonte: Adaptado de: Lustosa et al. (2008)**

Tendo em vista as diversas classificações e divisões dos métodos de previsão, é possível notar ainda que os mesmos possuem algumas características em comum, conforme descrito no Quadro 11.

<b>Métodos de previsão costumeiramente assumem que as mesmas causas que configuram a demanda no presente, permanecerão no futuro</b>	O comportamento passado é a base para inferências sobre o comportamento futuro.
<b>Métodos não conduzem a resultados perfeitos</b>	Quanto maior for o horizonte de previsão, maior será a chance de erro, devido aos fatores aleatórios que nenhuma previsão é capaz de captar, que passam a exercer influência ainda maior.

**Quadro 11 – Título: Similaridades das previsões de demanda**

**Fonte: Adaptado de: Mancuzo (2003)**

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo Magalhães (2005), a metodologia é baseada no estudo dos meios que se faz uso no processo de se adquirir conhecimento, criando um modelo que diversas pessoas podem tomar como base para atingir esse mesmo objetivo.

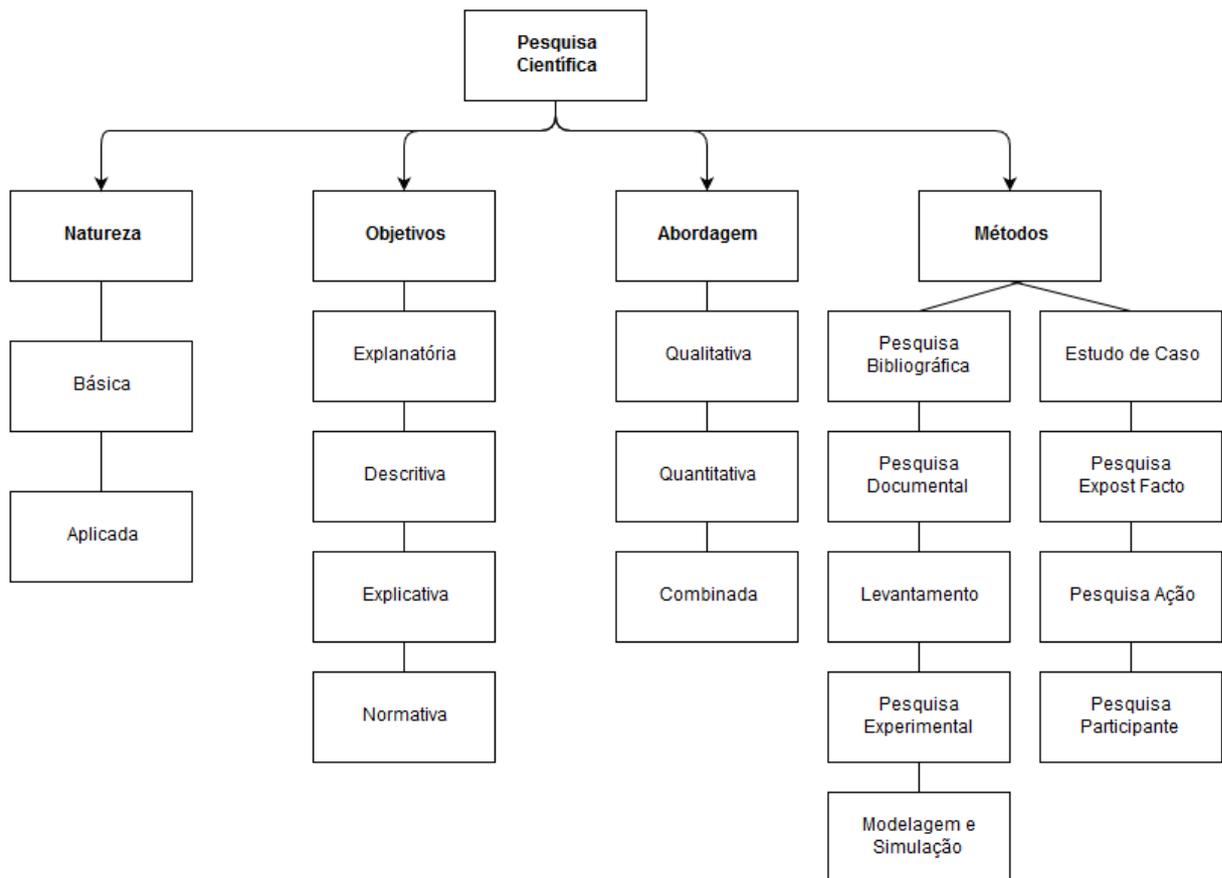
O ato de pesquisar pode ser definido como o procedimento sistemático e racional que busca encontrar respostas para os problemas propostos. De maneira geral, a pesquisa é solicitada quando não se tem informações suficientes para solucionar determinado problema, sendo desenvolvida a partir dos conhecimentos disponíveis, e usando cuidadosamente os métodos e técnicas de investigação científica (GIL, 2010).

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Uma Universidade, localizada no oeste do Paraná, conta com um Restaurante Universitário, objeto deste estudo, instalado em seu interior. O estabelecimento oferece diariamente almoço e janta, tendo como principais clientes os discentes, docentes, demais funcionários da Universidade, e moradores da região. As refeições são servidas pelo sistema *self-service*, compreendendo um cardápio com saladas e temperos para as mesmas, pratos quentes (composto por arroz, feijão, duas opções de carne e mistura), suco e sobremesa. O preço para docentes, discentes e colaboradores da Universidade é fixo e reduzido em relação ao que é oferecido aos demais clientes, devido ao subsídio oferecido pelo Governo. Há também alunos contemplados pelo programa de Bolsa Permanência, que não precisam pagar pelas refeições. O restaurante ainda oferece vários tipos de bebidas para consumo a parte.

## 4.2 TIPOS DE PESQUISA

As pesquisas podem ser classificadas de acordo com sua natureza, com a abordagem do problema, com os objetivos, e com os métodos e procedimentos técnicos adotados (SILVA E MENEZES, 2001). A Figura 12 ilustra essa classificação, bem como o que envolve cada uma das classificações.



**Figura 12 – Classificação da pesquisa científica**

**Fonte: Adaptado Silva e Menezes (2001)**

Em relação à classificação, o presente estudo pode ser classificado como uma pesquisa aplicada, que visa gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos.

Tendo em vista que este trabalho tem a modelagem computacional como a base de estudo, utilizando dados numéricos coletados dos sistema real, avaliando estes dados e tratando por meio de softwares específicos, que geram resultados, também numéricos, o mesmo pode ser classificado como uma pesquisa

quantitativa.

Do ponto de vista dos objetivos, o estudo pode ser caracterizado ainda como uma pesquisa exploratória, que visa possibilitar maior familiaridade com o problema, a fim de torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Quando relacionado aos procedimentos técnicos adotados na pesquisa, é possível classificar este trabalho como um estudo de caso. Neste trabalho, não se busca generalização dos dados da empresa em estudo, para todo o setor como um todo, nem para outros estabelecimentos do ramo, apenas tem-se o objetivo de explorar um caso particular e específico, mas com características interessantes e específicas, que auxiliarão a compreender a dinâmica operacional do estabelecimento. Desta forma, o trabalho lida com um estudo de caso único, em que todos os seus resultados são válidos para a situação particular em estudo.

O estudo de caso, segundo Gil (2010), é baseada em um exaustivo e profundo estudo sobre um ou alguns poucos objetos, visando permitir um conhecimento amplo e detalhado destes. Essa tarefa pode ser considerada extremamente complicada. Atualmente, essa técnica de pesquisa é normalmente destinada à investigação de uma situação contemporânea dentro do real contexto em que está inserida. Segundo o mesmo autor, os principais objetivos do estudo de caso são: a exploração minuciosa de eventos da vida real e que não possuem limites claramente definidos; manter inalterado o caráter ímpar do objeto a ser estudado; descrever o fenômeno, baseado no contexto em que está sendo realizada determinada investigação; gerar hipóteses ou desenvolver teorias a respeito do problema; e explicar as variáveis responsáveis pela existência de um determinado elemento em situações amplamente complexas e que inviabilizam a utilização de levantamentos ou experimentos.

Por fim, este trabalho enquadra-se também como uma pesquisa bibliográfica, por terem sido realizadas leituras e pesquisas em materiais já publicados, com o intuito de aprender mais sobre o tema do trabalho e sobre a maneira como este foi conduzido.

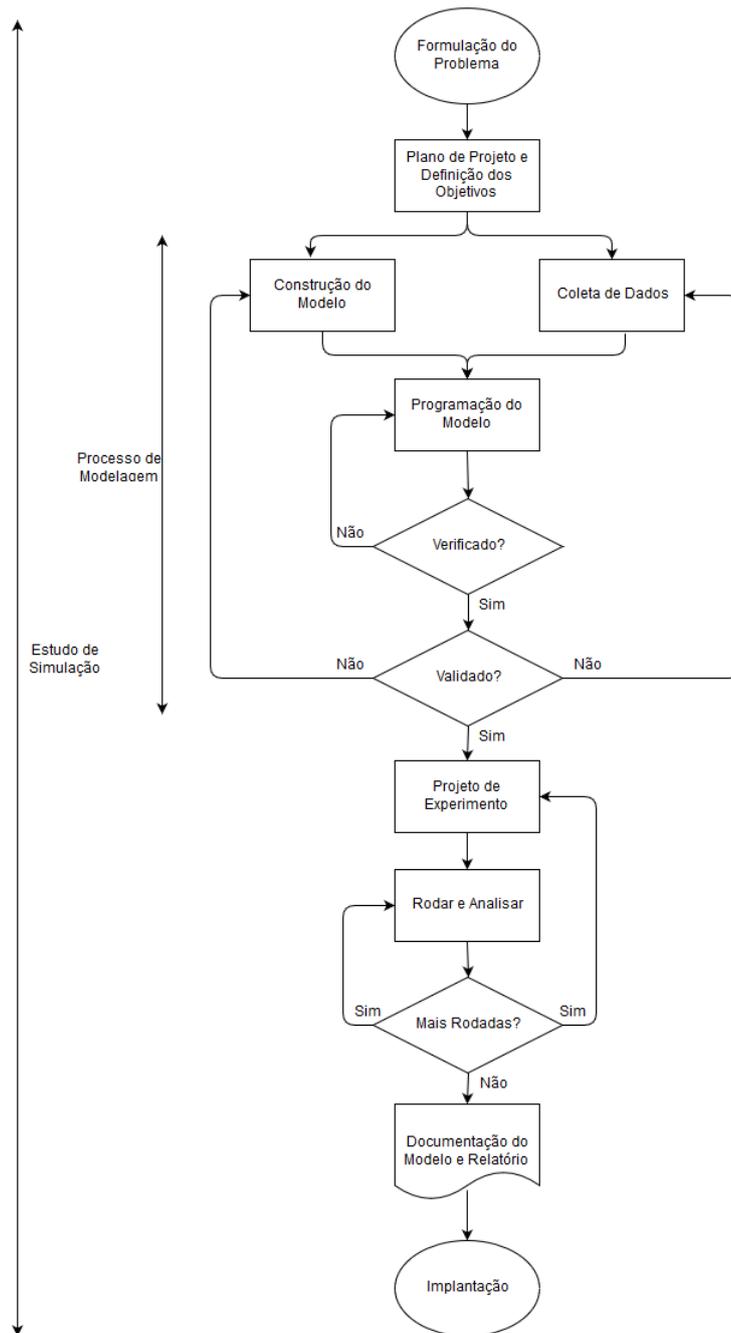
Em relação à pesquisa bibliográfica, Gil (2010) diz que esta é baseada em materiais publicados anteriormente. Geralmente utilizam-se livros, teses, dissertações ou anais de eventos científicos, e nos dias de hoje tornou-se comum também o uso de fontes eletrônicas como CDs ou materiais dispostos na internet. Essa técnica de pesquisa deve estar presente na maioria dos tipos de pesquisa

acadêmica. Em casos de teses e dissertações dedica-se um capítulo do trabalho apenas a essa atividade, visando o fornecimento da fundamentação teórica ao trabalho, além da identificação do conhecimento que se tem sobre o tema.

O autor afirma ainda que a principal vantagem dessa técnica é o fato da possibilidade do elaborador do trabalho de cobrir uma quantidade muito maior de elementos e fenômenos do que se poderia pesquisar diretamente. Porém, as fontes pesquisadas são de extrema importância, pois fontes menos confiáveis podem gerar informações equivocadas, que conseqüentemente podem interferir diretamente na qualidade do trabalho.

Como o método de modelagem e simulação foi adotado para o desenvolvimento dessa pesquisa, Turrioni e Mello (2011) definem que a modelagem e simulação são utilizadas quando se deseja experimentar, a partir de um modelo, um sistema real, podendo-se determinar como este sistema reagirá a modificações que lhe serão propostas. Na realização de um estudo de modelagem e simulação é de extrema importância o planejamento e cumprimento de uma metodologia, a fim de evitar o desperdício de tempo e dinheiro, além de garantir resultados satisfatórios.

Segundo Banks (2000), a metodologia para um estudo de modelagem e simulação pode ser definida em 12 etapas, sendo elas: formulação do problema, plano de projeto e definição dos objetivos, conceituação do modelo, coleta de dados, programação do modelo, verificação, validação, projeto experimental, rodar e analisar o programa, verificar a necessidade de novos testes, documentação do modelo e relatório, e a implantação de mudanças no sistema estudado. A Figura 13 mostra o fluxograma de formulação do problema, seguindo as etapas pré determinadas.



**Figura 13 – Etapas para um estudo de modelagem e simulação**  
**Fonte: Banks (2000)**

### 4.3 COLETA DOS DADOS

Para a simulação do processo, foram coletadas as seguintes variáveis: tempo de tempos de chegadas dos clientes, tempos de atendimento dos clientes, tempos de fila para compra do vale alimentação, e os tempos gastos pelos clientes para se servirem nas bancadas de salada e pratos quentes.

A coleta dos dados foi realizada, primeiramente, a partir da observação e análise do funcionamento estabelecimento, e posteriormente foi elaborado o fluxograma de funcionamento do mesmo.

Para a construção do modelo foi necessário coletar a demanda, a configuração e dimensões físicas da infraestrutura, além dos tempos de serviço. Por se tratarem de dados quantitativos, os mesmos podem ser extraídos de relatórios e documentos já existentes, e em caso de inexistência dos mesmos, o modelador deverá realizar o levantamento. A coleta dos tempos é de extrema importância para a simulação da dinâmica do restaurante, pois os tempos de cada operação precisam ser caracterizados para cada atividade que for incorporada ao modelo. Em caso de erros na tomada dos tempos, o modelo poderá apresentar falhas em relação à realidade.

A cronometragem foi a técnica utilizada para orientar a coleta dos dados necessários, garantindo assim a consistência dos tempos. A fim de se obter uma distribuição probabilística característica de cada etapa, a coleta dos tempos foi realizada diversas vezes, possibilitando também, maior precisão na simulação do modelo.

### 4.4 ANÁLISE DOS DADOS

Segundo Freitas Filho (2008), tendo os dados necessários para o estudo de simulação, é de extrema importância que estes recebam um tratamento adequado para que se possa extrair as informações desejadas, ou seja, é necessário que toda a informação contida nos dados coletados torne-se acessível e, principalmente, compreensível.

A simulação da dinâmica operacional do restaurante foi realizada com o software Arena®, e os resultados serão analisados pelas ferramentas do Arena®: *Output Analyzer*, *Input Analyzer* e por intermédio do software Microsoft Excel. Através do software estatístico Microsoft Excel, realizou-se a análise exploratória dos dados segundo os pressupostos da estatística descritiva, visando a obtenção de conclusões significativas e identificação de erros nos dados coletados. Os dados coletados para simulação foram tabulados através da ferramenta de análise de dados *Input Analyzer* presente no ambiente de simulação do software ARENA®. Segundo Prado (2010), esta ferramenta possibilita a análise dos dados reais do funcionamento do processo e definir a melhor distribuição teórica de probabilidade que se aplica a eles.

De acordo com Sargent (1998), o modelo matemático obtido a partir dos resultados experimentais deve ter sua validade verificada antes de ser utilizado. A validação do modelo objetiva proceder à comparação entre os valores das variáveis geradas pelo modelo com os obtidos do sistema real.

A fim de garantir que os resultados deste estudo tenham um efeito significativo na execução do procedimento de validação, para o sistema em estudo, foi realizada uma comparação de médias por meio de análise de variância (ANOVA), e calculado o erro médio estimado pela equação 01 (MENNER, 1995).

$$SE = \sqrt{\frac{(SR - MD)^2}{GLR}} \quad (01)$$

Onde:

SE – erro médio estimado;

SR – valor obtido a partir do sistema real;

MD – média dos valores gerados pelo modelo;

GLR – grau de liberdade considerando o número de replicações do modelo.

A análise dos resultados da simulação para cenários diversos foi realizada através de outra ferramenta do software ARENA®, o *Output Analyzer*.

Para realização da análise de previsão de demanda os dados referentes a refeição servidas no restaurante desde sua abertura que ocorreu há 30 meses (janeiro de 2014 a junho 2016), foram avaliados com auxílio do software Action Stat. Escolheu-se o método de Holt-Winters por perceber-se previamente a existência de

sazonalidade nos dados.

O método Holt-Winters multiplicativo foi o escolhido por apresentar valores inferior para o erro percentual absoluto médio (MAPE) calculado segundo a equação (1):

- *Mean Absolute Percentual Error* (MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|R_t - P_t|}{R_t}}{n}$$

Onde:

$R_t$  = Valores reais da venda

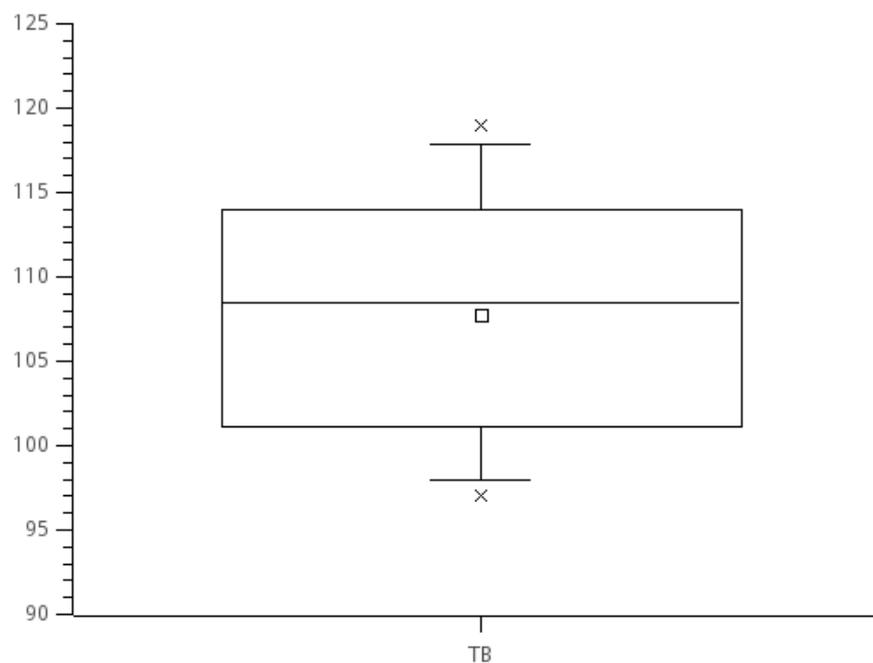
$P_t$  = Valores previstos

$n$  = Número de períodos de previsão

## 5 RESULTADOS

### 5.1 RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

Inicialmente, os dados obtidos no restaurante foram colocados na forma de boxplot (Figura 14). Na seqüência, a técnica de identificação de *outliers* foi aplicada (Tabela 1) (MARROCO, 2003). Estes valores surgem, geralmente, de erros na coleta de dados ou de eventos raros e inesperados. Observa-se, que os *outliers* só foram retirados das amostras somente depois de uma análise criteriosa. Mantiveram-se na amostra os valores possíveis de ocorrer.



**Figura 14: Boxplot dos tempos no buffet – TB**  
Fonte: Dados da pesquisa

**Tabela 1:** Identificação de *outliers*

<i>Outliers</i>
$A=Q^3-Q^1$
Valor $< Q^1-1,5A$ – <i>Outlier Moderado</i>
Valor $> Q^3+1,5A$ - <i>Outlier Moderado</i>
Valor $< Q^1-3,0A$ - <i>Outlier Extremo</i>
Valor $> Q^3+3,0A$ - <i>Outlier Extremo</i>

**Fonte: Dados da pesquisa**

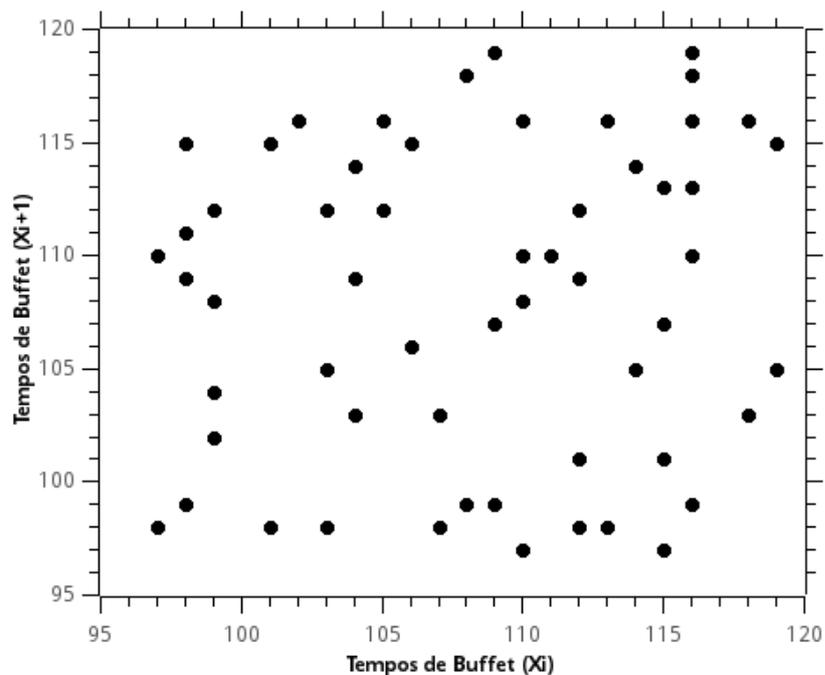
Onde:

$A=Q^3-Q^1$ : é a Amplitude inter-quartil;

$Q^1$ : primeiro quartil;

$Q^3$ : terceiro quartil.

A correlação entre os dados, ou seja a verificação da dependência entre os valores das amostras, foram analisadas. Na Figura 15, o gráfico de dispersão dos tempos no buffet é apresentado. Observa-se na figura que não há correlação entre as observações da amostra.



**Figura 15: Gráfico de dispersão - tempos no buffet – TB**  
**Fonte: Dados da pesquisa**

Na sequência determinou-se as curvas de distribuição teórica de

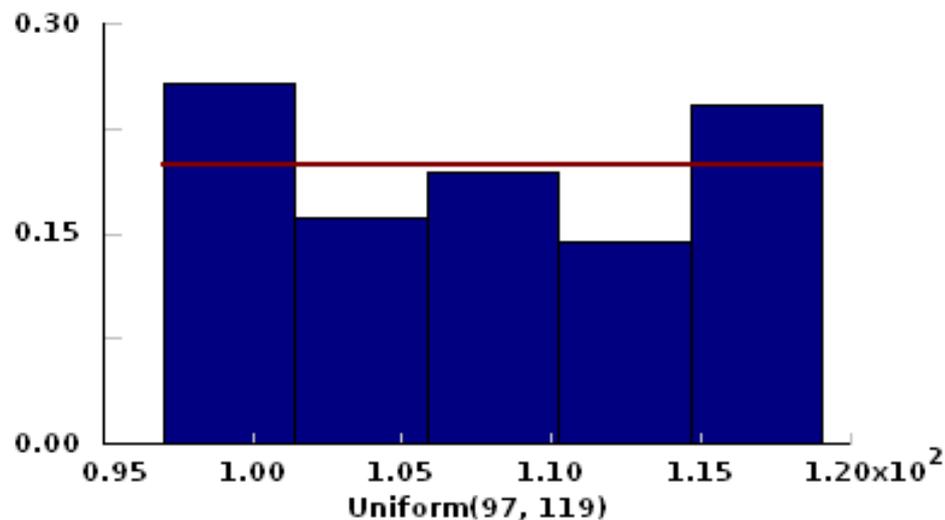
probabilidades que melhor representem o comportamento estocástico do sistema em estudo, através da ferramenta *Input Analyzer* do Arena®. Observou-se que os *p-values* dos testes de aderência: teste Chi Square e do teste Kolmogorov-Smirnof foram maiores que o nível de significância adotado (0,1) (CHIWF; MEDINA, 2007). Concluiu-se que as distribuições que melhor se adaptaram aos dados coletados no sistema são as apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2:** Distribuição de probabilidades

Item	Distribuição
TEC	1.6999+EXPO(7.95)
TC	TRIA(4,6.11,20.7)
TB	UNIF(97,119)

Fonte: Dados da pesquisa

Na Figura 16 apresenta-se, como exemplo, o gráfico da distribuição de probabilidades do tempo de buffet.



**Figura 16:** Distribuição de probabilidade - tempos no buffet – TB  
Fonte: Dados da pesquisa

Validação do Modelo Implementado:

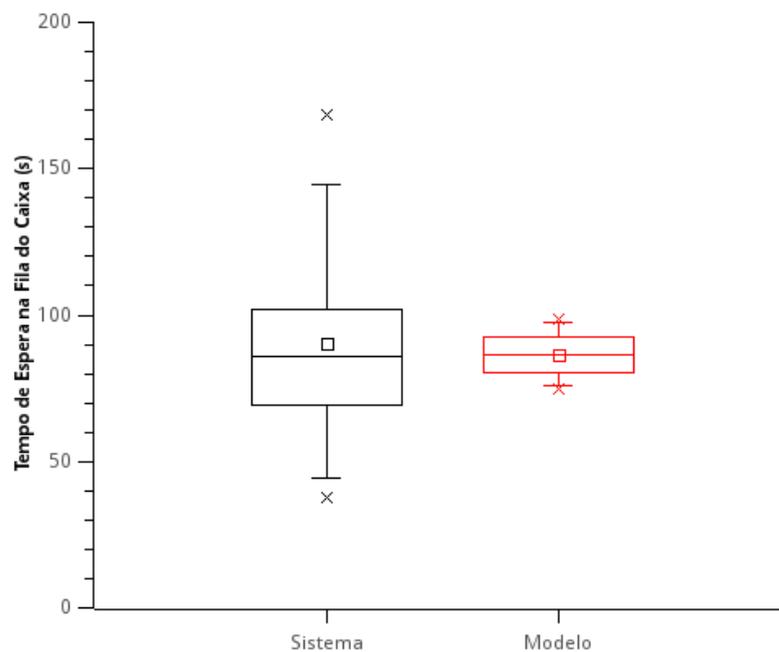
Para validação do modelo do sistema em estudo realizou-se uma comparação (Tabela 3) entre o tempo médio de espera na fila do caixa, coletado no restaurante, com o tempo médio gerado pelo modelo de simulação. Na Tabela 3 apresenta-se, também, o erro médio estimado (SE, em decimal).

**Tabela 3:** Dados do sistema real e do modelo  
**Tempo na Fila do Caixa (s)**

Sistema	Modelo	
Real	Computacional	SE
90,51	85,98±8,06	0,82

Fonte: Dados da pesquisa

Na Figura 17 apresentam-se os boxplots dos dados do sistema real e do modelo computacional.



**Figura 17:** *Boxplots* dos dados do sistema real e do modelo  
 Fonte: Dados da pesquisa

#### Simulação:

Para a realização da análise do sistema em estudo, são propostos dois cenários com o objetivo de observar a resposta do sistema a partir de alterações no número de caixas. O indicador de desempenho utilizado para a análise é a utilização dos caixas do restaurante.

- Cenário 1 (Cenário atual): 2 Caixas.
- Cenário 2: 3 Caixas.

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos da simulação do sistema, para os dois cenários.

**Tabela 4:** Resultados de simulação dos cenários 1 e 2

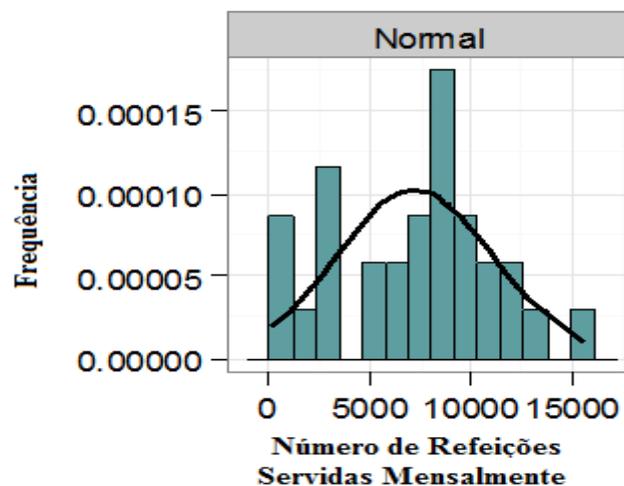
Cenários	Caixa	Utilização	Nº de Clientes na Fila (s)
1	2	100%	18
2	3	55,5%	1

Fonte: Dados da pesquisa

Observa-se, dos resultados obtidos de simulação, que para o horário de pico (12:00 às 12:30 h) a utilização dos caixas chega a 100%. Portanto, com a utilização de três caixas, neste período reduziria a utilização dos caixas para 55,5% e o número de clientes para 1.

## 5.2 RESULTADOS DA PREVISÃO DE DEMANDA

Segundo Oro (2016), quando o p-valor for superior ao nível de significância no teste de Anderson-Darling, os dados coletados apresentam distribuição normal. Com base nessa afirmação, foi avaliado a normalidade dos dados por meio deste teste percebeu-se que o p-valor foi de 0,24238 portanto superior a 0,05 indicando que a distribuição dos dados de número de refeições servidas mensalmente no restaurante avaliado seguem a distribuição normal conforme ilustra a Figura 18.



**Figura 18:** Histograma de Distribuição dos dados referentes ao número de refeições mensais servidas pelo restaurante universitário acompanhado.

Fonte: Dados da pesquisa

Por meio do resultado de avaliação de sazonalidade realizado no Action Stat percebeu-se que a hipótese de existência de sazonalidade (H1) foi aceita tendo em vista que o p-valor calculado foi 0,048 portanto inferior a 0,05 pelo teste de Friedman (Tabela 5).

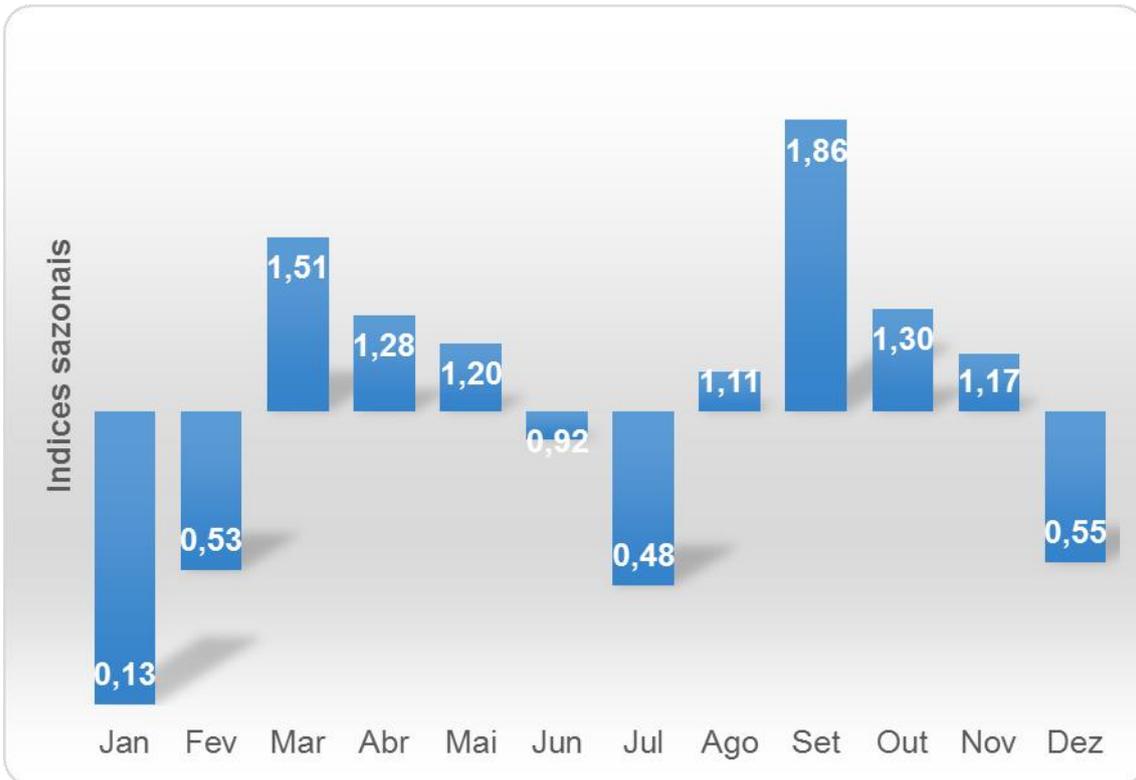
**Tabela 5:** Teste de sazonalidade realizado pelo Action Stats.

Teste de Friedman	
Estatística	19,76923
P-Valor	0,048608
Tamanho da Amostra	30
Comprimento Sazonal	12
Hipótese Nula	Não há sazonalidade determinística
Hipótese Alternativa	Há sazonalidade determinística

**Fonte: Dados da pesquisa**

Após a realização da Previsão por meio do método Holt-Winters multiplicativo e aditivo percebeu-se que o método aditivo apresentou valor menor para o erro percentual absoluto médio (MAPE) o qual foi calculado em 26,71% sendo que pelo método aditivo o erro foi de 27,66%. Pelos dois métodos o erro pode ser considerado elevado, mas deve ter sido ocasionado pela pequena quantidade de dados históricos, devido ao restaurante ter iniciado suas atividades no ano de 2014. Novas análises devem ser realizadas com o passar do tempo e obtenção de mais dados com vistas a redução dos erros e obtenção de resultados de previsão mais precisos.

Dessa forma inicialmente realizou-se uma decomposição multiplicativa nos dados com vistas a observação dos índices sazonais mensais (Figura 19). Nessa imagem pode-se verificar que nos meses de janeiro, fevereiro, julho e dezembro ocorre redução nesses índices o que indica redução na demanda de refeições, tal fato ocorre por esses meses haverem férias escolares e redução do número de pessoas que permanecem na instituição, como muitos dos servidores e alunos de pós-graduação permanecem trabalhando as refeições continuam sendo servidas mas em menor quantidade.



**Figura 19: Gráfico ilustrativo dos índices sazonais superiores e inferiores a 1,0.**

**Fonte: Dados da pesquisa**

O mês de setembro apresentou um valor superior de demanda em relação a todos os outros meses pode ser devido a eventos que ocorrem nesse mês pois as semanas acadêmica costumam acontecer no segundo semestre do ano e não muito perto do final do ano.

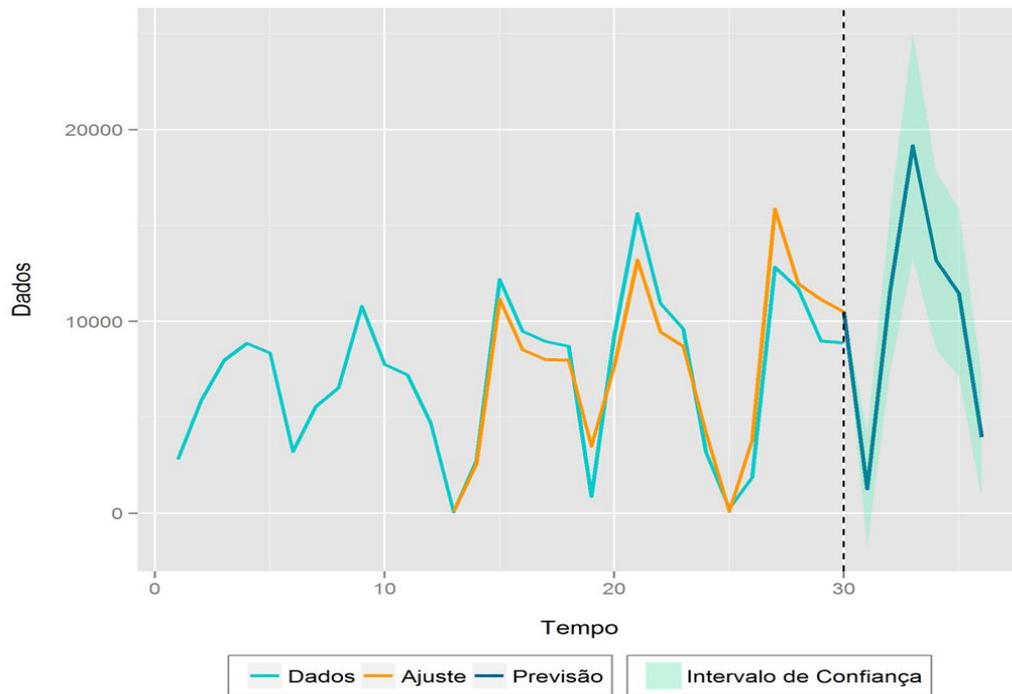
Uma boa ideia seria sediar eventos nas épocas que ocorre a redução da população estudantil com vistas a manter a quantidade de refeições um pouco mais equilibrada ao longo do ano.

Os resultados obtidos com o uso das constantes de nível com o valor 0,1, tendência com o valor 0,05 e sazonalidade 0,95 resultaram na previsão apresentada na Figura 20 e Tabela 6.

**Tabela 6:** Resultados da previsão e limites superiores e inferiores calculados pelo Action Stats para o restaurante com base no modelo de Holt-Winters multiplicativo.

Limite Inferior da Previsão	Previsão	Limite Superior da Previsão
-517,370063	2128,534403	4774,439
7553,657467	10214,1075	12874,56
13646,6141	16322,93699	18999,26
8844,183873	11537,74841	14231,31
7440,369449	10152,58286	12864,8
1198,597359	3930,902107	6663,207

Fonte: Dados da pesquisa



**Figura 20:** Gráfico ilustrativo da previsão sobreposta aos dados reais, realizada por meio da técnica de Suavização Exponencial pelo método Holt-Winters multiplicativo com auxílio do software Action Stats.

Fonte: Dados da pesquisa

Após a previsão ser realizada, foram coletados os dados reais de refeições servidas no restaurante, e comparados os dados (real x previsto), conforme ilustrado na Tabela 7.

**Tabela 7:** Resultados da previsão e o número real de refeições servidas.

Meses	Previsão	Refeições servidas
Julho	2128,534403	2975
Agosto	10214,1075	15952
Setembro	16322,93699	17834

Fonte: Dados da pesquisa

Nos meses de Julho e Setembro a quantidade de refeições servidas coincidiu com o número previsto, estando dentro do limite máximo e mínimo. O mês de agosto, por sua vez, apresentou um valor superior nas refeições servidas, quando comparadas com a previsão. Este fato deve-se ao período de férias ter se encerrado no início no mês (mais cedo que o comum), e devido a ocorrência de eventos e ampliação da demanda por refeições, o que nem sempre pode ser previsto pelos modelos estatísticos. Este ilustra a importância de um acompanhamento da previsão quantitativa, aliada a qualitativa, que traz informações sobre as possíveis alterações do processo.

Por fim, pode-se concluir que, mesmo com a base de dados insuficiente para uma previsão de demanda com maior confiabilidade, a mesma apresentou resultados satisfatórios e condizentes com a realidade do restaurante.

## Considerações Finais

Neste trabalho apresentaram-se as metodologias utilizadas para implementar um modelo computacional utilizado para simular o processo de atendimento de um restaurante universitário localizado na região oeste paranaense, além de uma análise de previsão de demanda, que visava melhorar o atendimento no dia a dia do restaurante.

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

Observou-se, através dos resultados obtidos de simulação, que a ocupação dos caixas estava em torno de 100% durante o período simulado. Sugere-se, aos responsáveis pelo restaurante, que seja deslocado um funcionário de outro setor para ajudar no atendimento dos caixas durante este pequeno intervalo de tempo.

A análise de previsão foi realizada com menos dados históricos do que se recomenda por causa do pouco tempo de existência do estabelecimento, isso faz com que seja recomendado com mais veemência novas avaliações em estudos futuros para confirmar os resultados obtidos por este estudo.

Primeiramente concluiu-se que a análise segue uma distribuição normal e a sazonalidade foi uma hipótese aceita, baseando-se no teste de Friedman. Ainda foi possível observar que, nos meses de janeiro, fevereiro, julho e dezembro, há uma redução da demanda devido as férias escolares, que diminuem a rotatividade dos estudantes no campus. Afim de manter o equilíbrio de refeições servidas no decorrer do ano, sugere-se que eventos sediados pela universidade aconteçam nas épocas em que há a redução da população estudantil, atraindo novos clientes, e garantindo um número mais estável de refeições.

Observa-se que estudos deste tipo, principalmente em pequenas e médias empresas tanto do setor industrial quanto de serviços, contribuem para a aproximação entre a universidade e estas empresas, promovendo o crescimento das empresas da região.

## REFERÊNCIAS

ABIA- Associação Brasileira das indústrias de alimentação. **Mercado de Food Service**. 2012. Disponível em: <<http://www.abia.org.br/cfs2012/mercado.asp>>. Acesso em: 26 abr. 2016

ALMEIDA FILHO, R.G. de. **Planejamentos fatoriais fracionados para análise de sensibilidade de modelos de simulação de eventos discretos**. 2006. 144 f. Dissertação (Mestrado Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 2006.

ALMEIDA, Tatiana Domingues de. **APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE CEREAIS DO PARANÁ**. 2014. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

ALVES, Roberta. **Simulação da dinâmica operacional de um restaurante universitário de pequeno porte: Um estudo de caso**. 2012. 81f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012.

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

ARENALES, M. N. ARMENTANO, V.A.; MORABITO, R.; YANASSE, H. H. **Pesquisa operacional**. 6 ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2007. FREITAS FILHO, P. J. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas: com aplicações em Arena**. 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.

BANKS, J. **Handbook of simulation: principles, methodology, advances, applications, and Practice**. New York: John Wiley & Sons, 1998.

BANKS, J. **Introduction to simulation**. Proceedings of the Winter Simulation Conference. Atlanta, 2000.

BARRETTO, Carla de Oliveira Cunha. **GESTÃO DAS EMPRESAS DE ALIMENTAÇÃO COLETIVA À LUZ DA TEORIA INSTITUCIONAL**. 2012. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Fundação Mineira de Educação e Cultura, Belo Horizonte, 2012.

BELFIORE, Patricia; FÁVERO, Luiz Paulo. **Pesquisa Operacional: Para cursos de Administração, Contabilidade e Economia.** São Paulo: Elsevier Editora Ltda., 2012.

BRIGHENTI, J. R. N. **Simulação e otimização de uma linha de manufatura em fase de projeto.** 2006. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Engenharia de Itajubá, Itajubá, 2006.

BROWN, Robert G. **Statistical Forecasting for Inventory Control.** New York: McGraw-Hill Book, 1959.

BUFFA, Elwood S. **Moden Production Management.** New York: John Wiley, Inc, 1977.

CARLETO, N. **A Importância da Simulação Computacional em Projetos de Sistemas na Área de Engenharia Elétrica.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS, 2., 2006, Ribeirão Preto. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://legacy.unifacef.com.br/quartocbs/arquivos/40.pdf>> Acesso em: 14 abr, 2016.

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e simulação de eventos discretos, teoria & aplicações.** São Paulo. Brazilian Books, 2007.

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.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica.** 4. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2012.

COSTA, Miguel Antônio Bueno da; PEREIRA, Carla Roberta. **Apostila ARENA 11.0.** UFSCar (Universidade Federal de São Carlos). 2009. Disponível em: <[http://mz.pro.br/simulacao/APOSTILA\\_ARENA\\_11.pdf](http://mz.pro.br/simulacao/APOSTILA_ARENA_11.pdf)>. Acesso em: 08 abr. 2016.

FERNANDES, C. A.; SILVA, L. C. da; PEREIRA, J. O.; YAMAGUCHI, M. M. Simulação da dinâmica operacional de uma linha industrial de abate de suínos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.**, Campinas, v. 26, n. 1, Mar. 2006 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612006000100027&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612006000100027&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 14 abr. 2016.

FERREIRA, J. C .E., RIBEIRO, L. P. G. E MOURA, E. B. **O Uso da Simulação para Aumentar a Competência da Indústria Junto ao Mercado Externo**, XX Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), São Paulo, SP, 29/10 a 01/11 de 2000.

FREITAS, Henrique. **A informação como ferramenta gerencial**. Porto Alegre: Ortiz, 1993. Disponível em:< <http://docplayer.com.br/2961403-A-informacao-como-ferramenta-gerencial.html>> Acesso em: 14 abr, 2016.

FURTADO, M. R. **Aplicação de um modelo de previsão da demanda total nos credenciados Belgo Pronto**. Juiz de Fora, 2006.

GIANESI, I. G. N.; CORRÊA, H. L. **Administração estratégica de serviços: operações para a satisfação do cliente**. São Paulo: Atlas, 1994.

MINISTÉRIO do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Importância do Setor Terciário**, 2014. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=4&menu=4485>. Acesso em: 18 abr.2016.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GONÇALVES, Cristina Faria Fidelis. **Estatística**. Londrina: Uel, 2002.

HARREL, C. R.; GHOSH, B. K.; BOWDEN, R. **Simulation Using ProModel®**. McGraw-Hill, 2000.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: McGraw-Hill, 2010.

HYNDMAN, Rob; ATHANASOPOULOS, George. **Forecasting: princípios and practice**. 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009**: despesas, rendimentos e condições de vida. Rio de Janeiro: IBGE; 2010. Disponível em:<[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008\\_2009/POFpublicacao.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009/POFpublicacao.pdf)>. Acesso em: 18 abr. 2016.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística -. **Setor de Serviços**. 2012. Disponível em: <<http://brasilemsintese.ibge.gov.br/servicos.html>>. Acesso em: 18 abr. 2016

KAZMIER, Leonard J. **Estatística Aplicada à Economia e Administração**. Makron, 1982.

KUMAR, S.; PHROMMATHED, P. **Improving a manufacturing process by mapping and simulation of critical operations**, 2005.

LAW, A. M. ; KELTON, W. D. **Simulation modeling and analysis**. 3 ed. New York: McGraw-Hill, 1991.

LICZBINSKI, C.R. **Modelo de informações para o gerenciamento das atividades das pequenas indústrias de produtos alimentares do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

LOBÃO, E. C.; PORTO, A. J. V. Proposta para sistematização de estudos de simulação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27.,1997, Gramado **Anais eletrônicos...** Gramado. ABEPRO, 1997. Disponível em: < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGERP1997\\_T1101.PDF](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGERP1997_T1101.PDF)> Acesso em: 04 abr. 2016.

LUSTOSA, Leonardo et. al. **Planejamento e Controle da Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MAGALHÃES, Gildo. **Introdução à metodologia científica: Caminhos da ciência e tecnologia**. São Paulo: Ática, 2005.

MANCUZO, Fernando. **Análise e previsão de demanda: estudo de caso de uma empresa distribuidora de rolamentos**. 2003. 142 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

MARTINS, G. A.. **Estatística geral e aplicada**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.

MENNER, W. A. **Introduction to modeling and simulation**. New York: JohnsHopkins APL Technical Digest, 1995.

MIYAGE, P. E. **Introdução a Simulação Discreta**. São Paulo, SP, 2006.

MONTEIRO, D.; VERDEROS, R.; BRAGAGNOLO, S.; MENEGUETTI, R. Estudo sobre os fatores de influência na fila do restaurante universitário e sua otimização. **Revista Ciências do Ambiente On-line**, Campinas, v.7, n.1, julho, 2011. Disponível em: < <http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/index.php/be310/article/viewFile/286/222> >. Acesso em: 28 abr. 2016.

MOREIRA, B. B. **Avaliação da qualidade percebida dos serviços de lazer e entretenimento em Shopping Center: estudo empírico na cidade do Rio de Janeiro**. 2006. 108 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia e Finanças,

IBMEC, Rio de Janeiro, 2006.

MORROCO, J. **Análise estatística de dados – com utilização do SPSS**. Lisboa. Sílabo, 2003.

NAHMIAS, Steve. **Production and Operations Analysis**. Georgetown; Ontario: Irwin, 1993.

ORO, Profª Drª Sheila Regina. **Teste de Normalidade e Significância**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Francisco Beltrão. Disponível em: <[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi7qrDy4\\_POAhXGGJAKHceOBwUQFggvMAM&url=http://pagina.pessoal.utfpr.edu.br/sheilero/AULA5TestesdeNormalidadeeSignificancia.pdf/at\\_download/file&usq=AFQjCNGfhwNVYh\\_\\_AAi9yci70K-fXu2B0A&sig2=Vazaf-8SKQhykcauxgefVA](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi7qrDy4_POAhXGGJAKHceOBwUQFggvMAM&url=http://pagina.pessoal.utfpr.edu.br/sheilero/AULA5TestesdeNormalidadeeSignificancia.pdf/at_download/file&usq=AFQjCNGfhwNVYh__AAi9yci70K-fXu2B0A&sig2=Vazaf-8SKQhykcauxgefVA)>. Acesso em: 03 set. 2016.

PARAGON. Disponível em: < <http://www.paragon.com.br> >. Acesso em 08 de abr. 2016.

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

PEREIRA, I. C. Proposta de sistematização da simulação para fabricação em lotes. Dissertação mestrado em engenharia de produção. UNIFEI, Itajubá, MG, 2000.

PEREIRA JUNIOR, Edson Hermenegildo. **Um método de gestão por processos para micro e pequena empresa**. 2010. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2010.

PRADO, Darci. **Usando o ARENA em simulação**. Nova Lima: INDG - Tecnologia e Serviços LTDA, 2010.

PROENÇA, R. P. C. **Ergonomia e organização do trabalho em projetos industriais: uma proposta no setor de Alimentação Coletiva**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 1993.

QUEIROZ, Pedro Wesley Vertino de; COELHO, Alexandre Bragança. **ALIMENTAÇÃO FORA DE CASA: UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE OS DETERMINANTES DA DECISÃO DE CONSUMO DOS DOMICÍLIOS BRASILEIROS**. 2015. Disponível em:  
<[http://www.ppge.ufrgs.br/anpecsul2015/artigo/alimentacao\\_fora\\_de\\_casa.pdf](http://www.ppge.ufrgs.br/anpecsul2015/artigo/alimentacao_fora_de_casa.pdf)>. Acesso em: 26 abr. 2016.

SAKURADA, N.; MIYAKE, D. I. Aplicação de simuladores de eventos discretos no processo de modelagem de sistemas de operações de serviços. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 16, n. 1, mar. 2009. Disponível em:  
<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2009000100004&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2009000100004&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 08 abr.2016.

SARGENT, R. G. **Verification and validation of simulation models**. In: Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference, 1998.

SEILA, A. F. **Introduction to simulation**. Proceedings of the 1995 Winter Simulation Conference. Arlington, Virginia, United States, p. 7-15, 1995.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**, 3. ed, p.121. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. Disponível em:  
<[http://www.ppgep.ufsc.br/Metodologia\\_da\\_Pesquisa\\_3a\\_edicao.zip](http://www.ppgep.ufsc.br/Metodologia_da_Pesquisa_3a_edicao.zip)>. Acesso em: 12 mai.2016

SILVESTRO, R.; FITZGERALD, L.; JOHSTON, R. VOSS, C. Towards a classification of service processes. **International Journal of Service Industry Management**, v. 3, n. 3, p. 62-75, 1992.

SILVESTRO, R. Positioning services along the volume-variety diagonal: The contingencies of service design, control and improvement. **International Journal of Operations e Production Management**, v. 19, n. 4, p. 399-420, 1999.

SPIEGEL, Murray R.. **Estatística**. 3. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1993. (Schaum).

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2000. 217 p.

TURRIONI, J.B; MELLO, H.P. **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção** - Estratégias, Métodos e Técnicas para Condução de Pesquisas Quantitativas e Qualitativas, UIFEI, 2011.