

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

ROBERTA ALVES

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

MEDIANEIRA

2012

ROBERTA ALVES

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

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. José Airton Azevedo dos Santos, Dr.

MEDIANEIRA

2012

S121d Alves, Roberta  
Simulação da dinâmica operacional de um restaurante universitário de pequeno porte: um estudo de caso / Roberta Alves - Medianeira, PR. UTFPR, 2012.  
XI, 00f. : il. ; 30 cm  
Orientador: Dr. José Airton Azevedo dos Santos  
Monografia - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Bibliografia: f.

1. Arena®. 2. Cenários. 3. Simulação discreta. 4. Engenharia de Produção. I. Santos, José Airton Azevedo. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

CDU 576.72: 578

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

**TERMO DE APROVAÇÃO**

SIMULAÇÃO DA DINÂMICA OPERACIONAL DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO  
DO CAMPUS MEDIANEIRA DA UTFPR: UM ESTUDO DE CASO

Por

**ROBERTA ALVES**

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentada às ..... h do dia ..... de ..... de 2011 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho .....

---

Prof. Dr. José Airton Azevedo dos Santos  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(Orientador)

---

Prof. Dr. Edna Possan  
UniNILA  
(Co-Orientadora)

---

Prof. Msc. Cidmar Ortiz dos Santos  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(Banca)

---

Prof. Msc. Neron Alipio Cortes Berghauser  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(Banca)

---

Prof. Msc. Vânia Lionço  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(Coordenadora do Curso)

*A Deus, nosso Senhor; aos meus pais Sebastião e  
Maria, pela dedicação e incentivo ao estudo;  
ao meu namorado João Gabriel pelo amor e carinho e  
aos meus amigos, que me ajudaram nesta etapa.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a *Deus* por colocar pessoas incríveis em meu caminho e por tornar tudo isso possível.

Ao meu orientador, *Profº José Airton Azevedo dos Santos* pelo incentivo, apoio e competência para orientar este trabalho, sem todo o seu conhecimento nada disso seria possível, Obrigada!

Em especial, à *Profª Edna Possan*, pela disposição e sugestões valiosas. Obrigada principalmente, pelo entusiasmo e convívio amigo, que me serviram de exemplo.

Aos meus pais *Maria e Sebastião*, verdadeiros merecedores das glórias de qualquer sucesso que eu tenha alcançado. Obrigada por acreditarem em mim e serem meus esteios, por todo o incentivo durante mais essa jornada e amor incondicional. Sou muito grata a vocês.

Aos meus irmãos *Roberson e Ronison*, pela paciência e principalmente por se fazerem presentes constantemente em minha vida, pelo apoio, carinho e torcida, vocês são tudo pra mim.

A minha pequena, *Dafnny* por ser minha fonte de inspiração e animo. Obrigada por você existir e fazer minha vida mais doce e feliz, amo você meu anjinho.

Ao meu querido namorado *João Gabriel*, pela parceria, cumplicidade e dedicação, pela paciência interminável sem você tudo seria mais difícil, agradeço por tudo que fizestes por mim nestes anos. Amo-te.

Sou grata a toda a minha família, por terem fé em mim e por todo o amor e carinho, interminável. Obrigada

As minhas amigas *Jordana e Kátia*, por todo o apoio e carinho, que mesmo distantes se fazem tão presente na minha vida.

As minhas amigas *Débora, Adeline e Viviana*, por todo o companheirismo, apoio e carinho de sempre, vocês foram fundamentais para a realização deste trabalho. Muito obrigada sem vocês seria tudo mais difícil.

As minhas amigas *Kamila, Gleici, Joseane, Silmara, Lidiana e Camila*, por todo companheirismo e carinho a mim dedicado. Principalmente obrigada por tornarem esta jornada muito mais alegre e inesquecível.

A *Profª Vania Lionço*, coordenadora do curso, pela amizade sincera, pelo exemplo de conduta profissional e amparo me proporcionou ao longo do curso.

Aos membros da banca examinadora, *Profº Cidmar Ortiz dos Santos* e *Profº Neron Alipio Cortes Berghauser*, pelo apoio e disponibilidade sempre, e principalmente por sugerir melhorias que agregaram muito ao trabalho

Ao *Lelio* e a *Ivânia* por me permitirem realizar o estudo e pelas informações valiosas para a realização deste estudo.

Aos Professores do Curso de Engenharia de Produção da UTFPR, pela competência e dedicação, pelo conhecimento repassado, e principalmente, àqueles que souberam ser mais que professores, amigos.

A todas as pessoas que participaram da minha vida nos últimos cinco anos, e que de certa forma me ajudaram a concluir esse trabalho. Muito obrigada

*Suba o primeiro degrau com fé.  
Não é necessário que você veja toda a escada.  
Apenas dê o primeiro passo.*

*Martin Luther King*

## RESUMO

ALVES, Roberta. **Simulação da Dinâmica Operacional do Restaurante Universitário do Campus Medianeira da UTFPR: Um Estudo De Caso.** 2012. 79 p. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2012.

A simulação de sistemas de eventos discretos é uma ferramenta bem conhecida e utilizada, por sua habilidade inerente de avaliar sistemas complexos e considerar seu comportamento dinâmico. Esse trabalho teve como objetivo analisar, utilizando técnicas de simulação discreta, a dinâmica operacional de um pequeno restaurante universitário tipo *self-service*, localizado no Câmpus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Para simular a dinâmica operacional do restaurante, no horário de almoço, desenvolveu-se um modelo de simulação no software Arena®. A partir deste, variações no modelo foram realizadas para estudar configurações alternativas e possíveis cenários para o sistema. Os resultados obtidos de simulação demonstraram que a utilização de uma mesa de *buffet* com 12 lugares é mais vantajosa tanto do ponto de vista do número de clientes na fila quanto do tempo de espera na fila.

**Palavras-chave:** Arena®. Cenários. Simulação discreta. Engenharia de Produção

## ABSTRACT

ALVES, Roberta. **Dynamic operational simulation of an small university restaurant: a case study**. 2012. 79 p. Monograph (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2012.

Discrete Event Simulation is a very well known and utilised tool, because of its inherent ability to evaluate complex systems and to consider their dynamic behaviour. This work was carried out with the objective to analyze, using a discrete simulation techniques, the dynamics of a small self-service university restaurant, located in the Medianeira Campus of the Federal Technological University of Paraná. For simulating the dynamics of the restaurant during lunch time, was developed a simulation model in Arena® software. From this, variations in the model were carried out to study possible scenarios and alternative configurations for the system. The simulation results show that the use of a *buffet* table with 12 places is more advantageous both in terms of the number of customers in the queue as the queued waiting time.

**Key-words:** Arena®. Scenarios. Discrete simulation. Production Engineering

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Variação do pacote de valor entregue ao cliente .....	21
Figura 2 - Percepção da qualidade dos serviços pelos Clientes .....	23
Figura 3 - Classificação dos serviços .....	25
Figura 4 - Maneiras de estudo de um sistema .....	32
Figura 5 - Classificação dos modelos.....	33
Figura 6 - Forma de representação de modelos de simulação .....	34
Figura 7 - Transformação da realidade em modelo.....	36
Figura 8 - Simulação determinística (a) X estocástica (b) .....	40
Figura 9 - Simulação discreta (a) X contínua (b) .....	40
Figura 10 - Área de trabalho do software Arena®.....	43
Figura 11 - Quadro das distribuições de probabilidade de funções contínuas .....	48
Figura 12 - Classificação da pesquisa científica.....	50
Figura 13 - Etapas para um estudo de modelagem e simulação .....	54
Figura 14 - <i>Layout</i> .....	59
Figura 15 - Fluxograma do funcionamento do RU no horário de almoço .....	60
Figura 16 - Fluxograma do sistema estudado .....	61
Figura 17 - Boxplots dos tempos coletados no sistema .....	64
Figura 18 - Modelo de simulação .....	65
Figura 19 - <i>Layout</i> da animação.....	66

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gráfico de dispersão dos tempos entre as chegadas de clientes.....	63
Gráfico 2 - Resultados da simulação para a fila do <i>buffet</i> .....	68
Gráfico 3 - Resultados da simulação para a fila da balança.....	69
Gráfico 4 - Tempos máximos de espera na fila da balança.....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise exploratória dos dados coletados no restaurante .....	62
Tabela 2 - Identificação de outliers.....	64
Tabela 3 - Distribuição de probabilidade .....	65
Tabela 4 - Dados do sistema real e do modelo .....	67
Tabela 5 - Análise de variância .....	67
Tabela 6 - Resultados da simulação para a fila do <i>Buffet</i> .....	68
Tabela 7 - Resultados da simulação para a fila do Balança.....	69

## LISTA DE SIGLAS

ABERC	Associação Brasileira das Empresas de Refeições Coletivas
ABIA	Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação
ANOVA	Análise de Variância
ALGOL	Algorithmic Language
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica
f.d.p.	Função de Distribuição de Probabilidade
FORTRAN	Formula Translation System
GPSS	General Purpose Simulation System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IES	Instituições de Ensino Superior
MEC	Ministério da Educação e Cultura
PIB	Produto Interno Bruto
PO	Pesquisa Operacional
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
REUNI	Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
RU	Restaurante Universitário
SOBRAPO	Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1 OBJETIVO GERAL.....	18
1.1.1 Objetivos Específicos .....	18
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>19</b>
2.1 O SETOR DE SERVIÇOS .....	19
2.2.1 Restaurante Universitário .....	28
2.3 PESQUISA OPERACIONAL; .....	30
2.4 MODELAGEM E SIMULAÇÃO.....	34
2.4.1 Sistemas.....	37
2.4.2 Classificação dos modelos Simulação .....	39
2.4.3 Linguagens de Simulação .....	41
2.4.4 Vantagens e Desvantagens da Simulação Computacional.....	43
2.5 ESTATÍSTICA .....	46
2.5.1 Distribuições teóricas de probabilidade.....	46
2.5.1.1 Principais Distribuições Contínuas .....	46
2.5.1.2 Principais Distribuições Discretas.....	49
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>50</b>
3.1 TIPOS DE PESQUISA .....	50
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA .....	55
3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA .....	55
3.4 COLETA DOS DADOS.....	56
3.5 ANÁLISE DOS DADOS.....	57
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>59</b>
4.1 ESTUDO DE CASO .....	59
4.2 COLETA E ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS .....	62
4.3 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS.....	64
4.4 MODELO COMPUTACIONAL.....	65
4.5 VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO IMPLEMENTADO .....	66
4.6 SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS.....	67
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>71</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>73</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A busca constante do homem por conforto e comodidade é um dos fatores que tem promovido o crescimento do setor de serviços que atualmente é a área de maior crescimento econômico no mundo. No mercado brasileiro um serviço que ocupa grande espaço é o setor de alimentação, uma vez que a alimentação é primordial para o desenvolvimento de todos os seres humanos, fornecendo todas as substâncias necessárias para a manutenção da vida.

Essa necessidade do homem é reconhecida desde o século 18, que foi quando surgiram as casas de refeições, que eram tabernas com mesas comuns em que se comia e bebia em determinados horários, certo alimento. De pequenos estabelecimentos que vendiam um caldo restaurador (*restaurant* - era “algo” de comer e não o “lugar”) para pessoas debilitadas, nasceu o que hoje entende-se por restaurante, no âmbito de espaço social (VAZ, 2007).

Os restaurantes da sociedade moderna, surgiram para suprir a necessidade das pessoas que já não têm mais tempo de preparar seu próprio alimento e necessitam de um local para fazer suas refeições

Este processo de transformação também pode ser observado na sociedade brasileira, que nas últimas décadas tem revelado um novo padrão de consumo alimentar. Sabe-se que os comportamentos e as escolhas alimentares dos indivíduos são complexos e estão condicionados a diversos fatores, todavia o “comer fora” diariamente já se transformou em hábito de várias pessoas seja por questões de novos hábitos sociais, seja por necessidade ou prazer.

Desta forma, o mercado de alimentação no Brasil para a sua própria sobrevivência obriga-se a continuar evoluindo juntamente com a sociedade. E para se manter no mercado principalmente os restaurantes têm a necessidade de ofertar produtos de qualidade e um serviço diferencial a fim de atender as exigências de seus clientes.

O restaurante *self-service* é um dos empreendimentos alimentícios característicos do mundo moderno. Vivendo a correria diária dos grandes centros urbanos, os consumidores exigem comida pronta, variada, nutritiva, bem elaborada, na quantidade escolhida, servida em ambiente confortável e com preço acessível. Essas características vêm ao encontro do oferecidos por esse tipo de restaurante.

De origem inglesa, a palavra *self-service* significa auto serviço, dispensando o atendimento prestado por garçons. O sistema de pesagem utilizado nos restaurantes *self-services* por quilo tem conquistado a simpatia do consumidor, permitindo ao cliente escolher os alimentos para sua refeição, na quantidade desejada (SENAI, 2010).

Em centros universitários, esse tipo de restaurante é predominante. Entretanto, na maioria das vezes, esses empreendimentos tendem a apresentar filas, uma vez que a chegada dos clientes ocorre em grupos e em um curto espaço de tempo.

O fenômeno de formação de filas já é rotineiro na vida atual, ocorre em diversas aplicações, como uma peça esperando para ser lixada ou polida (na indústria), um avião esperando para decolar (em um aeroporto), um programa de computador esperando para ser executado, e, é claro, uma fila de seres humanos esperando serviço (BARBOSA *et al.*, 2009).

De acordo com Arenales *et al.* (2007) as filas se formam em decorrência do aumento dos consumidores e da incapacidade do sistema em atender a essa demanda. Assim, através de técnicas de simulação, busca-se encontrar um ponto de equilíbrio que satisfaça os clientes e seja viável economicamente para o provedor do serviço.

O funcionamento de um restaurante universitário (*self-service*) apresenta vários desafios em termos de modelagem. Por exemplo, a chegada dos clientes em grupos pode incrementar o tamanho das filas drasticamente em um pequeno intervalo de tempo. Portanto, as técnicas tradicionais da Teoria das Filas são difíceis de aplicar neste contexto, e requer-se o uso de simulação para obter-se medidas de desempenho apropriadas.

A evolução da informática tornou possível o uso da simulação computacional. Diversos setores da economia optam por fazer um estudo simulado ao invés de realizar testes que interferem diretamente na rotina do sistema, o que representaria muitos riscos e teria um custo elevado.

A simulação é uma ferramenta que o engenheiro tem a disposição para estudar e entender a dinâmica de um sistema sem que se faça alterações no mesmo. Por meio de um modelo que descreva o comportamento do sistema é possível realizar modificações e verificar qual seria os efeitos que estas trariam, com um custo menor do que se fosse fazer modificações no sistema real.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo analisar, utilizando técnicas de simulação discreta, a dinâmica operacional de um pequeno restaurante universitário, localizado no Câmpus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Visando alcançar o objetivo geral foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Conhecer a dinâmica operacional do restaurante universitário em estudo através da observação *in loco*;
- b) Elaborar fluxograma identificando cada etapa do processo e a quantidade de pessoas envolvidas. Coletar dados através de cronometragem de tempos e tratar estes estatisticamente;
- c) Desenvolver o modelo computacional do sistema atual;
- d) Validar o modelo comparando os resultados obtidos na simulação e os resultados reais do sistema ;
- e) Analisar os resultados obtidos no modelo atual e identificar gargalos;
- f) Construir novos cenários e propor melhorias para a empresa.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Na elaboração de um estudo científico é necessário que o pesquisador entenda determinados conceitos, que servirão de apoio à sua pesquisa, uma maneira de conseguir elucidar tais conceitos é realizando uma revisão de literatura. Este capítulo aborda a revisão dos principais conceitos utilizados no decorrer do estudo. Para um melhor entendimento, os assuntos foram separados em partes onde se discute sobre o setor onde o estudo foi desenvolvido, o processo de modelagem e simulação e a maneira de representar os dados de uma simulação.

### 2.1 O SETOR DE SERVIÇOS

Em todo o mundo e principalmente nos países desenvolvidos o setor de serviços ocupa posição de destaque na economia. Os principais indicadores utilizados para evidenciar este fato têm sido os percentuais de participação do setor de serviços na ocupação de mão de obra e na geração do Produto Interno Bruto (PIB).

No Brasil, as estatísticas não se mostram diferentes da tendência apresentada no mundo industrializado. A participação do setor de serviços no PIB em 2011 foi de 69%, nos últimos 20 anos este setor tem se tornado muito significativo e é importante resaltar que ainda continua em expansão. Esta participação tem perspectiva de crescimento de 5 a 10 pontos percentuais na totalidade do PIB. Fato este que vem garantindo ao setor a participação de 70% da mão de obra empregada no país (OLIVEIRA 2011)

De acordo com Corrêa e Corrêa (2009) desde 1970, houve uma importante evolução na economia brasileira, que deixou de ser predominantemente baseada na manufatura para ser baseada em serviços. Alguns fatores que propiciam o aumento da demanda por serviços segundo estes autores são:

- a) Desejo de uma melhor qualidade de vida e mais tempo de lazer;
- b) A urbanização, tornando necessários alguns serviços (como segurança, por exemplo);

- c) Mudanças demográficas que aumentam a quantidade de crianças e/ou idosos, os quais consomem maior variedade de serviços;
- d) Mudanças socioeconômicas como o aumento da participação da mulher no trabalho remunerado e pressões sobre o tempo pessoal;
- e) Aumento da sofisticação dos consumidores, levando a necessidades mais amplas de serviços;
- f) Mudanças tecnológicas, que têm aumentado a qualidade dos serviços, ou ainda criado serviços completamente novos.

De acordo com Grönroos (2003) esta mudança na economia deve-se à dificuldade cada vez maior que um produto tem para se diferenciar de outro, pois os produtos estão cada vez mais parecidos, e estes muitas vezes só são diferenciados pela marca, o que requer muitos gastos para a sua manutenção

Desta forma, as atividades de serviços exercem um papel importante no desempenho de outros setores da economia, principalmente o industrial no qual os serviços podem atuar como: diferencial competitivo; suporte às atividades de manufatura; gerador de lucro (GIANESI; CORRÊA, 2009).

Para estes autores todas as operações sejam estas de bens físicos ou serviços (sem materialidade) são projetadas e gerenciadas para gerar e entregar pacotes de valor para seus clientes. Estes pacotes de valor gerados podem conter parcelas consideradas como serviços e parcelas consideradas como bens ou produto físico, a porcentagem desta parcela varia de acordo com o negócio conforme ilustrado na Figura 1 (CORRÊA; CORRÊA, 2009).



**Figura 1 - Variação do pacote de valor entregue ao cliente**  
**Fonte: Adaptado de Corrêa e Corrêa (2009)**

Estes autores ressaltam que é muito importante que a empresa que oferece esse pacote de valor misto, tenha em mente a diferença de se gerenciar bens e de se gerenciar serviços, e saiba da importância de se gerenciar as duas operações, pois tanto uma como a outra serão consideradas pelos clientes parte do pacote de valor. Qualquer equívoco neste caso pode gerar grandes prejuízos para a empresa.

As operações de serviços são várias, diferindo entre si, e necessitam de abordagens gerenciais especiais que vão muito além de simples adaptações das técnicas de manufatura. Em um ambiente de serviços, o processo é o produto, e a presença do cliente no processo aumenta os riscos e incertezas. Não ocorre como na indústria, em que o ritmo do processo é determinado por máquinas e a qualidade é medida pelo cumprimento com as especificações (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2000).

O gerenciamento das operações de serviços possuem diferentes especificidades em relação ao de bens e produtos físicos, Gianesi e Corrêa (1994, p.30) afirmam que “[...] gerenciar serviços é tarefa diferente de gerenciar a produção de bens”. E para que este seja executado com sucesso é necessário que se compreenda suas características especiais, que são:

a) **A intangibilidade dos serviços:** ou seja, não podem ser vistos,

provados, sentidos, ouvidos ou cheirados antes de serem comprados. O que torna difícil avaliar o resultado e qualidade dos serviços, para reduzir a incerteza, por exemplo, quem se submete a uma cirurgia plástica não pode ver o resultado antes que aconteça a intervenção;

- b) A necessidade da presença e participação do cliente no processo:** nas operações de serviços é necessária a participação do cliente, o que influencia a escolha de vários fatores como a localização da empresa, uma vez que o cliente tem que se deslocar até as instalações da mesma o acesso deve ser facilitado, é necessário também mão de obra qualificada, pois esta estará em contato com o cliente.
- c) Produção e consumo simultâneos:** os serviços são primeiro vendidos, depois produzidos e consumidos ao mesmo tempo. Os serviços são inseparáveis daqueles que os fornecem, sejam pessoas ou máquinas, por isso se um funcionário presta serviços, ele é parte do serviço e quando ele eventualmente comete um erro, o cliente já o recebe defeituoso por conta da simultaneidade.

De acordo com (WOLF, 2005 p.6) “[...] para se obter um serviço é necessário transformar conhecimento técnico e habilidade em algo que não se pode ver nem tocar, a intangibilidade e a simultaneidade exigem meios apropriados de gestão dos processos envolvidos”.

Sendo intensa a expansão do setor de serviços aliada a alta competitividade, o gestor de serviços deve-se preocupar cada vez mais com a qualidade do serviço prestado ou do pacote de valor entregue ao cliente, de maneira a obter assim uma vantagem competitiva (MOREIRA, 2006).

A qualidade é avaliada ao longo de todo o processo de prestação de serviços, e cada contato com o cliente é uma oportunidade de satisfazê-lo ou não. A satisfação do cliente de acordo com Fitzsimmons e Fitzsimmons (2000) é definida pela comparação da percepção do serviço prestado com as expectativas do serviço desejado. Quando o serviço é superior ao que se esperava, ele é tido como excepcional; no entanto quando não se atende as expectativas do cliente o serviço é visto como insatisfatório. Por outro lado, quando se confirmam as expectativas a qualidade do serviço é aceitável. O que pode ser observado na Figura 2.



**Figura 2 - Percepção da qualidade dos serviços pelos Clientes**  
**Fonte: Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005)**

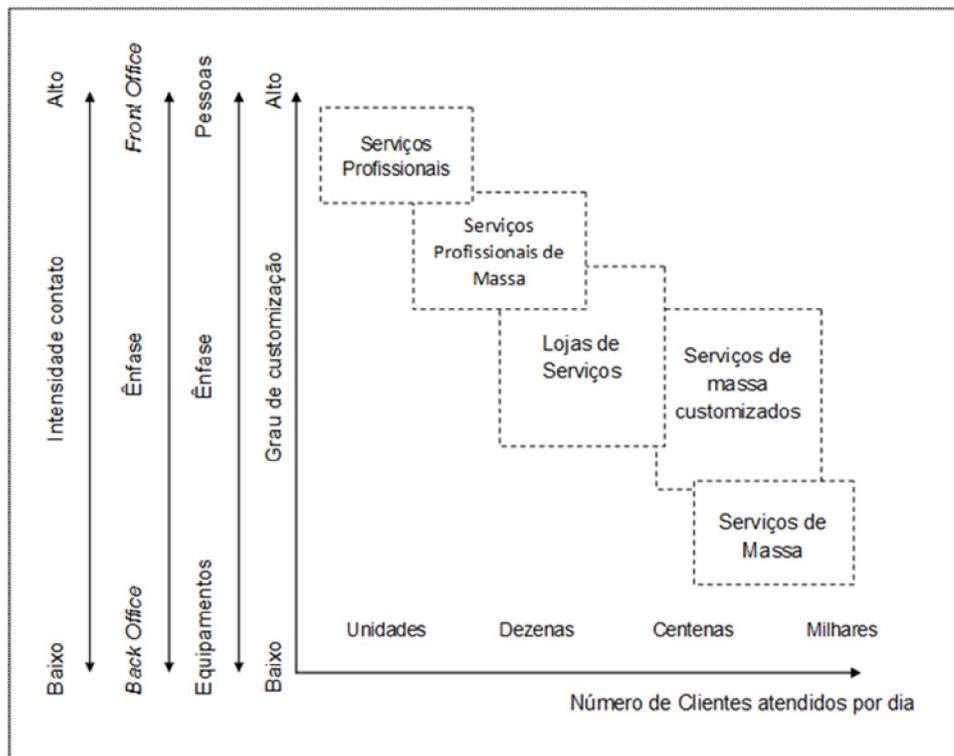
De acordo com a Figura 2, as expectativas dos clientes derivam de várias fontes como: propaganda boca a boca, necessidades pessoais e até de experiências anteriores.

Embora exista um grande número de serviços e com características muito peculiares, eles podem ser classificados em determinadas categorias de sistema de serviços que facilitam o seu tratamento. De acordo com Silvestro (1999) e Corrêa e Corrêa (2009) os sistemas de operações de serviços são classificados em cinco:

- a) **Serviços profissionais:** são aqueles em que o cliente busca no fornecedor uma capacitação que não possui. Neste processo os equipamentos são utilizados apenas como ferramenta de apoio, e os recursos humanos geralmente apresentam alta qualificação e oferecem um atendimento altamente customizado. O pacote de serviço ofertado é bastante flexível se adapta as necessidades e desejos dos clientes (exemplo: consultorias, médicos, dentistas);
- b) **Serviços de massa:** De forma geral, são serviços que atendem um grande número de clientes por dia, exigindo assim um alto grau de padronização e rotinização. Para atender a alta demanda faz-se o uso de equipamentos para a produção do serviço, mas geralmente a presença do cliente é necessária embora o grau de contato seja relativamente baixo tornando o serviço impessoal;

- c) **Lojas de Serviços:** Tipo definido como intermediário entre serviços profissionais e serviços de massa, é uma área bem variada, onde se encontra a maioria das operações de serviços. Estão nesta classificação, diversos sistemas de serviços encontrados em estabelecimentos como hotéis, restaurantes, lavanderias e hospitais
- d) **Serviços de massa customizados:** são serviços que se encontram bem próximos ao volume dos serviços de massa, mas por fazerem uso de tecnologias criam no cliente, de forma automatizada, uma sensação de serviço customizado, como na livraria virtual <www.amazon.com> em que o cliente uma vez cadastrado recebe uma saudação personalizada e sugestão de livros conforme o perfil de suas outras compras.
- e) **Serviços profissionais de massa:** são aqueles serviços em que exigem dos profissionais uma capacitação maior, porém visando aumentar seus ganhos são realizados em larga escala. Corrêa e Corrêa (2009, p 224) citam “um hospital canadense chamado Shouldice Hospital (<www.shouldice.com>), altamente especializado no tratamento de hérnias inguinais (e só) para pacientes de quadro geral saudável”.

A Figura 3 ilustra como estes cinco tipos de serviço se caracterizam em função do volume de clientes atendidos e de seis dimensões propostas por Silvestro *et al.* (1992): foco em pessoas ou equipamentos; grau de contato com o cliente; grau de customização do serviço; grau de julgamento pessoal dos funcionários; ênfase no produto ou processo; e, *front office* (no qual se realizam atividades de linha de frente com alto contato com o cliente) o *back room* (onde se realizam atividades de apoio sem contato direto com o cliente) como fonte de valor adicionado.



**Figura 3 - Classificação dos serviços**

Fonte: Adaptado de Silvestro *et al.* (1992); Corrêa e Corrêa (2009)

De acordo com Giansesi e Corrêa (1994), o sistema de operações de serviço está separado em: linha de frente (*front office*) e retaguarda (*back office*), ambos separados pela chamada —linha de visibilidade que representa as atividades que são visíveis para o cliente e as que não são. Compreendendo o *front office* as operações que envolvem alto contato com o cliente e as operações que servem para apoiar o processo de prestação do serviços aquelas com baixo ou nenhum contato com o cliente denominadas *back office*.

O restaurante universitário em estudo possui uma demanda muito variada, sobretudo, no horário de almoço, em que atende a um grande número de pessoas. Neste caso seria correto denominar o estabelecimento como serviço de massa, porém, como esse período de tempo que o restaurante atende a um grande número de pessoas é curto é correto identifica-lo como uma loja de serviços.

## 2.2 O SETOR DE ALIMENTAÇÃO

A sociedade moderna tem vivenciado, nas últimas décadas, um dinâmico e complexo processo de mudanças nos padrões de vida e, conseqüentemente, nos comportamentos alimentares, influenciado por fatores como: a maior concentração de pessoas nos grandes centros urbanos, a dificuldade de locomoção e, principalmente, o aumento da participação das mulheres no mercado de trabalho (SCHLINDWEIN, 2006; ALVES; UENO, 2010).

Essas alterações no comportamento alimentar das pessoas ocorreram em função da falta de tempo para o preparo e consumo dos alimentos, o que resulta em busca por praticidade e rapidez e no deslocamento das refeições de casa para estabelecimentos comerciais (SANTOS *et al.*, 2011)

O aumento da alimentação fora de casa em regiões urbanas cresce anualmente. No Brasil de acordo com a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004) em 2002-2003, o valor mensal destinado pelas famílias brasileiras da área urbana, para a alimentação fora do domicílio, era aproximadamente em média, 25,74% e em seis anos (POF 2008-2009) essa relação aumentou para 33,1% (IBGE, 2010).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA, 2012) o setor de alimentação fora de casa divide-se em estabelecimentos coletivos e comerciais. O primeiro atende uma clientela definida, de direito ou de fato, são restaurantes localizados dentro de, por exemplo: hospitais, quartéis, prisões, universidades que é o caso dos Restaurantes Universitários (RU's). Já os restaurantes comerciais englobam os estabelecimentos que atendem indivíduos ou grupos, clientela ocasional ou regular, abertos a qualquer tipo de público inserem-se os restaurantes *self-service* (auto-serviço), os *fast-food* (redes de comida rápida), pratos prontos, *à la carte* (baseado no cardápio como guia de escolha aos usuários), bares e lanchonetes, dentre outros.

De acordo com Magnée (1996) é denominado restaurante *self-service* simples o restaurante que já possui o preço da refeição estabelecida, o auto serviço se resume na apresentação de pratos quentes e frios em balcões onde o cliente escolhe o que irá consumir e serve o seu prato, escolhendo entre as diversas opções oferecidas. Tais restaurantes surgiram para atender à necessidade de uma

alimentação mais variada e rápida, na qual o consumidor assume uma parte do serviço, mas continua contando com as comodidades de serviço de mesa.

A modalidade de restaurantes *self-service* no Brasil cada vez mais está inserindo em seu contexto o sistema por peso, em que o comensal faz a escolha do alimento, serve-se e paga o equivalente ao peso das preparações culinárias colocadas por ele em seu prato. Os restaurantes por peso usualmente denominados “por quilo” são uma modalidade que está bastante difusa em todo o país (MAGNÉE, 1996; SANTOS *et al.*, 2011).

Esses restaurantes oferecem, além de rapidez e praticidade, a possibilidade de uma refeição completa, variada e com um custo acessível. Por essas características podem representar uma alimentação saudável quando comparados com algumas outras opções de serviços em alimentação fora de casa (ABREU; TORRES, 2003, SANTOS *et al.*, 2011), desde que o comensal faça escolhas adequadas durante a montagem do seu prato

Uma pesquisa realizada por Sanches e Salay (2011) no município de Campinas resalta que 38,8% e 30,4%, respectivamente, relataram almoçar de quatro a sete vezes fora do domicílio e destaca, a preferência por restaurante tipo *self service* e a quilo. Os autores consideram importante em função deste número viabilizar programas de informação nutricional para consumidores sobre a alimentação fora do domicílio.

Vale ressaltar que, para que sejam fornecidas refeições adequadas nutricionalmente é necessário a presença de um nutricionista. São atribuições desses profissionais o planejamento e a elaboração dos cardápios e a coordenação do desenvolvimento de receituários e fichas técnicas. Estes profissionais são requisitados mais frequentemente em restaurantes de alimentação coletiva, e em função da exigência de órgãos competentes como a vigilância sanitária (BRASIL, 2005).

O mercado de refeições coletivas tem expandido no Brasil e no mundo. De acordo com dados da Associação Brasileira das Empresas de Refeições Coletivas (ABERC), o mercado potencial teórico está estimado em 24 milhões de refeições/dia para empresas e de 17 milhões para escolas hospitais e Forças Armadas. No que diz respeito a refeições, o mercado de alimentação coletiva brasileiro em 2011 forneceu 10,5 milhões de refeições/dia, movimentando uma cifra superior a 13,4 bilhões de reais por ano e oferecendo 180 mil empregos diretos. A perspectiva para

o ano de 2012 é de servir 11,2 milhões de refeições/dia e movimentar mais de 14,1 milhões de reais. Vale resaltar que a ABERC estima que o mercado de refeições coletivas deve crescer 10% ano, dobrando de tamanho nos próximos sete anos (ABERC, 2011).

Um dos focos da alimentação coletiva é atender às necessidades das indústrias, pois fatores como: distâncias, características dos processos produtivos (ritmos e continuidade no fluxo de produção) e a organização do trabalho (divisão e integração do trabalho) impossibilitam o trabalhador de realizar suas refeições em seu próprio domicílio durante a jornada de trabalho (PROENÇA, 1993).

Outro mercado da alimentação coletiva é o meio estudantil, no qual as unidades de atendimento localizam-se nos câmpus das universidades, servindo comida por meio dos Restaurantes Universitários os RU's que atendem a uma grande quantidade de clientes formados pela comunidade universitária, ou seja, discentes, docentes e técnicos administrativos.

### 2.2.1 Restaurante Universitário

Os jovens enfrentam um grande dilema ao ingressar na universidade, pois para a maioria destes é um momento de assumir responsabilidades que antes eram atribuídas aos pais como a preocupação com a moradia, alimentação e com gastos em geral, além de ser um momento de reorganização do tempo de conciliar todas as novas atividades com os estudos (EVES *et al.*, 1995 apud FAUSTO *et al.*, 2001).

Ainda de acordo com estes autores essa mudança e a falta de prática para realizar tais tarefas podem resultar em uma alimentação inapropriada e até a substituição por lanches de fácil preparo que não atende aos quesitos nutricionais necessários para uma alimentação saudável.

Desta forma os restaurantes dentro das Instituições de Ensino, denominados Restaurantes Universitários (RU's) são uma opção prática e cômoda para os estudantes e contribuem para a manutenção de uma alimentação saudável (FAUSTO *et al.*, 2001). Além disso, a maioria destes restaurantes são subsidiados oferecendo uma alimentação de baixo custo para o estudante.

De acordo com o site da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

(UFRGS, 2012), a proposta dos Restaurantes Universitários é a de oferecer uma alimentação balanceada e com qualidade à comunidade universitária, por um preço acessível, promovendo assim, condições básicas necessárias para o bom desempenho das atividades acadêmicas e laborais (servidores), e ainda disseminar bons hábitos alimentares oferecendo uma alimentação variada e balanceada, procurando corrigir prováveis distúrbios alimentares e de forma a contribuir com a tarefa básica da Instituição que é a formação de recursos humanos.

A princípio, os RU's eram mantidos pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) e sua implantação era incentivada por este. Como reflexo das políticas adotadas pelo governo e com o agravamento da economia do país, as verbas destinadas à educação conseqüentemente às universidades foram reduzidas progressivamente (CORDEIRO; PEREIRA, 2008).

A partir de 1983 os recursos destinados aos RU's foram escasseando e em 1992, o MEC extinguiu tais verbas, repassando para as Instituições de Ensino Superior (IES) a responsabilidade do incentivo e da manutenção desses estabelecimentos (ROHN *et al.*, 2010).

A conseqüência desta falta de incentivo foi o sucateamento das instalações físicas e equipamentos, redução quantitativa e queda na qualificação do seu quadro funcional resultando na redução da produtividade e da qualidade dos serviços oferecidos aos clientes e insuficiência de recursos para aquisição de gêneros alimentícios, tornando os cardápios muito limitados quanto à diversificação das preparações alimentares (CARVALHO *et al.*, 2003).

Segundo Oganauskas (2011), em 2007 com o intuito de reestruturar as universidades e ampliar o acesso dos brasileiros ao ensino público superior, o Governo Federal lançou o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI). O grande problema deste programa foi ter ofertado primeiramente as vagas nas universidades para posteriormente liberar os investimentos para que estas pudessem investir em infraestrutura.

Nos centros Universitários, os laboratórios e salas estão superlotados os professores sobrecarregados e os serviços como da biblioteca e dos RU's estão precários, pois não conseguem atender ao número de estudantes que, de acordo com o MEC, aumentou em 63% passando de 148.796 estudantes que ingressavam nas universidades federais em 2006, para 242.893, em 2010. Por não contarem com um investimento prévio e ampliação, os RU's não conseguem atender com agilidade

e qualidade esse número de estudantes, o que ocasiona a demasiada formação de filas para o atendimento e a conseqüente demora (THOMÉ, 2012).

De fato alguns problemas a respeito da maioria dos RU's requerem maior investimento, certo tempo, pressão, conscientização das autoridades e planejamento para sair do papel. Já outros podem ser solucionados com um investimento mínimo e estudo prévio, como o tempo de espera na fila, desde a hora da entrada até o momento que os comensais sentam para almoçar que, é demasiado grande (MONTEIRO *et al.*, 2011).

Ainda segundo esses autores esta espera em filas no ambiente universitário é inviável, pois todos deste meio possuem um horário bastante limitado e são poucos que podem se submeter a tamanha espera e precisam de novas alternativas para alimentar-se e essas podem se tornar demasiadamente caras e não serem tão nutritivas, o que torna natural a insatisfação da grande maioria dos clientes com os serviços dos RU's, pois estes deveriam ser uma opção prática e barata que não tomasse tempo dos usuários.

Sabe-se que as formações de filas ocorrem porque a procura pelo serviço é maior do que a capacidade de atendimento do sistema. Desta forma o uso de um estudo simulado é de grande valia para evidenciar possíveis gargalos que estejam formando tais filas e buscar um ponto de equilíbrio que minimize o problema das filas e que demande de um investimento mínimo para o provedor do serviço (ARENALES *et al.*, 2007).

Neste sentido a Pesquisa Operacional tem sido utilizada a fim de solucionar problemas ou ate mesmo determinar a melhor utilização de recursos em uma organização o que a torna capaz de auxiliar na solução de problemas.

### 2.3 PESQUISA OPERACIONAL;

A Pesquisa Operacional (PO) tem origem nas atividades militares desenvolvidas na segunda guerra mundial, quando havia a necessidade de alocar de forma eficiente para diversas operações militares e atividades de cada operação, os recursos que eram escassos. Com intuito de resolver tais situações os comandos militares britânicos e norte-americanos convocaram cientistas, para que se aplicasse

uma abordagem científica para lidar com os problemas táticos e estratégicos. Na prática fora solicitado a eles realização de pesquisas sobre operações (militares), ali se formara a primeira equipe de PO (HILLIER; LIEBERMAN, 2010).

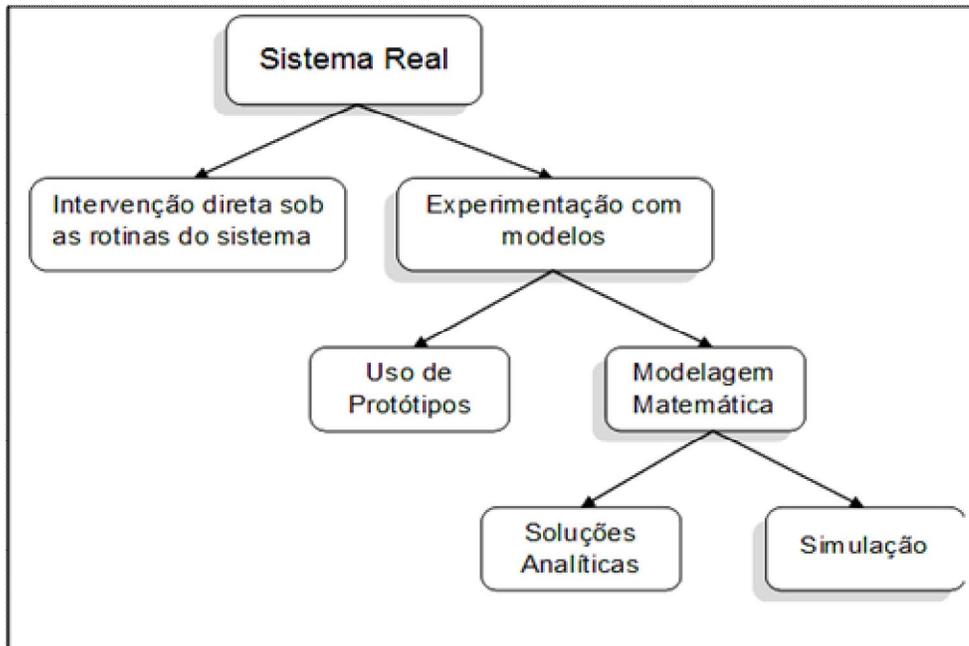
De acordo com Andrade (2007), com o fim da guerra e o êxito dos empreendimentos bélicos despertou-se o interesse de aplicação da PO fora do ambiente militar, o que conduziu o mundo acadêmico e empresarial a aplicar as técnicas desenvolvidas a problemas de administração.

O grande progresso em relação à melhoria e aperfeiçoamento das técnicas da PO no período pós-guerra foi fundamental para sua expansão neste período. Inúmeros cientistas se interessaram pela Pesquisa Operacional e realizaram estudos relevantes sobre o assunto. Várias ferramentas aplicadas à PO, como a programação linear, programação dinâmica e a teoria das filas e teoria do inventário, atingiram um patamar de desenvolvimento alto antes do fim da década de 1950 (HILLIER; LIEBERMAN, 2010).

A partir de 1950 a PO foi aplicada a uma variedade de serviços tanto públicos quanto privados. Em pesquisa realizada em 1953, verificou-se que dentre as 160 organizações da Grã-Bretanha estudadas, 45 já possuíam um departamento de Pesquisa Operacional ou uma pessoa responsável por esta atividade. No Brasil a Pesquisa Operacional iniciou com a realização do primeiro Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional em 1968 e posterior fundação da SOBRAPO (Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional) (ARENALES *et al.*, 2007).

De acordo com Arenales *et al.* (2007, p.3) de forma sucinta “[...] Pesquisa Operacional é um enfoque científico sobre a tomada de decisões”, ou seja, é a aplicação de técnicas específicas para auxiliar a tomada de decisão em organizações. Até os dias de hoje, a PO já foi aplicada nas mais diversas áreas de conhecimento como: produção e logística, incluindo indústrias de alimentação, automóveis, aviação, computadores, eletrônica, móveis, petróleo, telecomunicações, transportes; além de organizações de serviço (públicas e privadas), como: bancos, seguradores, hospitais, bibliotecas, turismo, energia etc.

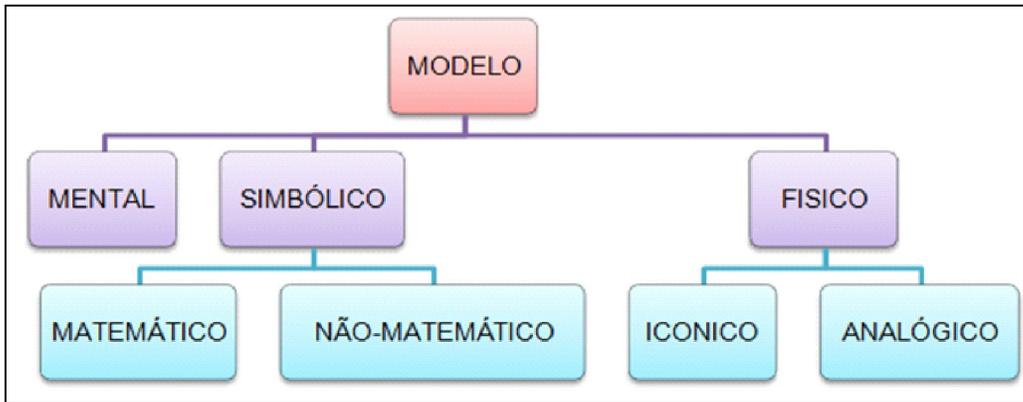
Um estudo de Pesquisa Operacional consiste, na análise do sistema real a partir da construção de um modelo que o imite. Segundo Law e Kelton (1991), os estudos de sistemas para a tomada de decisão podem ser realizados por intervenção direta sob as rotinas do sistema e/ou por experimentação com modelos conforme representado na Figura 4.



**Figura 4 - Maneiras de estudo de um sistema**  
Fonte: Adaptado Law e Kelton (1991)

Conforme mostra a Figura 4, a intervenção direta nas rotinas do sistema consiste em implementar ou alterar a sua forma de operação com o objetivo de obter uma condição ideal. Este tipo de procedimento não deixa dúvidas se o estudo é válido, no entanto raramente é possível fazer isso por ser um experimento muito dispendioso e que requer experiência do profissional para que as tomadas de decisões não impactem negativamente sob o sistema. Por outro lado, a experimentação utilizando modelos tem por objetivo demonstrar o funcionamento real do sistema físico (CARLETO, 2006).

Um sistema real pode ser representado por um modelo, que é uma simplificação da realidade. Os modelos por sua vez podem ser classificados em: mental, físico, ou simbólicos como pode ser observado na Figura 5 (NEELAMKAVIL, 1987).



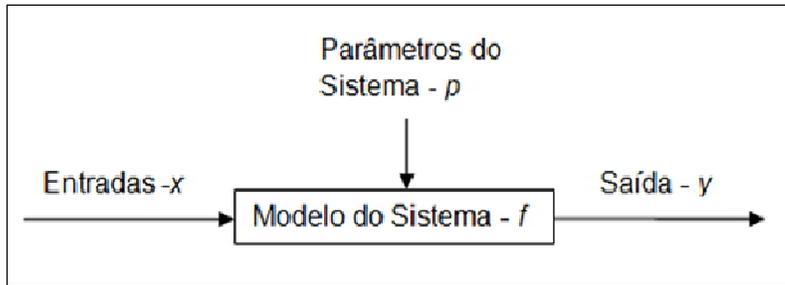
**Figura 5 - Classificação dos modelos**  
**Fonte: Neelamkavil (1987)**

A pesquisa operacional lida com a experimentação por modelos simbólicos, mas especificamente com modelos matemáticos. Os modelos matemáticos podem ser representados como soluções analíticas ou soluções numéricas. Os de soluções analíticas constituem na composição de equações matemáticas destinadas a solução de uma classe específica de problemas. Como por exemplo, a lei da física, para explicar o movimento uniforme variado  $s_0 = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$  (CARLETO, 2006; SILVA, 2006).

A respeito dos modelos matemáticos de soluções numéricas, estes são formados por um conjunto de equações que descrevem um determinado sistema. Tais modelos ainda podem ser subdivididos em: modelos de otimização e modelos de simulação (ANDRADE, 2007).

Os de modelos de otimização são utilizados para resolução de problemas em que o objetivo é achar a “solução ótima” do mesmo, emprega algoritmos para seu processamento. “Em contraste com modelos de otimização os modelos de simulação são executados ao invés de resolvido” (FREITAS FILHO, 2008 p.23), o modelo de simulação permite que se faça análises quase a todo instante, a medida com que surgem novas dúvidas a respeito do comportamento do sistema modelado.

De acordo com Silva (2006) os modelos matemáticos para simulação são representados como uma função  $f$  que produz uma saída  $y$  a partir de entradas  $x$  e de parâmetros do sistema  $p$ . Assim  $y = f(x, p)$  como representado na Figura 6. Os fatores  $y$ ,  $x$  e  $p$  podem ser uma única variável, um vetor, ou uma matriz.



**Figura 6 - Forma de representação de modelos de simulação**  
**Fonte: Adaptado de Carleto (2006)**

Segundo o mesmo autor, a abordagem de resolução de um problema por meio de pesquisa operacional envolve cinco fases, a saber:

- a) A definição do problema, quando se define o escopo do mesmo;
- b) A construção do modelo, através de relações matemáticas ou lógicas de simulação;
- c) A solução do modelo, utilizando técnicas e algoritmos já conhecidos;
- d) A validação, responsável por verificar se o modelo gerado representa apropriadamente a realidade;
- e) A implantação da solução, visando traduzir os resultados obtidos no modelo em decisões.

## 2.4 MODELAGEM E SIMULAÇÃO

Frente às grandes exigências impostas pelo mercado global, muitos mercados tornam-se altamente competitivos, deixando os produtos das empresas altamente vulneráveis. Isto pode ser visto quando um produto ou serviço similar de um concorrente é capaz de desempenhar a mesma função e possui um preço de mercado menor, ou seja, mais competitivo. Esta situação é ainda mais preocupante quando o produto concorrente também possui melhor qualidade, confiabilidade, adequação às necessidades do cliente, ou ainda, incorpora inovações a cada versão produzida (FERREIRA *et al.*, 2000).

Para enfrentar esta competitividade algumas ações devem ser adotadas como: o cumprimento de datas de entrega, redução dos prazos de atendimento do

cliente, aumento da flexibilidade de saída, controle dos padrões de qualidade e redução custo (PEREIRA JÚNIOR; FERNANDES, 2006).

Segundo Prado (2009), face a estas exigências e a ampla diversidade dos sistemas de produção, a modelagem é extremamente complexa e de difícil tratamento analítico. A complexidade aumenta ainda mais quando se observa que cada sistema de manufatura e cada sistema de serviços apresenta um cenário diferente. Com isso a simulação aparece como uma poderosa ferramenta, a qual vem ao longo dos anos sendo utilizada com sucesso por muitas organizações.

Com a grande evolução da informática, nos últimos anos o computador se tornou um grande aliado da simulação. A grande utilização desta ferramenta deve-se, sobretudo, à atual facilidade de uso e sofisticação dos softwares computacionais, aliadas ao crescente poder de processamento dos hardwares que permitem execução rápida de vários cenários (BANKS, 2000; PASTORE, *et al.*, 2010).

Simulação é um termo extremamente amplo e, basicamente, pode ser definido como o processo de elaboração de um modelo de um sistema real (ou hipotético) e a condução de experimentos com a finalidade de entender o comportamento de um sistema ou avaliar sua operação

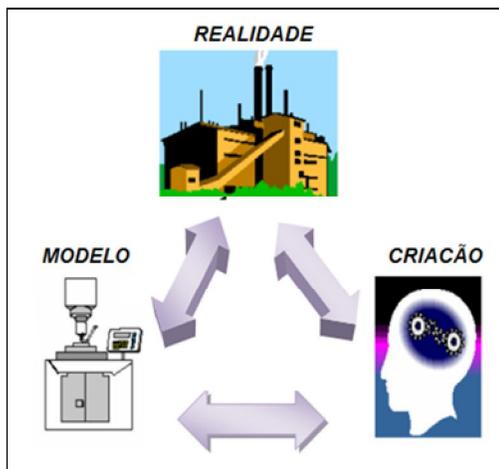
De acordo com Pegden (1995 apud Vogel 2011, p.74) “a simulação é um processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação”.

Os modelos de simulação são ferramentas úteis para auxiliar na tomada de decisões a respeito de investimentos em novas tecnologias, expansão da capacidade de produção, gerenciamento de materiais, recursos humanos e integração com os fornecedores, ou seja, através da simulação é possível responder a questões do tipo “o que aconteceria se?”, sem que haja qualquer alteração no sistema real (MCLEAN; LEONG, 2001; FREITAS FILHO, 2008).

A simulação não se resume apenas na construção de um modelo, trata-se de um processo amplo que busca descrever o comportamento do sistema construir teorias e levantar hipóteses a respeito do que foi observado, prever efeitos sobre qualquer alteração feita no sistema ou nos métodos empregados na operação, como exemplo saber como a contratação de mais um funcionário para um setor irá aumentar a capacidade de produção (FREITAS FILHO, 2008).

Ainda, segundo Banks (2000), a simulação acontece a partir da criação de

uma história artificial com base na realidade, e a observação desta, para que se possa realizar interferências no sistema real. A Figura 7 esquematiza este conceito da transformação da realidade em modelo e novamente dos resultados em realidade.



**Figura 7 - Transformação da realidade em modelo**  
**Fonte: Adaptado de Brighenti (2006)**

Para Brighenti, (2006) o processo de simulação segue o método científico, ou seja, formula as hipóteses, prepara o experimento, testa as hipóteses através do experimento e valida às hipóteses através dos resultados obtidos.

Este autor destaca ainda que a simulação não substitui o trabalho de interpretação humana, mas fornece resultados para análises mais elaboradas a respeito da dinâmica do sistema, permitindo desta maneira uma interpretação mais profunda e abrangente do sistema estudado.

A simulação nos dias de hoje conta com interfaces gráficas cada vez mais “amigáveis”, e já deixou pra trás o estigma de ser utilizada apenas “quando tudo mais já foi tentado”, e vem sendo utilizada em inúmeros processos da indústria de manufatura, simulação serviços, sistemas públicos, sistemas de transporte (logística, transporte de passageiros), na mineração e siderurgia entre outros (FREITAS FILHO, 2008; OLIVEIRA, 2008).

O trabalho de modelagem e simulação depende da definição exata do sistema que se deseja estudar e de seus elementos, para que se possa com isto 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.

#### 2.4.1 Sistemas

Para a execução de qualquer trabalho envolvendo simulação deve-se ter em mente a definição clara do que é um sistema. Segundo Prado (2009), “sistema é uma agregação de objetos que possuem alguma interação ou interdependência”.

Na prática, o significado de sistema depende dos objetivos de cada estudo, e o que se entende por sistema é aquilo que se deseja estudar. Por exemplo, em um estudo sobre um supermercado, o sistema pode ser todo o supermercado ou somente o atendimento dos caixas. A escolha dos limites do sistema depende do que se interessa obter com o estudo e a delimitação do sistema é muito importante para a execução de uma simulação, pois é com base nesta definição que se levantarão as informações necessárias ao estudo (FREITAS FILHO, 2008).

A ação entre os elementos do sistema envolve interdependências que podem ser simples ou mais elaboradas, dependendo do seu número de variáveis (DUARTE, 2003).

De acordo com Andrade (2007) quando um sistema é modelado necessita-se entender como os elementos deste interagem e como é sua performance. Para que se possa construir um modelo de simulação deve-se identificar e compreender suas variáveis as quais podem ser classificadas em três categorias:

- a) **Variáveis de decisão:** são as variáveis independentes dos sistema, pois através delas é possível controlar 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:** também chamadas variáveis desempenho ou de saída, são dependentes e são as respostas que o sistema fornece em função das variáveis de decisão das hipóteses estabelecidas e da interação entre os elementos do sistema;
- c) **Variáveis de estado:** as variáveis de estado indicam o estado do sistema em qualquer ponto específico do tempo.

A variabilidade é uma característica inerente a qualquer sistema que envolva pessoas e máquinas, e ambas podem falhar. Desta forma, a variabilidade introduz incerteza ao sistema, e sua compreensão se torna difícil sem o uso de ferramentas apropriadas, como a simulação.

#### 2.4.1.1 Elementos do sistema

Um sistema é composto por elementos e de acordo com Almeida Filho (2006) são esses elementos que definem quem, o quê, quando, onde e o como ocorre o processamento da entidade na simulação. A seguir, está a definição destes elementos de acordo com Freitas Filho (2008):

- a) **Eventos:** São acontecimentos, ocorrências, programados ou não e que quando ocorrem, provocam uma mudança de estado no sistema, sempre que ocorre um evento uma variável de estado se altera, acontecimentos tais como: uma peça chegando para ser processada por uma máquina, um cliente chegando em um banco para realizar uma transação ou a chegada de uma requisição em um servidor de arquivos em uma rede local de computadores, podem ser considerados eventos
- b) **Entidades:** São os itens processados através do sistema tais como produtos, clientes e documentos. Elas podem ser dinâmicas, movendo-se através do sistema, ou estática, servido a outras entidades. Um exemplo de entidade dinâmica pode ser os clientes na fila do *Buffet*, os clientes na fila da balança, já as entidades estáticas são o *Buffet* a balança;
- c) **Atributos:** “São as características próprias das entidades, ou seja, aquelas que as definem totalmente” (FREITAS FILHO, 2008, p.41). O uso de atributos permite caracterizar e individualizar as entidades, e também permite a obtenção de estatísticas importantes quando se deseja analisar o comportamento dos sistemas sob investigação. Exemplos: idade dos clientes, altura e cor da pele.
- d) **Atividades:** São as tarefas realizadas no sistema que estão direta ou indiretamente envolvidas no processamento das entidades, a pesagem do alimento a espera na fila são exemplos de atividades.

- e) **Recursos:** “é considerado uma entidade estática que fornece serviços às entidades dinâmicas” (FREITAS FILHO, 2008, p.42). Uma entidade pode demandar vários recursos simultaneamente como, por exemplo, no sistema de pesagem é necessário uma pessoa e uma balança (máquina). Exemplos: pessoas, equipamentos ou espaços que são utilizados pelas entidades.

#### 2.4.2 Classificação dos modelos Simulação

Segundo Law e Kelton (1991) e Duarte (2003), academicamente, modelos matemáticos de simulação podem ser classificados em:

- a) **Modelos estáticos e modelos dinâmicos:** São estáticos aqueles que possibilitam a descrição do estado do sistema somente para dado momento. Desde modo, geralmente estes modelos não envolvem a variável tempo. Os modelos dinâmicos são formulados para representar o estado do sistema em função do avanço da variável tempo. Este tipo de simulação é apropriado para a análise de sistemas de manufatura e serviços que sofrem a ação do tempo.
- b) **Modelos estocásticos e modelos determinísticos:** Quando a simulação tem entradas constantes é chamada de determinística. Neste tipo de simulação as saídas também são constantes, ou seja, a simulação poderá ser repetida inúmeras vezes e os resultados serão sempre iguais. Somente com a mudança de pelo menos uma das variáveis de entrada, os resultados serão alterados. Ao contrário do modelo de simulação determinística os modelos estocásticos possuem uma ou mais variáveis de entrada regidas por uma função de distribuição de probabilidade (f.d.p). São variáveis do tipo aleatória, desta forma, com as entradas variando o seu estado, ter-se-á saídas também variáveis, a cada novo recálculo da simulação um novo conjunto de resultados é gerado. A Figura 8 representa a simulação determinística, ou seja, os dados de entrada são constantes gerando as saídas também constantes e a simulação estocástica, na qual os dados de entrada são distribuições

de probabilidades gerando saídas variáveis no tempo.

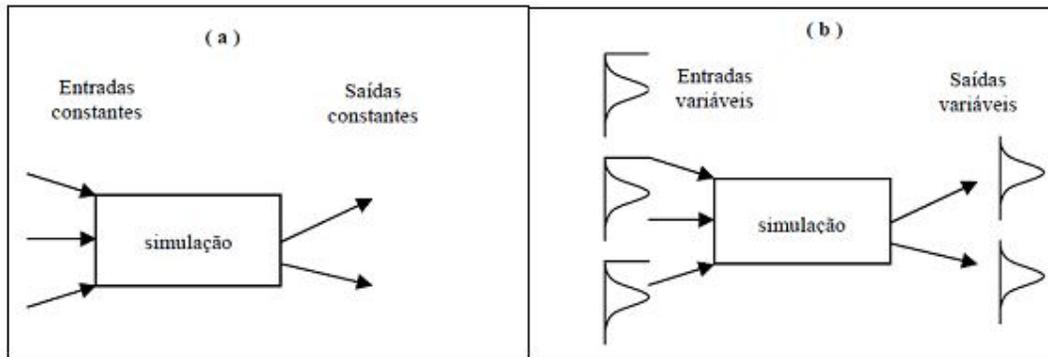


Figura 8 - Simulação determinística (a) X estocástica (b)  
 Fonte: Duarte (2003)

- c) **Modelos discretos e modelos contínuos:** Outra classificação dos modelos de simulação é a separação em modelos discretos e contínuos. Para os modelos de simulação contínuos o avanço de tempo é procedido de forma contínua em incrementos de tempo com valores iguais sem mudanças bruscas. Como exemplo pode-se citar o enchimento de um reservatório de água, este caso está representado na Figura 9. Para os modelos discretos o avanço da variável tempo é procedido quando da ocorrência de um evento. Por exemplo, no caso da modelagem de uma fila única em um restaurante *self-service*, podem ser considerados quatro eventos: chegada dos clientes; atendimento do *Buffet*; a pesagem na balança; e, saída do cliente. Para este caso, o avanço da variável tempo ocorre conforme apresentado na Figura 9.

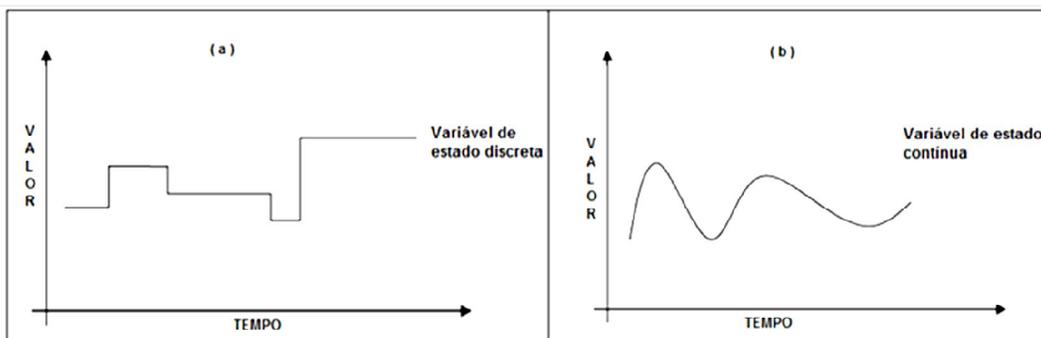


Figura 9 - Simulação discreta (a) X contínua (b)  
 Fonte: Duarte (2003).

### 2.4.3 Linguagens de Simulação

As linguagens de simulação foram criadas inicialmente objetivando a simulação de equipamentos militares, nos anos de 1940 para testes de aviões e submarinos. Posteriormente na década de 1950, com a ampliação das áreas científicas interessadas em simular seus projetos e com a comercialização de computadores compactos se iniciou o investimento em linguagens de simulação, pois até então os simuladores eram escritos em linguagens de uso geral, como FORTRAN<sup>®</sup> e ALGOL<sup>®</sup>. De acordo com Prado (2010, p. 24) “a principal característica desta fase é o fato de que o usuário necessitava ter um forte conhecimento de programação ou então contar com o auxílio de um programador”.

Na década de 1960 houve o surgimento de “linguagens” de simulação para uso específico como: o Simula para simulação discreta, o SIMSCRIPT<sup>®</sup> em que a modelagem é orientada a eventos e o GPSS<sup>®</sup> que introduziu o paradigma de modelagem de fluxo de transações (HENRIKSEN; CRAIN, 2000; MÜLLER, 1992).

De acordo com Müller (1992) no final da década de 1960 até metade da década de 1970 houve uma estagnação, pois embora houvesse linguagens poucos eram os equipamentos capazes de executar tais programas, pois a memória destes era muito limitada.

No final da década de 1970 houve uma difusão da técnica de simulação, uma vez que ocorreu um grande desenvolvimento e disseminação dos computadores. Decorrente disto, a partir de meados da década de 1980 a compactação do computador possibilitou sua popularização e o surgimento de interfaces cada vez mais amigáveis para as linguagens de simulação. Tem-se então o surgimento então da chamada “simulação visual” facilitando tanto a modelagem do sistema como a depuração do programa que continua até hoje (MÜLLER , 1992; PRADO, 2010).

Desta forma, tem-se hoje dezenas de linguagens de simulação, muitas delas, derivações das primeiras linguagens ou adaptações destas. Um exemplo disto é o *software* ARENA<sup>®</sup> que foi lançado em 1993 pela empresa americana Systems Modeling, sendo o sucessor do SIMAN<sup>®</sup> e CINEMA<sup>®</sup>, produtos da mesma empresa. O SIMAN<sup>®</sup> foi desenvolvido em 1982, e já era uma evolução do GPSS<sup>®</sup>

que foi lançado pela IBM em 1961 e por muito tempo foi o líder de mercado (PRADO, 2010).

Ainda segundo Prado (2010) em 1984 o SINAM<sup>®</sup> ganhou um complemento chamado CINEMA<sup>®</sup> que foi o primeiro *software* de animação para PC (personal computer). Em 1993, os dois *softwares* foram unificados e aperfeiçoados formando assim um único *software* o ARENA<sup>®</sup>. Em 1998 a Rockwell Software incorporou a Systems Modeling.

O Arena<sup>®</sup> da Rockwell Corporation é um ambiente gráfico integrado de simulação discreta. No processo de modelagem utilizando o simulador Arena<sup>®</sup>, o modelo é estruturado e codificado com base na linguagem de simulação SIMAN por meio da seleção 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).

Esses autores ainda comentam que o modelador não precisa necessariamente conhecer esta linguagem para construir um modelo, pois, utilizando os modelos disponibilizados pelo ARENA<sup>®</sup>, o usuário pode extrair módulos, posicioná-los no modelo e parametrizá-los de acordo com as características observadas no sistema real, o que facilita muito a tarefa de programação.

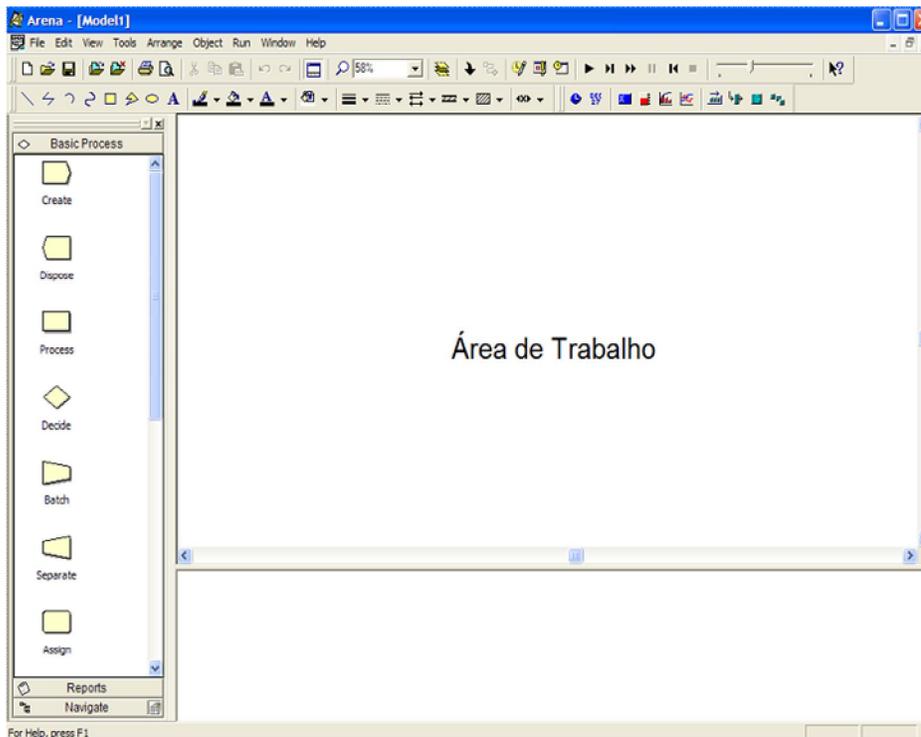
A animação é opcional e feita separada do modelo de simulação devido à herança do software CINEMA<sup>®</sup> que foi complementar a linguagem SIMAN<sup>®</sup> antes do surgimento do Arena<sup>®</sup> (PEIXOTO *et al.*, 2010). Segundo Prado (2010), além de contar com um ambiente para construção dos modelos de simulação, o software possui duas ferramentas muito úteis para a análise dos dados que são:

- a) **O *Input Analyzer***: utilizado para análise dos dados de entrada, permite analisar dados reais do processo e escolher a melhor distribuição estatística que se aplica a eles, esta distribuição pode ser incorporada diretamente ao modelo;
- b) **O *Output Analyzer***: analisa os dados fornecidos pela simulação (os dados de saída), sendo que esta análise pode ser gráfica, e possui recursos para efetuar importantes comparações estatísticas.

A Figura 10 apresenta a tela inicial do Arena<sup>®</sup>, quando o programa é chamado no Sistema Operacional Windows. A partir dela pode-se construir um

modelo ou abrir um já existente.

Atualmente estão disponíveis diversos ambientes para simulação de eventos discretos. Mesmo assim o Brasil encontra-se a algumas décadas de atraso em relação a disseminação e utilização da simulação computacional, quando comparado com empresas norte-americanas e europeias. Pode-se atribuir como uma das causas desta defasagem ao preço dos ambientes de simulação, já que normalmente tais ambientes são relativamente caros em questão de licença de uso e treinamentos. Mesmo o Arena® sendo um software relativamente fácil de operar, possui poucos especialistas habilitados em modelar e operar este software no Brasil (CHWIF;MEDINA, 2007). Esse atraso em relação à simulação também pode ser atribuído às décadas de estagnação econômica do país que gerou pouco investimento e desenvolvimento neste campo.



**Figura 10 - Área de trabalho do software Arena®**

#### 2.4.4 Vantagens e Desvantagens da Simulação Computacional

Hoje se vivencia um processo constante de desenvolvimento dos *softwares* de simulação, que estão cada vez mais simples e práticas de se utilizar, permitindo

uma modelagem e simulação em menor prazo e uma melhor visualização dos resultados. De acordo com Lobão e Porto (1997) a simulação é, na maioria dos casos a alternativa que apresenta a melhor relação custo/benefício, quando se buscam informações a respeito de sistemas ainda não implementados ou sobre futuras modificações em modelos já em operação, além de reduzir o risco de ineficácia de uma operação de reprojeto em um sistema real.

Simulação pode ser utilizada também para especificar requisitos sobre um projeto. Por exemplo, quando se deseja saber sob quais condições um tipo particular de máquina em um sistema complexo operaria quando se busca atingir um objetivo desejado. Ao simular diferentes capacidades para a máquina, tais condições podem ser observadas (BANKS; 2000)

Para Oliveira (2008) uma das principais vantagens da simulação é que ela permite que se teste novas políticas e procedimentos operacionais sem interrupção do sistema real e que ainda teste as condições de segurança associadas a essas mudanças antes de serem implementadas.

A simulação é muito útil para identificar restrições. Os gargalos de produção são “as dores de cabeça” dos gerentes de produção. É fácil esquecer que o gargalo é um efeito e não uma causa, no entanto, utilizando simulação para realizar a análise de gargalo, pode-se descobrir a causa dos atrasos do processo (BANKS; 2000).

Um estudo simulado ajuda ainda no entendimento sobre como um sistema realmente opera em oposição á previsões individuais acerca da forma que um sistema irá operar (FREITAS FILHO, 2008).

A simulação é uma ferramenta que permite a análise econômico-financeira de investimentos em projetos envolvendo novos equipamentos e processos. Os custos estimados com o uso da simulação em um projeto situam-se entre 1 a 3% do custo total do mesmo. Uma das dificuldades da justificativa econômica da simulação é o fato de geralmente não se conseguir avaliar qual será a economia total gerada no projeto, conseguindo-se este valor somente após a sua conclusão (GLENNEY; GERALD,1985).

Em consequência dos pontos aqui tratados, tem-se um menor custo da simulação se comparado com o custo de experimentações diretas, que envolvem grandes somas de dinheiro e de pessoas, nem sempre alcançando os resultados desejados.

Embora a simulação seja um processo muito vantajoso de acordo com Freitas Filho (2008), existem algumas dificuldades neste processo como:

- a) A construção de um modelo de simulação requer uma certa experiência e treinamento;
- b) O profissional além de construir o modelo terá que interpretar os resultados o que geralmente é muito complicado, pois é comum que existam dificuldades em determinar se uma observação é um resultado de alguma relação significativa do sistema ou de processos aleatórios construídos e embutidos no sistema;
- c) A modelagem e a experimentação juntamente com os modelos de simulação consomem muitos recursos, como o tempo e dinheiro. Muitas vezes as tentativas de simplificar a modelagem para economia de recursos geram resultados insatisfatórios.

Apesar dessas desvantagens, a simulação é um opção muito utilizada para otimização de sistemas produtivos, uma vez que as vantagens preponderam às desvantagens,

A modelagem do setor de serviços pode acontecer de várias maneiras e pode sugerir diversas mudanças como de *layout*, de contratação de mão de obra, de ampliações do local, de informatização entre outras melhorias dentro do sistema. De acordo com Vogel (2010) deve ser dada maior atenção ao surgimento de filas dentro dos processos, pois estas formam gargalos, os quais são os grandes problemas das organizações atualmente.

A simulação computacional pode ser uma ferramenta poderosa na modelagem de sistemas de serviço, mas muito pouco adianta se o modelador não conhecer os conceitos de estatística para poder conseguir tratar os dados coletados e analisar a qualidade dos mesmos, e conhecer a sua forma para que possam ser inseridos no modelo.

## 2.5 ESTATÍSTICA

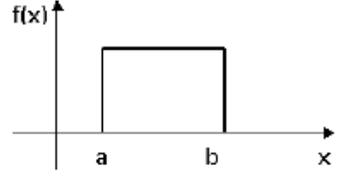
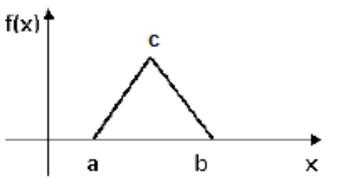
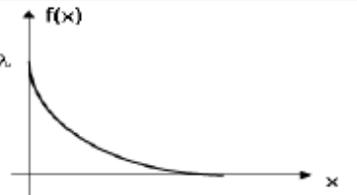
### 2.5.1 DISTRIBUIÇÕES TEÓRICAS DE PROBABILIDADE

Sendo que um dos passos do estudo de simulação é a identificação de uma distribuição teórica de probabilidades que possa representar, da melhor maneira possível, o comportamento estocástico da variável sob análise. Neste tópico será realizada uma rápida revisão sobre estatística focando nos principais tipos de distribuição de probabilidades.

As distribuições mais comumente empregadas em estudos são as do tipo Normal, Exponencial e Poisson, por serem de fácil identificação e análise, mas não se pode negligenciar a existência das demais distribuições como, por exemplo, a Beta, Gama e Weibull, pois durante o processo de ajuste de curvas pode-se ter dificuldades em demonstrar a aderência dos dados empíricos ao da curva teórica se esta não for a mais adequada (FREITAS FILHO, 2008).

#### 2.5.1.1 Principais Distribuições Contínuas

Os modelos de distribuição de probabilidades que serão apresentados a seguir são capazes de descrever diversos fenômenos naturais e sociais como: temperatura, tempo, pressão ou qualquer outro parâmetro que varie continuamente, geralmente o nome de cada distribuição de probabilidade se refere ao pesquisador que a descobriu. As principais distribuições contínuas estão representadas na Figura 11 juntamente com as funções densidade de probabilidade que as representa, e juntamente com os parâmetros e intervalos que configuram e sua respectiva representação gráfica.

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	$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$		$\lambda$	$x \geq 0$ $0, \text{ para } x < 0$

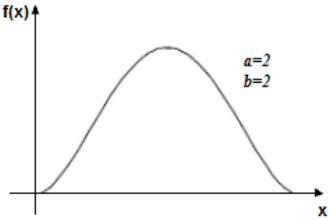
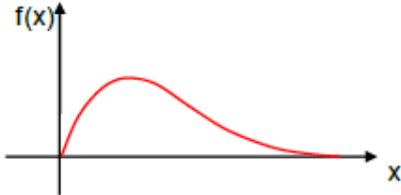
Distribuição	Função Densidade e Probabilidade	Representação Gráfica	Parâmetros	Intervalos
Beta	$f(x) = \frac{\Gamma(\alpha + \beta)}{\Gamma(\alpha) \cdot \Gamma(\beta)} x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1}$		$\alpha, \beta$	<i>para</i> $0 < x < 1$ $\alpha > 0$ e $\beta > 0$
Weibull	$f(x) = \frac{\beta}{\eta^\beta} (x - \gamma)^{\beta-1} \exp \left[ - \left( \frac{x - \gamma}{\eta} \right)^\beta \right]$		$\beta, \eta, \lambda$	$x \geq 0$ <i>0, para</i> $x < 0$

Figura 11 - Quadro das distribuições de probabilidade de funções contínuas  
 Fonte: Adaptado de Possan (2010) e Weber (2011)

### 2.5.1.2 Principais Distribuições Discretas

Quando se lida com variáveis discretas tem-se a necessidade de conhecer que resultados podem ocorrer e quais são as probabilidades associadas aos resultados. Se tratando de variáveis discretas encontra-se alguns modelos de distribuição de probabilidades muito utilizados em situações do tipo: número de coroas obtido em cinco lançamentos de uma moeda; número de defeitos em um azulejo de uma linha de produção; número de pessoas que visitam um site em um determinado período de tempo, para representar tais situações os principais modelos de distribuições discreta de probabilidade são:

- a) Poisson: De acordo com Freitas filho (2008) esta distribuição é utilizada para modelar o número de ocorrências (valores discretos) que uma variável possa assumir, ao longo de um intervalo contínuo.
- b) Uniforme discreta: é empregada quando a variável aleatória que está sendo modelada pode assumir apenas valores inteiros, todos com igual probabilidade, limitados a um intervalo [mínimo, máximo] (FREITAS FILHO, 2008).
- c) Binomial: trata-se de um modelo de distribuição que fornece a probabilidade do número de sucessos quando se é repetido  $n$  vezes um experimento (MARTINS, 2002).
- d) Bernoulli: é utilizada em situações do tipo: lançar um dado e observar se ocorre seis ou não, em uma linha de produção observar se um item retirado ao acaso é ou não defeituoso. (BARBETTA *et al.*, 2004).

Uma vez conhecendo as possíveis distribuições que os dados coletados podem seguir, torna-se possível interpretar os dados fornecidos pelo pacote computacional escolhido e seguir com o estudo de simulação sendo que muitas vezes a análise dos dados não pode ser realizada somente com o bom senso do modelador mas necessita das ferramentas estatísticas apropriadas.

Neste trabalho a simulação foi a alternativa com menores custos e mais eficaz para a identificação dos gargalos ao longo do sistema e para o estudo de alternativas que resultem em melhorias para o trabalho e atendimento dos clientes.

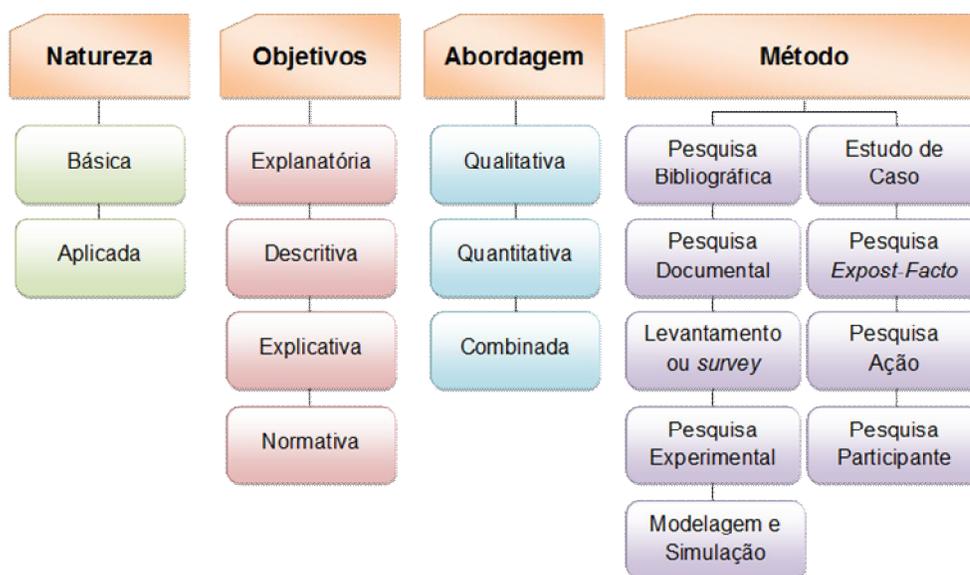
### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo é destinado a esclarecer como, com quem, onde, de que forma foi realizada a pesquisa. É de suma importância detalhar os procedimentos, as técnicas e os instrumentos utilizados, com base na literatura pertinente. De acordo com o tipo de pesquisa os procedimentos metodológicos são mais ou menos detalhados.

#### 3.1 TIPOS DE PESQUISA

De acordo com Gil (1999, p.42), a pesquisa tem um caráter pragmático, é um “processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”.

Silva e Menezes (2001) classificam os pontos de vista das pesquisas científicas em quatro de acordo com: a natureza da pesquisa, a abordagem do problema, os objetivos e dos métodos e procedimentos técnicos adotados, a Figura 12 ilustra esta classificação.



**Figura 12 - Classificação da pesquisa científica**  
 Fonte: Adaptado Silva e Menezes (2001)

Dentro de cada uma destas classificações encontram-se vários tipos de pesquisas com determinadas características. Para determinar qual o tipo de pesquisa que se está desenvolvendo, o fator limitante será o modo com que se desenvolverá o estudo. Essas classificações não são estanques, ou seja, uma mesma pesquisa pode estar enquadrada em várias classificações, desde que obedeça aos requisitos inerentes a cada tipo.

Esta é uma pesquisa aplicada que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos (TURRIONI; MELLO, 2011).

Como este trabalho tem como base a modelagem computacional que utiliza dados numéricos coletados do sistema real e a avaliação destes dados e seu tratamento é feito por *softwares* adequados, gerando resultados também numéricos, o presente estudo é classificado como pesquisa quantitativa (SILVA; MENEZES, 2001).

E ainda do ponto de vista dos objetivos do trabalho é caracterizada como uma pesquisa exploratória que visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimule uma compreensão (GIL, 1995).

Já no que tange aos procedimentos técnicos adotados na pesquisa, segundo Gil (1995), esta pesquisa, é um estudo de caso. Yin (2001) define o estudo de caso como uma investigação empírica que verifica um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

Neste trabalho, não se busca generalizar dados desta empresa para todo o setor, nem para outros restaurantes, apenas tem-se o intuito de explorar um caso particular e específico, mas com características bem interessantes e particulares, que irão auxiliar a compreender a dinâmica operacional da empresa. Desta forma este trabalho lida com um estudo de caso único no qual todos os seus resultados são válidos para a situação em estudo.

O método de modelagem e simulação foi adotado para o desenvolvimento dessa pesquisa. De acordo com Turroni e Mello (2011 p.84) a “modelagem e simulação são empregadas quando se deseja experimentar, através de um modelo,

um sistema real, determinando-se como este sistema responderá a modificações que lhe são propostas”.

Um estudo de modelagem e simulação exige um planejamento e o seguimento de uma metodologia a fim de evitar o desperdício de tempo, dinheiro e resultados frustrantes.

Na literatura foram identificadas várias metodologias para um estudo de modelagem e simulação (BANKS, 2000; HARRELL *et al.*, 2000; LOBÃO e PORTO, 1995; LAW e KELTON, 1991) e todas muito próximas uma da outra, mas a metodologia que melhor se adequou a este caso foi a proposta por Banks (2000) que segue 12 passos a saber:

Etapa 1- Formulação do problema: Consiste na realização de uma pesquisa de campo para o entendimento claro da dinâmica do sistema real em questão. Neste momento o cliente informa ao modelador qual é o seu problema e o modelador tem que realmente entender o problema questionando o cliente e preparando um descritivo minucioso do problema em parceria com o cliente.

Etapa 2 – Plano de projeto e definição dos objetivos: São estabelecidos os objetivos e o plano de trabalho, com os objetivos o modelador já possui uma indicação de quais serão as prováveis questões a serem respondidas ao final do trabalho.

Etapa 3 – Conceituação do modelo: trata-se da formulação conceitual de um modelo inicialmente simples, com as características básicas do sistema. Este primeiro modelo é modificado posteriormente para obtenção de um modelo cujo os resultados sejam o mais próximos do sistema real.

Etapa 4- Coleta de dados: é a tomada de dados do sistema a ser estudado, que pode conter medição de tempo de execução de processos até avaliação dos recursos necessários para a execução deste processo. O tipo de dados a serem coletados depende dos objetivos do modelo. Esta etapa ocorre simultaneamente à etapa 3, portanto o modelador tem que ser rápido na etapa 3 para poder, caso seja necessário, redirecionar a coleta de dados em função das características do modelo.

Embora a etapa de coleta de dados na figura esteja representada como parte do processo de modelagem, não é possível dissociá-la da formulação do modelo conceitual, pois é a partir das informações obtidas com a coleta de dados que hipóteses e relações iniciais são acrescentadas ao modelo.

Etapa 5- Programação do modelo: A programação do modelo é quando se

traduz o modelo para a linguagem do *software*, envolve uma sequência de codificação de dados.

Etapa 6 – Verificação: Nesta fase o modelador realiza testes para a verificação de possíveis erros de programação (*bug*) e refinando a sua lógica de programação.

Etapa 7 – Validação: é a determinação de quanto o modelo representa a realidade do sistema. O ideal seria comparar os resultados do modelo com os resultados reais do sistema, mas se o sistema ainda não existe a validação deverá ser realizada através de outros métodos. Caso encontre algum erro neste momento são feitas modificações do modelo que podem ser vistas como uma calibração do mesmo até que a precisão do modelo seja aceitável.

Etapa 8 – Projeto experimental: sendo então o modelo representativo pode-se testar novos parâmetros diferentes dos iniciais, ou seja, serão realizadas as simulações dos experimentos ou novos cenários que o cliente deseja e determinado o número de replicações necessárias.

Etapa 9 – Rodar e analisar: São realizadas as replicações necessárias para a avaliação da performance dos cenários simulados.

Etapa 10 – Mais rodadas?: Determina a necessidade de mais replicações ou não e caso seja necessário em qual passo deverá ser iniciada a replicação (passo 8 ou 9).

Etapa 11 – Documentação do modelo e relatório: o modelador prepara toda a documentação do modelo e os relatórios finais para o cliente analisar as alternativas e decidir qual será implementada.

Etapa 12- Implantação de mudanças no sistema estudado: a interferência no sistema real não faz parte da proposta deste trabalho. As etapas para a elaboração do estudo foram ilustradas na Figura 13.

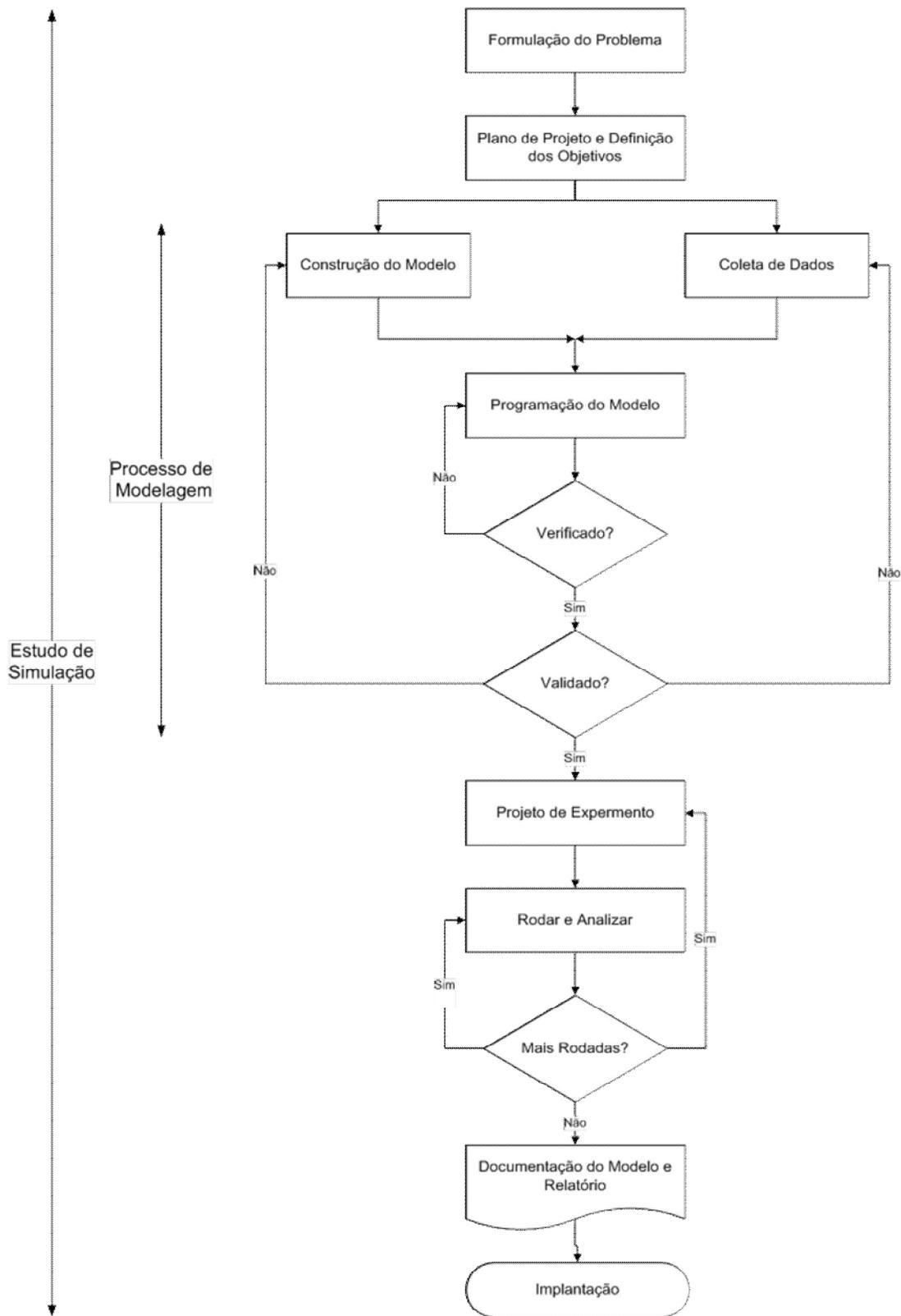


Figura 13 - Etapas para um estudo de modelagem e simulação  
 Fonte: Banks (2000)

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA

Em 1987 foi criada a Unidade de Medianeira do Cefet/PR, que passou a ser em 7 de outubro de 2005 o câmpus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Em 1990 a instituição recebeu as primeiras turmas de Cursos Técnicos de Nível Médio em Alimentos e Eletromecânica, e em 1996 a unidade Medianeira passou a contar com o seu primeiro curso superior o de Tecnologia em Alimentos na modalidade Industrialização de Carnes. Nos dias atuais a Universidade oferta cursos técnicos, cursos superiores de tecnologia e de Engenharia e cursos do ensino a distância, além de vários cursos de especialização,

O câmpus de Medianeira conta com um Restaurante Universitário, objeto deste estudo, instalado em seu interior, este fornece almoço e jantar diariamente e seus principais clientes são os alunos, docentes e demais funcionários da Universidade. As refeições são servidas em um sistema *self-service* por peso, que compreende em seu cardápio diversas saladas, pratos quentes e sobremesas. Funciona no RU um sistema também *self-service*, porém com um cardápio um pouco reduzido e com um preço fixo que é subsidiado pelo governo no programa de Bolsa Permanência para os alunos carentes; o restaurante também comercializa bebidas.

### 3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Para a simulação do processo as variáveis coletadas foram:

- a) Tempos entre chegadas dos clientes;
- b) Tempos que os clientes gastam, para servirem-se, na mesa de  $\xi$ ;
- c) Tempo despendido na fila da balança;
- d) Tempos de atendimento na balança.

Segundo Chwif e Medina (2007) o tamanho da amostra deve estar entre 100 e 200 observações. Amostras com menos de 100 observações podem comprometer a identificação do melhor modelo probabilístico e amostras com mais de 200

observações não trazem ganhos significativos ao estudo. Observa-se que neste trabalho foram coletadas, durante o horário de almoço, mais de 150 amostras de cada uma das quatro variáveis em estudo.

### 3.4 COLETA DOS DADOS

Segundo Freitas Filho (2008) de uma maneira geral, a coleta de dados para a composição de uma amostra a partir da simulação de um modelo pode ser realizada de duas formas:

A primeira é fazer uso das observações individuais dentro de cada replicação. Por exemplo, pode-se simular o modelo do restaurante e utilizar o tempo que cada cliente esperou na fila da mesa do *buffet* para realizar uma estimativa do tempo médio de espera na fila. Neste caso, o tamanho da amostra será igual à quantidade de clientes que passaram pela fila ao longo do período simulado.

A segunda maneira de gerar a amostra é realizar  $n$  simulações (replicações). Assim, cada replicação gera um elemento para a amostra. Uma vez que esta-se lidando com um sistema terminal no qual as condições iniciais e o período de simulação são fixos, a melhor maneira de garantir que os valores da amostra sejam estatisticamente independentes é obtê-los a partir de replicações independentes. Neste trabalho, o número de replicações ( $n^*$ ) foi obtido através da Equação 01:

$$n^* = n \times \left(\frac{h}{h^*}\right)^2 \quad (01)$$

Onde:

$n$  = número de replicações já realizadas;

$h$  = semi-intervalo de confiança já obtido;

$h^*$  = semi-intervalo de confiança desejado.

A coleta dos dados foi realizada primeiramente através da observação da dinâmica do restaurante e posterior elaboração do fluxograma de funcionamento do mesmo.

Para a construção do modelo foi necessário a coleta dos seguintes dados: demanda, configuração e dimensões da infraestrutura física e tempos de serviço. São dados quantitativos que podem ser extraídos de relatórios ou documentos já existentes e caso não haja a existência destes, terão que ser levantados pelo modelador. A coleta dos tempos em especial requer muita atenção, pois os tempos de cada operação precisam ser caracterizados para cada atividade que for incorporada ao modelo.

Para orientar a coleta deste tipo de dados e garantir sua consistência, dentre as técnicas de Estudo de Tempos existentes, neste trabalho foi considerada a aplicação da técnica de medição direta do trabalho a cronometragem. Que foi realizada com o auxílio dos softwares *SnapTimePro* (V2.1.1 © Jim Singh) e *Multi-Timer Ultimate 3.0*

A coleta de tempos deve ser feita várias vezes para que se obtenha a distribuição probabilística característica de cada etapa, segundo metodologia de Barnes (1977).

### 3.5 ANÁLISE DOS DADOS

Tendo os dados requeridos para um estudo de simulação é necessário que esses recebam um tratamento adequado para que se possam extrair as informações desejadas. Em outras palavras, é preciso que toda a informação contida nos dados coletados torne-se acessível e, principalmente, compreensível (FREITAS FILHO, 2008)

A simulação da dinâmica operacional do restaurante foi realizada com o software Arena®, e os resultados foram analisados pelas ferramentas do Arena®: *Output Analyzer*, *Input Analyzer* e por intermédio do software Microsoft Excel.

Por meio do software estatístico Microsoft Excel, realizou-se a análise exploratória dos dados segundo os pressupostos da estatística descritiva, com o intuito de obter conclusões significativas e identificar 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 permite analisar dados reais do

funcionamento do processo e escolher a melhor distribuição teórica de probabilidade que se aplica a eles.

O modelo matemático obtido por meio dos resultados experimentais deve ter sua validade verificada antes de ser usado. A validação do modelo tem por objetivo proceder à comparação de valores de variáveis geradas pelo modelo com os obtidos do sistema real (SARGENT, 1998).

Para assegurar que os resultados deste estudo tenham um efeito significativo na execução do procedimento de validação, para o sistema em estudo, foi: (i) realizada uma comparação de médias por meio de análise de variância (ANOVA); (ii) calculado o erro médio estimado pela equação 02 (MENNER, 1995).

$$SE = \sqrt{\frac{(SR-MD)^2}{GLR}} \quad (02)$$

Onde:

SE = erro médio estimado;

SR = valor obtido a partir do sistema real;

MD = média dos valores gerados pelo modelo; e

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

A análise de variância é um teste estatístico amplamente difundido entre os analistas, e tem como hipóteses que os termos relacionados aos erros são normal e independentemente distribuídos com média zero e variância constante (MONTGOMERY, 2005).

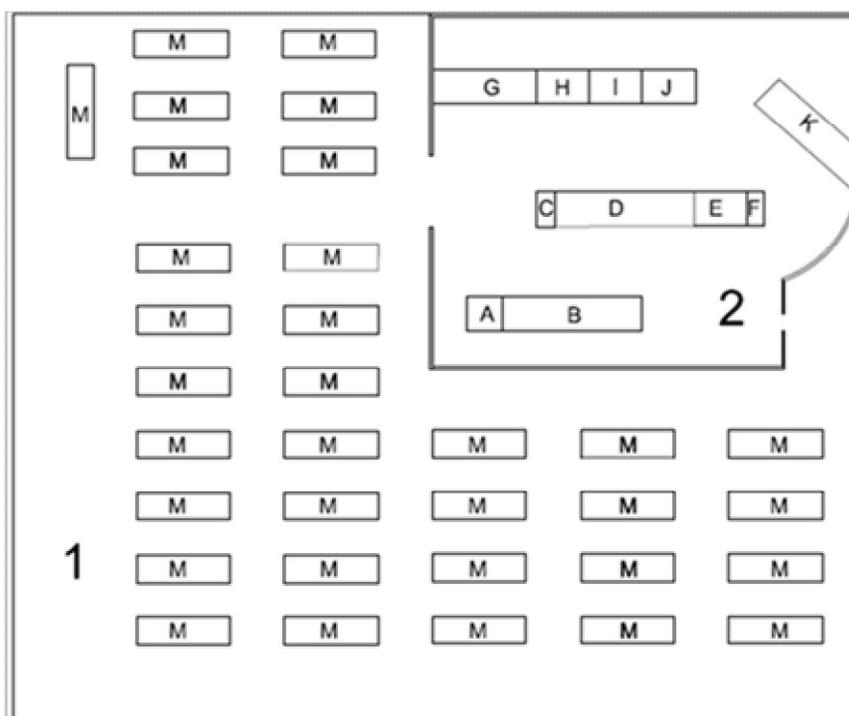
Analisaram-se os resultados da simulação para diversos cenários através de outra ferramenta do *software* ARENA®, o *Output Analyzer*.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ESTUDO DE CASO

O Restaurante Universitário, da UTFPR do Câmpus Medianeira, oferece almoço e jantar aos seus clientes (discentes, docentes e técnicos administrativos da Instituição). Neste trabalho estudou-se apenas o funcionamento do almoço, pois é o período de maior demanda do restaurante.

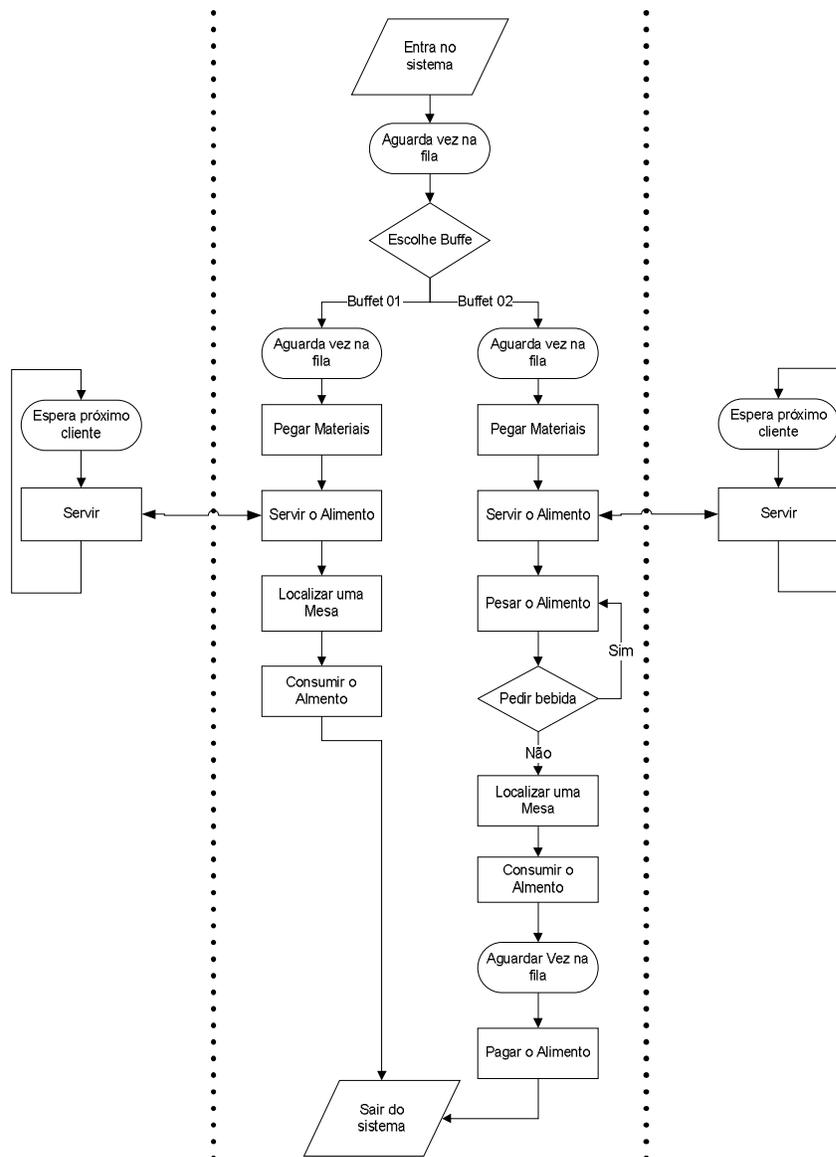
Na Figura 14 apresenta-se o *layout* do restaurante, em que no espaço número 1 estão dispostas as mesas (M). Este espaço conta com 33 mesas com 10 lugares cada, totalizando 330 lugares. No espaço número 2 estão localizados os *buffets*. O *buffet* 01 está representado, na Figura 14, como o conjunto A-B e o *buffet* 02 como o conjunto C-D-E-F.



**Figura 14 – Layout**

Onde: A: Mesa talheres; B: Buffet; C: Mesa Talheres; D-E Buffet; F: Temperos; G: Caixa; H: Freezer; I: Balança; J: Freezer; K: Balção; M: Mesas;

Na Figura 15 apresenta-se o fluxograma de funcionamento do restaurante.



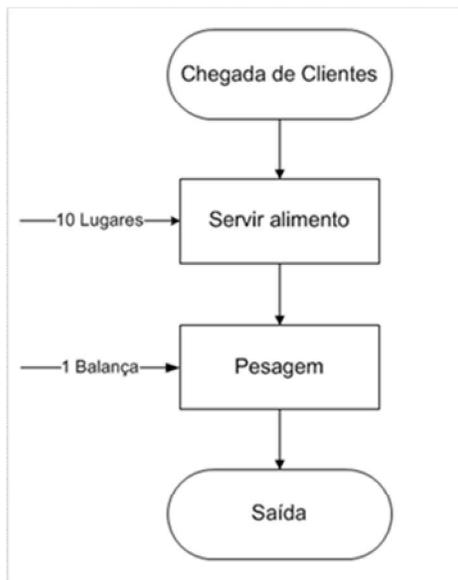
**Figura 15 - Fluxograma do funcionamento do RU no horário de almoço**

Para atender a demanda o restaurante conta com dois sistemas de *buffet self-service*: o por quilo (representado na Figura 15 como *buffet 02*) e o *buffet* com preço fixo subsidiado pelo governo, para os alunos carentes, pelo programa do bolsa permanência (representado na Figura 15 como *buffet 01*).

Este trabalho teve como objeto de estudo o *buffet 2*, porque este *buffet* apresenta a maior formação de filas e mais postos de trabalho envolvidos no sistema, por se tratar de um *Buffet*, por quilo, conta com o posto de trabalho da

balança.

A formulação do modelo partiu da observação direta do sistema, visando caracterizar a dinâmica de suas operações e a organização de seus recursos. A fronteira do modelo foi limitada às atividades de *front Office*, ou seja, apenas as atividades do serviço de atendimento ao público. Isso implicou em não abranger as atividades de *back-office* não relacionadas à entrega de serviços aos clientes presentes, e também ao funcionamento do sistema antes e depois do horário de atendimento. Na observação realizada *in loco* Identificou-se, que o gargalo do sistema em estudo, está na capacidade de atendimento da mesa de *buffet*. Portanto, o sistema analisado, neste trabalho, restringe-se ao fluxograma do sistema apresentado na Figura 16.



**Figura 16 - Fluxograma do sistema estudado**

O processo em estudo inicia no momento em que os clientes chegam ao restaurante universitário. Em seguida, dirigem-se a mesa de *buffet*, com capacidade para 10 clientes ao mesmo tempo, deve-se destacar que todas as operações de pegar bandeja, prato, talheres, guardanapos e servir-se; foram consideradas com uma única operação (servir o alimento) tanto na coleta de dados como na modelagem do sistema.

A seguir, os clientes deslocam-se para estação de pesagem. Nesta estação o cliente faz a escolha da bebida e realiza o pedido da mesma. Simultaneamente é feita a pesagem dos alimentos, que serão consumidos, através de uma balança

eletrônica. Observa-se que as operações de pesagem e entrega da bebida foram consideradas com uma única operação tanto na coleta de dados como na modelagem do sistema. Depois de pesar os alimentos, os clientes se deslocam para as mesas do restaurante. Após o almoço, alguns clientes se dirigem ao caixa para pagamento, vale ressaltar que a maioria dos clientes possuem um sistema de crédito. No momento da pesagem o valor gasto é anotado pelo funcionário que atende na estação de pesagem.

#### 4.2 COLETA E ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

A fase da coleta de dados é parte crucial do estudo de modelagem e simulação e deve ser realizada com muita atenção, pois o insucesso desta etapa compromete todo o trabalho. A coleta foi realizada de forma direta por observação e medição dos tempos das variáveis que compõem o sistema em estudo.

Para interpretação dos dados coletados é necessário organizar, sistematizar, enfim, realizar procedimentos que permitam a compreensão dos resultados, evidenciando as tendências comportamentais dos dados. Para isso lança-se mão da estatística descritiva que permite que se conheça as características de uma sequência de dados (MUCELIN, 2006). Os dados obtidos da coleta de dados foram submetidos a uma análise exploratória. Com o auxílio do *software Microsoft Excel* obteve-se as medidas de posição (Média aritmética, Mediana, Quartis) e medidas de dispersão (desvio padrão, coeficiente de variação). Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

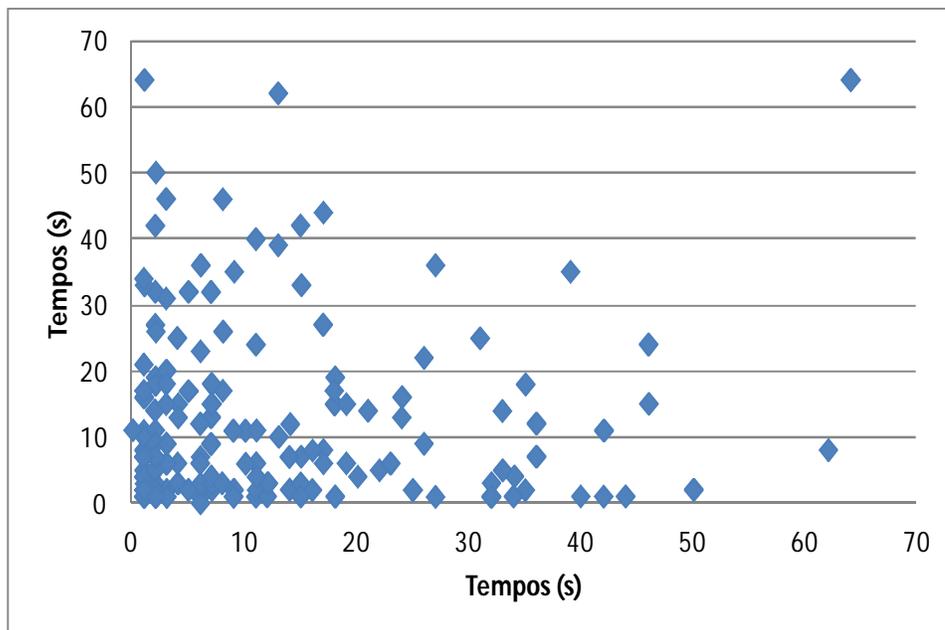
**Tabela 1 - Análise exploratória dos dados coletados no restaurante**

<b>Parâmetro analisado</b>	<b>TEC*</b>	<b>TFB*</b>	<b>TFBL*</b>
Média	13,01 s	124,69 s	9,16 s
Mediana	8,02 s	115,7 s	8,00 s
1 Quartil (Q <sup>1</sup> )	2,09 s	91,00 s	6,06 s
3 Quartil (Q <sup>3</sup> )	18,00 s	152,1 s	12,00 s
Desvio Padrão	13,17 s	50,21 s	3,88 s
Coeficiente de Variação	105,86%	40,27%	42,41%

\* TEC: Tempos entre Chegadas dos clientes; TFB :Tempo na Fila do *Buffet*; TFBL: Tempo na Fila da Balança.

Observa-se, através dos dados apresentados na Tabela 1, que a variável Tempo na Fila do *Buffet* (TFB) apresentou a maior mediana (115,7 s) e a maior média (124,60 s) entre os dados coletados no restaurante. E a variável Tempo na fila da balança (TFBL) apresentou a menor mediana (8 s) e a menor média (9,16 s). A variável Tempo entre Chegadas (TEC) não ficou muito distante, apresentando uma mediana de 8,02 s e uma média de 13,01 s. Com relação a variabilidade dos dados pode se observar que os coeficientes de variação (105,86%, 40,27% e 42,41%) para as três variáveis coletadas apresentam uma dispersão alta, possuindo uma elevada variabilidade em relação à média.

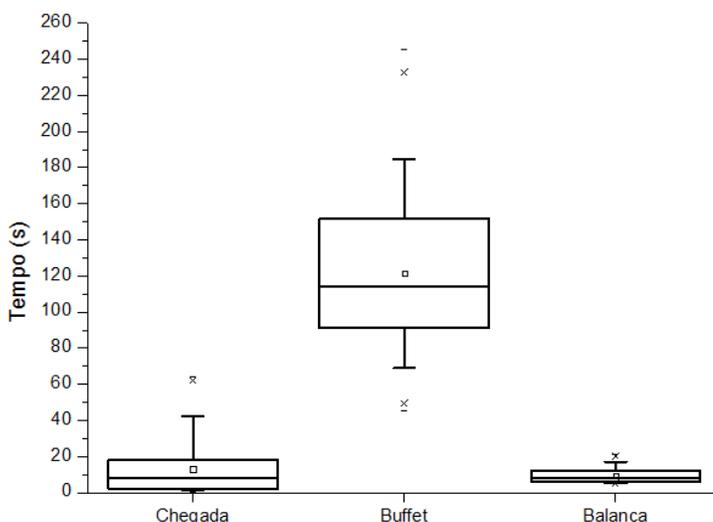
Após a análise exploratória, realizou-se a análise de correlação entre os dados, ou seja, verificou, se há dependência entre os valores das amostras. No Gráfico 01 apresenta-se, como exemplo, a dispersão dos tempos entre chegadas dos clientes no restaurante. Neste gráfico pode-se comprovar que não há correlação entre as observações da amostra. ou seja eles não possuem qualquer tendência (não formam uma reta, uma curva, por exemplo), o que confirma a aleatoriedade dos dados.



**Gráfico 1 - Gráfico de dispersão dos tempos entre as chegadas de clientes**

### 4.3 TRATAMENTO ESTÁTISTICO DOS DADOS

Uma vez que os procedimentos de cálculo para medidas de posição e medidas de dispersão já foram executados, fez-se necessário, para uma análise preliminar do comportamento das observações, plotar os dados em forma de *boxplots* (Figura 17).



**Figura 17 - Boxplots dos tempos coletados no sistema**

Para identificar os *outliers*, valores fora da normalidade, aplicou-se a técnica apresentada na Tabela 2 (CHWIF; MEDINA, 2007). As razões mais comuns para o surgimento desses valores são os erros na coleta de dados ou eventos raros e inesperados. Os *outliers* considerados como extremos só foram descartados, das amostras, depois de uma análise criteriosa de suas causas. Os valores julgados como possíveis de ocorrer foram mantidos nas amostras.

**Tabela 2 - Identificação de outliers**

<b>Outliers dos tempos</b>
$A=Q^3-Q^1$
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>

Na Tabela 2  $Q^1$  e  $Q^3$  são, respectivamente, os valores do primeiro e terceiro quartis, assim a amplitude entre inter-quartil "A" é calculada pela diferença:  $A=Q^3-Q^1$ .

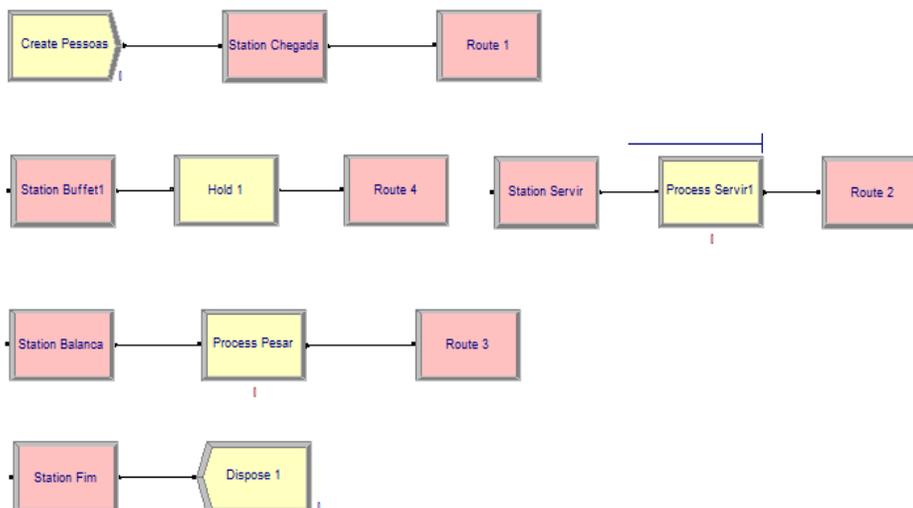
Após a utilização da técnica de identificação dos *outliers*, o passo seguinte foi determinar as curvas de distribuição teórica de probabilidades que melhor representem o comportamento estocástico do sistema em estudo, através da ferramenta *Input Analyzer do Arena®*. Como os *p-values* dos testes de aderência: teste Qui-quadrado e do teste Kolmogorov-Smirnov são maiores que o nível de significância adotado (0,1), concluiu-se que as distribuições, apresentadas na Tabela 3, são as expressões que melhor se adaptaram aos dados coletados no sistema.

**Tabela 3 - Distribuição de probabilidade**

Itens	Distribuição	Qui-quadrado	Kolmogorov-Smirnov
<b>TEC</b>	WEIB(12.1, 0.936)	p-value=0,582	p-value=0,182
<b>TFB</b>	45+366*BETA(2.24,8.48)	p-value=0,691	p-value=0,632
<b>TFBL</b>	6+EXPO(4.16)	p-value=0,353	p-value=0,734

#### 4.4 MODELO COMPUTACIONAL

Na Figura 18 apresenta-se o modelo de simulação, do sistema em estudo, implementado no software ARENA®.



**Figura 18 - Modelo de simulação**

O módulo CREATE é utilizado para representar a chegada dos clientes ao restaurante. O Módulo ROUTE movimenta as entidades (os clientes) no modelo. Toda movimentação ocorre a partir de um local de origem para um local de destino. Estes locais, no Arena®, são denominados de STATIONS. O módulo PROCESS representa os processos de Servir e Pesar. Finalmente o módulo DISPOSE tem a função de retirar as entidades do sistema. O *Layout* da animação do modelo é apresentado na Figura 19.

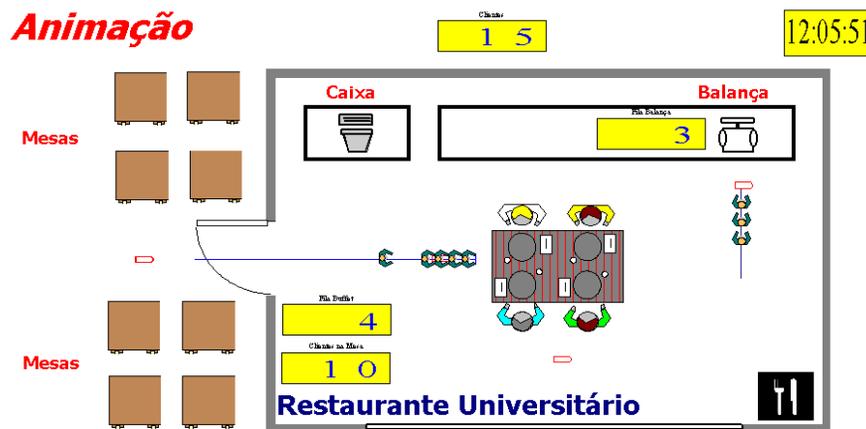


Figura 19 - *Layout* da animação

#### 4.5 VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO IMPLEMENTADO

A verificação e validação do modelo são pontos importantes para se iniciar a análise dos resultados gerados e simular os experimentos. A verificação foi realizada em paralelo à execução dos modelos, ou seja, após a construção do modelo básico e a depuração de erros de sintaxe e lógica do mesmo. A cada novo processo introduzido o modelador realizava os testes de verificação de funcionamento dos modelos. Portanto o modelo foi considerado satisfatório do ponto de vista da verificação.

Quanto ao processo de validação, este foi realizado a partir da comparação dos resultados da simulação com os dados coletados do sistema real.

A comparação entre os valores obtidos do sistema real com as médias geradas pelo modelo para a variável Tempo na Fila da Balança (TFBL) são

apresentados na Tabela 4. Nesta tabela apresenta-se, também, o erro médio estimado.

**Tabela 4 - Dados do sistema real e do modelo**

Validação	Sistema Real	Modelo	Erro Relativo
Tempo na Fila da Balança (s)	11,42	11,5 ± 0,7	1,4%

Ao ser aplicado a análise de variância, através da ferramenta de análise de dados do *Microsoft Excel* (Tabela 5), a 1% de significância, na comparação das médias obtidas a partir do sistema real e as geradas pelo modelo de simulação, para a variável Tempo na Fila da Balança, não foram constatadas diferenças estatísticas. Pode-se observar, através dos dados apresentados na Tabela 5, que  $F_0$  é menor que  $F_{crítico}$  ( $F_0=0,00497$  enquanto  $F_{crítico}= 7,011399$ ).

**Tabela 5 - Análise de variância**

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	$F_0$	valor-P	$F_{crítico}$
Linhas	1075,93	70	15,37043	0,869797	0,71946	1,753665
Colunas	0,087823	1	0,087823	0,00497	0,943999	7,011399
Erro	1236,99	70	17,67129			
Total	2313,008	141				

Considerando as discussões apresentadas, pode-se afirmar que o modelo computacional presta-se para os objetivos propostos neste trabalho.

#### 4.6 SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS

Para analisar o sistema, em estudo, foram construídos quatro cenários:

- a) Cenário 1: Mesa de *buffet* para 8 Lugares;
- b) Cenário 2: Mesa de *buffet* para 10 Lugares (Sistema Atual);
- c) Cenário 3: Mesa de *buffet* para 12 Lugares;
- d) Cenário 4: Mesa de *buffet* para 14 Lugares.

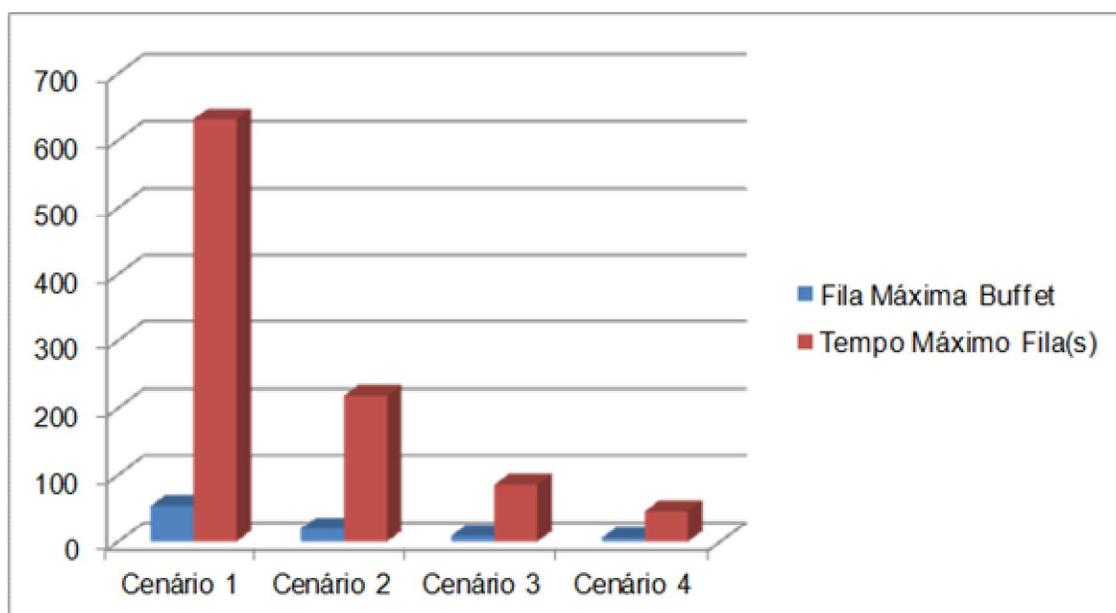
Nas Tabelas 6 e 7 e nos Gráficos 2 e 3 apresentam-se os resultados obtidos, da simulação do sistema em estudo, para os quatro cenários. Observa-se que os resultados foram obtidos após 40 replicações. Este número de replicações foi definido, com nível de confiança de 95%, utilizando a ferramenta *Output Analyzer* do Arena®.

A Tabela 6 apresenta os valores máximos (Max) obtidos de simulação da Fila do *Buffet*.

**Tabela 6 - Resultados da simulação para a fila do *Buffet***

Cenários	Capacidade do <i>Buffet</i>	Capacidade da Balança	Fila <i>Buffet</i> -Max	Tempo Fila-Max (s/m)
1	8	1	54	631,39/10,52
2	10	1	20	218,345/3,63
3	12	1	9	85,8/1,43
4	14	1	6	46,416/0,7736

Através dos resultados, apresentados na Tabela 6, conclui-se, inicialmente, que o cenário 4 é o que gera melhores indicadores. Pode-se, também, observar que o tempo máximo de espera na fila e o número máximo de clientes na fila do *buffet* (Gráfico 02), para o cenário 2 (Cenário atual), são considerados altos, para o intervalo de almoço.

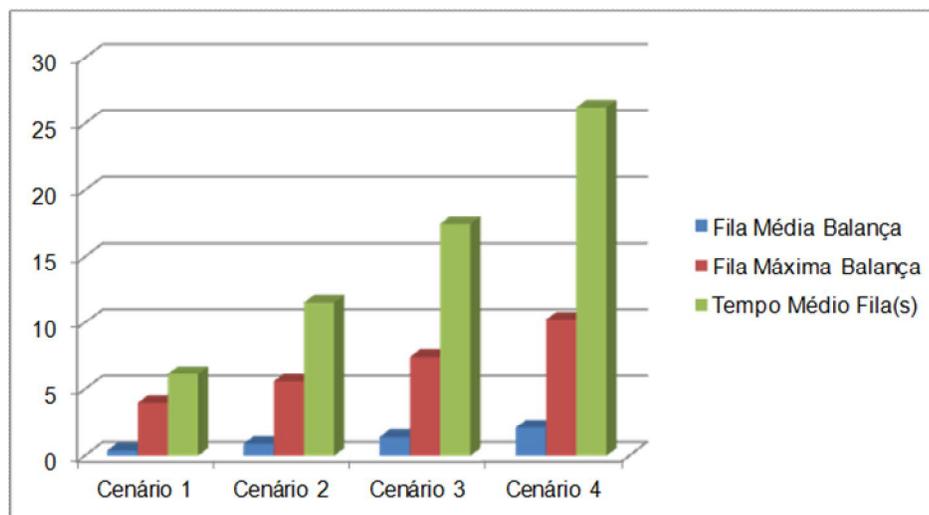


**Gráfico 2 - Resultados da simulação para a fila do *buffet***

A Tabela 8 e o Gráfico 03 apresentam os valores médios (Med) e máximos (Max) obtidos de simulação da Fila da Balança.

**Tabela 7 - Resultados da simulação para a fila do Balança**

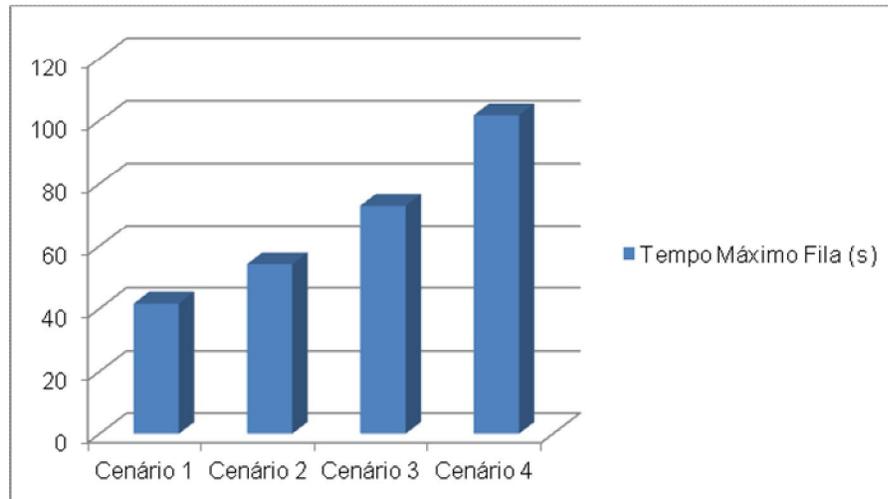
Cenários	Capacidade do Buffet	Capacidade da Balança	Fila Balança (Med)	Tempo Fila (Med) (s)	Tempo Fila- (Max) (s)
1	8	1	0,3920	6,1880	41,5310
2	10	1	0,8810	11,540	54,2350
3	12	1	1,3760	17,4280	73,0200
4	14	1	2,1100	26,2340	101,9140



**Gráfico 3 - Resultados da simulação para a fila da balança**

Através dos resultados, obtidos de simulação para fila da balança, constata-se que:

- O número médio de clientes na fila da balança é considerado baixo para os cenários simulados;
- Um aumento na capacidade da mesa de *buffet* para 14 lugares é impraticável, devido: ao pequeno espaço destinado, no restaurante, para fila da balança e ao tempo máximo de espera na fila da balança de 1,7 minutos (Gráfico 4);



**Gráfico 4 - Tempos máximos de espera na fila da balança**

Considerando a análise dos resultados obtidos, pode-se afirmar que o cenário 3 é o melhor, pois reduz para mais da metade o tempo máximo de espera da fila do *buffet* que atualmente é de 3,6 minutos que passaria pra 1,43 minutos, e mais importante sem causar um grande aumento (este aumento seria de 0,8810 para 1,36760 pessoas em média) de pessoas na fila da balança, uma vez que o espaço no qual localiza-se a balança é pequeno um aumento muito grande da fila seria impraticável.

## 5 CONCLUSÕES

Observou-se que a dinâmica operacional do Restaurante Universitário para a elaboração do fluxograma do sistema em estudo foi de grande valia para o entendimento de todo o seu funcionamento, e dessa maneira pode registrar toda a sua característica (número de funcionários, demanda, tempo) e realizar a coleta dos tempos que foi feita por cronometragem.

Com os dados já coletados fez-se o tratamento estatístico dos mesmos para que se tornasse válido o modelo que foi desenvolvido e implementado no software Arena. Obteve-se o primeiro resultado para a simulação atual, na qual se constatou o gargalo do sistema: capacidade do *Buffet*, a qual foi modificada para a simulação de novos cenários.

Com a simulação de novos cenários, concluiu-se que as variáveis, tempo máximo de espera na fila do *buffet* (3,6 minutos ) e número máximo de clientes na fila do *buffet* (20 clientes) para o cenário 2 (atual), foi alta para o intervalo de tempo simulado. E que qualquer mudança relacionada ao atendimento na balança do restaurante universitário seria desnecessária. Portanto, sugere-se como a melhor alternativa estudada seria a utilização de uma mesa de *buffet* com capacidade de 12 lugares, para atender os clientes do RU, no intervalo de almoço.

A aplicação da simulação computacional gerou um conhecimento adicional à cerca do processo para todos os envolvidos e possibilitou, também, a identificação de oportunidades de melhorar o sistema de atendimento aos clientes, do restaurante, do Câmpus Medianeira da UTFPR, enfatizando as vantagens de sua utilização.

Também deve ser ressaltado o poder da simulação como ferramenta de análise, no setor de serviços, para que se possa identificar os problemas e corrigi-los, garantindo a qualidade do atendimento. Embora o número de trabalhos com simulação computacional ainda seja escasso na área de serviços.

Como aprendizado acadêmico, pode-se afirmar que a utilização do software de simulação é uma ferramenta muito útil para o profissional de Engenharia de Produção, nos diversos setores que este possa estar inserido tanto no área de serviços, como ficou evidenciado neste estudo, quanto na manufatura.

O estudo pode ser considerado um ganho para a comunidade científica, pois

vem para gerar informação de uma forma prática e dirigida para o setor de serviços, e contribui para a instituição de ensino, pois o autor deste trabalho levará o nome da instituição em seus trabalhos. De uma maneira geral, este estudo servirá para base a outros pesquisadores que atuem na área.

Propõe-se também que este estudo não seja encerrado e como trabalho futuro sugere-se a aplicação de simulação computacional para avaliação do *layout* do restaurante universitário.

## 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: 12 abr. 2012

ABERC - Associação Brasileira das Empresas de refeições Coletivas. **Mercado Real**. São Paulo, 2011. Disponível em <<http://www.aberc.com.br/mercadoreal.asp?IDMenu=21>> acesso em: 12 abr. 2012.

ABREU E. S., TORRES E. A. F. S. Restaurante "por quilo": vale o quanto pesa? Uma avaliação do padrão alimentar em restaurantes em São Paulo, SP. **Revista Nutrire**. São Paulo, v.25, p. 7-22, jun., 2003. Disponível em:<<http://www.sban.org.br/revistas/NUTRIRE-vol25-junho2003.pdf>> Acesso em: 12 abr. 2012.

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.

ALVES, M. G.; UENO, M.. Restaurantes self-service: segurança e qualidade sanitária dos alimentos servidos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 4, ago. 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-52732010000400008&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732010000400008&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 18 abr. 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.

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.

BARBETTA, P. A; BORNIA, A. C.; REIS, M. M.. **Estatística**: para cursos de

engenharia e informática. São Paulo: Atlas, 2004.

BARBOSA, R. A. A.; RODRIGUES, T. L.; ALMEIDA, R. E. P.; ESPINDOLA, J. R. A.; MOREIRA, D. F. V. Modelagem e Análise do Sistema de Filas de Caixas de Pagamento em uma Drogaria: Uma Aplicação da Teoria das Filas. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). 29., 2009, Salvador: **Anais eletrônicos...** Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009\\_TN\\_STO\\_096\\_652\\_13378.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_096_652_13378.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2012 ENEGEP, 2009.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos:** projeto e medida do trabalho. São Paulo, SP: Edgard Blucher, 1977.

BRASIL. **Resolução CFN nº380/2005** Dispõe sobre a definição das áreas de Atuação do nutricionista e suas Atribuições, estabelece parâmetros Numéricos de referência, por área de Atuação, e dá outras providências Diário Oficial da União 10 jan 2006; Seção 1. Disponível em: < <http://www.crn9.org.br/uploads/file/res380.pdf>> Acesso em: 15 mar.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.

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: 15 abr, 2012.

CARVALHO, L. R.; AMORIN, S. L.; TAVARES, M.F. Sistema de indicadores de qualidade como ferramenta de gestão em um restaurante universitário: estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 23., 2003, Ouro Preto. **Anais eletrônicos...** Ouro Preto: ABEPRO, 2003. Disponível em: < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003\\_TR0207\\_0964.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0207_0964.pdf) >. Acesso em: 10 mai. 2012

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos:** Teoria e Aplicações, 2. ed. São Paulo, SP: Ed. dos Autores, 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.

CORDEIRO, L. L.; PEREIRA, A. Modelos para Previsão de Demanda no Restaurante Universitário Utilizando Técnicas de Redes Neurais. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 4., 2008 Niterói. **Anais eletrônicos...** Niterói. 2008. Disponível em: <[http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg4/anais/T7\\_0032\\_0365.pdf](http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg4/anais/T7_0032_0365.pdf)>. Acesso em: 10 mai, 2012

DUARTE, R. N. **Simulação Computacional: Análise de uma Célula de Manufatura em Lotes do Setor de Auto-Peças**. Itajubá: UNIFEI, 2003. 168 p. (Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá).

FAUSTO, M. A.; ANSALONI, J. A.; SILVA, M. E.; JUNIOR, J. G.; DEHN, A. A.; CÉSAR, T. B. Determinação do perfil dos usuários e da composição química e nutricional da alimentação oferecida no restaurante universitário da Universidade Estadual Paulista, Araraquara, Brasil. **Revista de Nutrição.**, Campinas, v. 14, n. 3, dez. 2001. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-52732001000300002&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732001000300002&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 18 abr. 2012

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

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: 11 abr. 2012.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de Serviços: Operações, estratégia e tecnologia da informação**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de Serviços: Operações, estratégia e tecnologia da informação**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

FREITAS FILHO, P. J. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas: com aplicações em Arena**. 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.

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

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GLENNEY, N. E.; GERALD T. M. **Modeling & Simulation Provide Key to CIM implementation Philosophy.** Industrial Engineering, may 1985.

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

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.

HENRIKSEN, J. O.; CRAIN, R. C. **GPSS/H: A 23-Year Retrospective View,** In Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference, pp. 177-182, 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003:** Primeiros resultados – Brasil e Grandes Regiões. Rio de Janeiro IBGE; 2004. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2002/pof2002.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 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: 12 abr. 2012.

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

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/ENEGEP1997\\_T1101.PDF](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997_T1101.PDF)> Acesso em: 10 mai. 2012

MAGNÉE, Henri M.. **Manual do self-service**. São Paulo: Varela, 1996

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

MCLEAN, C.; LEONG, S. **The Role of Simulation in Strategic Manufacturing. Proceeding**. In: Conference on Winter Simulation, 33. p. 1478-1486, 2001.

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

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: 12 mai. 2012.

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.

MUCELIN, Carlos Alberto. **Estatística elementar e experimental aplicada as tecnologias**. 2. ed. Medianeira: Valério, 2006.

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

NEELAMKAVIL, F. **Computer simulation and modeling**. Great Britain: John Wily and Sons, 1987.

OGANAUSKAS, F. R. M. **Relações entre público e o privado no ensino superior Brasileiro: Programa Universidade para Todos – PROUNI**. 2011.54 f. Monografia (Especialização em Políticas Educacionais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: < <http://www.nupe.ufpr.br/oganauskas.pdf> >. Acesso em 15 Ago.2012.

OLIVEIRA, C. S. **Aplicação de técnicas de simulação em projetos de manufatura enxuta**. Estudos Tecnológicos, v. 4, n. 3, p. 204-217, set/dez. 2008.

OLIVEIRA, N. Setor de serviços já responde por 70% da mão de obra no PIB do país. **Agência Brasil**. 2011. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2011-07-19/setor-de-servicos-ja-responde-por-70-da-mao-de-obra-no-pib-do-pais>> Acesso em: 15 abr. 2011.

PASTORE, P. F.; GUIMARÃES, A. M. C.; DIALLO, M.; Simulação Computacional Aplicada à Logística de Distribuição de Uniformes da Marinha do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 30., 2010, São Carlos. **Anais eletrônicos...** São Carlos ABEPRO, 2010. Disponível em: < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_TN\\_STO\\_113\\_744\\_16526.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_113_744_16526.pdf) >. Acesso em: 10 mai. 2012.

PEIXOTO, T. A. ; RANGEL, J. J. A. ; MATIAS, I. O. . SIPPO 0.1 - Simulador para Problemas de Pesquisa Operacional. In: SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2010, Bento Gonçalves. **Anais eletrônicos...** Bento Gonçalves, 2010. Disponível em: < [http://www.sobrapo.org.br/sbpo2010/xliisbpo\\_pdf/71987.pdf](http://www.sobrapo.org.br/sbpo2010/xliisbpo_pdf/71987.pdf) >. Acesso em: 10 mai. 2012.

PEREIRA JÚNIOR, J. F.; FERNANDES. F. C.F. Distúrbios na capacidade produtiva. **Economia & Pesquisa**, Araçatuba, v.7, n.7. mar. 2005. DISPONÍVEL em: < [http://www.feata.edu.br/downloads/revistas/economiaepesquisa/v7\\_artigo05\\_disturbios.pdf](http://www.feata.edu.br/downloads/revistas/economiaepesquisa/v7_artigo05_disturbios.pdf)> Acesso em 12 mai. 2012.

POSSAN, E. **Modelagem da carbonatação e previsão de vida útil de estruturas de concreto em ambiente urbano**. 2010. 263 p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

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

ROHN, A. R.; MASIERO, M. S.; NETO KLIEMANN, F. J. Proposta de um Sistema de Gestão de Custos para o Restaurante Universitário da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENESEP), 30., 2010, São Carlos. **Anais eletrônicos...** São Carlos ABEPRO, 2010. Disponível em: < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enesep2010\\_TN\\_STP\\_115\\_753\\_15326.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enesep2010_TN_STP_115_753_15326.pdf) >. Acesso em: 10 mai. 2012.

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: 10 abr.2012.

SANTOS, M. V.; PROENÇA, R.P.C; FIATES, G.M.R.; CALVO, M.C.M. Os Restaurantes por peso no contexto de alimentação saudável fora de casa. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 24, n. 4, ago. 2011 . Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-52732011000400012&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732011000400012&lng=pt&nrm=iso)>. acessos em 18 abr. 2012.

SANCHES, M.; SALAY, E. Alimentação fora do domicílio de consumidores do município de campinas, São Paulo. **Revista Nutrição**. , Campinas, v 24, n. 2, abr, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-52732011000200010&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732011000200010&lng=pt&nrm=iso)>. acesso em 18 abr. 2012

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

SCHLINDWEIN, M.M. **Influência do custo de oportunidade do tempo da mulher sobre o padrão de consumo alimentar das famílias brasileiras**. 2006. 118 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SENAI **Restaurante Self-Service**. Rio de Janeiro: Senai, 2010.

SILVA, L. C. **Modelagem e Simulação**. Departamento de Engenharia Rural. Boletim Técnico: MS:0206 em 17/06/2006. UFES, 2006. Disponível em:< [http://www.agais.com/manuscript/ms0206\\_modelos\\_simulacao.pdf](http://www.agais.com/manuscript/ms0206_modelos_simulacao.pdf)> Acesso em: 15 abril 2010.

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:

11 nov.2011.

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.

THOMÉ, C. **Governo aumenta vagas nas federais, mas falta infraestrutura nos campus.** ESTADÃO.COM.BR. 2012 Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/cidades,governo-aumenta-vagas-nas-federais-mas-falta-infraestrutura-nos-campus,916059,0.htm> > Acesso em 15. Ago. 2012.

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.

UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Refeições dos RUs.** 2012. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sae/restaurante-universitario/refeicoes-dos-rus>> Acesso em: 24 mai. 2012.

VAZ, M. L. S. O papel do nutricionista em restaurantes comerciais: Atividades vão muito além do cumprimento de legislações higiênico-sanitária, **Revista CRN - 3**, 88. ed., p. 28-29, out/dez, 2007. Disponível em: <[http://www.crn3.org.br/atualidades/revistas/arquivos/edicao\\_088\\_atuacao.pdf](http://www.crn3.org.br/atualidades/revistas/arquivos/edicao_088_atuacao.pdf)> acesso em: 10 abril 2012.

VOGEL, C. C. **Simulação e estudo da ergonomia física do processo industrial de paletização de caixas de leite UHT.** 2011. 85 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011.

WEBER, S. H. **Desenvolvimento de uma função densidade de probabilidade multimodal aplicável à ciência florestal.** 2011.132 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

WOLF, G. C. F. **Bibliotecas universitárias: medidas objetivas um estudo.** 2005. Relatório Final (Iniciação Científica PIBIC/CNPq) – Departamento de Ciência da Informação, Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina,

Florianópolis, 2005. Disponível em:  
<[http://www.lgti.ufsc.br/pibic\\_2004\\_2005\\_graziela\\_wolf.pdf](http://www.lgti.ufsc.br/pibic_2004_2005_graziela_wolf.pdf)>. Acesso em: 13 dez.  
2011.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.