



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL,**  
**ARQUITETURA E URBANISMO**

**SÉRGIO ADRIANO LOUREIRO**

**USO INTEGRADO DE MÉTODOS DE SIMULAÇÃO DE EVENTOS  
DISCRETOS E CONTÍNUOS NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS  
LOGÍSTICOS EM PARQUES DE DIVERSÃO**

**Campinas**

**2009**

**SÉRGIO ADRIANO LOUREIRO**

**USO INTEGRADO DE MÉTODOS DE SIMULAÇÃO DE EVENTOS  
DISCRETOS E CONTÍNUOS NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS  
LOGÍSTICOS EM PARQUES DE DIVERSÃO**

Dissertação apresentada à Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de concentração: Transportes.

**Orientador: Prof. Dr. Orlando Fontes Lima Júnior**

Campinas

2009

iii

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

L934u Loureiro, Sérgio Adriano  
    Usu integrado de métodos de simulação de eventos  
    discretos e contínuos na resolução de problemas  
    logísticos em parques de diversão / Sérgio Adriano  
    Loureiro. --Campinas, SP: [s.n.], 2009.

    Orientador: Orlando Fontes Lima Júnior.  
    Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de  
    Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e  
    Urbanismo.

    1. Logística. 2. Parques de diversões. 3. Método de  
    simulação. I. Lima Júnior, Orlando Fontes. II.  
    Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de  
    Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Título em Inglês: Use integrated of discrete and continuous simulation methods for  
troubleshooting logistics in amusement park

Palavras-chave em Inglês: Logistics, Amusement Park, Simulation methods

Área de concentração: Transportes

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora: Carlos Alberto Bandeira Guimarães, Eliana T. Pereira Senna

Data da defesa: 26/03/2009

Programa de Pós Graduação: Engenharia Civil

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO**

**USO INTEGRADO DE MÉTODOS DE SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS E  
CONTÍNUOS NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS LOGÍSTICOS EM PARQUES DE  
DIVERSÃO**

**SÉRGIO ADRIANO LOUREIRO**

**Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:**



Prof. Dr. Orlando Fontes Lima Júnior

**Presidente e Orientador**

**Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - UNICAMP**



Prof. Dr. Carlos Alberto Bandeira Guimarães

**Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - UNICAMP**



Profª. Drª. Eliana T. Pereira Senna

Campinas, 26 de março de 2009

## DEDICATÓRIA

À memória de minha avó.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador professor Orlando Fontes Lima Júnior por sua paciência, disposição, orientação e principalmente amizade.

Aos professores Carlos Alberto Bandeira Guimarães, da Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo da Unicamp e Miguel Juan Bacic do Instituto de Economia da Unicamp, por sua colaboração e orientação.

Aos senhores Oliver Krause e Márcio Firmino, por suas informações e comentários.

Ao Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes – LALT, por criar condições para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo apoio financeiro durante o desenvolvimento deste trabalho.

A Tânia, Regina, Paulo Ignácio, Lars, Raul que de inúmeras maneiras colaboraram com minha formação e desenvolvimento deste trabalho.

A Tia Neca pela amizade, incentivo e confiança.

A minha família, pelo amor e incentivo.

Finalmente, à minha mãe e à minha noiva Roberta, por sempre me incentivarem e apoiarem na realização dos meus projetos.

*“We won’t solve our problems with the same kind of thinking that we used when we created them.”*

Albert Einstein

## RESUMO

O objetivo deste estudo é desenvolver um modelo integrado de simulação de eventos discretos e contínuos que permita descrever e avaliar a dinâmica dos processos de gerenciamento de uma operação de serviços. O modelo foi desenvolvido especificamente no setor de entretenimento para um parque de diversões, sendo um instrumento de auxílio a análise de desempenho e desenvolvimento de políticas de operação. A importância do tema proposto está na carência de pesquisas acadêmicas brasileiras com enfoque da engenharia no tema entretenimento e parques de diversões, destacando-se a abordagem integrada de diferentes metodologias de simulação. Os métodos adotados para o desenvolvimento desta pesquisa foram os usualmente empregados para construção e análise de modelos computacionais de simulação eventos contínuos e discretos, utilizando-se como referência para o desenvolvimento da modelagem elementos de diferentes parques de diversões brasileiros. A exploração do modelo através de diferentes cenários permitiu avaliar e verificar a eficácia das diferentes políticas propostas sobre o desempenho do sistema. A capacidade de identificar e discriminar o efeito destas políticas propostas sobre qualquer componente do sistema apresentou-se como uma vantagem do método de modelagem proposto.

Palavras chave: logística, serviços, entretenimento, parque de diversões, simulação de eventos contínuos e discretos.



## **ABSTRACT**

This study has the objective of developing an integrated model of discrete event and continuous simulation that enabling describe and evaluate the dynamics of the processes of managing a services operation. The model will be developed specifically for the entertainment industry in an amusement park, and will be a tool to aid the analysis of performance and development of policies for operation. The importance of the proposed theme is the lack of Brazilian academic research on the approach of engineering with the theme entertainment and amusement parks. The methods adopted for the development of this research were usually used for construction and analysis of computational models of continuous and discrete events simulation, using as reference for the development of the modeling elements amusement parks of different in Brazil. The exploration of model through different scenarios allowed evaluating and verifying the effectiveness of various policy proposals on system performance. The ability to identify and discriminate the effect of these proposed policies on any component of the system represented an advantage of the proposed method of modeling.

Key words: logistics, services, entertainment, amusement park, discrete and continuous event simulation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Papel dos Serviços na Economia .....	3
Figura 2 – Fatores que estimulam a transformação da economia de serviços.....	4
Figura 3 – Estágios da Evolução Econômica .....	6
Figura 4 – Modelo geral da cadeia de suprimentos .....	14
Figura 5 - Classificação de Serviços .....	20
Figura 6 – Natureza do ato de prestação de serviços.....	21
Figura 7 – Relações com os clientes.....	22
Figura 8 – Customização e arbítrio .....	23
Figura 9 – Natureza da demanda pela oferta do serviço.....	23
Figura 10 – Método de entrega do serviço .....	24
Figura 11 - A matriz do processo de serviços .....	25
Figura 12 – Tipologia de serviços .....	26
Figura 13 - Desempenho de sistemas de transporte .....	33
Figura 14 – Classificação dos Parques de Diversões .....	37
Figura 15 – Processo de Construção do Modelo .....	43
Figura 16 – Simulação Determinística x Estocástica .....	46
Figura 17 – Simulação de Eventos Discretos x Simulação Contínua .....	47
Figura 18 – Elementos básicos componentes do sistema SD.....	52
Figura 19 – Elementos do Sistema DES.....	53
Figura 20 – Metodologia de Simulação Discreta .....	55
Figura 21 - Processo de modelagem.....	59
Figura 22 – Fluxograma de Etapas da Pesquisa .....	68
Figura 23 – Integração dos Modelos de DES e SD .....	73
Figura 24 – Modelo Simbólico do Parque de Diversões Beta.....	78
Figura 25 – Fluxograma Geral do Parque de Diversões Beta .....	79
Figura 26 – Fluxograma Bilheteria e Catracas .....	80
Figura 27 – Fluxograma Brinquedo.....	80
Figura 28 – Fluxograma Praça de Alimentação .....	81

Figura 29 – Modelo simbólico da lanchonete .....	82
Figura 30 – Ciclo de crescimento da base de potenciais visitantes .....	86
Figura 31 – Efeito da publicidade sobre o ciclo de crescimento de visitantes .....	87
Figura 32 – Ciclo de balanceamento ou limite do mercado .....	88
Figura 33 – Ciclo de balanceamento .....	88
Figura 34 – Diagrama Causal Completo .....	89
Figura 35 - Modelo Computacional Discreto .....	90
Figura 36 - Processo Operação Catracas .....	92
Figura 37 - Diagrama de Estoques e Fluxos do Parque de Diversões Beta.....	94
Figura 38 – Resumo das políticas de análise do sistema.....	101

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Participação percentual dos setores da economia no PIB brasileiro.....	5
Tabela 2 - Receita Bruta do Entretenimento em US\$ bilhões.....	7
Tabela 3 – Despesas Familiares com Recreação e Cultura .....	8
Tabela 4 - Dados tempo de atendimento lanchonete.....	83
Tabela 5 – Dados hipotéticos das capacidades e tempos de ciclos das atrações.....	84
Tabela 6 – Resultados dos Cenários Propostos .....	104

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características básicas dos serviços .....	18
Quadro 2 - Tipos de Serviço.....	27
Quadro 3 - Conceito de Serviço para um Parque de Diversões.....	29
Quadro 4 - Pacote de Serviços.....	30
Quadro 5 - Tipologia dos Parques de Diversões .....	38
Quadro 6 - Escala de Tematização .....	39
Quadro 7 - Tipos de Modelos .....	42
Quadro 8 - Abordagens de simulação.....	48
Quadro 9 - Diferenças técnicas entre DES e SD .....	50
Quadro 10 - Comparativo entre DES e SD.....	50
Quadro 11 - Diferenças conceituais entre DES e SD .....	51
Quadro 12 - Diferenças entre DES e SD .....	51
Quadro 13 - Etapas de um processo de modelagem de sistemas contínuos .....	61
Quadro 14 - Comparação entre ferramentas de modelagem e simulação .....	63
Quadro 15 - Elementos e variáveis relevantes para caracterização do sistema.....	85
Quadro 16 – Cenários Propostos para Avaliação do Sistema .....	102

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	Objetivo e Abrangência do Trabalho .....	1
1.2	Relevância do Tema .....	2
1.3	Estrutura do Trabalho .....	9
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	11
2.1	Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos .....	11
2.2	Serviços .....	16
2.2.1	Características dos Serviços.....	17
2.2.2	Classificação dos Serviços.....	19
2.2.3	O Conceito de Serviços.....	28
2.2.4	Pacote de Serviços .....	29
2.2.5	Gerenciamento das Operações de Serviço.....	31
2.2.6	Redes de Distribuição de Serviços.....	32
2.2.7	Desempenho em Serviços .....	32
2.3	Parques de Diversões.....	34
2.3.1	Histórico.....	34
2.3.2	Definições e Classificações.....	37
2.4	Modelagem e Simulação .....	39
2.4.1	Modelos .....	39
2.4.2	Simulação.....	44
2.5	Método de Simulação de Eventos Discretos .....	55

2.5.1	Concepção ou formulação do modelo.....	56
2.5.2	Implementação do Modelo .....	58
2.5.3	Experimentação e Análise de Resultados .....	58
2.6	Método de Simulação de Eventos Contínuos .....	59
2.7	Softwares de Simulação .....	62
3	METÓDO DE PESQUISA .....	67
3.1	Caracterização do Sistema Parque de Diversões.....	68
3.2	Caracterização dos Processos, Determinação das Variáveis e Coleta de Dados.....	69
3.3	Construção dos Modelos Computacionais .....	71
3.4	Aplicação do Modelo .....	73
3.5	Avaliação dos Resultados.....	73
4	MODELAGEM.....	75
4.1	Caracterização do Sistema Parque de Diversões Beta.....	75
4.2	Caracterização dos Processos, Determinação das Variáveis e Coleta de Dados do Parque de Diversões Beta .....	77
4.3	Construção dos Modelos Computacionais .....	89
4.3.1	Modelo Computacional Discreto.....	89
4.3.2	Modelo Computacional Contínuo.....	93
4.3.3	Integração dos Modelos .....	98
4.4	Aplicação do Modelo Híbrido .....	100
4.5	Avaliação dos Resultados.....	103
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	109
6	REFÊRENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	111

# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1 Objetivo e Abrangência do Trabalho**

O objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo integrado de simulação de eventos discretos e contínuos que permita descrever e avaliar a dinâmica dos processos de gerenciamento de uma operação de serviços. O modelo foi desenvolvido especificamente no setor de entretenimento para um parque de diversões, sendo um instrumento que auxilia na análise de desempenho e possibilitando e no desenvolvimento de políticas de operação.

Trigo (2003) e Salomão (2000) enfatizam a importância do tema proposto, ilustrando a carência de pesquisas acadêmicas brasileiras sobre entretenimento e parques de diversões. Segundo os autores as pesquisas vigentes até o momento têm enfoque genérico ou das ciências sociais e pouco discutem em termos de engenharia.

Cabe destacar que à abordagem combinada de diferentes metodologias de modelagem e simulação, no caso simulação discreta e contínua, é pouco frequente em trabalhos científicos, sendo que a grande maioria dos trabalhos concentra-se em análises comparativas entre as diferentes metodologias, ver Lane (2000), Brailsford e Hilton (2000), Mayo (2003) e Morecroft e Robinson (2005).

Os métodos adotados para o desenvolvimento desta pesquisa foram os usualmente empregados para construção e análise de modelos computacionais de simulação contínua e discreta.



Como referência para o desenvolvimento da modelagem utilizou-se elementos de diferentes parques de diversões brasileiros.

## **1.2 Relevância do Tema**

Atualmente o setor de serviços representa a atividade econômica central de qualquer sociedade desenvolvida, sendo responsável pela maioria dos postos de trabalho e por grande parte da riqueza gerada. A economia de serviços é objeto de pesquisa e desafio de política econômica extremamente importante (Gallouj, 2007). Segundo Kon (2007) os serviços acabaram por revolucionar os padrões de competição em todos os setores da economia, como em funções financeiras, legais, de pesquisa, planejamento, vendas, distribuição, manutenção e em outros setores onde predominam o gerenciamento do conhecimento.

Fitzsimmons e Fitzsimmons (2004) chamam atenção para a cada vez maior importância dos serviços para a lucratividade dos produtores de bens manufaturados, os autores citam como exemplo a importância das operações de leasing para lucratividade das empresas fabricantes de automóveis.

A figura 1 ilustra a interdependência dos diversos setores da economia em relação aos serviços.

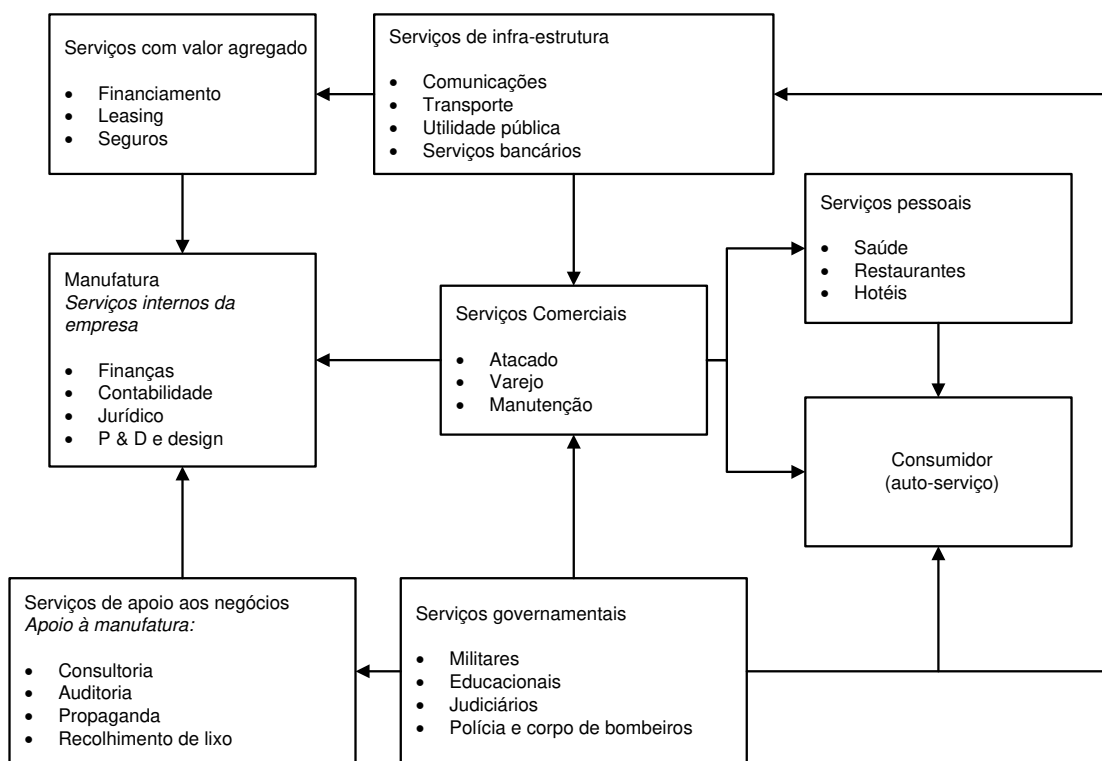


Figura 1 – Papel dos Serviços na Economia  
 Fonte: Fitzsimmons e Fitzsimmons (2004)

Lovelock e Wirtz (2006) afirmam que à medida que uma economia se desenvolve a divisão relativa dos empregos entre os três setores da economia (agrícola, industrial e de serviços) se altera drasticamente. Segundo os autores as forças que moldam estas mudanças são as políticas governamentais, mudanças sociais, tendências de negócios, avanços tecnológicos e a globalização. Na figura 2 são descritas estas forças e suas implicações para o desenvolvimento do setor de serviços.

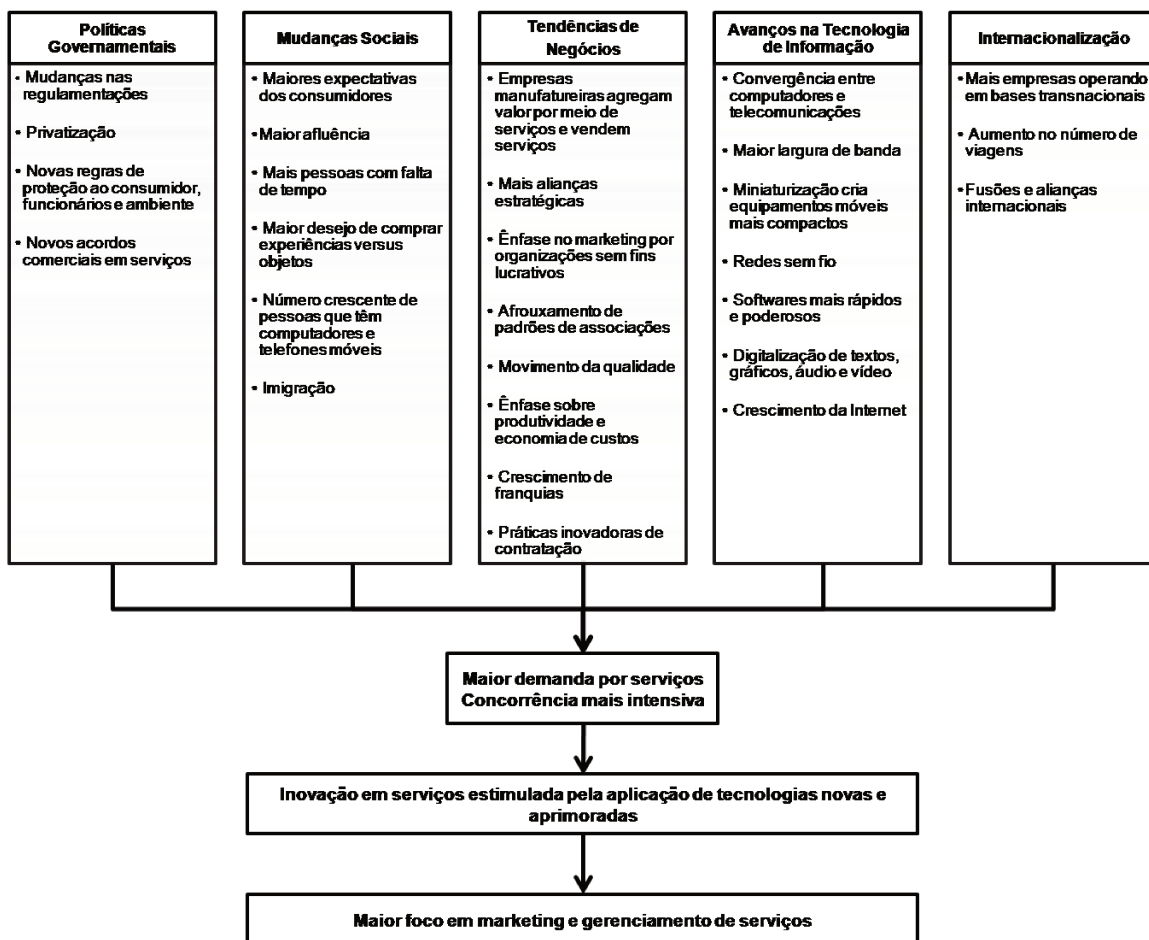


Figura 2 – Fatores que estimulam a transformação da economia de serviços

Fonte: Lovelock e Wirtz (2006)

Dados da Pesquisa Anual de Serviços do IBGE (2006) demonstram que existem no Brasil 958.290 empresas no setor de serviços gerando mais de R\$ 500 bilhões de receita operacional líquida. Segundo dados do Banco Mundial (2008) e da Pesquisa Anual de Serviços do IBGE (2006) o setor de serviços tem participação de 64% no PIB brasileiro. A tabela 1 apresenta a distribuição do PIB pelos três setores da economia.

Tabela 1 – Participação percentual dos setores da economia no PIB brasileiro

Setor	% do PIB							
	Ano							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Agricultura</b>	6	6	7	7	7	6	5	5
<b>Indústria</b>	28	27	27	28	30	30	31	31
<b>Serviços</b>	67	67	66	65	63	64	64	64

Fonte: Banco Mundial (2008)

Fitzsimmons e Fitzsimmons (2004) afirmam que o setor de serviços está sofrendo uma transformação. Pine e Gilmore (1998) explicam esta transformação de maneira simples através da evolução da forma de se comemorar o aniversário de uma criança. Na sociedade pré-industrial ou agrária as mães preparavam o bolo de aniversário da maneira tradicional misturando as commodities (farinha, ovos, manteiga e açúcar) ao custo de alguns centavos de dólar. Com a evolução para sociedade industrial, as mães passaram a comprar a mistura de bolo pronta, que necessita apenas da adição de leite e ser levada ao forno, por o custo de alguns dólares. Na era da sociedade dos serviços, as mães passaram a encomendar os bolos em confeitarias pagando preços da ordem de algumas dezenas de dólares. Agora na economia da experiência elas terceirizam a festa, contratando por algumas centenas de dólares uma empresa especializada que proporcione uma experiência memorável. E o bolo de aniversário vem de graça.

Pine e Gilmore (1998) concluem que a experiência sempre foi o coração dos negócios de entretenimento, os autores citam a Disney como exemplo, lá os clientes são chamados de convidados e os funcionários de membros do elenco. Além disso, como explica Salomão (2000), a atmosfera dos parques conduz os convidados a um universo fantástico, o que se dá através do total envolvimento dos sentidos pela arquitetura, paisagismo, atrações, mercadorias e comidas tematizadas. Cria-se assim um ambiente de experiência memorável. A figura 3 apresenta os estágios da evolução da economia segundo Pine e Gilmore (1998).



Figura 3 – Estágios da Evolução Econômica  
 Fonte: Pine e Gilmore (1998)

Trigo (2003) afirma que o conceito de entretenimento é relativamente novo no contexto mercadológico, já que sua atual estrutura só foi consolidada no século passado nos Estados Unidos na era pós-industrial. No Brasil as principais abordagens de pesquisa acadêmica utilizam enfoque das ciências sociais para discutir o tema.

Segundo o dicionário Houaiss (2002), a etimologia da palavra entretenimento, de origem latina, vem de *inter* (entre) e *tenere* (ter), “ter entre”, o que corresponde segundo Trigo a tudo aquilo que se tem no intervalo das ocupações sérias. Baseado nas considerações de Trigo (2003) e Bentes (2006), pode-se definir entretenimento no contexto mercadológico como o conjunto de atividades programadas ou padronizadas, geralmente pagas, praticadas pelo ser humano em seu tempo livre sem outra finalidade senão o prazer.

Wolf (1999) afirma que o setor de entretenimento, nos Estados Unidos, cresceu mais que a indústria automobilística, siderúrgica ou o setor financeiro. A tabela 2 apresenta a receita bruta do setor de entretenimento nos Estados Unidos e no mundo.

Tabela 2 - Receita Bruta do Entretenimento em US\$ bilhões

<b>Receita Bruta do Entretenimento em US\$ bilhões (1990-1999)</b>			
<b>Setor</b>	<b>1990 (EUA)</b>	<b>1999 (EUA)</b>	<b>1999 (Mundo)</b>
<b>Cinema</b>	5,4	7,2	15,6
<b>Home Vídeo/DVD</b>	13,6	16,4	32,6
<b>Televisão Aberta</b>	30,0	55,0	101,3
<b>Televisão a Cabo</b>	10,0	40,0	70,0
<b>Música</b>	7,6	14,2	40,1
<b>Editoração</b>	40,0	50,0	90,1
<b>Esportes</b>	30,0	60,3	130,4
<b>Vídeo/PC games</b>	2,1	6,8	16,4
<b>Totais</b>	<b>138,7</b>	<b>249,9</b>	<b>496,5</b>

Fonte: Liberman (2002)

Segundo dados da IAAPA (International Association of Amusement Parks and Attractions) existem mais de 400 parques de diversões nos Estados Unidos da América, que em 2006 receberam mais de 335 milhões de visitantes gerando cerca de US\$ 11,5 bilhões em receita. Na Europa, existem aproximadamente 300 parques de diversões, sendo que os dez maiores parques receberam 40 milhões de visitantes em 2003.

Dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (2003) do IBGE apontam que o gasto médio mensal das famílias brasileiras com recreação e cultura é de R\$ 35,00 por domicílio. A tabela 3 apresenta os valores de gasto médio mensal por região.

Tabela 3 – Despesas Familiares com Recreação e Cultura

<b>Despesas Familiares com Recreação e Cultura</b>	
<b>(2003)</b>	
<b>Região Geográfica</b>	<b>R\$</b>
<b>Norte</b>	24,18
<b>Nordeste</b>	20,07
<b>Sudeste</b>	44,75
<b>Sul</b>	36,13
<b>Centro-Oeste</b>	32,77

Fonte: IBGE - Pesquisa de Orçamentos Familiares (2003)

O estudo Cenário Brasileiro do Entretenimento: Crescimento e Oportunidades (2008) divulgado pela ADIBRA apresenta um panorama das atividades de lazer e entretenimento da população brasileira. Segundo o estudo 31% dos brasileiros pesquisados visita parques de diversões, sendo que 48% freqüentam bares e restaurantes, 47% buscam lazer em shoppings, 37% viajam nos fins de semana e 32% assistem a shows. Quando se observa a classe econômica, o estudo revela que 35% da classe A e B, 33% da classe C e 27% das classes C e D visitam parques de diversões. As regiões da Grande São Paulo, da Grande Rio e do Norte–Nordeste são as que possuem maior percentual de famílias que visitam parques de diversões superior a média nacional, 34%, 33% e 33% respectivamente.

No Brasil segundo dados disponíveis no site da ADIBRA (Associação das Empresas de Parques de Diversões do Brasil) existem cerca de 40 empresas atuando no seguimento de parques de diversões no Brasil. Porém, como relata Salomão (2000) estima-se que este número seja bem maior, composto em sua grande maioria por parques de diversões pequenos e móveis.

Embora com grande importância como parte da assim chamada indústria do entretenimento, poucos estudos com enfoque de engenharia tem sido desenvolvidos conforme relatam Salomão (2000), Trigo (2003) e Bentes (2006).

Este trabalho está inserido nesta temática, em um projeto de pesquisa em desenvolvimento no Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes (LALT) do Departamento de Geotecnia e Transportes (DGT) da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) intitulado “Caracterização da Logística no Setor de Serviços”. Neste projeto está envolvido um grupo de pesquisadores composto por um livre docente, um doutor, cinco doutorandos, dois mestrados e quatro alunos de iniciação científica.

O LALT vem direcionando há 10 anos seus esforços de pesquisa para compreender a logística do setor de serviços em suas diversas dimensões, visando estruturar e desenvolver conceitos e metodologias relacionadas à logística neste novo ambiente. O setor de serviços é bastante complexo e inclui atividades diversificadas e, portanto, torna-se necessário analisar os processos logísticos nas suas diferentes indústrias.

### **1.3 Estrutura do Trabalho**

O trabalho está estruturado em cinco capítulos, como descrito a seguir. O primeiro capítulo introduz o estudo, contextualiza a pesquisa e apresenta o objetivo do trabalho e sua estrutura.

O segundo capítulo apresenta a revisão bibliográfica realizada, com os conceitos fundamentais para o desenvolvimento do trabalho. São apresentados neste capítulo os conceitos de logística, cadeia de suprimentos, serviços, parque de diversões, e modelagem e simulação.

O método de pesquisa proposto e seus conceitos são descritos no terceiro capítulo.



No quarto capítulo encontra-se descrito desenvolvimento do modelo. Bem como uma aplicação que demonstra sua validade. Finalmente no último capítulo são apresentadas as conclusões e recomendações do estudo.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

Neste capítulo é apresentada a revisão da literatura sobre o tema. Foram identificados na literatura diferentes trabalhos que abordam questões relativas à logística, gerenciamento de serviços, parques de diversões e simulação de eventos discretos e contínuos, construindo assim o referencial teórico necessário para o desenvolvimento desta pesquisa.

### **2.1 Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**

Christopher (2007), Ballou (2006) afirmam que logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos não são idéias novas. Rodrigues (2007) afirma que a história da armazenagem se confunde com a história do comércio e que historicamente os povos que dominavam o comércio obtinham hegemonia sobre os demais, segundo ele a armazenagem foi estabelecida quando o ser humano descobriu que poderia guardar para uso futuro o excedente às suas necessidades atuais ou permutá-los com outros produtos dos quais não dispunha.

Ballou (2006) lembra que este armazenamento e movimentação de excedentes era limitado ao que as pessoas conseguiam carregar com suas próprias mãos ou através de meios primitivos de transporte e a curtos períodos de tempo devido à perecibilidade, no

caso de alimentos, o que as obrigava a viverem próximas das fontes e a consumir uma pequena variedade de suprimentos.

Para Bowersox *et al* (2006) essa situação perdurou até o início da era industrial, quando através do desenvolvimento do transporte, o armazenamento dos produtos e os seus riscos inerentes deixam de ser feitos pelos consumidores em suas residências e passam a ser realizados pelos varejistas, atacadistas e fabricantes que mantinham inventários ao longo do canal de distribuição.

Assim, afirma Ballou (2006), a logística tornou-se a essência do comércio, pois à medida que os sistemas logísticos foram se aperfeiçoando, o consumo e a produção experimentaram uma separação geográfica.

O CSCMP (Council of Supply Chain Management and Professionals) define logística como:

*“Logística é o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender os requisitos do consumidor.*

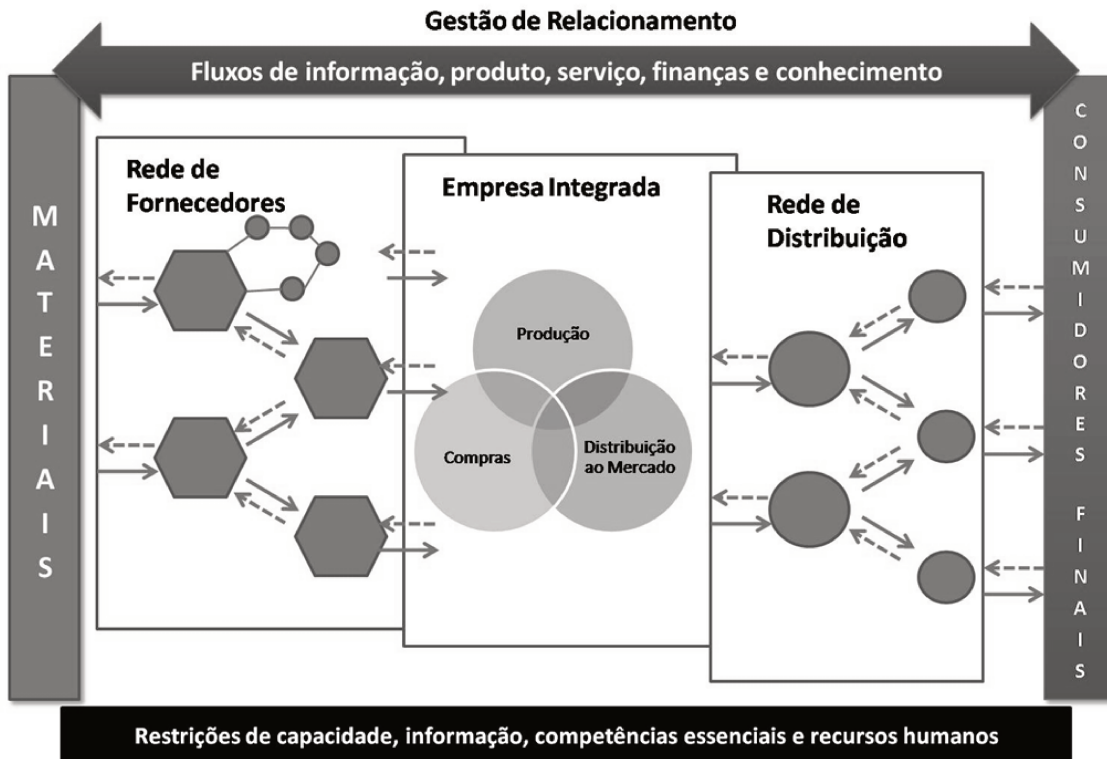
*As atividades de gestão logística tipicamente incluem as atividades de gestão de transportes inbound e outbound, a gestão da frota, armazenagem, movimentação materiais, pedidos, a concepção da rede logística, gestão inventário, planejamento da oferta / demanda e gestão de terceiros prestadores de serviços logísticos. Em diferentes graus, a função logística também inclui terceirização e aquisições, planejamento e programação de produção, embalagem e montagem, e serviço ao cliente. Está envolvido em todos os níveis de planejamento e execução - estratégica, operacional e tática. O gerenciamento logístico é uma função de integração, que coordena e otimiza todas as atividades logísticas, e se integra com outras funções e atividades, incluindo comercialização, fabricação, vendas, finanças e tecnologia da informação”.*

*Council of Supply Chain Management and Professionals*

Para Simchi-Levi et al (2003), a gestão da cadeia de suprimentos pode ser definida como um conjunto de abordagens utilizadas para integrar de forma eficiente todos os participantes ou elos da cadeia de forma que os produtos sejam produzidos e entregues nas condições, quantidades corretas e no tempo certo minimizando os custos globais e atendendo aos níveis de serviço desejados.

Ballou (2006) acrescenta que a integração das atividades, fluxos de mercadorias e informações desde o estágio de matéria-prima ao consumidor final, têm como objetivo conquistar uma vantagem competitiva sustentável. Portanto, segundo Ballou (2006) pode-se definir o gerenciamento da cadeia de suprimentos como uma coordenação estratégica e tática das tradicionais funções de negócios com o objetivo de aperfeiçoar o desempenho a longo prazo das empresas participantes como um todo.

Bowersox et al (2006) afirmam que durante muito tempo os benefícios resultantes desta integração não eram percebidos devido à falta de informações de qualidade e estrutura, além do que muitas empresas centravam-se em objetivos individuais. Com o aumento das exigências do consumidor por produtos cada vez mais customizados e entregues em menor tempo, as empresas tiveram de direcionar seus processos e atividades para práticas mais colaborativas, onde são necessárias rápidas transferências de informação. Neste contexto, ocorre a gestão integrada entre empresas caracterizada pela sinergia entre cinco fluxos críticos: informação, produto, serviço, financeiro e conhecimento. Sendo a logística o condutor básico dos fluxos de produtos e serviços dentro da cadeia de suprimentos (Bowersox et al, 2006). A figura 4 apresenta um modelo geral de cadeia de suprimentos.



Fonte: Adaptado do Departamento de Cadeia de Suprimentos. Michigan State University

Figura 4 – Modelo geral da cadeia de suprimentos  
Bowersox *et al* (2006)

O CSCMP (*Council of Supply Chain Managemnt and Profissionais*) define cadeia de suprimentos como:

*“O Gerenciamento da Cadeia de suprimentos engloba o planejamento e a gestão de todas as atividades envolvidas na terceirização e aquisição, conversão de todas as atividades de gestão logística. Importante, o que também inclui a coordenação e colaboração com parceiros do canal, que podem ser fornecedores, intermediários, terceiros prestadores de serviços, e os clientes. Na sua essência, o gerenciamento da cadeia de suprimentos integra o gerenciamento da oferta e da demanda dentro e entre empresas”.*

*“O gerenciamento da cadeia de suprimentos é uma função de integração cujo objetivo principal é promover uma ligação coesa e de alto desempenho entre processos e entre empresas para o modelo de*

*negócio. Inclui todas as atividades de gestão logística, bem como processos de fabricação, o que impulsiona coordenação dos processos e todas as atividades de comercialização, vendas, concepção dos produtos, finança e, tecnologia da informação”.*

*Council of Supply Chain Management and Professionals*

Simchi-Levi et al (2003) acreditam que podem existir objetivos diferentes e conflitantes entre parceiros na cadeia de suprimentos o que se deve a suas características heterogêneas, a cadeia de suprimentos é um sistema dinâmico, que evolui ao longo do tempo, portanto seus relacionamentos e interesses também evoluem sendo importante buscar uma abordagem sistêmica para a gestão da cadeia de suprimentos.

Em um parque de diversões os conceitos de logística e cadeia de suprimentos discutidos acima, podem ser observados em diferentes níveis e áreas. Em sua cadeia de suprimentos, o parque de diversões representa o elo mais próximo ao consumidor final tendo fundamental importância nas atividades de gestão e planejamento da demanda, bem como dos processos de aquisição de bens e contratação de terceiros promovendo o fluxo de informações e a coordenação da cadeia de suprimentos.

Outra atividade fundamental está na determinação da localização das instalações de apoio ou infra-estrutura. Para um parque de diversões, esta atividade é tão importante quanto à escolha da localização de um armazém para uma empresa manufatureira e deve seguir critérios semelhantes, porém não se devendo esquecer as diferentes características que distinguem bens de serviços, estas diferenças serão abordadas nas próximas seções.

No ambiente interno, as atividades logísticas têm como objetivo garantir a disponibilidade do serviço:

- *Brinquedos e Atrações:* gestão da demanda, planejamento e programação de colaboradores;
- *Bilheteria e Serviço de Atendimento ao Visitante:* gestão da demanda, planejamento e programação de colaboradores;

- *Alimentos e Bebidas*: gestão de estoques, planejamento e execução de atividades de reabastecimento da praça de alimentação e pontos móveis de venda;
- *Manutenção*: planejamento de atividades manutenção preventiva, coordenação de equipes de emergência;
- *Limpeza e Conservação*: gestão de estoques, planejamento e execução de atividades de limpeza do parque (área de circulação e sanitários);

## **2.2 Serviços**

A tarefa de definir serviços não é trivial dada à grande diversidade de atividades que este abrange, dos insumos que envolvem e dos produtos intangíveis que resulta. Na literatura podem-se encontrar muitas definições de serviços, Lovelock e Writz (2006) e Miles (2007) afirmam que os serviços já foram definidos através de um divertido aforismo, “coisas que podem ser compradas e vendidas, mas que não podem cair no seu pé”. Lovelock e Wirtz (2006) lembram que como consumidores utilizamos serviços todos os dias ao acender uma luz, falar ao celular, cortar o cabelo, enviar roupas a lavanderia ou ir ao cinema.

Teboul (2008) afirma que uma abordagem clássica para definição de serviços consiste na eliminação de todas as demais atividades que sabemos não serem serviços o que corresponde à classificação tripartite dos setores da economia: agricultura, indústria e serviços.

Para Fitzsimmons e Fitzsimmons (2004) serviço é uma experiência precíval, intangível, desenvolvida para um consumidor que desempenha um papel de co-produtor.

Johnston e Clark (2005) definem serviço como a combinação de resultados e experiências proporcionadas ao cliente.

Segundo Lovelock (2001), serviço pode ser definido como um ato ou desempenho que cria benefícios para clientes por meio de uma mudança no destinatário do serviço ou em nome deste.

Santos (2003) afirma que serviço é toda atividade que modifica o estado de uma pessoa ou objeto, agregando valor no decorrer do processo, após a interação destes com os elementos constituintes do sistema de prestação de serviços.

Zeithaml et al (2006) afirmam os serviços podem ser definidos de forma simples como ações, processos e performances, o que segundo os autores está definição simples, engloba todas as atividades econômicas que não resultam em um produto físico ou construção, cuja produção e consumo são geralmente simultâneos, e que agregam valor em forma de conveniência, diversão, oportunidade, conforto ou saúde sendo estas preocupações essencialmente intangíveis do consumidor.

Segundo Fitzsimmons e Fitzsimmons (2004) o tema comum a todas as definições encontradas na literatura é a intangibilidade e o consumo simultâneo.

Com base nas definições acima, pode-se concluir que serviços são todas as atividades que produzem uma alteração de valor, de efeito permanente ou temporário, no estado de uma pessoa ou objeto durante a interação destes com os elementos constituintes do sistema de prestação de serviço.

Neste contexto, pode-se afirmar que, por promover uma alteração de valor de efeito temporário, em forma de diversão, sobre o visitante ou cliente durante a interação deste com os elementos constituintes do sistema, um parque de diversões é um serviço.

### **2.2.1 Características dos Serviços**

Schemenner (1999) aponta como características básicas dos serviços: intangibilidade, impossibilidade de fazer estoque, produção e consumo fisicamente unidos, facilidade de entrada no mercado e suscetível a influências externas.



Zeithaml et al (2006) acrescentam as características acima citadas: a heterogeneidade e perecibilidade. Estas duas características estão ligadas respectivamente a dificuldade de entregar o serviço da forma como foi planejado ou concebido devido a ações inesperadas de clientes ou empregados. E a dificuldade de sincronização entre demanda e oferta dos suprimentos e a impossibilidade de retorno ou revenda de um serviço.

Segundo Corrêa e Caon (2002) tradicionalmente existem três diferenças entre bens e serviços: serviços têm de ser produzidos e consumidos simultaneamente e bens não; serviços necessitam da presença do consumidor para serem produzidos e bens não; e bens são tangíveis, serviços são intangíveis.

Lovelock & Writz (2006) apontam as características apresentadas no quadro 1, como diferenciadores básicos entre bens e serviços.

<b>Características básicas dos serviços</b>
<b>Clientes não obtêm propriedade dos serviços</b>
<b>Produtos que são serviço são efêmeros e não podem ser estocados</b>
<b>Elementos intangíveis dominam a criação de valor</b>
<b>Clientes podem ser envolvidos no processo de produção</b>
<b>Outras pessoas podem fazer parte do produto</b>
<b>Há mais variabilidade entre insumos e produtos operacionais</b>
<b>Muitos serviços são difíceis de ser avaliados por clientes</b>
<b>O fator tempo adquire grande importância</b>
<b>Canais de distribuição assumem formas diferentes</b>

Quadro 1 - Características básicas dos serviços

Fonte: Lovelock & Wirtz (2006)

Segundo Pinto (2007) as características dos serviços discutidas inviabilizam a aplicação direta de técnicas já consolidadas na logística, mesmo existindo processos logísticos semelhantes entre organizações manufatureiras e de serviços.

A utilização das variáveis tempo e espaço para que os produtos certos estejam no local certo, na hora certa e nas condições adequadas se aplicam, devendo ser consideradas não só em termos de materiais, mas também em relação às pessoas e às informações (PINTO, 2007).

Todas as características de serviço apontadas estão presentes no sistema de prestação de serviços constituído pelo parque de diversões. O produto serviço de um parque de diversões é proporcionar uma experiência de diversão, sendo:

- Intangível já que é representada por uma sensação ou emoção;
- Efêmero dado que seu efeito é passageiro e ocorre durante a prestação do serviço;
- Heterogênea por ser percebida de forma e intensidade diferente por cada cliente ou visitante o que a torna difícil de ser avaliada.

Para um parque de diversões, os aspectos apontados por Pinto (2007) mostram-se fundamentais para o desempenho do sistema. Conforme discutido anteriormente devido à impossibilidade de estoque e retorno do serviço, a execução das diversas atividades e processos de um parque de diversões é extremamente dependente da gestão da demanda, da administração da variável tempo e do planejamento e coordenação de informações e pessoas, passando os fluxos de bens e materiais a um segundo plano.

### **2.2.2 Classificação dos Serviços**

Muitas propostas de classificação dos serviços já foram apresentadas, segundo Santos (2003) e Baida (2005) isso se deve a abrangência e complexidade da natureza dos serviços.

Browning-Singelmann (1975) *apud* Teboul (2008) propõem uma classificação setorial dos serviços conforme apresentado na figura 5, assim os serviços estariam divididos em: serviços ao produtor, serviços pessoais, serviços distributivos e serviços não-

comercializados. Além disso, pode-se extrair outra classificação tri-setorial da figura proposta por sua análise vertical, onde os serviços estariam classificados de acordo com sua proximidade ao consumidor final: serviços *business-to-business*, serviços ao consumidor e auto-serviços.

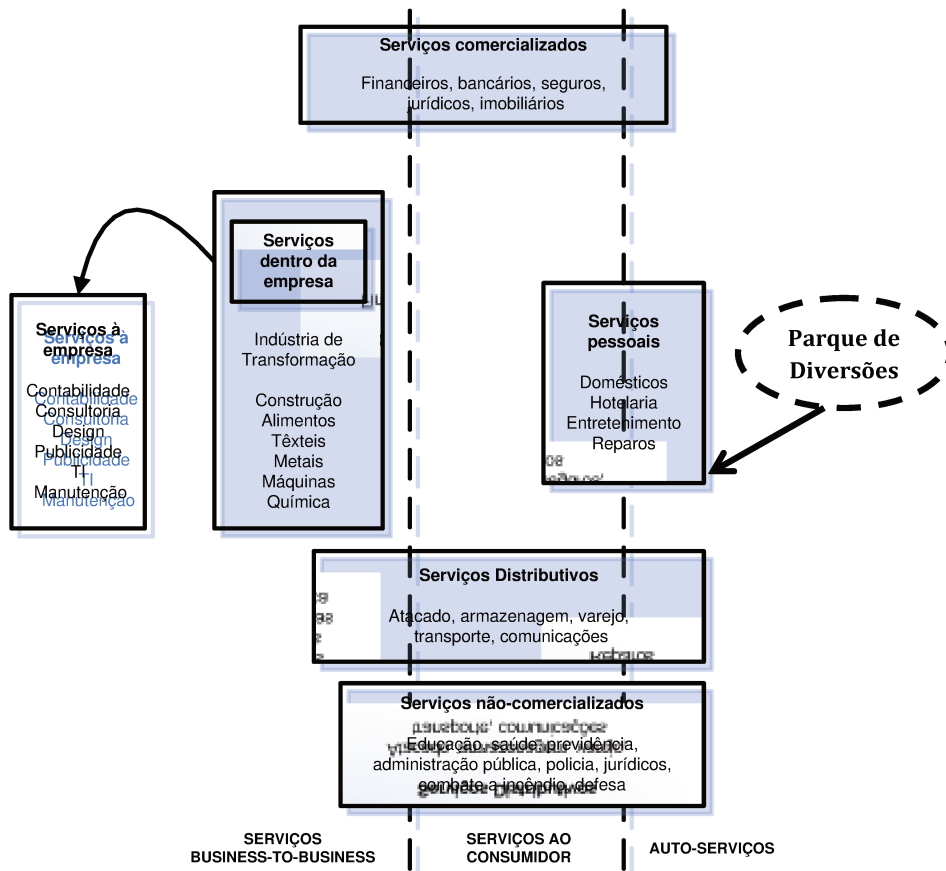


Figura 5 - Classificação de Serviços

Fonte: Browning-Singelmann (1975) apud. Teboul (2008)

Lovelock (1983) reuniu um conjunto de classificações proposta até 1983 e apontou lacunas e inovações sugeridas sobre cada.

Baseado nas implicações dos serviços para as estratégias de marketing, de operações e de recursos humanos Lovelock (1983) propôs cinco esquemas de classificação

de serviços que buscavam responder as questões apresentadas a seguir através da análise de duas dimensões.

1. Qual é a natureza do ato da prestação de serviços?
2. Qual é o tipo de relação existente entre a organização de serviços e o seu consumidor?
3. Qual o nível de customização e arbítrio fornecido pelo prestador de serviços?
4. Qual é a natureza da demanda e fornecimento do serviço?
5. Como o serviço é entregue?

Para a primeira questão sobre a natureza da prestação do serviço, as duas dimensões consideradas são quem ou o que é o beneficiário direto do serviço, e qual é a natureza tangível ou intangível do serviço.

		<b>Beneficiário Direto do Serviço</b>	
		<b>Pessoas</b>	<b>Posses</b>
<b>Natureza do Ato de Prestação do Serviço</b>	<b>Ações</b>	<b><i>Processamento de Pessoas</i></b> <i>(serviços dirigidos aos corpos das pessoas)</i>	<b><i>Processamento de Posses</i></b> <i>(serviços dirigidos às posses físicas)</i>
	<b>Tangíveis</b>	Transporte de passageiros Cuidados com a saúde Hospedagem Restaurantes	Transporte de carga Conserto e manutenção Depósitos/ armazenagem Reabastecimento de combustíveis
	<b>Ações</b>	<b><i>Processamento de Estímulo Mental</i></b> <i>(serviços dirigidos à mente das pessoas)</i>	<b><i>Processamento de Informações</i></b> <i>(serviços dirigidos a ativos intangíveis)</i>
	<b>Intangíveis</b>	Propaganda Artes e entretenimento Educação Serviços de Informação	Contabilidade Serviços bancários Seguros Processamento e transmissão de dados



Figura 6 – Natureza do ato de prestação de serviços  
Fonte: Lovelock (1983)

Na segunda questão são analisadas as dimensões que explicam a relação do consumidor com a organização de serviços, através de sua condição de membro ou assinante do serviço. E pela forma como a organização de serviço está ligada ao consumidor: continua ou discreta.


		Tipo de Relação entre o prestador de serviços e seus clientes	
		Relação formal ("condição de membro")	Sem relação formal
Natureza da Prestação do Serviço	<b>Prestação contínua do serviço</b>	Telefonia Energia elétrica Banco	Estação de Rádio Proteção Policial
	<b>Transações discretas</b>	Clubes de Compra Academias de Ginástica	Transporte público Cinema Restaurante 

Figura 7 – Relações com os clientes  
Fonte: Lovelock (1983)

A terceira questão discute duas dimensões da customização do serviço, uma diz respeito ao caráter do serviço permitir a customização e a outra ao poder de arbítrio do prestador do serviço em modificá-lo.

		Grau de customização do serviço	
		Alto	Baixo
Grau de interação do prestador com o cliente	Alto	Médicos Arquitetos Advogados	Educação (turmas grandes)
	Baixo	Serviço telefônico Serviços de hotel Bancos	Transporte público Cinemas <b>Parque de Diversões</b>

Figura 8 – Customização e arbítrio  
Fonte: Lovelock (1983)

A quarta questão discute a natureza da demanda e fornecimento sobre as dimensões de tempo e restrição de oferta, condições fundamentais para determinar a estratégia da empresa de serviços.

		Extensão das flutuações de demanda com o tempo	
		Ampla	Estreita
Extensão da restrição de oferta	A demanda de pico normalmente pode ser atendida sem atraso importante	Eletricidade Telefone Emergências policiais	Seguro Serviços jurídicos Bancos
	Demanda de pico regularmente excede a capacidade	Transporte de passageiros Hotéis e motéis	Restaurante <i>fast-food</i> Cinema Posto de gasolina <b>Parque de Diversões</b>

Figura 9 – Natureza da demanda pela oferta do serviço  
Fonte: Lovelock (1983)

A última questão discute o método de fornecimento dos serviços através de dimensões geográficas e do nível de interação do cliente com a organização prestadora do serviço.


		Disponibilidade dos pontos de serviço	
		Um local	Muitos locais
Natureza da interação entre cliente e prestador de serviços	<b>Cliente se desloca até a empresa de serviços</b>	Teatro Municipal Hospital de grande porte Hotel 	Serviços de públicos de transporte Restaurantes <i>fast-food</i>
	<b>Fornecedor de serviços se desloca até o cliente</b>	Táxi Delivery	Correios (entregas) Serviço de Socorro (automóveis)
	<b>Fornecedor e cliente conectados por um meio</b>	Energia Elétrica Companhia de Gás	Companhia Telefônica Rede nacional de TV

Figura 10 – Método de entrega do serviço

Fonte: Lovelock (1983)

Schemenner (1999) propôs uma classificação de serviços através de duas dimensões: intensidade de mão de obra e grau de interação do cliente e customização. Na figura é apresentada esta matriz de classificação onde é possível identificar quatro processos distintos de serviços:

- Indústria de serviços: são processos caracterizados pelo baixo grau interação com o cliente e customização. Têm baixa intensidade de mão-de-obra, sendo que o maior percentual dos custos está associado às instalações e equipamentos.
- Estabelecimentos de serviços: possuem um maior grau de interação e/ou customização com o consumidor que observado nas indústrias de serviço, segundo Schemenner (1999) a operação de fluxo de linha é substituída pela de atendimento de pedidos.
- Serviços de massa: possuem alto grau de intensidade de mão de obra porém o nível de interação e/ ou customização é baixo.
- Serviços profissionais: o cliente recebe uma atenção individual de especialistas altamente treinados (Fitzsimmons e Fitzsimmons, 2004) – uso intensivo de mão de obra e alto nível de interação e customização.

		<b>Grau de interação e customização</b>	
		<b>Baixo</b>	<b>Alto</b>
<b>Grau de intensidade de trabalho</b>	<b>Baixo</b>	<b>Indústria de Serviços:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Companhias aéreas</li> <li>• Transportadoras</li> <li>• Hotéis</li> <li>• Resorts e recreação</li> </ul> <div style="border: 1px dashed black; border-radius: 50%; width: 50px; height: 50px; margin: 10px auto; text-align: center;"> <b>Parque de Diversões</b> </div>	<b>Estabelecimento de serviços:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hospitais</li> <li>• Mecânicas</li> <li>• Assistências técnicas</li> </ul>
	<b>Alto</b>	<b>Serviços de massa:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Varejista</li> <li>• Atacadista</li> <li>• Escolas</li> <li>• Bancos de Varejo</li> </ul>	<b>Serviços profissionais:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Médicos</li> <li>• Advogados</li> <li>• Contadores</li> <li>• Arquitetos</li> </ul>

Figura 11 - A matriz do processo de serviços

Fonte: Schemenner (1999)



Corrêa e Caon (2002) propõem uma classificação baseada em volume e variedade, nível de customização, intensidade de contato, ênfase em pessoas ou equipamentos e predominância de atividades de *back* ou *front office*. Estando os serviços divididos em categorias como: serviços profissionais, serviços profissionais de massa, loja de serviços, serviços de massa customizados e serviços de massa. A figura 12 apresenta o esquema desta classificação.

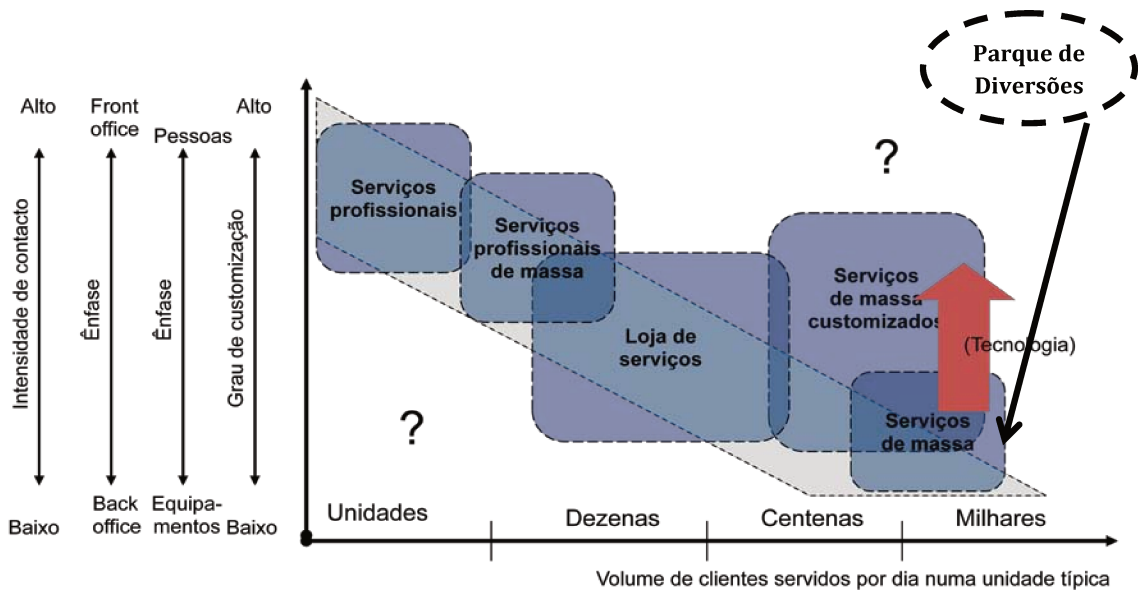


Figura 12 – Tipologia de serviços  
 Fonte: Corrêa e Caon (2002)

Johnston e Clark (2008) classificam os serviços através de cinco grandes setores: serviços business-to-business (B2B); serviços business-to-costumers (B2C); serviços internos; serviços públicos – government-to-costumer (G2C); e serviços que não visam lucro. Nesta classificação o termo consumidor compreende todos os potenciais usuários, consumidores e beneficiários do serviço. O quadro 2 apresenta esta classificação.

	<b>B2B</b>	<b>B2C</b>	<b>Serviços Internos</b>	<b>G2C</b>	<b>Serviços que não visam lucro</b>
<b>Descrição</b>	Fornecido para empresas	Fornecido para indivíduos	Fornecido por dentro das organizações	Fornecido por órgãos públicos	Fornecido por ONG's ou instituições de caridade
<b>Exemplos</b>	Manutenção Treinamento Consultoria	Lojas Hotéis Bancos Varejistas <b>Parque de Diversões</b>	Finanças Compras TI	Prisões Hospitais Escolas	Organizações de ajuda humanitária Órgãos não governamentais de proteção ambiental
<b>Consumidores E Compradores</b>	Freqüentemente e comprados por profissionais, que podem não ser seus usuários finais.	Usualmente comprados por consumidores individuais	Os usuários têm pouco ou nenhum poder de escolha dos fornecedores	Usuários têm pouco poder de escolha	Beneficiários são auto selecionados ou eleitos
<b>Desafios</b>	Prover um serviço de qualidade para consumidores comerciais que freqüentemente e possuem alto poder de compra	Prover um serviço consistente para uma grande variedade de consumidores	Demonstrar competitividade e contra alternativas externas	Equilibrar as pressões políticas e fornecer um serviço de qualidade	Gerenciar as relações entre beneficiários, voluntários e doadores

Quadro 2 - Tipos de Serviço  
Fonte: Johnston e Clark (2008)

Os diferentes esquemas de classificação apresentados acima buscam qualificar os serviços quanto: setores e aspectos econômicos Browning-Singelmann (1975), Johnston e

Clark (2008); marketing e operações, Lovelock (1983), Schemenner (1999) e Corrêa e Caon (2002).

A classificação proposta por Browning-Singelmann (1975) representa um avanço à tradicional classificação tradicional dos serviços, onde recebiam a denominação de “serviço” todas as atividades que não poderiam ser identificadas como manufatura ou agricultura. Porém a classificação proposta, apenas qualifica os diferentes tipos de serviços por sua proximidade ao consumidor final e ao tipo de consumidor a que se destina. Johnston e Clark (2008) propõem uma classificação semelhante acrescida de uma análise dos principais desafios apresentados a cada tipologia de serviço quanto à entrega do serviço e qualidade do mesmo.

Já as classificações propostas por Lovelock (1983), Schemenner (1999) e Corrêa e Caon (2002) inovam por introduzir qualificadores operacionais e de marketing o que permite uma análise comparativa de diferentes aspectos de um sistema de prestação de serviços. A partir das considerações apresentadas, optou-se pela adoção da classificação proposta por Corrêa e Caon (2002) por permitir uma avaliação mais objetiva das características do processo de prestação de serviços e devido a sua abrangência.

### **2.2.3 O Conceito de Serviços**

Johnston e Clark (2008) afirmam que o conceito de serviço é um elemento crítico para as organizações de serviço, ele ajuda a organização a conhecer e definir o que vende ou oferece. E ao consumidor entender o que está comprando ou usando. O conceito de serviço pode ser explicitado por três elementos, a idéia da organização, a experiência do serviço e o resultado do serviço.

A idéia da organização está relacionada à essência do serviço que será vendido ou usado pelo consumidor. A forma como o serviço é entregue ou executado definem a

experiência do serviço. Já o resultado do serviço está ligado à percepção do serviço pelo cliente que pode ser traduzida em: benefícios, emoções ou valor.

O conceito de serviço difere para cada empresa e pode ser diferente até mesmo para serviços de mesma tipologia. Para ilustrar esta diferença, tomemos como exemplo três parques de diversões: Magic City, Beto Carreiro World e Wet'n Wild.

<b>Conceito de Serviço</b>	<b>Parque de Diversões</b>		
	<b>Magic City</b>	<b>Beto Carreiro World</b>	<b>Wet'n Wild</b>
<b>Idéia da organização</b>	Um dia de diversão	Experiência inesquecível	Um dia de diversão
<b>Experiência do Serviço</b>	Atrações radicais, adrenalina	Atrações e serviços para toda a família	Atrações e serviços para toda a família
<b>Resultado do Serviço</b>	Diversão, emoção	Encantamento	Diversão

Quadro 3 - Conceito de Serviço para um Parque de Diversões

Observando os conceitos de serviço de cada um dos parques apresentados acima podemos perceber que, apesar de apresentarem semelhanças em alguns de seus elementos, em sua essência cada um deles é diferente, já que representam uma visão única do serviço, construída pela empresa e seus clientes.

#### **2.2.4 Pacote de Serviços**

Fitzsimmons e Fitzsimmons (2004) definem o pacote de serviços como o conjunto de mercadorias e serviços que são fornecidos em um ambiente, sendo este conjunto composto pelas seguintes características:

- *Instalações de apoio*: recursos físicos necessários para o oferecimento do serviço;
- *Bens facilitadores*: o material adquirido ou consumido pelo comprador, ou os itens fornecidos pelos clientes;
- *Informações*: dados de operações ou informações que são fornecidas pelo consumidor permitindo a execução do serviço de forma eficiente e customizada;
- *Serviços explícitos*: benefícios que são prontamente percebidos pelo cliente, e que consistem nas características essenciais ou intrínsecas dos serviços;
- *Serviços implícitos*: benefícios psicológicos ou características extrínsecas dos serviços.

Para Corrêa e Caon (2002) o pacote de serviços é composto por elementos estocáveis e não estocáveis, as instalações de apoio e os bens facilitadores compreendem os elementos estocáveis. Já as características intrínsecas e extrínsecas dos serviços correspondem aos elementos não estocáveis. O quadro 4 apresenta como estas características se apresentam em um parque de diversões.

<b>Pacote de Serviços</b>	<b>Parque de Diversões</b>
<b>Instalações de Apoio</b>	Brinquedos, atrações, espetáculos, praça de alimentação, sanitários, fraldário, estacionamento
<b>Bens Facilitadores</b>	Ticket, alimentos, souvenirs
<b>Informações</b>	Hábitos de consumo, faixa etária, perfil Sugestões de roteiro e disponibilidade das atrações
<b>Serviços Explícitos</b>	Diversão, entretenimento, encantamento
<b>Serviços Implícitos</b>	Emoção, adrenalina, distração, relaxamento

Quadro 4 - Pacote de Serviços

### **2.2.5 Gerenciamento das Operações de Serviço**

Gestão de operações de serviços é o termo utilizado para descrever as atividades, decisões e responsabilidades do gerente operacional de uma organização de serviços (JOHNSTON; CLARK, 2008).

Villela (2006) afirma que o gerenciamento de uma operação de serviços é uma tarefa complexa que requer uma análise das características do ambiente de serviço. Fitzsimmons e Fitzsimmons (2004) afirmam que a gestão de uma operação de serviços é um desafio constante, pois devem ser gerenciadas simultaneamente as necessidades dos clientes, os objetivos da organização e os fornecedores do serviço.

Explorar estratégias para compatibilizar a oferta e a demanda é um dos desafios das operações de gerenciamento de serviços que ilustra a inseparabilidade das abordagens marketing afirma Fitzsimmons e Fitzsimmons (2004). Outros desafios da gestão de operações seriam a gestão de filas e o gerenciamento das relações de fornecimento

Para Santos (2003) a utilização de um modelo apropriado de previsão de demanda e a definição das capacidades dos elementos de oferta representam o ponto de equilíbrio na utilização adequada das instalações de apoio para os processos do sistema de prestação de serviços.

Segundo Fitzsimmons e Fitzsimmons (2004) os sistemas de prestação de serviços são dinâmicos e variáveis em sua natureza, por exemplo, o comportamento da fila de um terminal de passageiros, sujeitos à chegada de passageiros, veículos e funcionários é um processo naturalmente variável e estocástico. A simulação computacional fornece à administração um laboratório experimental no qual é possível estudar um sistema real e determinar como este irá reagir a mudanças em políticas, níveis de recursos ou demanda através de um modelo, conforme foi realizado nesta pesquisa.

### **2.2.6 Redes de Distribuição de Serviços**

Segundo Villela (2006) a rede logística pode ser definida como um conjunto de cadeias de suprimentos que descrevem fluxos de produtos ou serviços de seu ponto de origem ao de consumo final, sendo seus nós instalações físicas e/ou dispositivos eletrônicos.

Lovelock e Wirtz (2006) e Fitzsimmons e Fitzsimmons (2004) afirmam que existem três modos diferentes de distribuição do serviço: o serviço vai até o cliente; o cliente vai até o serviço; e cliente e serviço estão conectados por um meio. Para cada um destes modos o serviço pode ser disponibilizado em um local único ou em vários pontos o que fornece uma classificação de serviços já discutida anteriormente.

Villela (2006) propõe uma divisão mais abrangente, onde se consideram redes formadas de um ponto até um tecido. Assim uma rede poderia ser considerada um tecido quando existem inúmeras ligações ou nós bens próximos um do outro, como por exemplo, a rede de telefonia. Uma rede intermediária ou menos densa, seria composta de um grande número de ligações ou nós, porém mais espaçados, como por exemplo, uma rede de postos bancários ou a rede de distribuição elétrica. O aspecto mais simples é a rede de dois nós (consumidor e prestador de serviços) e uma única ligação, como por exemplo, um hospital de grande porte ou um parque de diversões.

Porém quando observamos um conjunto de parques de diversões como, por exemplo, o complexo de parques da Disney Florida, é possível considerar que sua estrutura de rede é intermediária.

### **2.2.7 Desempenho em Serviços**

Segundo Johnston e Clark (2008) os quatro propósitos principais de se realizar medições são: comunicação, motivação, controle e melhoria.

Lima (1995) apresenta um modelo de avaliação do desempenho de um sistema de serviços de transportes onde através de um conjunto de informações (características do sistema, o volume, os clientes e o ambiente onde está inserido), obtêm-se assim funções que representam a produtividade do serviço prestado e dos recursos utilizados, podendo a dimensão da qualidade ser medida através da função satisfação do cliente. Na figura 13 é apresentado o modelo proposto por Lima (2004) incorporando a dimensão qualidade e sustentabilidade.

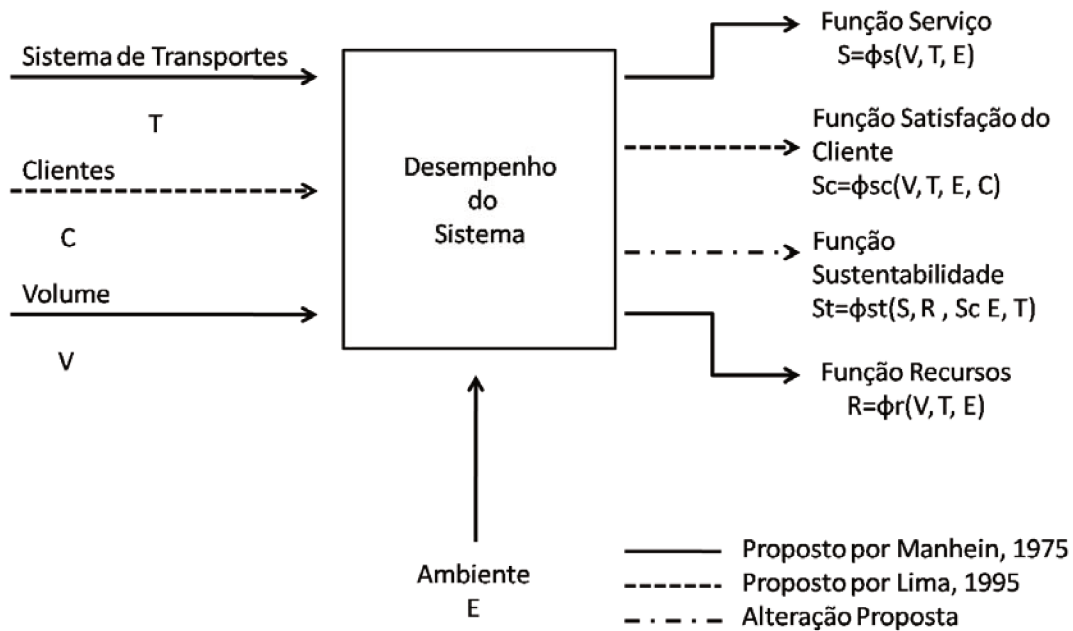


Figura 13 - Desempenho de sistemas de transporte  
 Fonte: Lima (2004)

Para Lima (1995) os problemas de desempenho dos sistemas de prestação de serviços podem ser divididos em dois tipos, os relativos ao planejamento e projeto do sistema, subsistemas e componentes; e problemas relacionados à operação e controle dos mesmos. O modelo de simulação que será construído neste trabalho tem como enfoque os



problemas do tipo dois. Uma análise dos problemas do primeiro tipo poderá ser realizada através do modelo de simulação proposto desde que sejam realizadas neste algumas alterações e simplificações. Um exemplo de aplicação de modelos de simulação na resolução dos problemas desta categoria é encontrado em Santos (2003).

## **2.3 Parques de Diversões**

### **2.3.1 Histórico**

Trigo (2003) relata que os mais antigos parques de diversão pública conhecidos surgiram na Europa em meados do século XVI. Segundo Valente (2006) estes primeiros parques eram encontrados em palácios e monastérios e seus jardins eram usados para caçadas.

Salomão (2000) afirma que estes refúgios bucólicos conhecidos como “*Pleasure Gardens*” (Jardim dos Prazeres) contrastavam com os aglomerados cinzentos das cidades da época devido ao seu belo projeto paisagístico, estruturas ousadas e iluminação abundante. Suas atrações mais comuns eram apresentações teatrais, concertos, shows de fogos de artifício e balonismo. Porém, esta oferta de diversão atraía além da população comum, criminosos e prostitutas, o que segundo Valente (2006) provocou o aumento da criminalidade levando a deterioração e queda das visitas deste formato de parque.

Com o aumento populacional, desenvolvimento dos meios de transporte e sistemas de comunicação promovidos pela industrialização surgem às primeiras feiras mundiais. Para Trigo (2003) estas exposições mundiais tinham como objetivo apresentar às massas as novidades tecnológicas das indústrias. Salomão (2000) relata que surgiram nestas exposições áreas totalmente dedicadas ao entretenimento e que passaram a garantir uma fonte de lucros para o evento. Segundo Valente (2006) e Salomão (2000) foi durante a

Exposição Mundial de Chicago, em 1893, que um assustador engenho desenhado por George Ferris, a Roda Gigante, hoje um símbolo dos parques de diversões, estreou.

Apesar de toda influência européia, pode-se afirmar que o berço da indústria de parques é mesmo os Estados Unidos (Salomão, 2000). A Exposição Mundial de Chicago, *World's Columbian Exposition*, de 1893, que homenageava os 400 anos da descoberta da América representa segundo Valente (2006) um marco de ousadia, pois incorporava pela primeira vez uma enorme infra-estrutura de apoio com restaurantes, locais de entretenimento e vilarejos étnicos.

No início do século XX surge no estado de Nova Iorque, Estados Unidos, o *Coney Island*, um parque de diversões inspirado na *Midway Pleasance* da exposição de Chicago. Porém, como observa Salomão (2000) o modelo é diferente do apresentado na exposição de Chicago, o autor destaca que o parque consistia de uma justaposição de dispositivos mecânicos, cercados por uma abundante e colorida iluminação, música alta e estruturas extravagantes.

Salomão (2000) atribui o estabelecimento dos parques de diversões neste mesmo período a uma curiosa sinergia entre a atividade de entretenimento e as companhias de transporte público. As companhias de bondes elétricos das grandes cidades precisavam diluir os custos fixos cobrados pelas empresas geradoras de energia elétrica, para isso construíram áreas de lazer próximas ao ponto final de suas linhas regulares na esperança de aumentar o fluxo de passageiros em horários fora do pico e em fins de semana. Estas áreas que inicialmente eram voltadas para piqueniques, absorveram diversas formas de entretenimento como praças desportivas, restaurantes e salões de dança. Mais tarde foram introduzidos os maquinários recém-desenvolvidos como o carrossel e a montanha russa. Esses parques ficaram conhecidos como *trolley parks*.

Segundo Salomão (2000), estima-se que em 1920, existiam nos Estados Unidos cerca de 1.500 a 2.000 parques de diversões e que alguns destes atraíam em finais de semana e feriados cerca de 50.000 pessoas. Nos anos seguintes as transformações sociais provocadas pela crise econômica de 1929, a popularização do automóvel e o invento da televisão contribuíram para a redução e declínio destes parques de diversões.

Os parques de diversões só tiveram um novo impulso de crescimento depois da 2ª Guerra Mundial com o surgimento da Disneylândia. Disney deu aos norte-americanos o que eles desejavam: um local de entretenimento familiar baseado no sonho e na fantasia (Nader, 2007). Nader (2007) cita seis fatores que determinaram o êxito da Disneylândia:

1. Tempo: Disney construiu a Disneylândia em um período em que os Estados Unidos já começavam a se recuperar da 2ª Guerra Mundial.
2. Crescimento Demográfico: o período pós-guerra impulsionou o crescimento demográfico com a volta dos soldados para casa e os métodos contraceptivos ainda não haviam se popularizado.
3. Televisão: Disney utilizou seus programas de TV para estimular o interesse familiar em conhecer a Disneylândia.
4. Sociedade dos Serviços: foi neste período que os Estados Unidos passaram de uma sociedade industrial para uma sociedade dos serviços, assim a população dispunha de mais recursos financeiros e tempo.
5. Desenvolvimento dos Meios de Transporte: nesta época iniciaram-se as construções das rodovias estaduais e de grandes aeroportos que facilitavam a locomoção das massas.
6. Automóvel: assim como a televisão o carro se popularizou neste período causando uma revolução sem precedentes na vida do norte-americano de classe média. Tornaram-se comuns as viagens de férias e fins de semana.

Salomão (2000) descreve a Disneylândia:

*“Projetada segundo o que convencionou chamar de “filmatic approach”, a Disneylândia seria como uma série de cenários contíguos onde as pessoas circulariam em verdadeiros “teatros de imersão”. Sua atmosfera os conduziria a outro tempo, lugar ou universo fantástico, através de uma seqüência lógica preconcebida de eventos, como diversos takes de um filme ou desenho animado.*

*Tudo isto através do total envolvimento dos sentidos, materializado pela arquitetura, paisagismo, atrações, mercadorias e comida “tematizados” em seus detalhes e por menores.”*

Nasce assim o conceito de parque temático, onde as estruturas, cenários e atrações do parque estão baseadas em um tema central.

### 2.3.2 Definições e Classificações

Uma extensa discussão sobre as diferentes classificações existentes e suas origens pode ser encontrada em Salomão (2000), a figura abaixo apresenta um esquema da classificação proposta este autor.

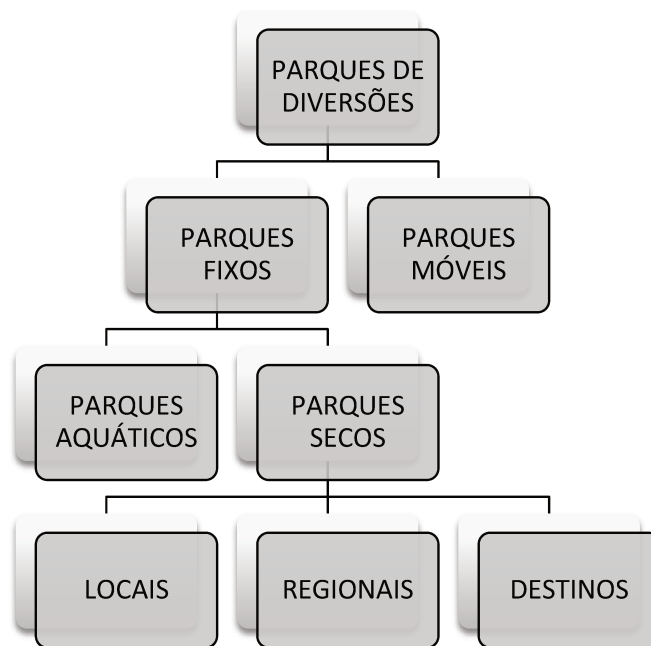


Figura 14 – Classificação dos Parques de Diversões  
Fonte: Salomão (2000)

Salomão (2000) propõe uma divisão dos parques de diversões em parques fixos e móveis. Essa classificação também é feita pela ADIBRA (Associação das Empresas de Parques de Diversões do Brasil), porém a ADIBRA classifica os parques de diversões em: parques de diversões, temáticos, aquáticos, móveis e áreas de entretenimento familiar.

Para Salomão (2000) o potencial benefício da classificação proposta está em se distinguir o mercado, as características de planejamento e operação e dinâmicas envolvidas de cada grupo de parques. Principalmente entre parques móveis e fixos e entre secos e aquáticos. Salomão (2000) não ignora a existência de parques híbridos, e conclui que estes devem ser incluídos no grupo cuja predominância lhe sejam características.

Quanto à subdivisão em locais, regionais ou de destinos, Salomão (2000) propõe uma tabela de classificação que leva em conta algumas características importantes para o setor: nível de investimento, frequência de visitantes e tempo de permanência no parque. O quadro 5 apresenta os critérios para esta classificação.

<b>Tipo</b>	<b>Mercado Alvo</b>	<b>Raio de Influência</b>	<b>Nível de Investimento</b>	<b>Permanência Média</b>	<b>Fluxo Anual de Visitantes</b>
<b>Local</b>	Nichos	< 30 minutos	Baixo	1-5 horas	< 1 MM
<b>Regional</b>	Segmentos	< 2 horas	Médio	Até 1 dia	1 - 3 MM
<b>Destino</b>	Coletividade	Sem Limites	Alto	+ 1 dia	> 3 MM

Quadro 5 - Tipologia dos Parques de Diversões

Fonte: Salomão (2000)

Outro aspecto importante para classificação dos parques de diversão é o grau de tematização do empreendimento. Salomão (2000) ressalta que para empreendimentos do mesmo porte e tipo, aquele que se propor a adotar um tema provavelmente irá requerer um maior volume de investimentos. As características gerais que determinam a escala de tematização de um empreendimento são apresentadas no quadro abaixo.

<b>Natureza do Empreendimento</b>			
<b>Características</b>	<b>Sem Tema</b>	<b>Decorado</b>	<b>Temático</b>
<b>História/ Enredo</b>	Não	Não	Sim
<b>Atrações</b>	Tradicionais, de catálogo	Mix com atrações tradicionais e adaptadas	Especialmente desenvolvidas (customizadas)
<b>Ambiente</b>	“Limpo”	Decorado	Tematizado
<b>Atenção ao Detalhe</b>	Baixa	Média	Essencial
<b>Estímulo Sensorial</b>	Baixo	Médio	Alto
<b>Integração de Elementos</b>	Inexistente	Dispersos, conflitantes	Em Harmonia

Quadro 6 - Escala de Tematização

Fonte: Salomão (2000)

Neste trabalho será modelado um parque de diversões decorado, regional, fixo e seco.

## 2.4 Modelagem e Simulação

### 2.4.1 Modelos

Um modelo segundo Chwif e Medina (2004) é uma abstração da realidade, uma representação das interações entre os elementos do sistema, mas sempre mais simples que o sistema real. Sterman (2002) afirma que todos os modelos são simplificações ou abstrações de um sistema o que os torna invariavelmente imperfeitos ou incompletos, porém completa o autor, a simulação e a construção de modelos computacionais são essenciais para que tenhamos uma maior compreensão dos sistemas.

O comportamento da grande maioria dos sistemas que nos rodeiam é complexo. A maioria das pessoas acredita que a complexidade de um sistema está no número de variáveis que este possui e na incrível quantidade de possibilidades combinatórias produzidas para se encontrar, por exemplo, a melhor solução a um problema relacionado.

Mas a complexidade de um sistema pode ser demonstrada através de sistemas simples e de baixa complexidade combinatorial, Sterman (2000) mostrou com seu *Beer Game*, um jogo de regras simples e poucas variáveis, que simula a cadeia de distribuição da cerveja, que a complexidade reside nas interações entre os diferentes agentes do sistema ao longo do tempo.

E este é um aspecto fundamental a respeito dos sistemas complexos, as ações não estão isoladas de suas conseqüências, pelo contrário elas se propagam para todo o sistema. Portanto, o estudo de apenas uma variável de interesse, por exemplo, se torna cada vez mais difícil à medida que pequenas alterações nesta provocam interações e mudanças em outras variáveis do sistema, deixando assim a interpretação e a análise dos resultados cada vez mais complexa, mas também mais rica.

Os sistemas complexos estão em desequilíbrio e evolução, muitas vezes os efeitos de ações e alterações no sistema tem caráter irreversível. Estas duas características instabilidade e oscilação são as responsáveis pela dificuldade no controle das variáveis, bem como do entendimento das causas e efeitos das ações para o sistema.

Chwif e Medina (2004) classificam os modelos em três categorias básicas:

- Simbólicos: representam um sistema de maneira estática, tem função de documentação e comunicação. Suas principais limitações são a falta de elementos quantitativos e a dificuldade de se representar um grande número detalhes do sistema.
- Matemáticos: são constituídos por um conjunto de fórmulas matemáticas, devido a sua natureza, podem fornecer soluções rápidas e exatas quando existe a possibilidade solução analítica.
- Simulação: é o que permite capturar ou mimetizar com mais fidelidade as características (complexidade, natureza dinâmica e aleatória) que o sistema real apresenta.

Para Moore e Weatherford (2005) os modelos podem ser:

- Físicos: são caracterizados pela construção de protótipos ou modelos de escala reduzida. Neste tipo de modelo os experimentos ou simulações podem ocorrer em pistas de provas ou túneis de vento por exemplo.
- Analógicos: são os que representam através de um meio diferente, mas análogo um mesmo conjunto de relações. Por exemplo, um velocímetro que pelo movimento analógico de uma agulha numa escala representa a velocidade de um veículo.
- Simbólicos: é o tipo de modelo no qual todos os conceitos são representados por variáveis definidas quantitativamente e seus relacionamentos são representados matematicamente e não física ou analogicamente. Por usarem variáveis quantitativas e inter-relacionadas por equações, os modelos simbólicos são muitas vezes chamados de matemáticos ou simulação.



<b>Tipo de Modelo</b>	<b>Características</b>	<b>Exemplos</b>
<b>Modelo Físico</b>	Tangível Compreensão: fácil Reproduzir e compartilhar: difícil Modificação e Manipulação: difícil Escopo de uso: o mais baixo	Modelo de avião, modelo de casa, modelo de cidade.
<b>Modelo Analógico</b>	Intangível Compreensão: mais difícil Reproduzir e compartilhar: mais fácil Modificação e Manipulação: mais fácil Escopo de uso: mais amplo	Mapa de estrada, velocímetro, gráfico de torta.
<b>Modelo Simbólico</b>	Intangível Compreensão: a mais difícil Reproduzir e compartilhar: o mais fácil Modificação e Manipulação: o mais fácil Escopo de uso: o mais amplo	Modelo de simulação, modelo algébrico, modelo de planilha.

Quadro 7 - Tipos de Modelos

Fonte: Moore e Weathford (2005)

Para entender melhor o processo de modelagem, os diferentes tipos de simulação e modelos apresentados acima, Moore e Weathford (2005) apresentam a figura abaixo:

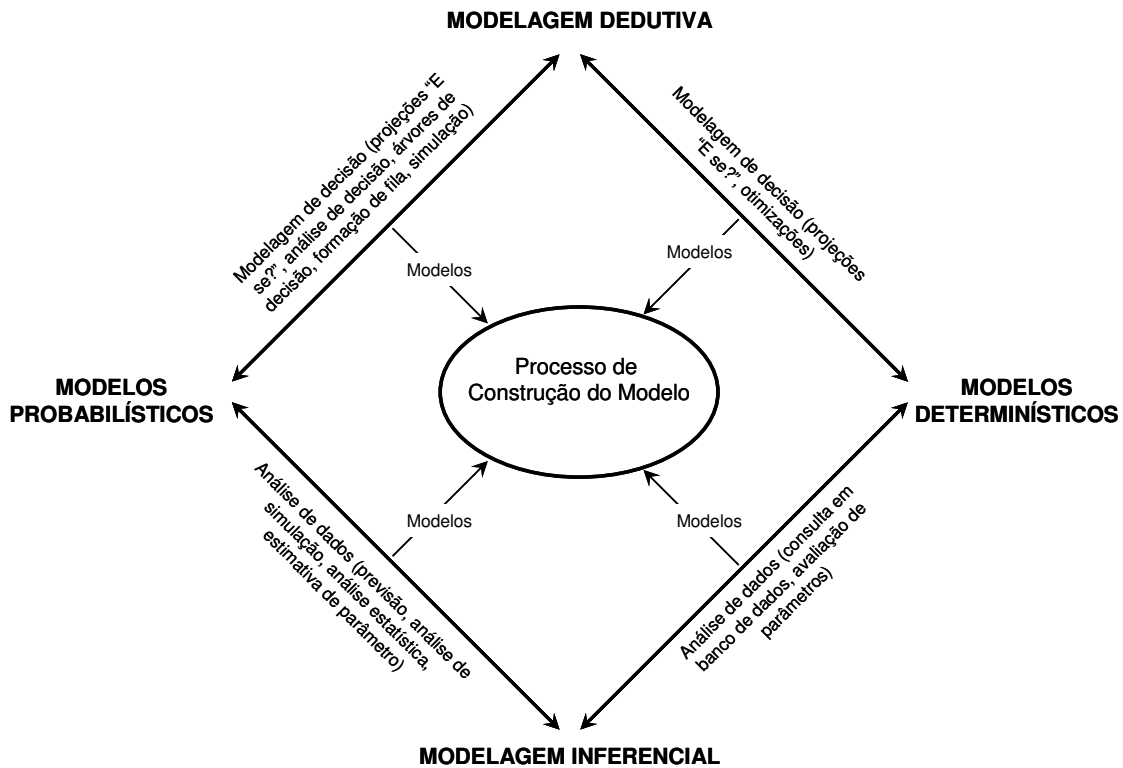


Figura 15 – Processo de Construção do Modelo  
Moore e Weatherford (2005)

Analisando-se o losango da direita para esquerda é possível observar as diferenças entre a criação de um modelo probabilístico em contraposição a um modelo determinístico. Já a análise da parte superior versus a inferior revela as diferenças entre a modelagem dedutiva e inferencial.

A modelagem dedutiva baseia-se no conhecimento prévio e o julgamento do modelador. Moore e Weatherford (2005) afirmam que estes modelos tendem a ser “pobres de dados” e tendenciosos.

Por outro lado a modelagem inferencial apóia o desenvolvimento do modelo na reflexão e análise de dados coletados, nos seus inter-relacionamentos de forma a determinar os relacionamentos e valores de quaisquer parâmetros.

Outra conclusão importante da figura acima é que todas as quatro dimensões apresentadas estão presentes no processo de criação de um modelo, mesmo que apenas nas

fases iniciais do processo. Isso ocorre devido às características da construção de um modelo: experimentação, testes e avaliações que muitas vezes possuem características subjetivas.

Neste trabalho será desenvolvido um modelo simbólico, matemático, probabilístico, computacional de um sistema de prestação de serviços, parque de diversões, utilizando de forma integrada dois métodos de simulação.

## 2.4.2 Simulação

Dependendo do contexto a palavra simulação pode ter inúmeros significados, para este trabalho utilizaremos a seguinte definição:

*“Simulação é um processo de experimentação realizado através de um modelo representativo de um sistema real, que busca determinar como este irá responder a mudanças em sua estrutura, ambiente ou condições de contorno”. (Harrel et al, 2002)*

Pode-se dividir a simulação em duas grandes categorias:

- Simulação não-computacional: é aquela que não necessita de um computador para ser realizada. Por exemplo, a utilização de um protótipo em escala reduzida de um veículo ou aeronave em túnel de vento.
- Simulação computacional: objeto de estudo deste trabalho, é aquela que necessita de um computador para ser realizada, esta categoria de simulação pode ser subdividida em: estática ou dinâmica, determinística ou estocástica, discreta ou contínua.

Um modelo de simulação estático é aquele onde não há mudança no estado do modelo em relação ao tempo, assim não se considera o tempo como uma variável do sistema.

Muitas vezes, os modelos de simulação são usados para analisar uma decisão com risco. Nestes casos, o fator que não é conhecido com certeza é considerado uma variável aleatória, tendo seu comportamento descrito por uma distribuição de probabilidade. Esse tipo de simulação é chamado de simulação ou de método de Monte Carlo, em função das roletas dos cassinos, que podem ser vistas como artifícios para gerar eventos aleatórios ou incertos, um típico exemplo deste tipo de modelo é o lançamento de uma moeda ou jogo de dados.

Já em um modelo dinâmico as variáveis de estado do modelo são alteradas conforme o tempo evolui. A simulação dinâmica é útil para avaliação de processos industriais como linhas de montagens de carros ou operações de serviços.

Os modelos de simulação determinísticos são construídos da mesma maneira que os probabilísticos ou estocásticos com exceção de que eles não contêm variáveis randômicas. Em uma simulação determinística todos os estados futuros do modelo já estão determinados desde o momento em que se definiram os dados de entrada e o estado inicial do sistema. Assim uma simulação determinística sempre irá produzir os mesmos dados de saída não importando o número de vezes que o modelo é aplicado.

Devido ao caráter aleatório ou randômico de suas variáveis uma simulação estocástica necessita de um número maior de aplicações ou interações para produzir resultados precisos e confiáveis. Isso acontece porque os dados de saída ou resultados do modelo também apresentam característica randômica. Para se determinar os resultados com precisão é necessário calcular os valores médios das métricas ou medidas de desempenho desejadas.

A figura 16 exemplifica de forma simplificada a diferença entre os dois tipos de simulação discutidos acima.

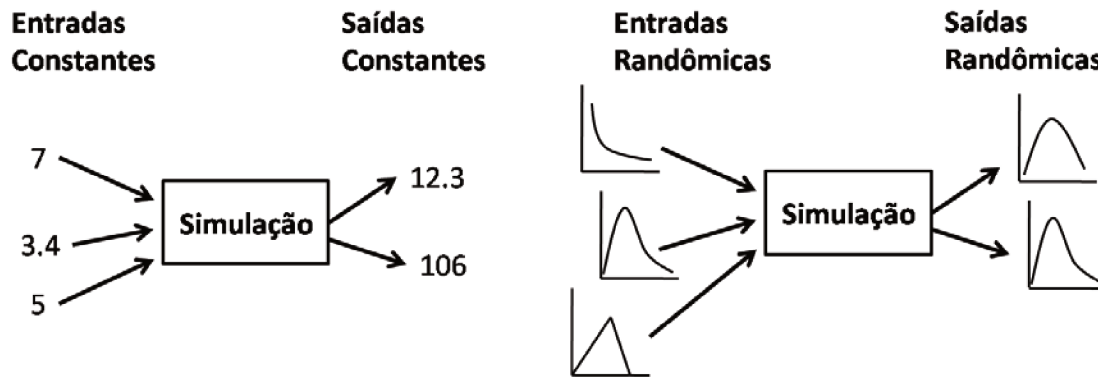


Figura 16 – Simulação Determinística x Estocástica  
Harrel et al (2004)

Um modelo de simulação de evento discreto é aquele no qual uma ação instantânea ocorre em um momento único. Na simulação de eventos discretos o relógio de simulação avança à medida que um evento ocorre.

Na simulação de evento contínuo a ação não cessa. Ele continua ininterruptamente em relação ao tempo. Segundo Harrel *et al* (2002) a simulação contínua permite que as variáveis do modelo se alterem ao longo do tempo com taxas de mudanças definidas e relacionadas ao relógio de simulação.

A figura 17 a seguir exemplifica os processos de simulação contínua e discreta. A preparação da xícara de chá como pode se observar na figura envolve três eventos, a colocação da água quente na xícara, a adição do chá a água quente e a disponibilização do chá. Pode-se notar que ao contrário do processo de resfriamento que ocorre de forma ininterrupta, cada evento ocorre em um determinado instante do tempo.

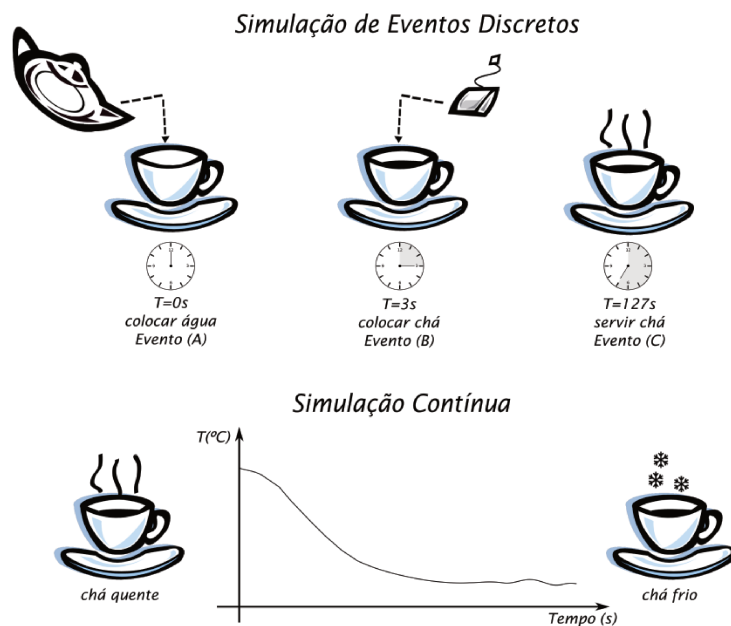


Figura 17 – Simulação de Eventos Discretos x Simulação Contínua  
Chwif e Mediana (2004)

Segundo Mayo (2003) outra diferença entre os dois métodos está no emprego dos dados, a Simulação de Eventos Discretos é dependente de uma base de dados abrangente e detalhada, para que o processo de simulação possa ocorrer. Já Simulação de Eventos Contínuos utiliza a base de dados em três situações:

1. Para iniciar a simulação. Após este início as equações do sistema passam a controlar as operações.
2. Para representar variáveis exógenas.
3. Verificar a integridade e calibrar o modelo, através da comparação entre uma base dados conhecida e a obtida com a simulação.

A fusibilidade de representação dos ciclos de retroalimentação (*feedback loops*) também representa uma diferenciação importante entre os métodos discreto e contínuo, sendo a simulação de eventos contínuos mais abrangente.

O processo de calibração e validação do modelo tão importante para os dois métodos também apresenta diferenças significativas. Um teste de calibração para um modelo de simulação contínua consiste em verificar a estrutura das equações de forma a recriar um período cujo desempenho histórico é conhecido, segundo Mayo (2003) normalmente utiliza-se um histórico de 3 a 5 anos. Já para calibração de modelo de simulação discreta, o teste envolve a reprodução de um conjunto de saídas conhecidas utilizando uma série de conjuntos de entradas também conhecidas.

A delimitação do nível de detalhe e relacionamentos considerados é outra diferença entre os métodos. Usualmente a Simulação de Eventos Contínuos é utilizada para sistemas com uma faixa de abrangência dos relacionamentos mais larga e conseqüentemente um nível de detalhamento menor, enquanto isso na Simulação de Eventos Discretos a faixa de abrangência é menor e existe, portanto a possibilidade de se detalhar mais as operações envolvidas. Borshchev e Filippov (2004) apresentam um quadro de posicionamento dos tipos de simulação versus o seu nível de abstração.



Quadro 8 - Abordagens de simulação  
Fonte: Borshchev e Filippov (2004)

O quadro sumariza alguns dos elementos discutidos acima apresentando as principais características dos dois métodos de modelagem objeto desta pesquisa, além de apresentar e trazer informações sobre quatro diferentes abordagens de simulação, duas delas, Teoria dos Agentes e Sistemas Dinâmicos, não são objetos de estudo deste trabalho.

Os métodos de Dinâmica de Sistemas (*SD – System Dynamics*) e Sistemas Dinâmicos (*DS – Dynamics Systems*) têm processos de construção de modelos e nomenclaturas muito similares, porém suas técnicas são diferentes. Osipenko e Farr (2004) explicam que os modelos de sistemas dinâmicos são predominantemente utilizados na Física e ciências exatas para a modelagem de sistemas físicos e biológicos fora de equilíbrio, caracterizados por estados que se alteram no tempo.

A Teoria dos Agentes é um método de modelagem de sistemas que vêm sendo desenvolvido por inúmeros grupos científicos desde os anos 90, algumas de suas aplicações estão em sistemas emergentes, inteligência artificial, teoria dos jogos e biologia. Devido esta amplitude de aplicações em diversas áreas da ciência não existe até o momento uma definição de consenso para este tipo de modelagem (Borshchev e Filippov, 2004). Este método, conforme mostra a figura 18, pode ser utilizado para a modelagem de sistemas em uma ampla faixa de detalhamento, do nível operacional ao estratégico.

Morecroft e Robinson (2005) relatam que existem poucos trabalhos acadêmicos comparando os métodos de simulação de eventos discretos e contínuos (*system dynamics*). O quadro 9 apresenta as diferenças entre os métodos de Simulação de Eventos Discretos e a Dinâmica de Sistemas encontra por Brailsford e Hilton (2000) na modelagem de sistemas de saúde.

O quadro 10 apresenta um comparativo entre a simulação de eventos discretos e a dinâmica de sistemas proposto Brailsford e Hilton (2000).



<b>Simulação - Eventos Discretos</b>	<b>Dinâmica de Sistemas</b>
Sistemas (como a saúde) podem ser vistos como redes de filas e atividades	Sistemas (como a saúde) podem ser vistos como uma série de estoques e fluxos
Objetos no sistema são distintos individualmente (com os pacientes no hospital), cada característica determina o que acontece para o indivíduo.	<i>Entities</i> (entidades) são tratados como uma quantidade contínua, um fluido, seguido por reservatórios ou tanques conectados por canos (taxas)
A duração das atividades é mostrada por cada indivíduo através de distribuições de probabilidades e o modelador tem uma flexibilidade quase ilimitada na escolha dessas funções e podem facilmente especificar tempos de permanência não exponenciais	O tempo gasto em cada reservatório é modelado como um atraso com flexibilidade limitada para especificar o tempo de permanência além do exponencial
Mudanças de estado ocorrem em pontos discretos de tempo	Estados de mudanças são contínuos
Modelos são por definição estocásticos	Modelos são determinísticos
Modelos são simulados em espaços de tempo desiguais, quando “algo acontece”	Modelos são simulados em espaços de tempo de igual duração e são finamente definidos

Quadro 9 - Diferenças técnicas entre DES e SD

Fonte: Brailsford e Hilton (2000)

	<b>DES</b>	<b>SD</b>
Escopo	Operacional, tático	Estratégico
Importância da variabilidade	Alta	Baixo
Importância das ações individuais	Alta	Baixa
Número de <i>entities</i>	Pequeno	Grande
Controle	Ações	Taxas
Escala de tempo	Curto	Longo
Propósito	Decisões: otimização, predição e comparação	Políticas: “entender o sistema”

Quadro 10 - Comparativo entre DES e SD

Fonte: Brailsford e Hilton (2000)

Lane (2000) identificou diferenças conceituais entre a Simulação de Eventos Discretos e a Dinâmica de Sistemas, estas diferenças são apresentadas no quadro 11. Morecroft e Robinson (2005) sintetizam as diferenças encontradas em seu estudo comparativo entre Dinâmica de Sistemas e Simulação de Eventos Discretos no quadro 12.

	<b>DES – Simulação de Eventos Discretos</b>	<b>SD – Dinâmica de Sistemas</b>
Perspectiva	Analítica: ênfase na complexidade detalhada	Holística: ênfase na complexidade dinâmica
Resolução dos modelos	<i>Entities</i> individuais, atributos, decisões e eventos	<i>Entities</i> homogêneas, pressões por políticas homogêneas e comportamentos emergentes
Fonte de Dados	Primeiramente numéricos com alguns elementos críticos	Descrito de um modo geral
<b>Problemas estudados</b>	<b>Operacional</b>	<b>Estratégico</b>
Elementos do modelo	Físicos, tangíveis e alguns informativos	Físicos, tangíveis, críticos e ligações de informação
Agentes humanos são representados no modelo como	Tomadores de decisão	Implementadores de políticas racionais limitadas
Clientes acham o modelo	Opaco/Escuro, “caixas cinzas”, no entanto, convincentes	Transparente/macio, “caixas de vidro”, no entanto forçados
Resultados do modelo	Pontos definidos e indicadores de desempenho medidos através de uma faixa de parâmetros, regras de decisão e cenários	Entendimentos dos modos de comportamentos das estruturas de origem, localização de indicadores de desempenho chave e níveis eficientes de políticas

Quadro 11 - Diferenças conceituais entre DES e SD

Fonte: Lane (2000)

<b>Dinâmica de Sistemas (SD)</b>	<b>SIMULAÇÃO - EVENTOS DISCRETOS (DES)</b>
<b>REPRESENTAÇÕES</b>	
Sistema representado como estoque e fluxos	Sistema representado como filas e atividades (processos)
<i>Retroalimentação</i> explícito	<i>Retroalimentação</i> implícito
Muitas relações são não lineares	Muitas relações são lineares
Não randômico (incluído nos atrasos)	Randômico claramente modelado
Crescimento/Decadência modelado como exponencial ou <i>s-shaped</i> (curva S)	Crescimento/Decadência representado como randômico, geralmente com etapas discretas, isto é, como pontos isolados
Existem estruturas de modelagem padrão repetem-se, isto é, processos de ajustes de estoques (taxas)	Geralmente, não existem estruturas de modelagem padrão
Formatos de diagramas padrão	Não existem formatos de diagramas padrão
<b>INTERPRETAÇÕES</b>	
<i>Retroalimentações</i> e atrasos são vitais para o desempenho do sistema	<i>Retroalimentações</i> e atrasos não são enfatizados
Processo randômico não é, geralmente, importante para o desempenho do sistema	Processo randômico é um elemento vital para o desempenho do sistema
Estrutura conduz o comportamento do sistema	Processo randômico conduz o comportamento do sistema

Quadro 12 - Diferenças entre DES e SD

Fonte: Morecroft e Robinson (2005)

Os métodos de Simulação de Eventos Discretos e Dinâmica de Sistemas definem sistema como um conjunto de elementos que interagem entre si Stermán (2000), Harrel *et al.* (2004), Kelton *et al.* (2007). Para a Dinâmica de Sistemas, os elementos constituintes do sistema podem ser descritos e caracterizados através de estoques, fluxos, variáveis, constantes e atrasos. A figura 18 apresenta uma representação simplificada destes elementos do sistema.

Stermán (2000) afirma que os estoques caracterizam o estado do sistema e promovem base para as ações e decisões além de conferir inércia e memória a este, sendo também fonte de atrasos através do acúmulo da diferença dos fluxos de entrada e saída o que provoca desequilíbrio no sistema. Fluxos são taxas nas quais o estado do sistema se modifica, geralmente são funções que envolvem estoques, variáveis de estado e outros parâmetros.

Variáveis podem ser constantes ou elementos auxiliares que assumem valores pré-determinados ou calculados por funções.

Os atrasos segundo Stermán (2000) são responsáveis pela instabilidade e oscilação dos sistemas, pode-se dividir os atrasos em duas categorias: atrasos materiais e de informação.

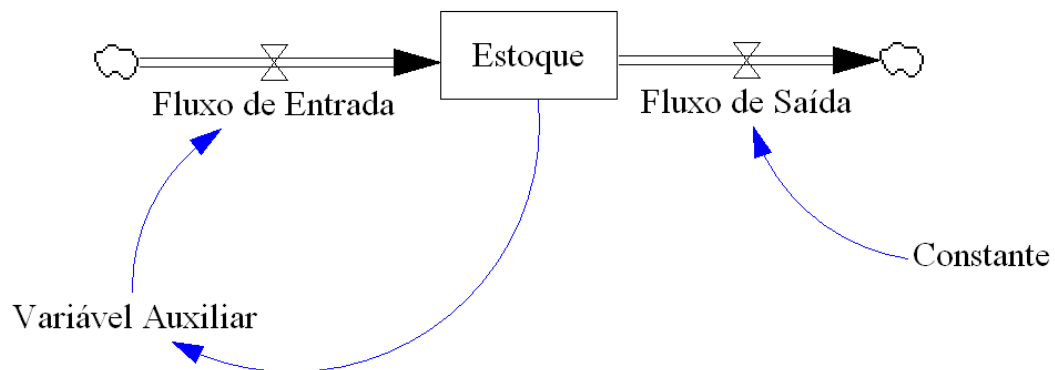


Figura 18 – Elementos básicos componentes do sistema SD

Na perspectiva da simulação discreta os elementos constituintes do sistema podem ser descritos como entidades, atividades, recursos e controle. Estes elementos definem quem, como, onde, quando e como serão processados os modelos. A figura 19 apresenta uma representação do sistema sob a perspectiva do método de simulação discreta.

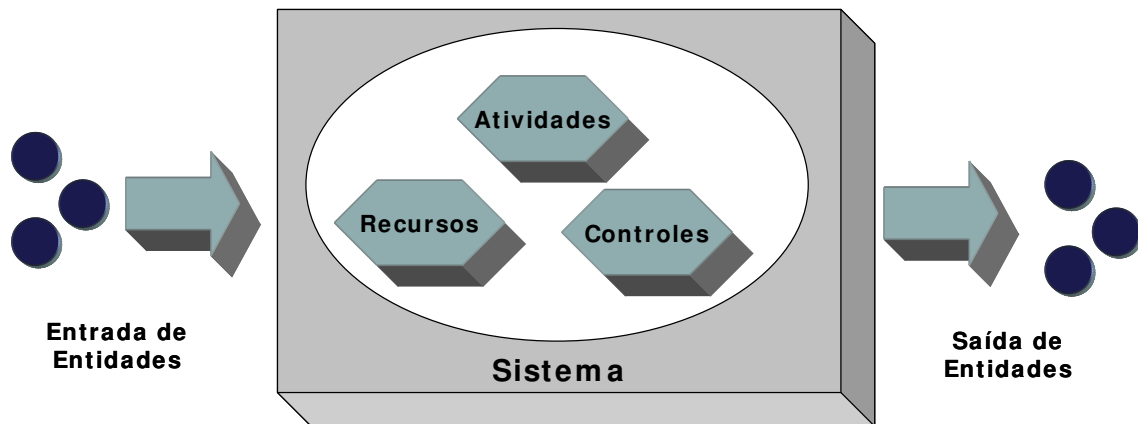


Figura 19 – Elementos do Sistema DES

Fonte: Harrell et al (2004)

Entidades são itens processados através do sistema, cada entidade pode possuir características que a diferenciam uma das outras, como formato, custo, prioridade, qualidade ou condição, segundo Kelton *et al* (2007) estas características são chamadas de atributos. Podemos subdividir as entidades em:

- Animadas ou humanas (clientes, pacientes);
- Inanimadas (peças, documentos, caixas);
- Intangíveis (chamadas, pedidos, e-mails);

Atividades são tarefas realizadas no sistema que podem estar envolvidas direta ou indiretamente com o processamento das entidades. Usualmente as atividades envolvem recursos e o consumo de tempo. Pode se classificar as atividades como:

- Atividades de processamento de entidades (inspeção, fabricação, tratamento ou check-in);
- Atividades de movimentação de recursos ou entidades (controle de elevador, deslocamento de caixas por empilhadeira);
- Atividades de manutenção, reparo e ajuste (setup de equipamentos, conserto de máquinas).

Recursos são meios para a execução das atividades. Capacidade, velocidade, tempo de ciclo e produtividade são características dos recursos. O dimensionamento inadequado dos recursos necessários pode comprometer o desempenho do sistema. Como as entidades os recursos podem ser subdivididos em:

- Animadas ou humanas (operadores, médicos, maquinistas);
- Inanimadas (máquinas, espaço, ferramentas);
- Intangíveis (informação, energia elétrica).

Outras classificações possíveis:

- Móvel ou Estacionário;
- Compartilhado ou Dedicado;
- Consumível ou Permanente.

Controles ditam como, quando e onde as atividades serão executadas, impondo ordem ao sistema. Os controles fornecem assim informação e decisão lógica a toda a operação do sistema. Exemplos de controles são: planos de produção, agendas e horários de trabalho, políticas de controle e prioridade de atividades.

Kelton et al. (2007) chama atenção para outros elementos que fazem parte de um modelo de simulação discreta, são eles: as variáveis globais, as filas e o relógio de simulação.

## 2.5 Método de Simulação de Eventos Discretos

Segundo Chwif e Medina (2004) o desenvolvimento de um modelo de simulação discreto compõe-se de três etapas: concepção ou formulação do modelo; implementação do modelo; análise dos resultados do modelo.

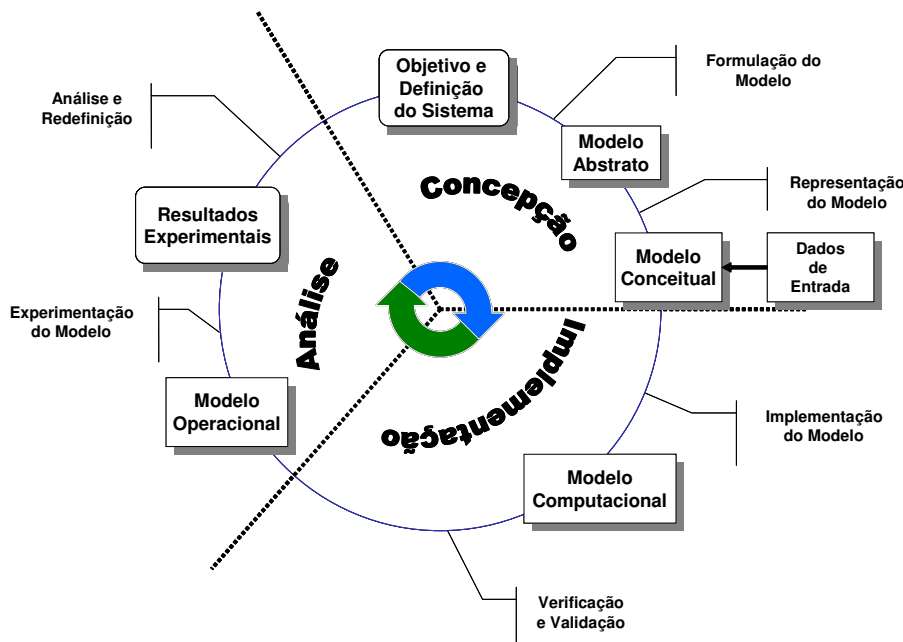


Figura 20 – Metodologia de Simulação Discreta  
 Fonte: Chwif e Medina (2004)

Na figura 20 são apresentadas as etapas intermediárias necessárias para a construção do modelo.

### **2.5.1 Concepção ou formulação do modelo**

A eficiência do modelo está ligada a determinação de quais partes do sistema devem ser consideradas, o objetivo da simulação é fornecer uma solução ao problema estudado.

Incluir detalhes irrelevantes ao modelo resultará em altos custos de modelagem e tempos de resposta maiores sem que, no entanto se consiga um aumento real da precisão do modelo.

Nesta pesquisa o objetivo será representar os elementos relevantes para análise da operação de um parque de diversões no que diz respeito aos seus processos logísticos.

Nesta etapa serão definidos todos os elementos necessários destes subsistemas para uma adequada modelagem.

Depois de definidos o problema e os objetivos da simulação desenvolve-se o modelo ou a estrutura conceitual que deve incluir os eventos e elementos principais do sistema.

A utilização de desenhos de layout nesta fase é fundamental por que:

- Fornece referência e visão geral;
- Garante a coleta sistemática de dados;
- Permite que os fluxos e interações sejam adicionados ao sistema;
- Ajuda na determinação dos padrões de movimento.

Partindo-se do mapeamento dos fluxos de visitantes e funcionários e do levantamento de tempos de processamento e movimentação será criado um modelo simbólico para representação dos brinquedos do parque e dos pontos de alimentação.

Inicialmente o modelo é uma abstração conceitual do sistema. À medida que ocorrer seu desenvolvimento são adicionados níveis crescentes de detalhes.

O modelo conceitual se tornará um modelo lógico à medida que o processamento de eventos e os relacionamentos entre estes estejam definidos, esta fase pode ocorrer em paralelo à coleta de dados e a participação dos usuários finais pode ser fundamental para o sucesso do processo.

O modelo conceitual desta pesquisa se tornará um modelo lógico composto por um conjunto de sub-modelos. O primeiro destes sub-conjuntos visam a representação, através de modelagem discreta, do funcionamento dos componentes de processamento: brinquedos e ponto de alimentação, e terá uma abordagem mais microscópica. O segundo sub-conjunto, terá um enfoque mais macroscópico e será o integrador entre os diversos sub-modelos microscópicos, a ser desenvolvido de forma contínua e dinâmica.

A coleta de dados é um processo contínuo. A ênfase inicial é dada a coleta de dados macros que proporcionam a determinação dos parâmetros de entrada do modelo. À medida que os dados macros são incorporados ao modelo, pode-se dar maior atenção a coleta dos dados micro que contribuirão para o refinamento do modelo.

Se não existem dados disponíveis ou suficientes deve-se:

- Buscar assistência de pessoal familiarizado com o sistema;
- Criar a base de dados;
- Assumir pressupostos.

Nesta pesquisa será desenvolvido um protocolo para os levantamentos de campo a serem aplicados pelo próprio pesquisador e apoiado pela equipe do LALT/ DGT /FEC /UNICAMP.



## **2.5.2 Implementação do Modelo**

Consiste na conversão do modelo conceitual em computacional através de uma linguagem computacional ou através de um simulador comercial. Deve-se confrontar o modelo implementado frente ao conceitual avaliando se sua operação atende ao que foi estabelecido na fase de concepção. Segundo Chwif e Mediana (2004) a fase de implementação corresponde a 30% do tempo total de um estudo típico de simulação.

Nesta pesquisa será utilizado o programa computacional comercial AnyLogic Professional 6.3.1 tanto para a modelagem discreta quanto da modelagem dinâmica. Para a escolha deste programa foram considerados aspectos como: facilidade de programação, disponibilidade do programa no LALT DGT FEC e a existência de arquitetura aberta que permita customização.

A verificação consiste na retirada de erros de lógica do modelo computacional, para isso são utilizadas técnicas e procedimentos;

Nesta pesquisa a verificação será realizada pela análise de um caso simplificado e conhecido desenvolvido manualmente e pelo modelador.

A validação pode ser entendida de maneira direta como o desempenho do modelo no ambiente real e se o seu comportamento é válido para o objetivo desejado.

## **2.5.3 Experimentação e Análise de Resultados**

Nesta etapa são efetuadas várias “rodadas” do modelo e os resultados da simulação são analisados e documentados. Caso seja necessário, o modelo pode ser modificado e o ciclo é reiniciado.

Ao termino deste processo o modelo de simulação será apresentado para os técnicos do parque de diversões visando uma avaliação do mesmo não só sobre a eficiência, mas também quanto à eficácia da proposta.

## 2.6 Método de Simulação de Eventos Contínuos

Neste trabalho o método de simulação contínua adotado será o de dinâmica de sistemas. A figura 21 a seguir apresenta um resumo das etapas de aplicação do método proposta por Sterman (2000).

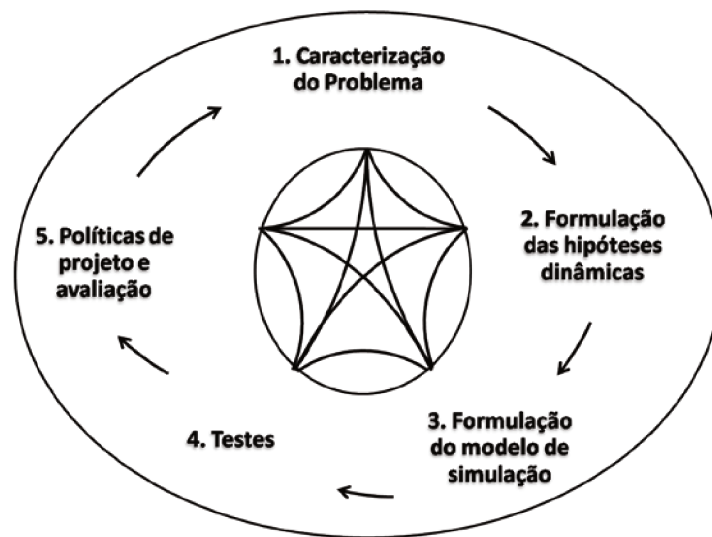


Figura 21 - Processo de modelagem  
Fonte: Sterman (2000)

A Dinâmica de Sistemas estuda o comportamento dos sistemas ao longo do tempo, desenvolveu-se quase junto com o Pensamento Sistêmico, derivado da Teoria Geral dos Sistemas, que aponta para uma visão de mundo onde os inter-relacionamentos e suas estruturas condicionam o comportamento dos sistemas que nos rodeiam. Desenvolvida na

segunda metade dos anos 50 por Jay W. Forrester no MIT *Massachusetts Institute of Technology*, sendo suas idéias e os métodos aplicáveis aos sistemas naturais, humanos e técnicos, combinando a teoria e a simulação computacional com a aplicação prática em problemas reais. Sua pesquisa se iniciou com o desenvolvimento de sistemas de controle de retroalimentação para equipamentos militares, os projetos que envolviam a teoria matemática de controle e de estabilidade no campo de operação militar, como por exemplo, a construção de controles hidráulicos. Em seguida, foi desenvolvido um simulador de vôo, com o objetivo de mostrar o comportamento de uma aeronave antes da construção da mesma.

A Dinâmica de Sistemas permite a construção de modelos da maioria dos sistemas conhecidos e com o auxílio de softwares é possível simular o comportamento desses sistemas ao longo do tempo.

Vennix (1996) afirma que a estrutura hierárquica da dinâmica de sistemas é composta por quatro níveis: limites fechados; ciclos de retroalimentação; estoques e fluxos; metas, condições observadas, discrepâncias entre metas e condições observadas e ações desejadas.

O quadro 13 resume os passos para construção de um modelo de dinâmica de sistemas.

## Etapas de um processo de modelagem de sistemas dinâmicos

### 1 – Caracterização do problema

- **Seleção do Tema:** Qual é o problema? Por que isso é um problema?
- **Variáveis Chaves:** Quais são as variáveis chaves e quais os conceitos a considerar?
- **Horizonte de tempo:** Quanto tempo à frente deve-se considerar? Em que ponto do passado estão as raízes do problema?
- **Definição do problema dinâmico:** Qual o comportamento histórico das variáveis chaves? O que pode acontecer com esse comportamento no futuro?

### 2 – Formulação das hipóteses dinâmicas

- **Geração das hipóteses iniciais:** Quais são as teorias correntes do comportamento do problema?
- **Foco endógeno:** Formular hipóteses dinâmicas para explicar a dinâmica como consequência endógena da estrutura de realimentação
- **Mapear:** Desenvolver mapas de estrutura causal baseado nas hipóteses iniciais, nas variáveis chaves, referências e em outros dados disponíveis, usando ferramentas como:
  - Modelos de diagrama limite; Subsistemas de diagramas; Diagramas de *ciclo* causal
  - Mapas de estoques e fluxos; Diagramas de estruturas da política; Outras ferramentas facilitadoras

### 3 – Formulação do modelo de simulação

- **Especificação da estrutura, regras de decisão**
- **Estimativa dos parâmetros, comportamento das relações e das condições iniciais e testes de consistência com suposições e limites**

### 4 – Testes

- **Comparação com as referências:** O modelo reproduz o comportamento do problema adequadamente?
- **Robustez sobre condições extremas:** O modelo se comporta realisticamente quando submetido a condições extremas?
- **Sensibilidade:** Como o modelo se comporta dadas as incertezas dos parâmetros, das condições iniciais, os limites do modelo e da agregação?

### 5 – Políticas de projeto e avaliação

- **Especificação do cenário:** Quais condições ambientais podem aparecer?
- **Planejamento das políticas:** Quais novas regras de decisão, estratégias, estruturas devem ser testadas no mundo real? Como podem ser representadas no modelo?
- **Análises do “E se...”:** Quais são os efeitos das políticas?
- **Análise sensitiva:** Quão resistentes são as recomendações das políticas diante dos diferentes cenários e incertezas?
- **Interações das políticas:** As políticas interagem? Há sinergia ou reações compensatórias?

Quadro 13 - Etapas de um processo de modelagem de sistemas contínuos  
Sterman (2000)

## 2.7 Softwares de Simulação

Banks *et al* (2004) afirmam que os softwares de simulação podem ser divididos em três categorias. A primeira categoria corresponde às linguagens de programação gerais como C, C++, *Visual Basic* e Java que podem ser utilizadas para a construção de modelos de simulação. A segunda categoria é constituída pelas linguagens de programação de simulação como GPSS, GPSS/H, SIMAN e SLAM II desenvolvidas exclusivamente para permitir à fácil e rápida construção de modelos de simulação, principalmente de sistemas de filas. A terceira categoria é formada pelos ambientes de simulação ou ferramentas de simulação. Estes ambientes são compostos por uma interface gráfica que permite construção dos modelos através da utilização de diagramas de fluxo de processo e uma linguagem de programação, o que suporta os principais aspectos de um estudo de simulação (Banks *et al*, 2004).

Robinson (2004) sugere que existem três opções para o desenvolvimento de modelos computacionais: planilhas eletrônicas, linguagens de programação e softwares especialistas. As planilhas eletrônicas são a forma mais rudimentar de se criar modelos de simulação, sua aplicação no desenvolvimento de modelos computacionais torna-se cada vez mais difícil, à medida que se aumenta a complexidade do modelo. Assim, para a construção de modelos complexos é comum o emprego de uma linguagem de programação auxiliar como, por exemplo, o *Visual Basic*. Segundo Robinson (2004) as linguagens de programação como *Visual Basic*, C++ e Java proporcionam ao modelador uma grande flexibilidade na construção dos modelos, porém consomem deste um grande tempo aprendizagem.

Já os softwares especialistas podem ser divididos em duas classes: pacotes generalistas e pacotes de aplicação específica. As linguagens de programação de simulação e as ferramentas de simulação discutidas acima por Banks *et al* (2004) estão incluídas nestas duas classes.

Os pacotes generalistas são compostos principalmente pelas linguagens de programação de simulação e por ferramentas de simulação capazes de modelar um amplo conjunto de sistemas. Os pacotes de aplicação específica são aqueles constituídos por ferramentas de simulação destinadas a construção de modelos de simulação de sistemas ou processos específicos como, por exemplo, um modelo de *call center* ou programação de produção, assim apesar de possuírem uma boa interface e fácil utilização, esta classe de pacotes não permitem a modelagem de sistemas diferentes dos para que foram projetados.

O quadro 14 apresenta um resumo da análise comparativa realizada por Robinson (2004).

<b>Características</b>	<b>Planilhas</b>	<b>Linguagens de Programação</b>	<b>Softwares especialistas em Modelagem e Simulação</b>
<b>Faixa de Aplicação</b>	Baixo	Alta	Médio
<b>Flexibilidade de Modelagem</b>	Baixo	Alta	Médio
<b>Tempo de Construção do Modelo</b>	Médio	Longo	Curto
<b>Facilidade de Uso</b>	Médio	Baixa	Alta
<b>Facilidade de Validação do Modelo</b>	Médio	Baixa	Alta
<b>Velocidade de Execução do Modelo</b>	Baixo	Alta	Média
<b>Tempo para desenvolver competência na ferramenta</b>	Curto (médio para o uso de macros)	Longo	Médio
<b>Custo</b>	Baixo	Baixo	Alto

Quadro 14 - Comparação entre ferramentas de modelagem e simulação  
Adaptado de Robinson (2004)

Segunda a *Biennial survey of discrete-event simulation software tools* (2007) realizada pelo INFORMS (The Institute for Operations Research and the Management

Sciences) existem cerca de sessenta ferramentas de simulação disponíveis para aplicações em áreas tão distintas como operações militares, de manufatura e simulação de procedimentos cirúrgicos etc.

A grande maioria destas ferramentas foi desenvolvida para suportar aplicações da metodologia de simulação de eventos discretos, mais difundida para resolução de problemas tratados pela Pesquisa Operacional. Porém, este método de simulação tradicional apresenta limitações, conforme apresentado nas seções anteriores os modelos construídos com esta metodologia utilizam estruturas como entidades, atividades, recursos e controles, o que permite modelagem de sistemas ao nível operacional e tático. Dentre as ferramentas de simulação discreta pode-se destacar o Promodel, Arena, Automod, Extend, Simul8, Flexsim.

Para construção de modelos de nível estratégico ferramentas baseadas na metodologia de dinâmica de sistemas são as mais indicadas. Os principais softwares encontrados para esta aplicação são iThink, Stella, Vensim e Powersim. A construção de modelos que representem de sistemas autônomos ainda é uma aplicação recente da teoria dos agentes, assim a grande maioria dos softwares disponíveis é de desenvolvimento acadêmico, pode-se destacar o Starlogo, Swarn e o Netlogo.

Uma relação completa dos softwares e suas principais características podem ser encontradas na *Biennial survey of discrete-event simulation software tools* (2007). Esta pesquisa realizada pelo INFORMS aponta para o crescimento de softwares que utilizam as metodologias de dinâmica de sistema e teoria dos agentes de forma isolada e o surgimento de uma ferramenta capaz de trabalhar com as três metodologias de forma isolada ou combinada.

O software *Anylogic Professional 6.3.1 da XJ Technologies Simulation Software and Services* suporta as três metodologias de simulação mais empregadas atualmente (sistemas de eventos discretos, dinâmica de sistemas e teoria dos agentes) em uma única plataforma. Isto é possível através do emprego de uma linguagem de programação orientada a objeto, Java, em toda sua estrutura de definição de dados, algoritmos e conectividade existente para as três metodologias. Outro diferencial proporcionado por esta

abordagem é permitir ao modelador agregar às facilidades de uso de um software especialista em modelagem e simulação à flexibilidade de uma linguagem de programação.

A partir das considerações expostas acima, optou-se por adotar para o desenvolvimento desta pesquisa o software *Anylogic Professional 6.3.1 da XJ Technologies Simulation Software and Services*.



### **3 METÓDO DE PESQUISA**

Neste capítulo é apresentado o procedimento de pesquisa adotado para o desenvolvimento deste trabalho.

Este procedimento está baseado nos métodos usualmente empregados para a construção de modelos de simulação discreta e contínua e no modelo de avaliação de desempenho de sistema de serviços de transportes proposto por Lima (2004), descritos no capítulo dois. Seu objetivo é promover o desenvolvimento de um modelo integrado de simulação de eventos discretos e contínuos que permita descrever e avaliar a dinâmica dos processos de gerenciamento de uma operação de serviços.

No fluxograma da figura 22 estão apresentadas resumidamente as etapas do trabalho. Em seguida são descritas as etapas práticas.

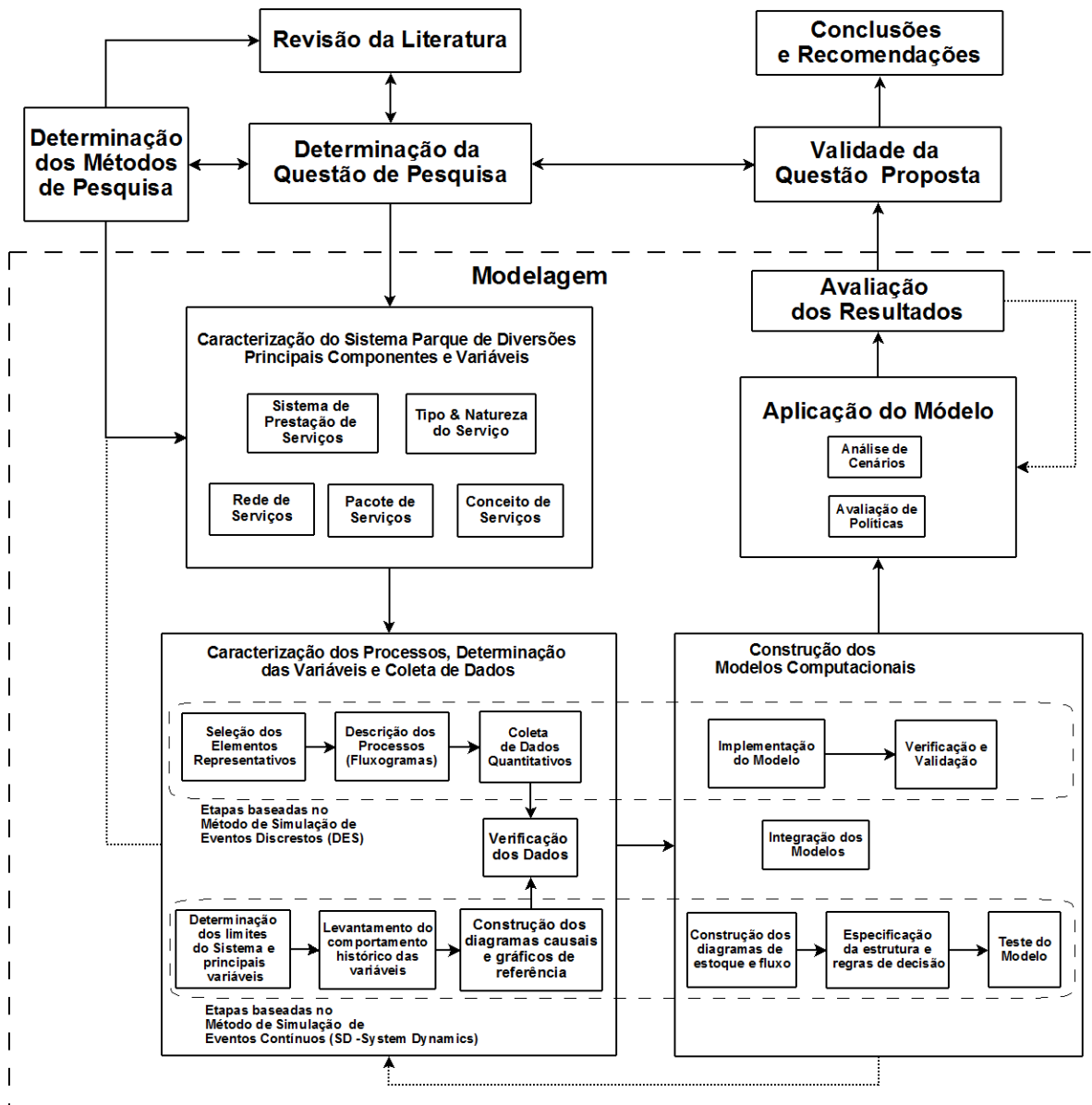


Figura 22 – Fluxograma de Etapas da Pesquisa

### 3.1 Caracterização do Sistema Parque de Diversões

Nesta primeira etapa prática do trabalho busca-se caracterizar o sistema Parque de Diversões através dos diversos aspectos discutidos na revisão bibliográfica.

- Determinar o tipo de empreendimento e sua natureza a partir das classificações propostas por Salomão (2000).
- Caracterizar o sistema de prestação de serviços de acordo com Corrêa e Caon (2002).
- Definir o conceito de serviço segundo Johnston e Clark (2008).
- Levantar as características do pacote de serviços conforme apresentado por Fitzsimmons e Fitzsimmons (2004).
- Entender o comportamento e a tipologia da rede de serviços conforme proposta de Villela (2006).

Estes aspectos irão auxiliar a construção dos modelos através da identificação de elementos fundamentais e comuns aos dois métodos utilizados como, por exemplo:

- Identificação elementos ou componentes representativos do sistema;
- Determinação dos limites do sistema;
- Arranjo físico.

### **3.2 Caracterização dos Processos, Determinação das Variáveis e Coleta de Dados**

Nesta etapa serão aplicados passos dos métodos de modelagem e simulação de eventos discretos e contínuos apresentados no segundo capítulo, o objetivo é o levantamento de dados e a construção dos modelos simbólicos compostos por fluxogramas, diagramas, mapas e gráficos que auxiliaram a próxima etapa de construção dos modelos computacionais do sistema parque de diversões.

Conforme se observa nas descrições dos métodos de simulação adotados, depois de definido o problema a ser modelado, segue-se para a caracterização do sistema, que

corresponde ao levantamento de informações que irão sustentar a construção do modelo. Este levantamento possui dois diferentes protocolos baseados nos métodos de simulação descritos anteriormente.

Para o modelo de simulação de eventos discretos o protocolo de coleta de dados e informações consiste de três passos descritos a seguir:

*1ª Passo - Seleção dos elementos relevantes para caracterização do sistema parque de diversões:* o levantamento dos elementos relevantes e sua determinação deverão ser realizados através de visitas guiadas e reuniões com a participação de gestores do parque.

*2ª Passo - Determinação e descrição dos elementos e processos necessários a modelagem:* devem-se mapear os processos referentes aos elementos definidos na etapa anterior e construir fluxogramas e desenhos esquemáticos dos mesmos.

*3ª Passo - Coleta de dados quantitativos:* devem ser realizadas coletas de dados cujo objetivo é determinar capacidades e tempo de ciclos de processos e equipamentos definidos na primeira etapa.

O protocolo de coleta de dados e informações do modelo de simulação contínua é apresentado a seguir, ele também é composto de três passos:

*1º Passo - Determinação dos limites do sistema e das variáveis relevantes para caracterização do sistema parque de diversões:* a determinação dos limites do sistema e suas variáveis relevantes para construção do modelo é realizado através de reuniões com a participação de gestores do parque de diversões.

*2ª Passo - Levantamento do comportamento histórico das variáveis:* determinar o comportamento histórico das variáveis através da análise de dados coletados e pela construção de gráficos de referência, isto irá possibilitar a determinação dos horizontes de tempos a se considerar e a formulação das hipóteses dinâmicas que buscam explicar o comportamento do sistema.

*3ª Passo - Construção dos diagramas causais e gráficos de referência:* neste passo busca-se construir os diagramas causais e validar gráficos de referência elaborados com as variáveis e dados coletados das etapas anteriores. Caso seja identificada a necessidade da adição de variáveis, para melhor representação do sistema reinicia-se o ciclo pelo primeiro passo.

A verificação dos dados coletados corresponde à última ação desta etapa, entende-se por verificação, o processo de determinar se os dados coletados são suficientes para construção dos modelos propostos e, no caso do modelo de simulação de eventos discretos, realiza-se ainda uma análise estatística dos dados. Caso se verifique que os dados coletados são insuficientes deve-se retornar aos passos anteriores.

### **3.3 Construção dos Modelos Computacionais**

Adotou-se a ferramenta comercial de modelagem e simulação desenvolvida XJ Technologies, o software AnyLogic Professional 6.3.1, para construção dos modelos de simulação de eventos discretos e contínuos. Para a escolha deste programa foram considerados, além da adequação ao problema proposto, aspectos como: facilidade de programação, disponibilidade do programa no LALT DGT FEC e a existência de arquitetura aberta que permita customização.

A construção dos modelos computacionais, assim como na etapa anterior difere para os dois modelos. No modelo de eventos contínuos ou de dinâmica de sistemas, esta etapa consiste em três passos:

*1º Passo:* especificação da estrutura do modelo e regras de decisão, através da construção dos diagramas de estoque e fluxo, da estimativa dos comportamento das relações e das condições iniciais dos parâmetros, além da realização de testes de consistência com suposições e limites.

*2º Passo:* corresponde ao transporte dos mapas de estoque e fluxos com seus respectivos valores iniciais e funções para o software adotado.

*3º Passo:* execução de testes de robustez e sensibilidade que buscam determinar se o modelo comporta-se como o sistema real em situações normais e extremas.

Já no modelo de simulação de eventos discretos esta etapa pode ser dividida em três passos:

*1º Passo:* corresponde à análise e tratamento dos dados para simulação. Este passo busca dar ao modelo a possibilidade de apresentar o mesmo comportamento estocástico do sistema real, isto é obtido através da determinação das distribuições de probabilidade que representam a ocorrência destes eventos aleatórios. Uma descrição completa deste passo e sua rotina pode ser encontrada em Banks et al (2004), Robinson (2004), Harrel et al (2004) e Freitas Filho (2008).

*2º Passo:* tradução dos fluxogramas e diagramas na linguagem do software adotado, apesar de a grande maioria dos softwares adotarem uma linguagem de processos, algumas alterações ou adaptações costumam ser necessárias.

*3º Passo:* verificação e validação dos modelos, o objetivo deste passo é determinar se o modelo comporta-se como o sistema real, utilizando dados de entrada de uma série histórica conhecida, realizam-se testes comparativos entre as saídas geradas pelo modelo e dados históricos reais.

Finalizando esta etapa ocorrerá a integração dos modelos. A integração dos modelos consiste na interação dos dados gerados por cada um dos modelos, de tal forma que os dados de saída de um modelo serão utilizados como dados de entrada no outro. A figura 23 ilustra esta integração.

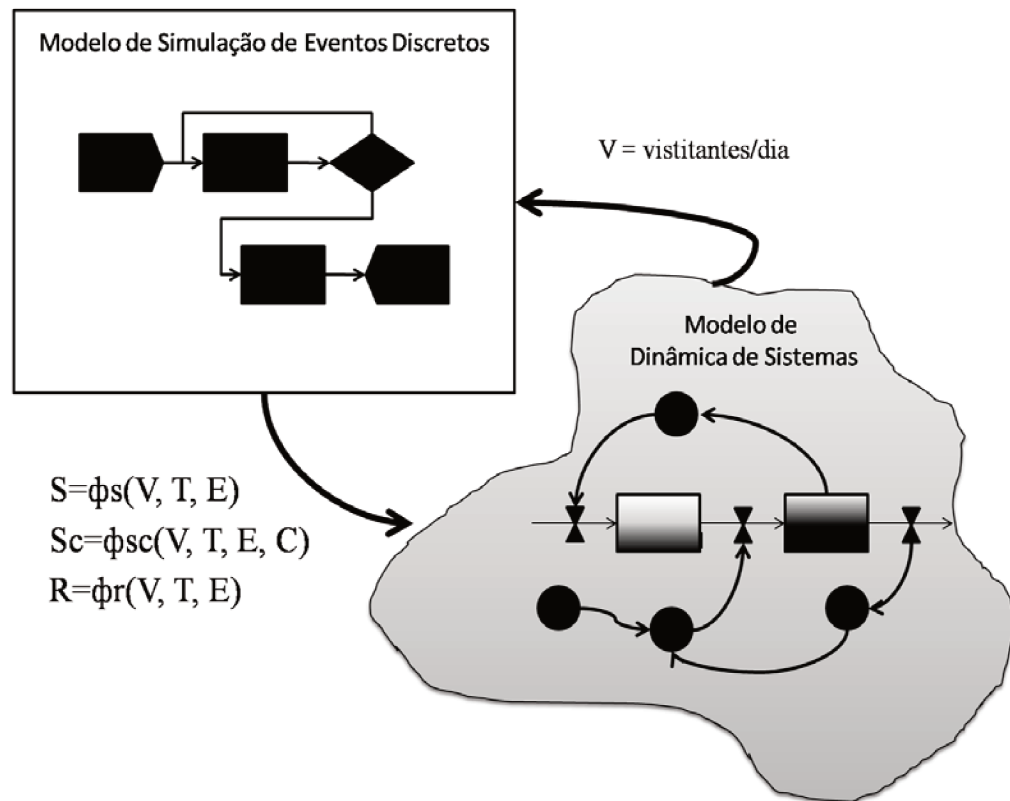


Figura 23 – Integração dos Modelos de DES e SD

### 3.4 Aplicação do Modelo

Esta etapa consiste na aplicação do modelo híbrido. Através da variação de parâmetros ou a partir da combinação entre diferentes políticas serão gerados pelo modelo um conjunto de cenários que auxiliaram na análise do desempenho e comportamento do sistema de prestação de serviços.

No caso do modelo híbrido proposto pode-se optar por alterar parâmetros e políticas de apenas um dos modelos ou de ambos.

### 3.5 Avaliação dos Resultados

Nesta etapa busca-se avaliar os resultados obtidos na etapa anterior. As análises serão desenvolvidas em duas fases. Na primeira fase, os cenários gerados serão avaliados de forma independente explorando-se os aspectos internos inerentes aos mesmos. Na segunda fase será utilizada uma abordagem de análise conjunta dos diferentes cenários através de uma matriz avaliação.

Em decorrência dos resultados obtidos nesta etapa, pode-se retornar às etapas iniciais para se modificar algum dos parâmetros de entrada, gerando-se assim novos cenários para avaliação.



## **4 MODELAGEM**

Este capítulo tem como objetivo testar a aplicabilidade do procedimento de pesquisa proposto e discutir os seus resultados. Para isso, utilizou-se, como objeto de aplicação prática um parque de diversões localizado no Estado de São Paulo.

Para objeto deste trabalho algumas informações apresentadas sobre o parque de diversões em estudo foram alteradas ou descaracterizadas visando garantir a confidencialidade e sigilo dos dados.

A seguir são apresentadas as etapas de desenvolvimento e os resultados do procedimento proposto.

### **4.1 Caracterização do Sistema Parque de Diversões Beta**

Localizado no Estado de São Paulo e construído com base no modelo de parques de diversões norte-americanos e europeus, o Parque de Diversões Beta tem capacidade para atender oito mil pessoas/dia, recebe anualmente cerca de um milhão e meio de visitantes. Suas trinta e seis atrações estão divididas em três roteiros: jovem, família e infantil. A grande maioria das atrações é composta de equipamentos mecânicos do tipo: trens (montanha russa), gôndolas ou pêndulos e carros. As demais atrações podem ser caracterizadas como labirintos, jogos e espetáculos.

Um conjunto de serviços como praça de alimentação com capacidade para 1000 visitantes, guarda-volumes, ambulatório, sanitários, fraldário e estacionamento completam a infra-estrutura do parque.

Através das características apresentadas acima e das classificações de parque de diversões postas por Salomão (2000) pode-se caracterizar o Parque de Diversões Beta como um parque de diversões regional decorado. O sistema de prestação de serviços de acordo com Corrêa e Caon (2002) pode ser classificado como um serviço de massa.

O conceito de serviço do Parque de Diversões Beta segundo Johnston e Clark (2008) pode ser expresso por:

- Idéia da organização: Um dia de diversão.
- Experiência do Serviço: Ambiente limpo e seguro, atrações para toda a família, filas, boas opções de alimentação.
- Resultado do Serviço: diversão, boa relação custo benefício.

O pacote de serviços oferecidos pelo Parque de Diversões Beta segundo a definição de Fitzsimmons e Fitzsimmons (2004) é composto de:

- *Instalações de apoio*: brinquedos, praça de alimentação, guarda-volumes, ambulatório, sanitários, fraldário e estacionamento.
- *Bens facilitadores*: ingresso ou convite, souvenirs;
- *Informações*: perfil de público;
- *Serviços explícitos*: diversão e entretenimento.
- *Serviços implícitos*: adrenalina, emoção e encantamento.

No contexto da classificação de redes proposta por Villela (2003), duas classificações são possíveis. Observando o sistema de forma macro é possível caracterizá-lo como uma rede simples de dois nós. Considerando-se cada atração ou posto de serviço de forma individual, ou seja, atuando como um nó pode-se caracterizá-lo como uma rede de serviços intermediária.

## **4.2 Caracterização dos Processos, Determinação das Variáveis e Coleta de Dados do Parque de Diversões Beta**

Nesta etapa da pesquisa foram aplicados os dois protocolos de coleta de dados descritos no capítulo anterior. A seguir são apresentados os resultados.

Para o modelo de simulação de eventos discretos os dados e informações coletadas em cada passo do protocolo são descritos e apresentados na seqüência.

*1ª Passo - Seleção dos elementos relevantes para caracterização do sistema parque de diversões*

Foram identificados como elementos representativos do sistema: brinquedos ou atrações, portaria, praça de alimentação e visitantes.

*2ª Passo - Determinação e descrição dos elementos e processos necessários a modelagem*

Foram mapeados os processos referentes aos elementos acima definidos e construídos fluxogramas e modelos esquemáticos dos mesmos.

A Figura 24 – Modelo Simbólico do Parque de Diversões Beta, apresenta o modelo simbólico desenvolvido para a representação do Parque de Diversões Beta.

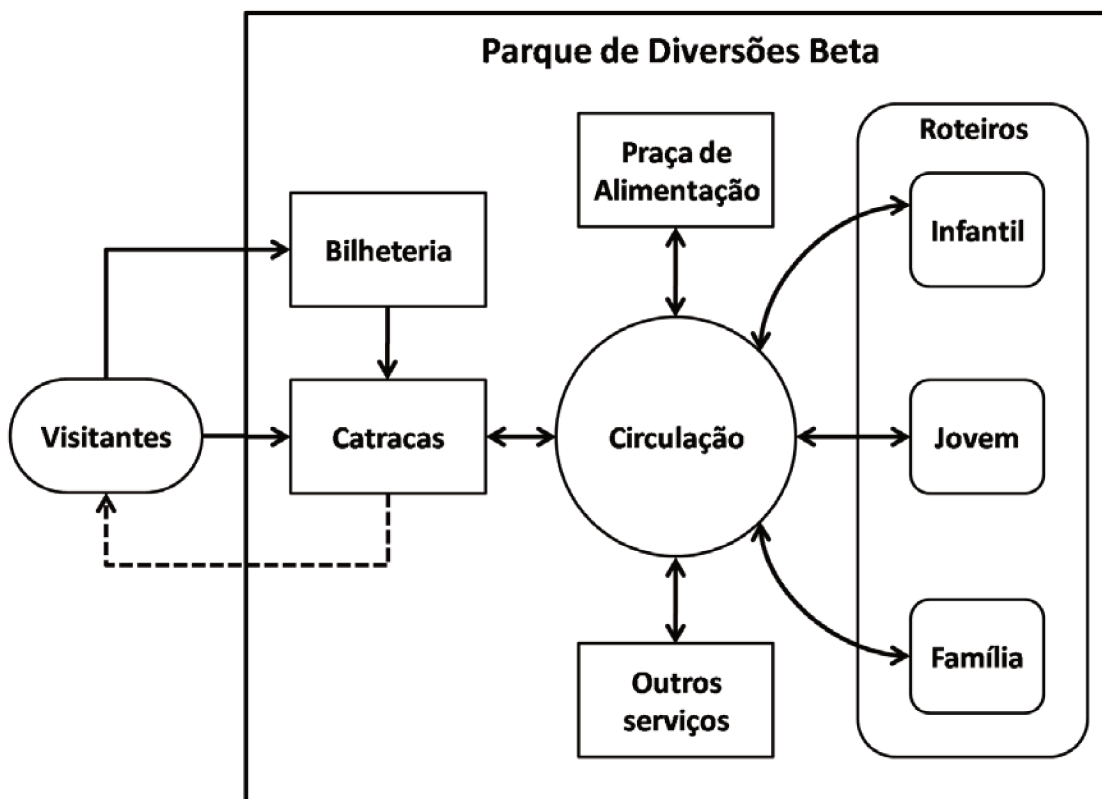


Figura 24 – Modelo Simbólico do Parque de Diversões Beta

No modelo simbólico desenvolvido para a representação do Parque de Diversões Beta é possível identificar os elementos ou subsistemas representativos definidos no passo anterior e suas relações.

O ingresso e egresso de visitantes no parque são realizados através de dois subsistemas: bilheteria e catracas. Para os visitantes que já possuem ingresso ou *ticket* o acesso ao parque é realizado através do subsistema catracas, sendo este também responsável pelo egresso de todos visitantes do parque. Os visitantes que não possuem *ticket* devem passar primeiro pelo subsistema bilheteria e depois pelo subsistema catracas para ter acesso ao parque de diversões.

Após acessar o parque de diversões os visitantes entram em contato com um elemento ou subsistema não identificado no passo anterior, o subsistema circulação. Apesar de não realizar um processo específico, este subsistema é o responsável pelo fluxo e



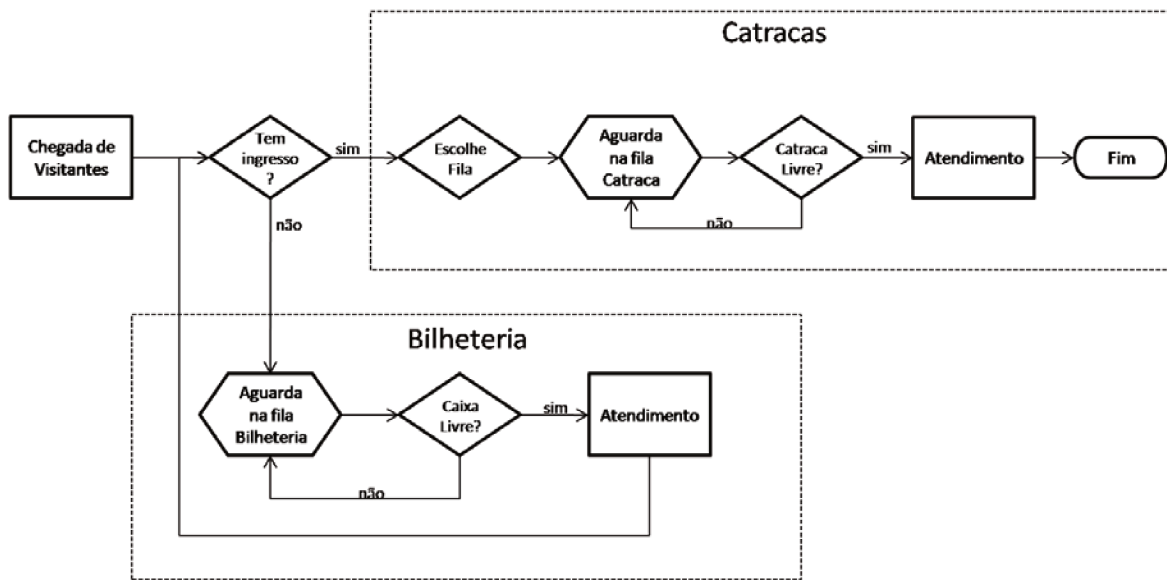


Figura 26 – Fluxograma Bilheteria e Catracas

A figura 27 ilustra o fluxograma de atividades típicas de um brinquedo ou atração do Parque de diversões Beta.

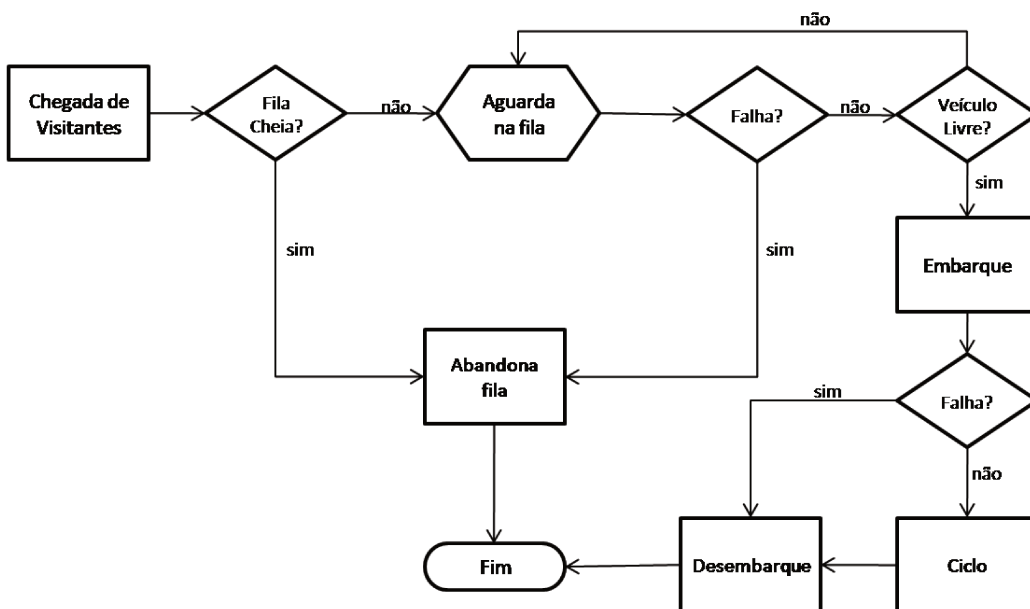


Figura 27 – Fluxograma Brinquedo

A figura 28 ilustra o fluxograma de atividades percorridas por um visitante na praça de alimentação do Parque de diversões Beta.

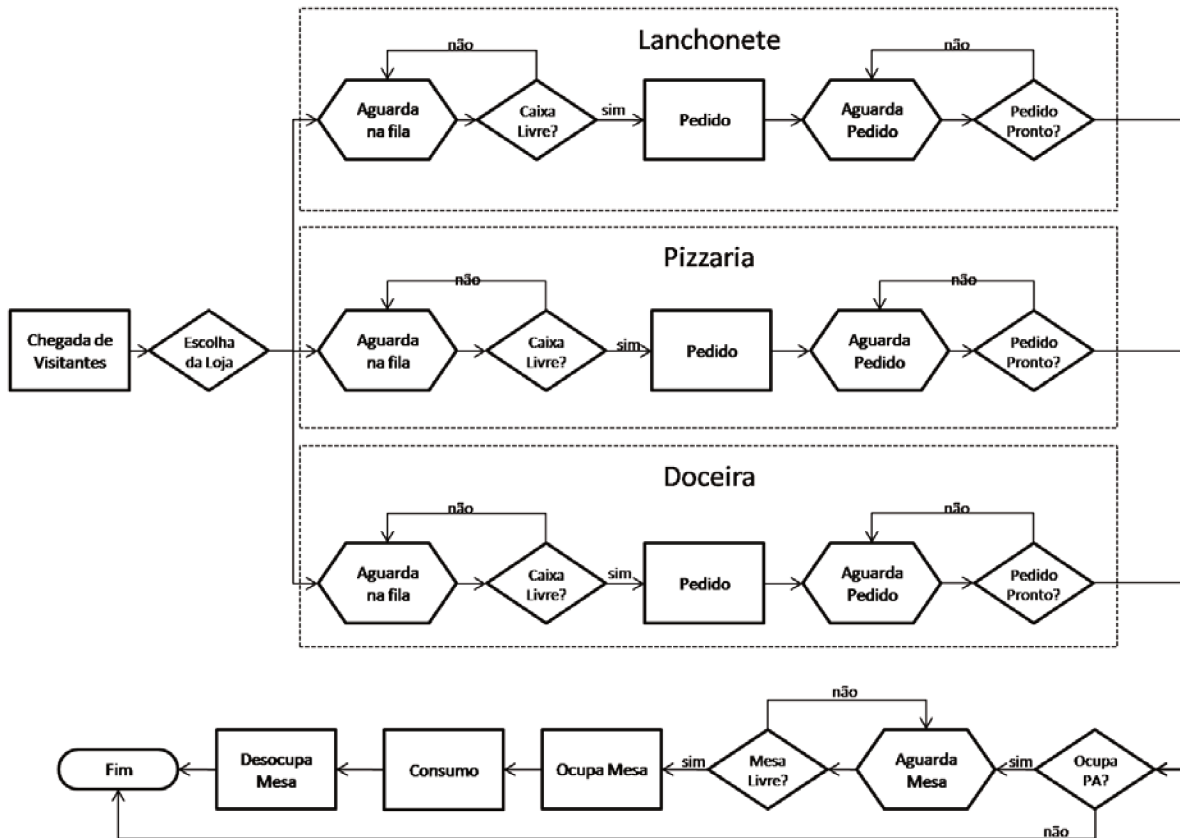


Figura 28 – Fluxograma Praça de Alimentação

A figura 29 ilustra um modelo simbólico construído para caracterização das atividades e processos da lanchonete localizada na praça de alimentação.

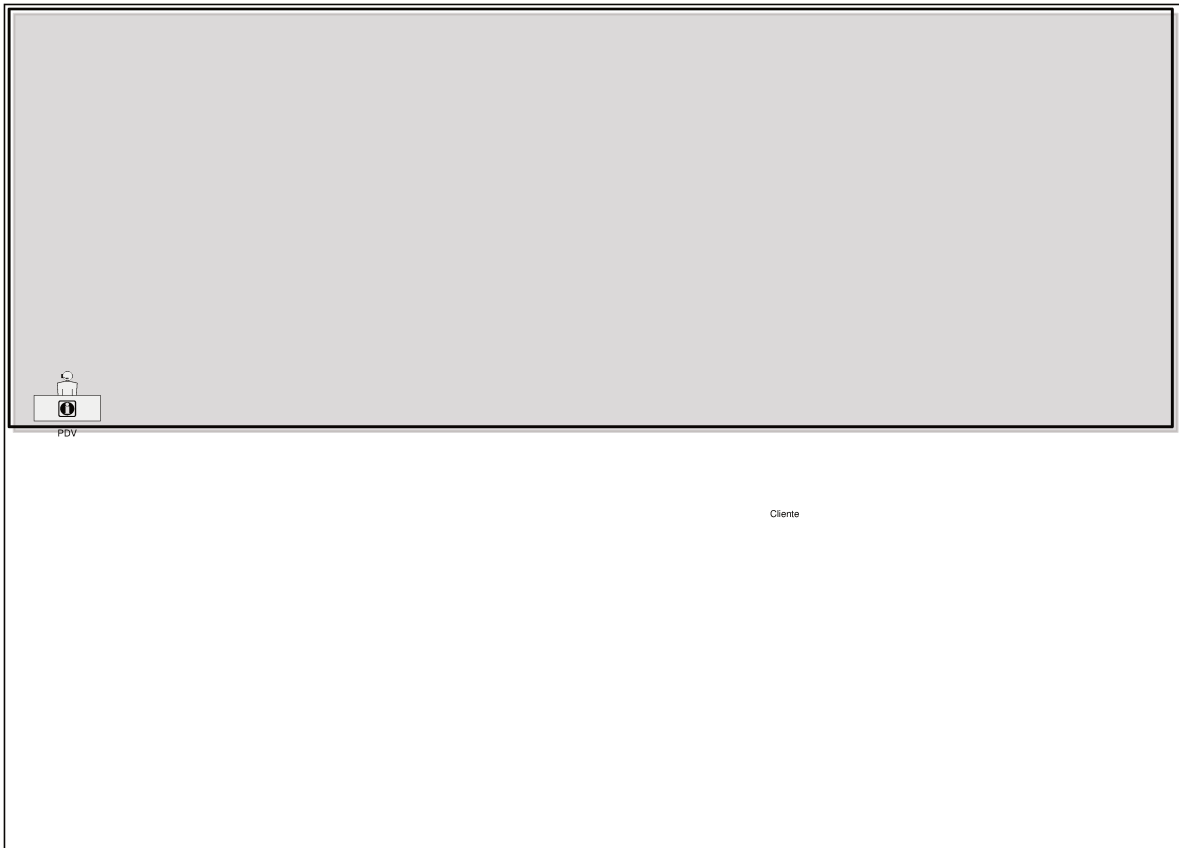


Figura 29 – Modelo simbólico da lanchonete

### *3ª Passo - Coleta de dados quantitativos*

Foram realizadas coletas de dados com objetivo determinar capacidades e regimes de funcionamento dos processos, equipamentos e/ou brinquedos determinados nas etapas anteriores. Todo o conjunto de dados coletados originou-se de três fontes. Os dados referentes aos tempos de ciclo dos brinquedos e sua capacidade foram coletados junto aos manuais dos fabricantes. As informações de perfil do público e intervalo de chegadas no parque, tempos de atendimento, filas e processos dos brinquedos e da praça de alimentação foram coletados com apoio da equipe do LALT DGT FEC UNICAMP supervisionados pelo autor.

A seguir é apresentado um exemplo da tabela de coleta de tempo de atendimento e fila da lanchonete.



Data: 16/08/2008

Período: das 11:00 às 13:00 horas

Unidade: minutos

Tabela 4 - Dados tempo de atendimento lanchonete

<b>Nº</b>	<b>Tempo de Atendimento</b>	<b>Nº</b>	<b>Tempo de Atendimento</b>
1	05:00	16	02:55
2	02:06	17	05:58
3	02:25	18	01:10
4	01:30	19	06:00
5	02:36	20	02:34
6	03:15	21	03:08
7	02:35	22	05:00
8	01:32	23	02:05
9	01:02	24	01:00
10	01:03	25	01:55
11	04:22	26	08:45
12	01:15	27	03:00
13	01:08	28	03:42
14	05:20	29	02:18
15	02:20	30	04:00

A seguir é apresentada uma tabela com o resumo das informações sobre os tempos de ciclo e capacidades das atrações.

Tabela 5 – Dados hipotéticos das capacidades e tempos de ciclos das atrações.

<b>ATRAÇÕES</b>	<b>VEÍCULOS</b>	<b>CAPACIDADE</b>	<b>CAPACIDADE FILA</b>	<b>CICLO</b>	<b>CICLO + EMBARQUE DESEMBARQUE</b>	<b>CICLOS/HORA</b>
<b>Brinquedo 1</b>	1	28	900	00:01:50	00:02:20	25
<b>Brinquedo 2</b>	2	40	160	00:02:30	00:04:30	13
<b>Brinquedo 3</b>	2	32	60	00:02:30	00:04:30	13
<b>Brinquedo 4</b>	10	40	550	00:02:30	00:04:10	14
<b>Brinquedo 5</b>	2	32	60	00:02:30	00:04:30	13
<b>Brinquedo 6</b>	2	56	750	00:01:40	00:02:15	26
<b>Brinquedo 7</b>	1	54	150	00:03:30	00:04:30	13
<b>Brinquedo 8</b>	2	32	350	00:03:00	00:04:00	15
<b>Brinquedo 9</b>	20	40	50	00:02:30	00:04:30	13
<b>Brinquedo 10</b>	2	140	100	00:05:00	00:10:00	6
<b>Brinquedo 11</b>	20	100	260	00:05:00	00:06:00	10
<b>Brinquedo 12</b>	20	100	80	00:03:00	00:06:50	8
<b>Brinquedo 13</b>	10	50	700	00:04:46	00:05:00	12
<b>Brinquedo 14</b>	14	2	200	02:30:00	04:30:00	12
<b>Brinquedo 15</b>	4	80	600	00:02:00	00:02:40	22
<b>Brinquedo 16</b>	6	12	0	00:02:00	00:03:00	20
<b>Brinquedo 17</b>	6	24	0	00:02:00	00:03:00	20
<b>Brinquedo 18</b>	1	10	0	00:02:00	00:03:00	20

Os dados e informações coletadas para o desenvolvimento do modelo de simulação contínua são apresentados a seguir de acordo com o protocolo de coleta de dados especificado no capítulo anterior. Cabe ressaltar que os elementos e variáveis selecionados para construção do modelo contínuo têm relação com os elementos e variáveis selecionadas para do modelo discreto.

*1º Passo - Determinação dos limites do sistema e das variáveis relevantes para caracterização do sistema parque de diversões.*

A seguir apresenta-se um quadro resumo dos resultados deste passo.

<b>Elementos</b>	<b>Variáveis</b>
Concorrência e Mercado	Preço, promoções, descontos, <i>market share</i>
Área de Abrangência	População total, potenciais visitantes
Visitantes	Marketing (boca a boca), gastos com alimentação, demanda diária
Brinquedos/ Atrações	Tempo de espera na fila, disponibilidade, nível de serviço
Bilheteria	Ticket médio
Praça de Alimentação	Tempo de espera na fila, nível de serviço

Quadro 15 - Elementos e variáveis relevantes para caracterização do sistema

O quadro é composto de elementos e variáveis, a partir destas informações inicia-se o segundo passo.

*2ª Passo: Levantamento do comportamento histórico das variáveis*

A determinação do comportamento histórico das variáveis se deu através da análise de dados coletados e pela construção de gráficos de referência, o que possibilitou determinação dos horizontes de tempos a se considerar e formulação das hipóteses dinâmicas que buscam explicar o comportamento do sistema.

*3º Passo: Construção dos diagramas causais e determinação dos mapas de estoques e fluxos*

Nesta etapa foram construídos e validados os diagramas causais elaborados com as variáveis e dados coletados nas etapas anteriores. Caso seja identificada a necessidade da adição de variáveis adicionais para melhor representação do sistema reinicia-se o ciclo pelo primeiro passo. A validação dos diagramas é realizada durante a construção dos diagramas.

Uma das variáveis chaves discutidas nos passos anteriores refere-se à base de potenciais visitantes do parque, esta variável influencia diretamente a adesão de novos visitantes ao parque através de marketing boca a boca. O conjunto de relações formadas por estas variáveis constituem um ciclo de reforço que representa o crescimento da base de visitantes do Parque de Diversões Beta. A figura 30 ilustra estas relações.

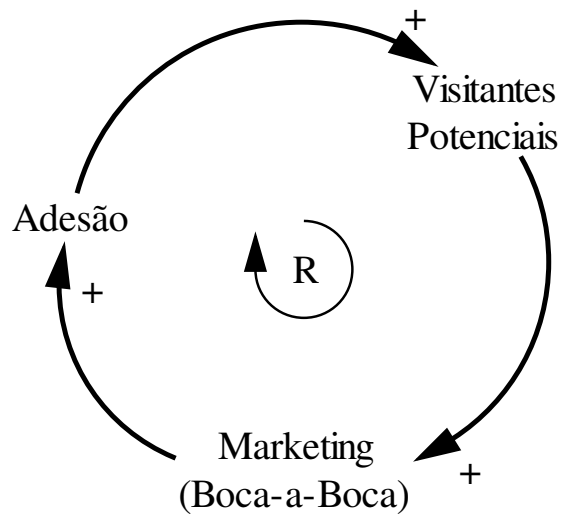


Figura 30 – Ciclo de crescimento da base de potenciais visitantes

As campanhas publicitárias representam outro mecanismo de atração de potenciais visitantes, sendo responsáveis pelo aumento das taxas de adesão. Esta relação é ilustrada na figura 31.

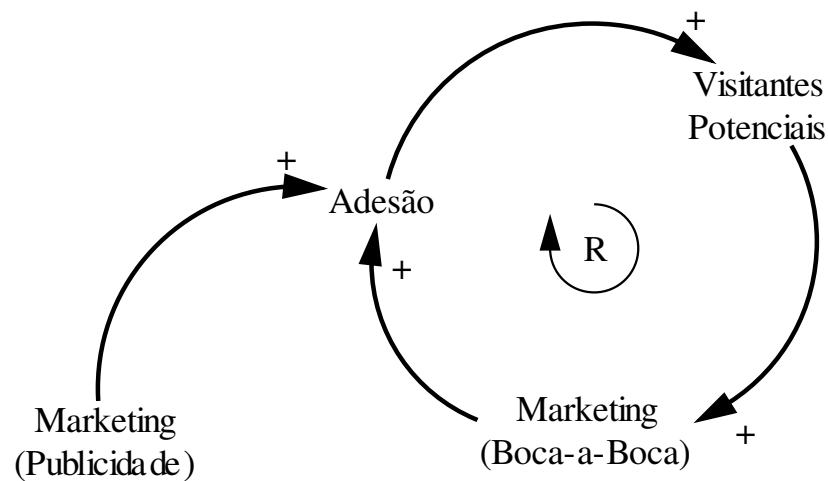


Figura 31 – Efeito da publicidade sobre o ciclo de crescimento de visitantes

A área de abrangência do parque e sua população total são outros aspectos fundamentais discutidos nos passos anteriores, estes aspectos ajudam a determinar o limite de crescimento da base de potenciais visitantes. Estas relações podem ser explicitadas através de variáveis que representem a participação no mercado e a saturação do mesmo. A figura 32 ilustra estas relações que determinam um ciclo de balanceamento.

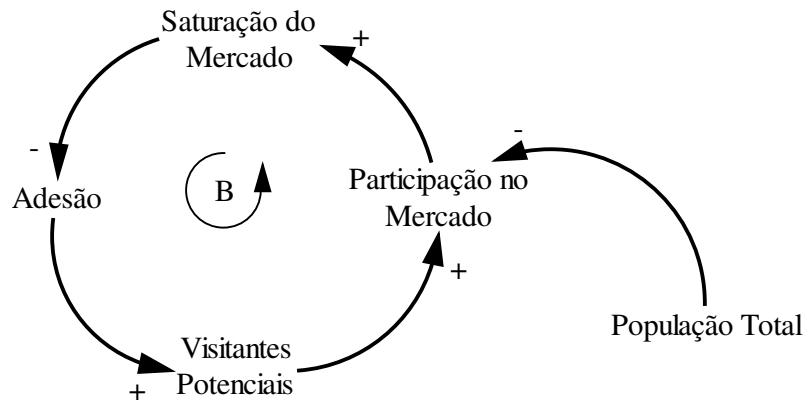


Figura 32 – Ciclo de balanceamento ou limite do mercado

A demanda diária de visitantes é outro elemento que está diretamente relacionado à base de visitantes potenciais. No modelo proposto esta variável é responsável pela interface entre os modelos de simulação discreta e contínua, atuando como dado de saída do modelo contínuo e dado de entrada do modelo discreto.

O mesmo ocorre de forma inversa com outra variável, nível de serviço. Esta variável relaciona-se diretamente com a variável perda que provoca a redução na base de visitantes potenciais. A relação entre as variáveis perdas e visitantes potenciais define outro ciclo de balanceamento no modelo ilustrado na figura 33.

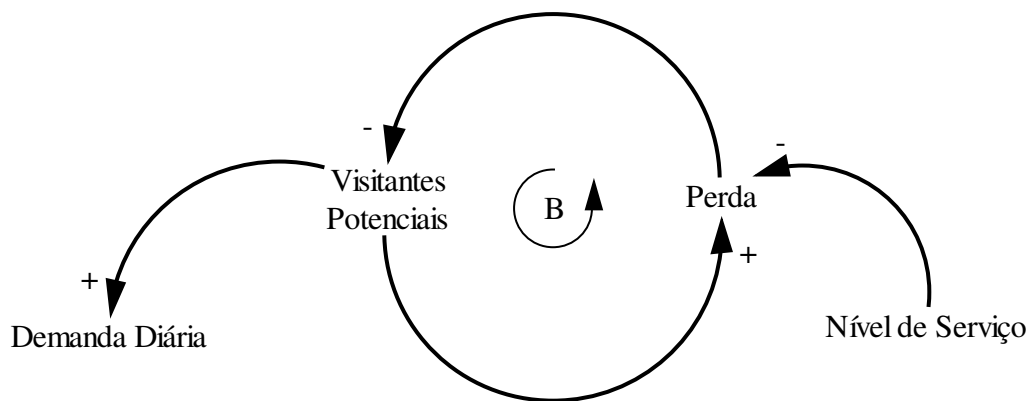


Figura 33 – Ciclo de balanceamento

A figura 34 apresenta o diagrama causal completo do Parque de diversões Beta. Nele é possível observar de forma integrada as diferentes relações entre as variáveis que irão determinar o comportamento do sistema.

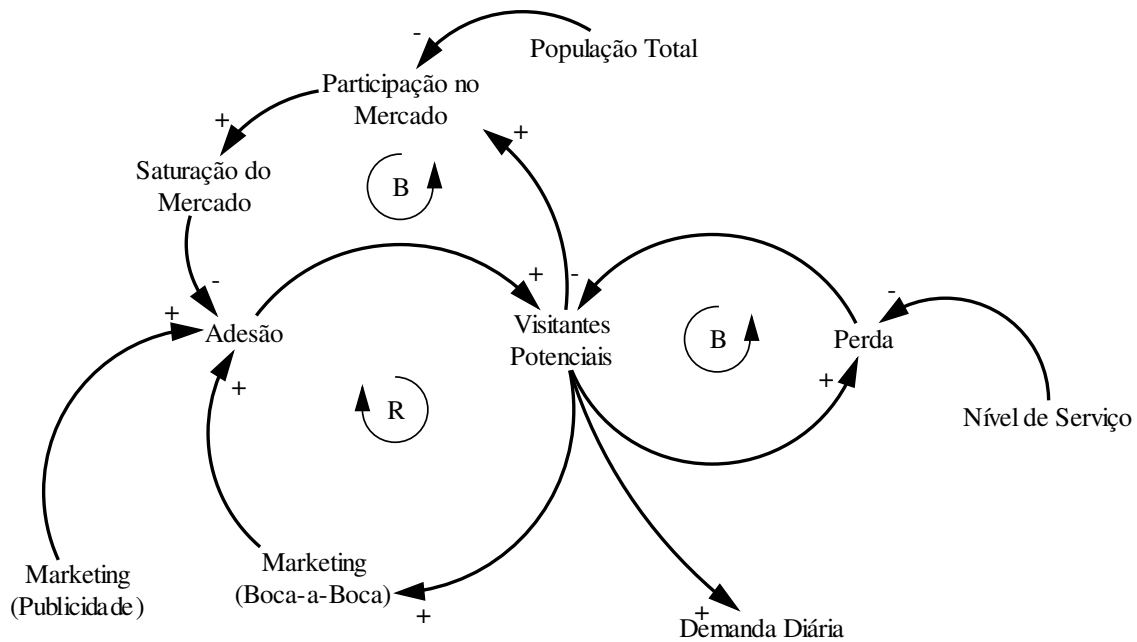


Figura 34 – Diagrama Causal Completo

### 4.3 Construção dos Modelos Computacionais

Descreve-se na seqüência o processo de construção dos modelos de simulação discreta e contínua segundo o procedimento de pesquisa apresentado no capítulo três.

#### 4.3.1 Modelo Computacional Discreto

O modelo computacional discreto elaborado consiste dos seguintes elementos:

- Chegada de Visitantes;
- Bilheteria e Catracas;
- Buffer de circulação que corresponde às áreas de movimentação dos visitantes dentro do parque;
- Seleção de Roteiros;
- Praça de Alimentação;
- Roteiros de atrações: jovem, família e infantil;
- Partida de Visitantes.

A figura 35 ilustra o modelo computacional discreto

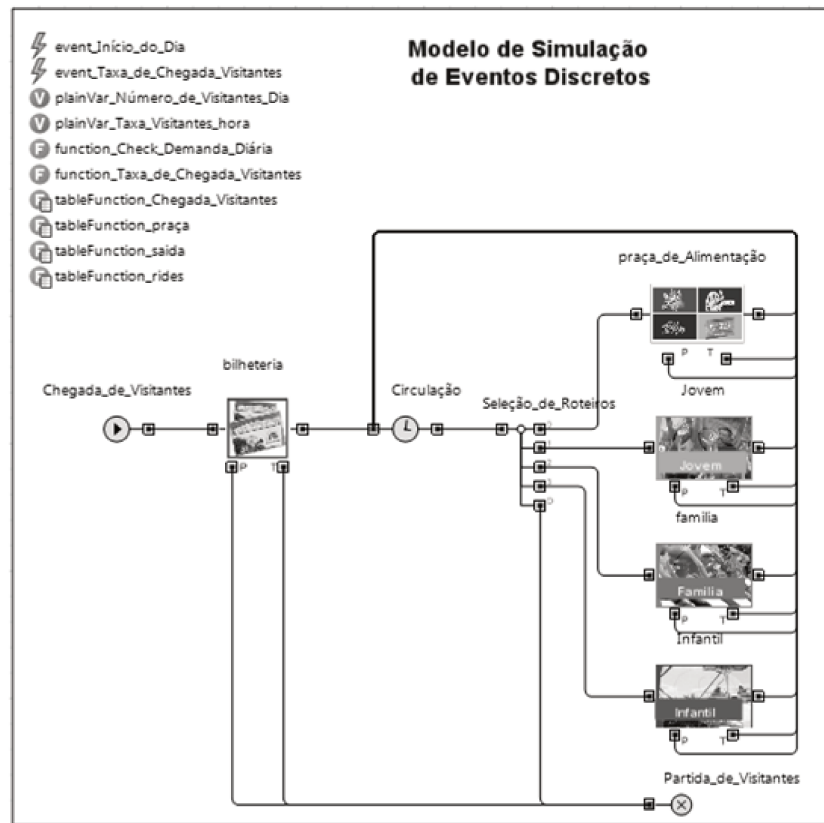


Figura 35 - Modelo Computacional Discreto

O elemento Chegada de Visitantes representa a porta de entrada das entidades no modelo de simulação discreta do Parque de Diversões. As entidades são os elementos



móveis do sistema que representam os visitantes do parque. O surgimento das entidades ou sua chegada podem ocorrer baseados em taxas, funções probabilísticas ou tabelas de tempo. Para este modelo foi adotada uma tabela de chegadas, que representa a distribuição percentual de chegada de visitantes/hora.

O elemento bilheteria é formado por dois processos e um elemento de seleção que determina a necessidade de compra de passaporte ou não. Tal condição é determinada por uma função probabilística baseada no histórico de venda antecipadas de passaportes.

O processo bilheteria consiste em dez pontos de serviço ou caixas, cada um com um recurso alocado. A quantidade de recursos disponíveis para um ponto de prestação de serviços pode ser definida de forma direta ou através de uma tabela de escalas de tempos. Através dos dados coletados foi possível a construção da tabela de escala de tempos da Bilheteria. O tempo de execução do serviço venda de passaporte é determinado por uma função probabilística.

O processo Operação Catracas é formado por dez pontos de serviço onde cada recurso alocado consiste em uma catraca com filas independentes. Da mesma forma que o processo anterior a disponibilidade do recurso catracas foi definida através de uma tabela de escala de tempos e o tempo de operação ou passagem é determinado por uma função probabilística. A figura 36 ilustra o modelo de bilheteria e catracas.

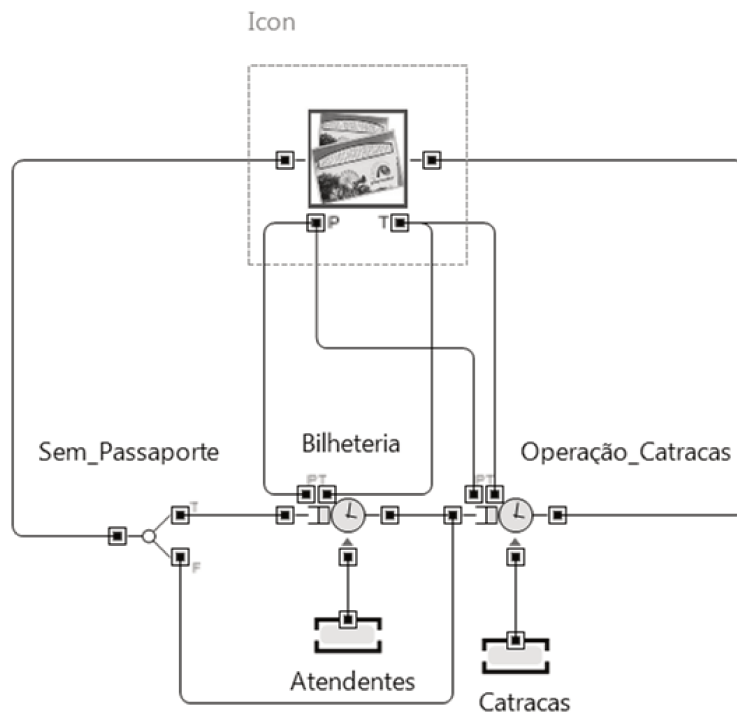


Figura 36 - Processo Operação Catracas

Os elementos de circulação e seleção dos roteiros simulam os tempos de deslocamentos entre as diversas atrações do parque e o processo de escolha das atrações. O tempo de deslocamento é determinado através de uma função de probabilidade. Já o processo de escolha do roteiro é definido através de tabelas de chegada horária para cada tipo de atração.

A praça de alimentação consiste em um conjunto de elementos que representam as quatro lojas de serviço de alimentação com suas respectivas capacidades e tempos de atendimento, filas e recursos. E pelo conjunto de recursos que representam a quantidade de lugares disponíveis na praça de alimentação. O tempo de permanência ou ocupação de um lugar na praça é dado em função de uma distribuição de probabilidades.

Os roteiros jovem, família e infantil são compostos por um conjunto de elementos que representam as atrações ou brinquedos denominados *rides*. Um *ride* é formado por: um

elemento fila de capacidade finita que armazena as entidades ou visitantes que aguardam serem processadas; um ou mais elementos denominados veículos que conduzem ou processam um conjunto de entidades por um determinado período de tempo. Define-se o tempo de ciclo de um *ride* como a soma dos tempos de embarque e desembarque mais o tempo de processamento das entidades. A capacidade total de um *ride* é dado pelo produto da capacidade do veículo vezes o número de veículos disponíveis.

O elemento partida de visitantes representa a saída de entidades do modelo.

### **4.3.2 Modelo Computacional Contínuo**

O primeiro passo a ser executado para a construção do modelo computacional de Dinâmica de Sistemas consiste na construção dos diagramas de estoque e fluxos com seus respectivos valores iniciais e funções para o software adotado.

A conversão do modelo construído através dos diagramas causais se faz necessária em virtude de duas razões principais. A primeira razão conforme explicam Vennix (1996), Sterman (2000) e Morecroft (2007) ocorre em função de uma limitação dos diagramas de ciclo causal, apesar ser uma excelente ferramenta para representação de sistemas dinâmicos, este método de representação possui uma inabilidade em capturar as estruturas de estoque e fluxo do sistema, sendo estes, assim como os atrasos, dois conceitos centrais da teoria de Dinâmica de Sistemas. A segunda razão, diz respeito à transcrição do modelo para uma ferramenta de simulação. Todas as ferramentas de simulação que utilizam o paradigma da Dinâmica de Sistemas adotam como notação os diagramas de estoque e fluxo.

A conversão do diagrama causal em um diagrama de estoque fluxo começa pela identificação dos elementos ou variáveis do sistema que representam estoques ou fluxos, segundo Sterman (2000) uma forma de realizar esta identificação é retirando-se uma foto do sistema. Por exemplo, é possível determinar a quantidade de água em um reservatório

através da análise de imagens de satélite, mas não é possível determinar quanto o nível de água está subindo ou descendo. Analisando este instantâneo é possível identificar os estoques como os elementos mensuráveis da figura, incluindo estados psicológicos ou elementos intangíveis. Os fluxos estarão associados aos estoques e serão mensurados com a mesma unidade por tempo.

Utilizando a abordagem descrita acima, é possível identificar no diagrama causal apresentado na figura 34, um estoque e dois fluxos. O diagrama de estoque-fluxo do Parque de Diversões Beta é apresentado na figura 37.

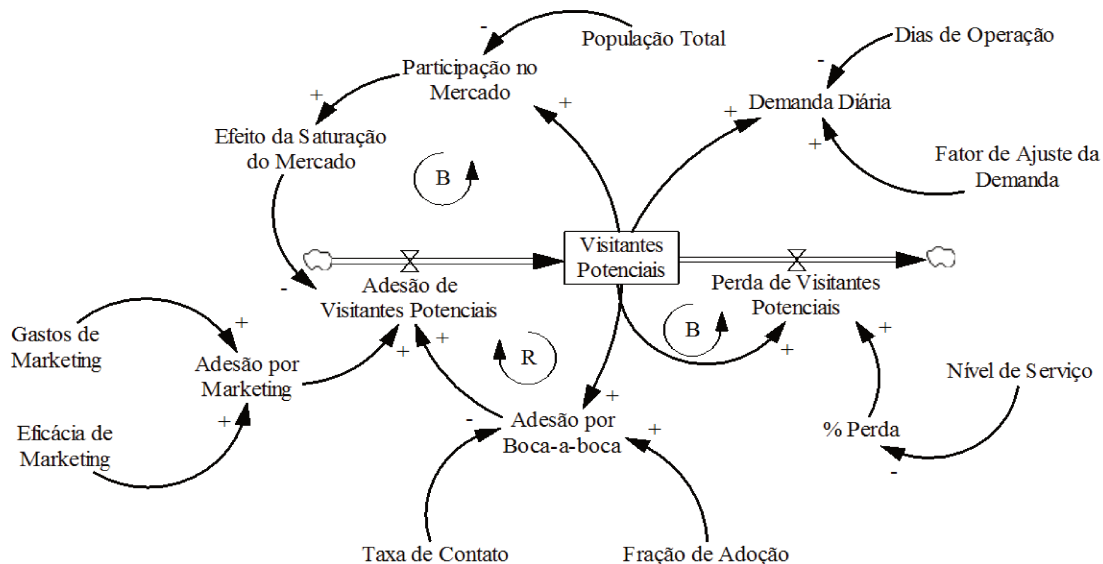


Figura 37 - Diagrama de Estoques e Fluxos do Parque de Diversões Beta

Após a construção do diagrama de estoque e fluxos inicia-se a construção das funções e gráficos que representam as relações entre os diferentes elementos do sistema.

Neste momento deve-se avaliar a integridade das equações propostas, determinar os valores iniciais das variáveis e verificar a consistência das suposições e seus limites.

Conforme discutido na seção a variável “Adesão por Marketing” é diretamente afetada pelas variáveis “Gastos de Marketing” e “Eficácia de Marketing” sendo estas relações expressas conforme a equação 1 abaixo.

$$Adesão\ por\ Marketing = Gastos\ de\ Marketing \times Eficácia\ de\ Marketing \quad (1)$$

Os valores iniciais considerados para as variáveis “Gastos de Marketing” e “Eficácia de Marketing” são respectivamente R\$ 0,00 e 0,002 visitantes/ RS \*dia.

A variável “Adesão por Boca-a-boca” é influenciada pelas variáveis “Taxa de Contato”, “Fração de Adoção” e “Visitantes Potenciais” sendo estas relações expressas conforme a equação 2.

$$Adesão\ por\ Boca\ a\ boca = \frac{Fração\ de\ Adoção \times Visitantes\ Potenciais}{Taxa\ de\ Contato} \quad (2)$$

Os valores iniciais considerados para as variáveis “Taxa de Contato”, “Fração de Adoção” e “Visitantes Potenciais” são respectivamente 3 visitantes/ visitantes x dia, 1% e 1.500.000 visitantes.

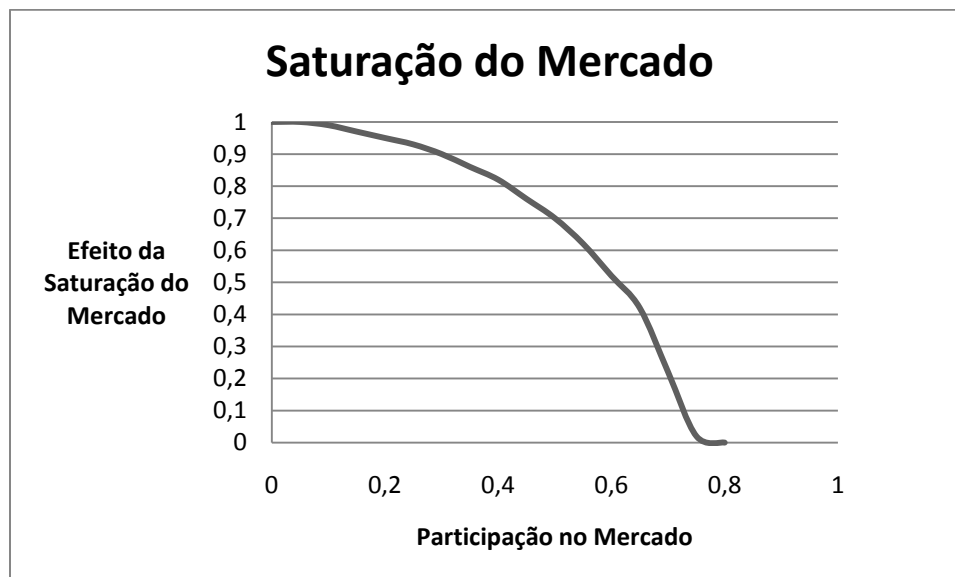
A “Participação no Mercado” é definida pela relação entre as variáveis “Visitantes Potenciais” e “População Total”. A equação 3 expressa estas relações.

$$Participação\ no\ Mercado = \frac{Visitantes\ Potenciais}{População\ Total} \quad (3)$$

Os valores iniciais considerados para as variáveis “Visitantes Potenciais” e “População Total” são respectivamente 1.500.000 visitantes e 6.250.000 visitantes.

A variável “Efeito da Saturação do Mercado” é definida por uma relação não linear com a variável “Participação no Mercado”. O gráfico representa esta relação.

Gráfico 1 – Saturação do Mercado



O fluxo “Adesão de Visitantes Potenciais” é obtido das relações entre as variáveis “Adesão por Marketing”, “Adesão por Boca-a-boca” e “Efeito da saturação do Mercado” expressas pela equação 4.

Adesão de Visitantes Potencial =

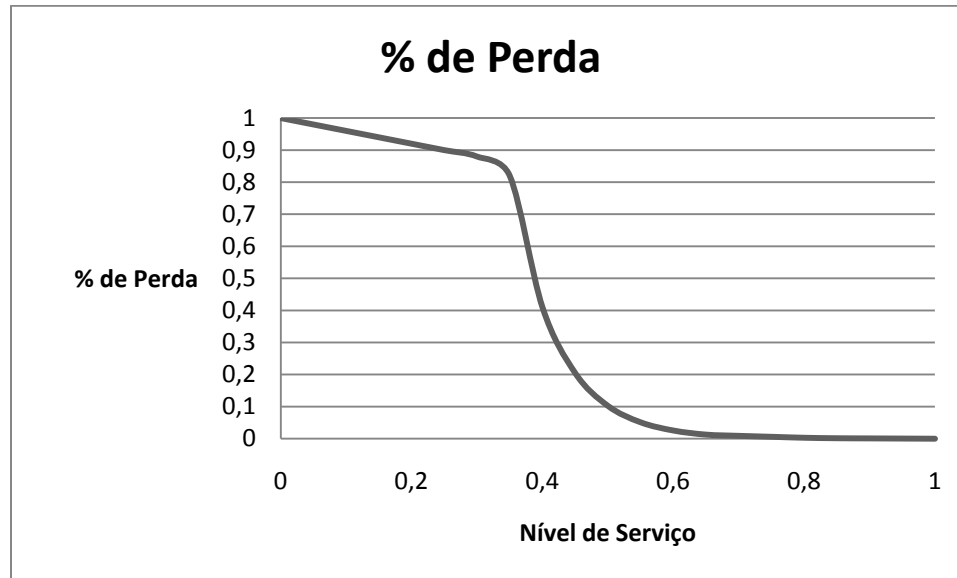
$$(Adesão\ por\ Marketing + Adesão\ por\ Boca\ a\ boca) \times Efeito\ da\ Saturação\ do\ Mercado \quad (4)$$

O fluxo “Perda de Visitantes Potenciais” é obtido através das relações entre as variáveis “Visitantes Potenciais” e “% de Perda” apresentada na equação 5.

$$Perda\ de\ Visitantes\ Potenciais = Visitantes\ Potenciais \times \% \text{ Perda} \quad (5)$$

O valor inicial considerado para a variável “Visitantes Potenciais” é um milhão e meio de visitantes. O valor da variável “% de Perda” é obtido através da relação não linear com a variável “Nível de Serviço” ilustrada no gráfico 2.

Gráfico 2 – Perda de percentual de visitantes



A variável “Demanda Diária” é definida através das relações entre as variáveis “Visitantes Potenciais”, “Dias de Operação” e “Fator de Ajuste da demanda” representada na equação 6.

$$\text{Demanda Diária} = \frac{\text{Visitantes Potenciais} \times \text{Fator de Ajuste da demanda}}{\text{Dias de Operação}} \quad (6)$$

Os valores iniciais considerados para as variáveis “Visitantes Potenciais” e “Dias de Operação” são respectivamente 1.500.000 visitantes e 365 dias. O “Fator de Ajuste da demanda” é representado por uma distribuição normal de probabilidade de média 1,0 e desvio padrão 0,3.

O estoque “Visitantes Potenciais” é representado por uma função Integral conforme representação a seguir.

$$\begin{aligned} \text{Visitantes Potenciais}(t) &= \\ &= \int_0^t [\text{Adesão de Visitantes Potenciais} - \text{Perda de Visitantes Potenciais}] ds \\ &+ \text{Visitantes Potenciais}(t_0) \end{aligned} \quad (7)$$

Onde “Visitantes Potenciais” ( $t_0$ ) corresponde ao valor inicial de uma milhão e meio de visitantes.

O 2º *Passo* consiste no transporte dos diagramas de estoque e fluxos com seus respectivos valores iniciais, funções e gráficos para o software adotado.

O 3º *Passo* do processo de construção do modelo de Dinâmica é a realização de testes que buscam determinar a validade do modelo proposto. Sterman (2000) e Morecroft (2007) sugerem a realização de uma serie de testes. Para este modelo foram aplicados os testes de adequação dos limites, avaliação da estrutura, consistência dimensional, avaliação de parâmetros, robustez em condições extremas.

### **4.3.3 Integração dos Modelos**

A integração dos modelos de simulação de eventos discretos e de dinâmica de sistemas será realizada de duas formas. A primeira irá utilizar o valor de demanda diária gerado pelo modelo de Dinâmica de Sistemas transformando em uma função de distribuição de chegadas de visitantes no parque de diversões ao longo do dia. Esta distribuição está baseada na frequência de chegadas de visitantes determinada no processo de coleta e análise de dados do modelo de Simulação de Eventos Discretos. A segunda se dará através do modelo de desempenho em transportes proposto por Lima (2004) apresentado na seção 2.2.7.

As funções propostas neste modelo serão utilizadas para transportar informações do modelo de simulação de eventos discretos e avaliar o desempenho do sistema. Serão utilizadas as funções:

- Função Serviço

$$S = \phi_s(V, T, E)$$

- Função Satisfação do Cliente



$$Sc = \phi_{sc}(V, T, E, C)$$

➤ Função Recursos

$$R = \phi_r(V, T, E)$$

A função sustentabilidade não será utilizada, pois o parâmetro Ambiente não foi considerado para o modelo em questão. Também será elaborada uma função para determinar a demanda de visitantes no parque e sua distribuição de chegada ao longo do dia.

Na seqüência apresentam se as funções construídas para esta pesquisa com base no modelo de desempenho em transportes proposto por Lima (2004).

A função nível de serviço de um parque de diversões pode ser expressa através da relação entre dois índices representativos do sistema. O primeiro índice relaciona a somatória do número de passagens de visitantes por brinquedo com o número de brinquedos do parque vezes o número de visitantes no parque. O resultado que está diretamente relacionado ao o nível de utilização dos brinquedos ou equipamentos, pode ser utilizado também, como um indicativo do grau de satisfação do cliente com o serviço.

$$\% \text{ Brinquedos por visitante} = \frac{\sum \text{Números de Passagens de Visitantes por brinquedo}}{N_{\text{brinquedos}} \times V_{\text{visitantes}}} \quad (8)$$

Valores próximos de zero neste índice podem indicar uma baixa satisfação dos visitantes com o serviço, pode-se concluir que boa parte do tempo despendido dentro do parque de diversões está sendo gasto com atividades que não a diversão. Por outro lado, valores próximos a unidade ou superiores indicam um alto nível de satisfação dos clientes, no caso de valores muito superiores a unidade pode ocorrer um efeito reverso, um aumento no tempo de retorno ao parque que pode ser representada por uma diminuição da demanda.

Já o segundo índice informa o nível de congestionamento do parque de diversões. Conforme discutido nas seções anteriores, outros elementos além dos brinquedos e atrações são fundamentais para o desempenho do sistema. Este índice calcula o nível de

congestionamento do sistema através da ocupação das filas e dos sistemas circulação e distribuição de visitantes. Assim o índice de congestionamento do parque é dado por:

$$\text{Índice Congestionamento} = \frac{\sum \text{visitantes nas filas} + \sum \text{visitantes em circulação}}{(\text{Capacidade Total do Parque} - \sum \text{Capacidades dos Serviços e Atrações})} \quad (9)$$

A função recursos é utilizada para calcular a receita operacional do parque e suas despesas. Para isso utiliza-se um valor médio de ticket e um valor médio de gastos com alimentação no parque.

$$\text{Receita} = \frac{\text{Ticket}}{\text{Médio}} \times \text{Visitantes} + \frac{\text{Gasto Médio}}{\text{Alimentação}} \times \frac{\text{N}^\circ \text{ Visitantes na}}{\text{Praça de Alimentação}} \quad (10)$$

$$\text{Despesas} = \frac{\text{Custo Fixo}}{\text{Operacional}} + \text{Custo Variável} \times \text{Visitantes} \quad (11)$$

#### 4.4 Aplicação do Modelo Híbrido

O modelo apresentado nas seções anteriores será utilizado para descrever e avaliar a dinâmica dos processos de gerenciamento do parque de Diversões Beta. Neste trabalho serão avaliados dezesseis diferentes cenários, construídos através da combinação de três diferentes políticas e da variação do valor inicial de um parâmetro do modelo. As políticas utilizadas foram:

- Investimento em marketing: esta política se caracteriza por promover, quando adotada, o aumento da adesão de visitantes potenciais. Provoca também, o aumento das despesas totais. Estipularam-se dois níveis de

investimento: o primeiro corresponde ao não investimento, representado por R\$ 0,00/dia; o segundo ao investimento, representado por R\$ 10.000,00/dia.

- Abertura sazonal: a gestão do número de dias de funcionamento do parque afeta diretamente a demanda diária. Foram adotados dois padrões gestão: o primeiro denominado normal corresponde a 365 dias de operação; o segundo denominado sazonal corresponde a 200 dias de operação.
- Gestão da Capacidade de Circulação: a gestão da capacidade do sistema de circulação do parque está diretamente relacionada ao índice de congestionamento do parque. Foram adotados dois níveis de capacidade: normal, 6000 visitantes; expandido, 8000 visitantes.

Para analisar o comportamento do sistema frente a um diferente padrão de demanda, altera-se o valor inicial do estoque Visitante Potencias. Foram definidos dois valores iniciais: normal, 1.500.000 visitantes; máximo, 3.000.000 visitantes. A figura 38 resume as políticas propostas para análise do desempenho do sistema.

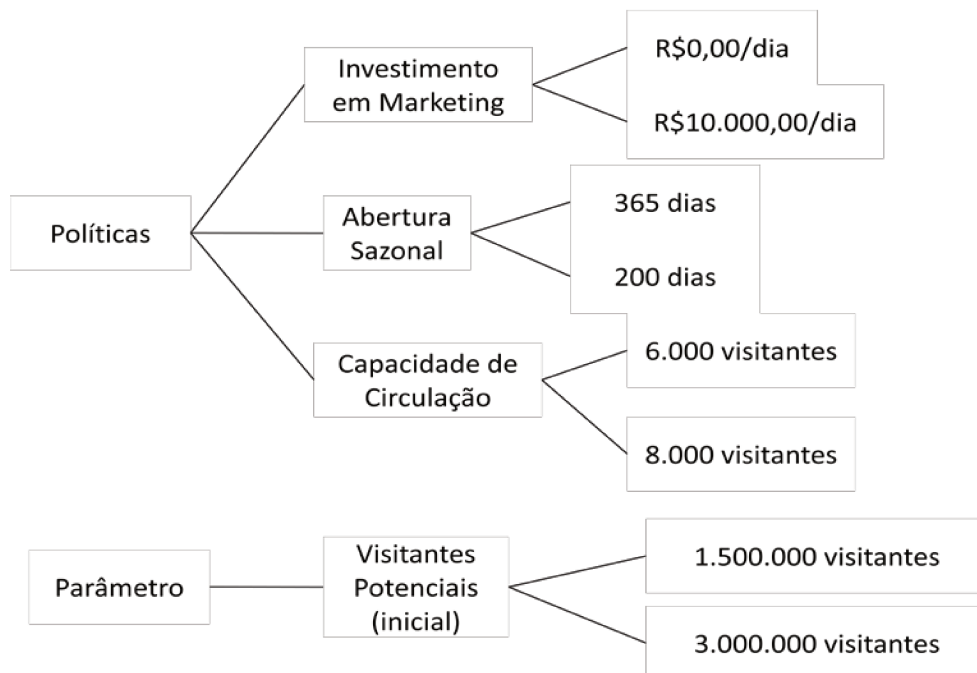


Figura 38 – Resumo das políticas de análise do sistema

O quadro 16 apresenta cada um dos dezesseis cenários propostos.

<b>Cenários</b>	<b>Política de Marketing</b>	<b>Gestão dos Dias de Funcionamento do Parque</b>	<b>Valor Inicial da Base de Potenciais Visitantes</b>	<b>Capacidade do Sistema de Circulação</b>
<b>1</b>	R\$ 0,00/dia	365 dias	1.5 MM	6000 visitantes
<b>2</b>	R\$ 10.000,00/dia	365 dias	1.5 MM	6000 visitantes
<b>3</b>	R\$ 0,00/dia	200 dias	1.5 MM	6000 visitantes
<b>4</b>	R\$ 10.000,00/dia	200 dias	1.5 MM	6000 visitantes
<b>5</b>	R\$ 0,00/dia	365 dias	3.0 MM	6000 visitantes
<b>6</b>	R\$ 10.000,00/dia	365 dias	3.0 MM	6000 visitantes
<b>7</b>	R\$ 0,00/dia	200 dias	3.0 MM	6000 visitantes
<b>8</b>	R\$ 10.000,00/dia	200 dias	3.0 MM	6000 visitantes
<b>9</b>	R\$ 0,00/dia	365 dias	1.5 MM	8000 visitantes
<b>10</b>	R\$ 10.000,00/dia	365 dias	1.5 MM	8000 visitantes
<b>11</b>	R\$ 0,00/dia	200 dias	1.5 MM	8000 visitantes
<b>12</b>	R\$ 10.000,00/dia	200 dias	1.5 MM	8000 visitantes
<b>13</b>	R\$ 0,00/dia	365 dias	3.0 MM	8000 visitantes
<b>14</b>	R\$ 10.000,00/dia	365 dias	3.0 MM	8000 visitantes
<b>15</b>	R\$ 0,00/dia	200 dias	3.0 MM	8000 visitantes
<b>16</b>	R\$ 10.000,00/dia	200 dias	3.0 MM	8000 visitantes

Quadro 16 – Cenários Propostos para Avaliação do Sistema

No primeiro cenário todos os padrões e níveis das políticas estão em seu estado natural, assim este cenário será utilizado para avaliar comparativamente os efeitos provocados pelas alterações nas políticas e no parâmetro inicial sobre o desempenho do sistema. A partir do segundo cenário inicia-se a variação das políticas, primeiro de forma individual e depois combinada. Os cenários: dois, três, cinco e nove representam cenários com a variação de apenas uma política ou parâmetro. Os cenários: quatro, seis, sete, dez, onze e treze representam cenários com a variação combinada de duas políticas ou de uma política e um parâmetro. Os cenários oito, doze, quatorze e quinze são cenários com a variação combinada de três políticas ou de duas políticas e um parâmetro. No cenário dezesseis ocorre a variação das três políticas e do parâmetro inicial.

#### **4.5 Avaliação dos Resultados**

A partir dos resultados obtidos após a aplicação do modelo aos diferentes cenários propostos, realiza-se a avaliação dos mesmos conforme descrito na seção 3.5. A tabela 6 apresenta os resultados obtidos para cada cenário.

Tabela 6 – Resultados dos Cenários Propostos

Cenários	EBITA	Participação no Mercado	Visitantes Potenciais	Demanda Diária Média	Nível de Serviço	Congestionamento	% Brinquedos/ Visitante
<b>1</b>	R\$ 5,825,216.00	25.90%	1,683,760.00	4,420.00	69.9%	59.3%	53.6%
<b>2</b>	R\$ 5,439,524.00	25.80%	1,678,222.00	4,355.00	68.4%	63.7%	51.0%
<b>3</b>	R\$ 13,219,059.00	22.50%	1,464,805.00	7,650.00	58.3%	104.4%	39.4%
<b>4</b>	R\$ 11,674,552.00	23.00%	1,497,627.00	7,702.00	58.8%	102.4%	40.0%
<b>5</b>	R\$ 12,418,444.00	40.30%	2,621,438.00	7,627.00	59.6%	99.6%	40.7%
<b>6</b>	R\$ 11,077,111.00	40.40%	2,628,468.00	7,933.00	59.8%	98.5%	41.0%
<b>7</b>	R\$ 16,514,779.00	26.20%	1,699,976.00	9,818.00	53.4%	124.5%	35.1%
<b>8</b>	R\$ 14,933,827.00	26.60%	1,731,865.00	9,294.00	54.0%	122.2%	36.7%
<b>9</b>	R\$ 6,413,812.00	28.00%	1,819,763.00	4,683.00	76.7%	47.0%	52.2%
<b>10</b>	R\$ 4,964,542.00	28.40%	1,848,386.00	4,708.00	77.0%	45.9%	53.0%
<b>11</b>	R\$ 13,965,812.00	25.80%	1,675,836.00	7,679.00	69.4%	81.8%	38.6%
<b>12</b>	R\$ 12,848,492.00	26.10%	1,693,743.00	8,044.00	69.2%	82.1%	37.9%
<b>13</b>	R\$ 13,863,885.00	44.00%	2,861,977.00	7,902.00	69.6%	81.3%	38.2%
<b>14</b>	R\$ 13,263,305.00	43.90%	2,854,762.00	8,051.00	68.9%	84.1%	37.2%
<b>15</b>	R\$ 23,758,993.00	38.40%	2,498,989.00	13,038.00	52.8%	125.7%	28.6%
<b>16</b>	R\$ 23,115,062.00	38.90%	2,529,677.00	13,342.00	52.3%	128.1%	28.2%

Apresenta-se na seqüência a análise comparativa dos resultados de cada cenário.

Conforme discutido anteriormente o primeiro cenário será utilizado como controle ou referência para análise do desempenho dos demais cenários. Portanto inicia-se a análise pelo cenário número dois.

Cenário 2: neste cenário foi aplicada a política de investimento. Pode-se observar pelos valores apresentados na tabela 6 que a adoção individual desta política não foi efetiva no aumento da base de visitantes potenciais, seus resultados mais expressivos foram à redução EBITA e o aumento do índice de congestionamento do parque. O que explica a queda no nível de serviço e o conseqüente decréscimo da base de visitantes potenciais. Pode-se concluir que a adoção desta política piora o desempenho do sistema.

Cenário 3: neste cenário foi aplicada a política de abertura sazonal. Observando-se os valores obtidos, pode-se concluir que a adoção individual desta política promoveu o aumento da demanda diária média e do EBITA, 227% e 173,1% respectivamente. O reflexo abrupto deste aumento da demanda pode ser observado na queda de 16,6% do nível de serviço e na redução de 13% da base de potenciais visitantes. Conclui-se que a adoção desta política a longo prazo conduzirá o sistema para um nível de desempenho muito inferior ao inicial.

Cenário 4: neste cenário são combinadas as políticas de investimento e abertura sazonal. Os resultados obtidos são extremamente semelhantes aos obtidos com o cenário três. Pode-se observar que a adoção combinada destas políticas promove um pequeno aumento do nível de serviço quando comparado ao cenário três.

Cenário 5: neste cenário altera-se o valor inicial da base de potenciais visitantes. O resultado prático desta alteração é o aumento da demanda diária para valores próximos ou superiores a capacidade do parque de diversões. Pode-se concluir através dos resultados a variação deste parâmetro provoca um aumento no índice de congestionamento do parque e um decréscimo de 25% no número de brinquedos por visitante o que se reflete na queda do nível de serviço e retração da base de potenciais visitantes.

Cenário 6: neste cenário são combinadas a política de investimentos com a variação do valor inicial da base de potenciais clientes. A partir dos resultados pode-se concluir que a política

de investimentos tem pouca influência sobre o desempenho do sistema para este nível de visitantes potenciais, os resultados deste cenário são similares aos do cenário 5.

Cenário 7: neste cenário são combinadas a política de abertura sazonal e alteração do valor inicial da base de potenciais visitantes. Observando o valor da demanda diária média, pode-se concluir que o sistema está trabalhando em seu limite. O reflexo deste cenário é demonstrado pelo aumento no índice de congestionamento com conseqüente queda no nível de serviço. Outra consideração importante é a forte retração da base de potenciais visitantes, da ordem de 57%.

Cenário 8: neste cenário são combinadas as políticas de investimento, abertura sazonal e alteração do valor inicial da base de potenciais visitantes. Os resultados observados permitem concluir que a política de investimentos tem pouca influência sobre o desempenho do sistema para este nível de visitantes potenciais, os resultados deste cenário são similares aos do cenário 7.

Cenário 9: neste cenário foi aplicada a política de incremento da capacidade de circulação. Pode-se afirmar com base nos resultados apresentados que esta política foi efetiva para a melhora do desempenho do sistema. A aplicação desta política proporcionou uma redução do índice de congestionamento, o que resultou na elevação do nível de serviço do parque. Como conseqüência reduziu-se a perda de potenciais visitantes o que se reflete no aumento da participação do mercado. Os valores de EBITA e demanda diária média também foram alterados positivamente.

Cenário 10: neste cenário são combinadas as políticas de investimento e a política incremento da capacidade de circulação. Os resultados observados permitem concluir que a aplicação combinada destas duas políticas proporcionou a melhora do desempenho do sistema. Ressalta-se, apenas que o valor de EBITA deste cenário é inferior ao do cenário 9.

Cenário 11: neste cenário é combinada a política incremento da capacidade de circulação e abertura sazonal. Pode-se afirmar pelos resultados obtidos que adoção destas políticas provocou um aumento da demanda diária média da ordem de 73%. Os reflexos desta variação da demanda são observados na redução do nível de serviço do sistema.

Cenário 12: neste cenário são combinadas as políticas de investimento, de abertura sazonal e incremento da capacidade de circulação. Os resultados obtidos permitem concluir que a



adoção combinadas das três políticas promoveu um pequeno incremento na participação do mercado, aumento de 82% no valor da demanda diária média e um aumento da ordem de 220% no EBITA. O nível de serviço caiu 0,7%.

Cenário 13: neste cenário é combinada a política incremento da capacidade de circulação e alteração do valor inicial da base de potenciais visitantes. Os resultados observados permitem concluir que a adoção da política de incremento da capacidade de circulação foi eficaz na redução da degradação do nível de serviço do sistema. Pode-se observar isto através do cenário 5. Assim, apesar de o sistema apresentar uma redução do nível de serviço, foi possível manter o valor da base de potenciais visitantes próximo do inicial.

Cenário 14: neste cenário são combinadas as políticas de investimentos, incremento da capacidade de circulação e alteração do valor inicial da base de potenciais visitantes. Os resultados observados permitem concluir que a adoção da política de investimentos tem pouca influência sobre o desempenho do sistema para este nível de visitantes potenciais, os resultados deste cenário são similares aos do cenário 13.

Cenário 15: neste cenário são combinadas as políticas de abertura sazonal, incremento da capacidade de circulação e alteração do valor inicial da base de potenciais visitantes. Os resultados observados permitem concluir que a adoção da política de abertura sazonal reduz parcialmente os benefícios da política de incremento de capacidade. Pode-se observar isso pelo aumento do índice de congestionamento e pela degradação do nível de serviço quando comparados aos valores obtidos no cenário 13.

Cenário 16: neste cenário são combinadas as políticas de investimentos, de abertura sazonal, incremento da capacidade de circulação e alteração do valor inicial da base de potenciais visitantes. Os resultados obtidos para este cenário são similares aos do cenário 15, sendo aplicadas as mesmas considerações para a política de investimentos.

A partir do conjunto de análises apresentadas pode-se afirmar que os cenários 9 e 13 apresentaram aplicações de políticas que proporcionaram um melhor desempenho do sistema. A política de investimentos torna-se cada vez menos efetiva à medida que a aumenta a base de potenciais visitantes o que se mostra coerente ao modelo proposto. O uso da política de abertura

sazonal mostrou-se mais efetiva quando combinada a política de incremento de capacidade. Quando adotada individualmente promoveu o crescimento abrupto da demanda e do índice de congestionamento o que refletiu no nível de serviço e na diminuição da base de visitantes potenciais.

Ao promover a alteração do valor inicial da base de visitantes potenciais podem-se observar os efeitos da saturação do serviço pelo aumento do índice de congestionamento e degradação do nível de serviço. Este comportamento ocorre em virtude de o sistema de prestação de serviços possuir uma capacidade estática, assim pode-se determinar gargalos no sistema através da análise da utilização de recursos do modelo discreto. A análise do percentual de brinquedos por visitante fornece um bom indicativo da satisfação do cliente e permite avaliar a utilização do sistema. Nos cenários propostos pode-se concluir que o gargalo do sistema está em seu sistema de circulação e não nos brinquedos.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este capítulo busca inicialmente sumarizar as idéias principais e conclusões desta pesquisa. Na seqüência, apresenta críticas e comentários sobre o trabalho desenvolvido e encerrando o capítulo são feitas propostas e recomendações para futuras pesquisas.

No primeiro capítulo foi explicitado que o objetivo desta pesquisa era desenvolver um modelo híbrido de simulação eventos discretos e contínuos que permitisse descrever e avaliar a dinâmica dos processos de gerenciamento de uma operação de serviços, especificamente no setor de entretenimento em um parque de diversões, auxiliando na análise de desempenho e possibilitando o desenvolvimento de políticas para a tomada de decisão.

Para alcançar este objetivo, foi desenvolvida a modelagem de um parque de diversões localizado no Estado de São Paulo, empregando-se os métodos de modelos de simulação de eventos discretos e contínuos. A exploração deste modelo híbrido se deu através da análise de cenários onde se combinaram diferentes políticas de gestão a variação de parâmetros operacionais. Foram propostas três políticas: investimento em marketing, abertura sazonal do parque e aumento da capacidade do sistema de circulação de visitantes. Além disso, avaliaram-se cenários onde, a demanda diária do sistema aproxima-se ou superava sua capacidade. O modelo permitiu avaliar e verificar a eficácia das políticas propostas e seus efeitos no desempenho do sistema.

Destaca-se como vantagem do método proposto a capacidade do modelo em identificar em qualquer componente do modelo discreto o efeito benéfico ou não de uma política proposta. O que pode auxiliar a decisão sobre investimentos no aumento de capacidades ou alteração do sistema. Estes resultados permitem considerar que o objetivo enunciado acima foi cumprido.

Cabe ressaltar que a modelagem híbrida não está isenta de desvantagens, não devendo, portanto ser adotada indiscriminadamente. De maneira geral deve-se buscar adotar o método de simulação mais adequado ao problema proposto. Por exemplo, se o sistema em questão puder ser representado naturalmente como um processo, composto por uma seqüência de operações, recursos e entidades o uso do método de simulação de eventos discretos é o mais indicado. Caso seja necessário especificar o comportamento individual de cada componente ou objeto do sistema a utilização da teoria dos agentes é metodologia mais adequada. Porém, se o problema em questão possui alto nível de abstração, relações não lineares entre as variáveis do sistema, uma abordagem de dinâmica de sistemas fornecerá a melhor solução.

Recomenda-se, em estudos futuros, a inclusão da função ambiental, proposta por Lima (2004). Acredita-se que o acréscimo desta função resultará em um aumento da complexidade do modelo híbrido e proporcionará uma análise mais realista do desempenho do serviço.

No caso deste modelo a demanda diária está relacionada apenas a função satisfação do cliente, apesar desta relação ser não-linear, e extremamente adequada à modelagem proposta por dinâmica de sistemas, um modelo mais abrangente poderia simular a demanda diária levando em consideração também outros fatores endógenos e exógenos como, por exemplo, efeito de promoções e concorrência, clima e temperatura respectivamente.

Também não foi contemplada no modelo, nenhuma iniciativa de melhoria dos processos por parte do Parque de Diversões que pudesse promover um melhor desempenho do sistema. Esta alteração no modelo poderia ser aplicada, por exemplo, na redução dos tempos de indisponibilidade das atrações através de um programa de manutenção preventiva, investimento em novas atrações ou no aumento dinâmico da capacidade.

Sugere-se ainda a aplicação da modelagem híbrida a outros tipos de serviços buscando sua validação e generalização.

## 6 REFÊRENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ADIBRA - Associação das Empresas de Parques de Diversões do Brasil. <<http://www.adibra.com.br/>>. Acesso: 12/05/2007.

ADIBRA - Associação das Empresas de Parques de Diversões do Brasil. **Estudo “Cenário Brasileiro do Entretenimento: Crescimento e Oportunidades”**: 2008. <<http://www.adibra.com.br/>>. Acesso: 19/12/2008.

BAIDA, Z. AKKERMANS, H. GORDIJN, J. Service Classification versus Configuration. Proceedings of Workshop on Product-Related Data in Information Systems. September, 2005, Bonn, Germany

BALLOU, R.H **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial**. 5ª ed., Porto Alegre: Bookman, 2006.

BANKS, J. CARSON II, J. S. NELSON, B. L. NICOL, D.M. **Discrete-event system simulation**. 4th edition, New Jersey: Prentice Hall, 2004.

BENTES, IVANA. Entre-Tempo, Entretenimento e Comunicação. KAMEL, J. A. N. **Engenharia do Entretenimento: meu vício, minha virtude**. Rio de Janeiro: E-papers Serviços Editoriais, 2006.

BERTALANFFY, L. V. **General system theory**. New York: George Braziller, 1968.

BORSHCHEV, A. FILIPPOV, A. From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Modeling: Reasons, Techniques, Tools. The 22nd International Conference of the System Dynamics Society, July 25 - 29, 2004, Oxford, England

BOWERSOX, D., CLOSS, D. **Logística Empresarial**. São Paulo: Atlas, 2001.

BRAILSFORD S.C. HILTON, N.A. A Comparison of Discrete Event Simulation and System Dynamics for Modelling Healthcare Systems, Proceedings of ORAHS (Riley, J. ed.), pp. 18-39, Glasgow Caledonian University, 2000.

BROWNING, H. L. SINGELMANN, J. The Emergence of a Service Society: Demographic and Sociological Aspects of the Sectoral Transformation of the Labor Force in the U.S.A. Springfield, VA: National Technical Information Service, 1975. Apud. TEBOUL, J. **Serviços em cena: o diferencial que agrega valor ao seu negócio**. Brasília: IEL/NC, 2008.

CHRISTOPHER, M. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 2ª ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

CHWIF, LEONARDO E MEDINA, AFONSO C. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos**. São Paulo: Ed. dos Autores, 2006.

CORRÊA, H. L., CAON, M. **Gestão de Serviços: Lucratividade por meio de operações e de satisfação dos clientes**. São Paulo: Atlas, 2006.

CSCMP - Council of Supply Chain Managemnt and Profissionals. <<http://cscmp.org/default.asp>>. Acesso em: 15/08/2007.

FITZSIMMONS, J., FITZSIMMONS, M. **Administração de Serviços**. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

FREITAS FILHO, P. J. **Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em Arena**. Florianópolis: Visual Books, 2008.

GALLOUJ, F. Economia da Inovação: um balanço dos recentes debates. BERNARDES, R. ANDREASSI, T. **Inovação em serviços intensivos em conhecimento**. São Paulo: Saraiva, 2007.

HARREL, CHARLES R. MOTT, JACK R. A. BATEMAN, ROBERT E. BOWDEN, ROYCE G. GOGG, THOMAS J. **Simulação: Otimizando Sistemas**. São Paulo: IMAM, 2002.

HARRELL, C. GHOSH, B. K. BOWDEN JR, R. O. **Simulation Using Promodel**. New York: McGraw Hill, 2004

IAAPA - International Association of Amusement Parks and Attractions. **Press Room: Amusement Park and Attractions industry Statistics: 2006**. <<http://www.iaapa.org/>>. Acesso: 20/07/2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PAS - Pesquisa Anual de Serviços: 2006**.

INFORMS - The Institute for Operations Research and the Management Sciences. **New Frontiers in Simulation: Biennial survey of discrete-event simulation software tools: 2007.** <<http://www.informs.org/>>. Acesso: 10/11/2008.

JOHNSTON, R. CLARK, G. **Service operations management.** 3rd edition. London: Pearson, 2008.

KELTON, W. D. SADOWSKI, R. P. STURROCK, D. T. **Simulation with Arena.** New York: McGraw Hill, 2007.

KON, A. Serviços de Conhecimento: uma agenda para indução do desenvolvimento econômico. BERNARDES, R. ANDREASSI, T. **Inovação em serviços intensivos em conhecimento.** São Paulo: Saraiva, 2007.

LANE, D.C. You just don't Understand me: Modes of failure and success in the discourse between system dynamics and discrete event simulation. LSE OR Department Working Paper LSEOR 00-34, School of Economics and Political Science, London, 2000.

LIEBERMAN, A. ESGATE, P. **The Entertainment Marketing Revolution: Bringing the Moguls, the Media, and the Magic to the World.** New Jersey: Financial Times Prentice Hall, 2002.

LIMA, O. F. Jr. **Desempenho em Serviços de Transporte: conceitos, métodos e práticas.** Tese de Livre Docência. 247f. Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas. Departamento de Geotecnia e Transportes. Campinas, 2004.

LIMA, O. F. Jr. **Qualidade em serviços de transportes: conceituação e procedimento para diagnóstico.** Tese de doutorado, EPUSP, São Paulo, 1995.

LOVELOCK, C. H. Classifying services to gain strategic marketing insights. *Journal of Marketing*, v. 47, p. 9-20, summer, 1983.

LOVELOCK, C.; WRIGHT, L. **Principles of Service Marketing and Management.** Prentice-Hall, 2001.

LOVERLOCK, C., WIRTZ, J. **Marketing de Serviços: pessoas, tecnologia e resultados.** 5ª edição, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

MAYO, D. D. WICHMANN, K. E. Tutorial on Business and Market Modeling to Aid Strategic Decision Making: System Dynamics in Perspective and Selecting Appropriate Analysis Approaches. **Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference**, 2003.

MILES, I. Serviços e Inovação na Europa. BERNARDES, R. ANDREASSI, T. **Inovação em serviços intensivos em conhecimento**. São Paulo: Saraiva, 2007.

MOORE, JEFFREY H. WEATHERFORD, LARRY R. **Tomada de decisão em administração com planilhas eletrônicas**. 6ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MORECROFT, J. D. W. e ROBINSON, S. Explaining Puzzling Dynamics: Comparing the Use of System Dynamics and Discrete-Event Simulation. **The 23rd International Conference of the System Dynamics Society**. Boston, July, 2005.

MORECROFT, J. D. W. e STERMAN, J. **Modeling for Learning Organizations**. Portland: Productivity Press, 1994.

MORECROFT, J. D. W. **Strategic modeling and business dynamics: a feedback systems approach**. West Sussex, England: John Wiley & Sons, 2007.

NADER, G. **A Magia do Império Disney**. São Paulo: Senac São Paulo, 2007.

OSIPENKO, L. FARR, J. V. System Dynamics and Dynamics Systems Integration in Regulatory Environments. **The 22nd International Conference of the System Dynamics Society**. Oxford, July, 2004.

PINE II, J.; GILMORE, J. H. Welcome to the Experience Economy. **Harvard Business Review**, July-August, 1998, p.97-105.

PINTO, J. A. **Uso da Simulação de Sistemas Dinâmicos para Análise de Logística Hospitalar: Gestão Integrada de Estoque e Capacidade**. 123f. Dissertação de Mestrado, UNICAMP, Campinas, 2007.

ROBINSON, S. **Simulation: The Practice of Model Development and Use**. West Sussex, England: John Wiley & Sons, 2004.

RODRIGUES, P. R. A. **Gestão Estratégica de Armazenagem**. São Paulo: Ed. Aduaneiras, 2007.

SALOMÃO, M. **Parques de Diversões no Brasil: entretenimento, consumo e negócios**. Rio de Janeiro: Mauad, 2000.

SANTOS, J. B. S. **Procedimento para Concepção de Sistemas de Prestação de Serviços Integrando Aspectos de Custos e Capacidades**. 141f. Dissertação de mestrado, UNICAMP, Campinas, 2003.

SCHEMENNER, R. W. **Administração de Operações de Serviço**. São Paulo: Futura, 1999.



SIMCHI-LEVI, D. KAMINSKY, P. SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de Suprimentos: projeto e gestão**. Porto Alegre: Bookman, 2003.

STERMAN, J. 2002. All Models are Wrong: reflections on becoming a system scientist. **System Dynamics Review** – vol. 18. 501–531, 2002.

STERMAN, J. **Business Dynamics: System Thinking and Modeling for a Complex World**. Cambridge, MA: Irwin McGraw-Hill, 2000.

TEBOUL, J. **Serviços em cena: o diferencial que agrega valor ao seu negócio**. Brasília: IEL/NC, 2008.

TRIGO, L. G. G. **Entretenimento: uma crítica aberta**. São Paulo: Senac, 2003.

VALENTE, S. B., LAGE, B. H. G. **Análise da visitação dos parques de diversões brasileiros como opção de lazer**. 172f. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

VENNIX, J. A. M. **Group model building: facilitating team learning using system dynamics**. England: Sage, 1996.

VILLELA, T. M. A. **Identificação de Atributos para Análise do Desempenho de Redes Logísticas no Setor de Serviços**. 148f. Dissertação de Mestrado, UNICAMP, Campinas, 2006.

WB – World Bank. **Global Economic Prospects**, 2008. <<http://www.worldbank.org/>>. Acesso: 10/07/2008.

WOLF. M. J. **The Entertainment Economy**. New York: Random House, 1999.

XJ Technologies. < <http://www.xjtek.com/>>. Acesso: 06/06/2008.

ZEITHAML, V. A., BITNER, M. J., GREMLER, D. D. **Services Marketing: Integrating Customer Focus Across the Firm**. 4<sup>a</sup> ed. New York: McGraw-Hill Irwin, 2006.