

Universidade Estadual de Maringá

Centro de Tecnologia

Departamento de Engenharia de Produção

**SIMULAÇÃO DINÂMICA DE ATENDIMENTO DE VEÍCULOS
EM PRAÇA DE PEDÁGIO**

Maringá - Paraná

Brasil

Universidade Estadual de Maringá

Centro de Tecnologia

Departamento de Engenharia de Produção

**SIMULAÇÃO DINÂMICA DE ATENDIMENTO DE VEÍCULOS
EM PRAÇA DE PEDÁGIO**

Carlos Itiro Ono

TCC-EP-21-2011

Relatório Técnico apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientador(a): Prof.: Dr. Manoel Francisco Carreira

Maringá - Paraná

2011

RESUMO

Este trabalho aborda os princípios de modelagem e simulação dinâmica utilizando o software Arena versão 13.90 com o propósito de simular o processo de atendimento de uma praça de pedágio administrada por uma concessionária de rodovias do Noroeste do Paraná, visando o entendimento do processo através de animação, a formação de filas e a capacidade de atendimento. Foram realizadas quatro análises de diversos cenários, para que seja possível utilizar a modelagem e o software Arena para modificar a escala de trabalho dos agentes de pedágio com base em previsões de tráfego, mantendo o nível de serviço do atendimento.

Palavras-chave: Praça de Pedágio, Modelagem, Simulação Dinâmica.

SUMÁRIO

RESUMO.....	III
SUMÁRIO.....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	IX
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	1
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	2
1.3 OBJETIVOS	2
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
1.4 SEQUÊNCIA LÓGICA DO TRABALHO	2
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 SIMULAÇÃO DINÂMICA.....	4
2.2 ÁREAS DE APLICAÇÃO.....	5
2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA SIMULAÇÃO	5
2.4 MODELOS DE SIMULAÇÃO.....	7
2.5 ELEMENTOS DA SIMULAÇÃO.....	8
2.5.1 <i>Variáveis de estado</i>	8
2.5.2 <i>Eventos</i>	8
2.5.3 <i>Entidades e Atributos</i>	9

2.5.4	<i>Recursos e Filas de Recursos</i>	9
2.5.5	<i>Atividades e Períodos de Espera</i>	9
2.5.6	<i>Tempo Simulado e Tempo de Simulação</i>	10
2.5.7	<i>Modelos Discretos e Modelos Contínuos</i>	10
2.5.8	<i>Métodos de Modelagem</i>	11
2.6	ETAPAS DE UM ESTUDO DE SIMULAÇÃO	12
2.6.1	<i>Formulação e análise do problema</i>	12
2.6.2	<i>Planejamento do projeto</i>	13
2.6.3	<i>Conceituação do modelo</i>	13
2.6.4	<i>Coleta de dados</i>	14
2.6.5	<i>Tradução do modelo</i>	14
2.6.6	<i>Verificação e Validação</i>	14
2.6.7	<i>Modelo experimental</i>	15
2.6.8	<i>Comparação dos sistemas e análises</i>	15
2.6.9	<i>Documentação</i>	15
2.6.10	<i>Implementação</i>	16
2.7	TEORIA DAS FILAS	16
2.8	SOFTWARE ARENA	17
2.8.1	<i>Interface do Arena</i>	18
2.8.2	<i>Tipos de módulos de dados do Arena</i>	19
2.8.3	<i>Relatórios gerados pelo Arena</i>	19

3	METODOLOGIA	21
4	CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO DE CASO	22
4.1	CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS	22
5	SIMULAÇÃO DINÂMICA	26
5.1	TRADUÇÃO DO MODELO	26
5.2	ANIMAÇÃO DA SIMULAÇÃO.....	36
5.3	VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO.....	36
5.4	ANÁLISES.....	37
6	CONCLUSÃO	42
7	REFERÊNCIAS	44
	ANEXO I	45
	ANEXO II	48
	ANEXO III	51

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ETAPAS EM UM ESTUDO DE MODELAGEM E SIMULAÇÃO.	12
FIGURA 2: ÁREA DE TRABALHO INICIAL DO SOFTWARE ARENA.	19
FIGURA 3: FLUXOGRAMA DO PROCESSO "ATENDIMENTO"	23
FIGURA 4: RESULTADO DA ANÁLISE DE DADOS DO <i>INPUT ANALYZER</i>	25
FIGURA 5: FLUXOGRAMA DO SISTEMA.	27
FIGURA 6: MODELO DE CHEGADA DE VEÍCULOS À SELEÇÃO DA CABINE DE ATENDIMENTO.	28
FIGURA 7: MODELO DE CHEGADA NA CABINE DE ATENDIMENTO À SAÍDA DOS VEÍCULOS.	29
FIGURA 8: DADOS ARMAZENADOS NO MÓDULO " <i>CREATE</i> ".	30
FIGURA 9: DADOS ARMAZENADOS NO <i>ASSIGN</i>	32
FIGURA 10: DADOS ARMAZENADOS NO <i>PICKSTATION</i>	33
FIGURA 11: DADOS ARMAZENADOS NO <i>STATION</i>	34
FIGURA 12: DADOS ARMAZENADOS NO " <i>PROCESS</i> ".	34
FIGURA 13: DADOS ARMAZENADOS NO " <i>ASSIGN VALOR</i> ".	35
FIGURA 14: ANIMAÇÃO DA SIMULAÇÃO.	36
FIGURA 15: CAPACIDADE DE ATENDIMENTO DA PRAÇA DE PEDÁGIO.	38

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: TARIFAS 2011 POR CATEGORIA	24
TABELA 2: CHEGADA DE VEÍCULOS EM DIREÇÃO A CASCAVEL.	31
TABELA 3: CHEGADA DE VEÍCULOS EM DIREÇÃO A MARINGÁ.....	31
TABELA 4: DIMENSIONAMENTO DE ATENDIMENTO.....	40
TABELA 5: EFICIÊNCIA NO ATENDIMENTO.	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
DERSA	Desenvolvimento Rodoviário S/A
FIFO	<i>First In, First Out</i>
PROCOFE	Programa de Concessão de Rodovias Federais
SAD	Sistema de Apoio à Decisão

1 INTRODUÇÃO

Um dos principais marcos do pedagiamento brasileiro foi 1969, quando o Governo do Estado de São Paulo concedeu à empresa estatal DERSA (Desenvolvimento Rodoviário S/A) o direito de explorar o Sistema Imigrantes-Anchieta que, após um processo conturbado que durou de 1929, quando sua construção foi autorizada por Júlio Prestes, a 1947 quando teve sua primeira parte inaugurada por Adhemar de Barros, foi considerada uma obra-prima da engenharia brasileira e privatizada em 1998 durante o Governo de Mário Covas.

Na década de 1990 ocorreu a desestatização de diversos setores da economia, ocorrendo aumento considerável na concessão de rodovias e abrindo espaço para que a iniciativa privada pudesse explorar o serviço.

Apesar da política de cobrança de pedágio em rodovias ter sido implantada já há muito tempo em países da Europa e da América do Norte com sucesso, a introdução desta prática no Brasil sofreu grande resistência e ocorreu lentamente.

Em 1993, foi criado o PROCOFE (Programa de Concessão de Rodovias Federais), concedendo aproximadamente 14.000 quilômetros de rodovias. Em 1996, visando a integração de programas de concessão estaduais, a Lei nº 9.277/96 possibilitou à União conceder trechos de rodovias federais aos Estados.

De acordo com a ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres), o intuito da parceria entre o governo federal e os governos estaduais é a descentralização das atividades de transporte do Estado, transferindo-as à iniciativa privada, possibilitando ao Estado alocar verba maior em projetos sociais.

O presente estudo pretende simular situações típicas e atípicas, de modo que o sistema “praça de pedágio” possa ser dimensionado para as duas situações mantendo o nível de serviço e, como consequência, a satisfação do cliente.

1.1 JUSTIFICATIVA

Os dias de tráfego atípico, superior ao normal, costumam ser constantes problemas para as empresas concessionárias de rodovias, pois sofrem com o aumento das filas, assim como com as consequências que ela propicia, como acidentes, poluição, maior consumo de combustíveis e atraso e insatisfação aos usuários da rodovia.

Devido ao constante aumento na quantidade de rodovias concedidas pelo Estado à iniciativa privada, observa-se a crescente necessidade de evitar que essas filas ocorram.

O presente estudo busca, através da simulação com o software Arena, uma solução para o problema apresentado utilizando a simulação do atendimento nas praças de pedágio.

1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

O problema a ser solucionado é o excesso de filas apresentado em dias de tráfego elevado.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral do estudo é simular o funcionamento de uma praça de pedágio, comparando o serviço prestado em dias de tráfego elevado em relação ao serviço prestado em dias de tráfego normal.

1.3.2 Objetivos específicos

Com o intuito de alcançar o dimensionamento ideal da praça de pedágio mantendo o nível de serviço, serão realizadas as seguintes tarefas:

- Coleta de dados sobre o sistema;
- Análise dos dados disponíveis;
- Modelagem do sistema;
- Tradução do modelo;
- Simulação do sistema;
- Análise dos resultados;
- Proposição de melhorias.

1.4 SEQUÊNCIA LÓGICA DO TRABALHO

Capítulo 1 – Introdução e objetivos: apresenta alguns aspectos do assunto a ser tratado neste estudo e descreve os objetivos que se busca atingir.

Capítulo 2 – Revisão de literatura: Aborda a teoria da simulação e as funções disponíveis no software Arena.

Capítulo 3 – Metodologia: Descreve como os objetivos serão atingidos.

Capítulo 4 – Características do estudo de caso: Caracteriza a situação da empresa no mercado em que está inserida e as características operacionais do sistema estudado.

Capítulo 5 – Simulação Dinâmica: Desenvolvimento dos modelos no Arena e análise de resultados.

Capítulo 6 – Conclusão: Apresenta análises conclusivas dos resultados.

Capítulo 7 – Referências: Indica o material utilizado como base para fundamentação teórica.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Ao efetuar certos tipos de planejamento, geralmente nos deparamos com problemas cujas soluções possam parecer complexas. Geralmente, estamos em busca de soluções que permitam estabelecer ao sistema estudado um funcionamento eficiente ou otimizado, ou seja, que apresente custo adequado e proporcione satisfação ao cliente. Estes estudos são chamados de modelagem de sistemas (PRADO, 2004).

De acordo com Freitas Filho (2001), “a modelagem pressupõe um processo de criação e descrição, envolvendo um determinado grau de abstração que, na maioria das vezes, acarreta numa série de simplificações sobre a organização e o funcionamento do sistema real”.

A Teoria das Filas e a Simulação são as técnicas mais utilizadas para desenvolver uma modelagem de sistemas, sendo que a primeira técnica consiste em um método analítico desenvolvido por meio de fórmulas matemáticas, enquanto que a simulação consiste na utilização de ferramentas computacionais, para montar um sistema que melhor represente o sistema real estudado (PRADO, 2004).

2.1 SIMULAÇÃO DINÂMICA

De acordo com Freitas Filho (2001) a simulação consiste na aplicação de determinadas técnicas matemáticas em programas computacionais, as quais permitem imitar o funcionamento de, praticamente qualquer tipo de operações e processos do mundo real.

Segundo Banks et al. (1995), a simulação é a imitação da operação de um processo real ou sistema durante determinado tempo. A simulação envolve a criação de um histórico e a observação deste histórico para a dedução das características operacionais de um sistema.

De acordo com Pedgen (1990) “simulação é o processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação”. Portanto, entende-se que simular se resume a descrever o comportamento do sistema, construir hipóteses considerando as observações efetuadas e utilizar o modelo para visualizar os efeitos produzidos por alterações no sistema ou nos métodos empregados em sua operação.

2.2 ÁREAS DE APLICAÇÃO

De acordo com Banks et al. (1995), a viabilidade de linguagens de simulação para casos específicos, a evolução da capacidade de processamento e a queda do preço dos computadores, e o avanço das metodologias de simulação, fizeram com que a simulação de sistemas se tornasse uma das ferramentas mais utilizadas em pesquisas operacionais e análises de sistemas.

A simulação pode ser utilizada nos seguintes casos:

1. Através da simulação é possível realizar estudos sobre as interações internas de um sistema complexo ou de um subsistema de um sistema complexo.
2. Mudanças organizacionais, nos ambientes e nos sistemas de informação podem ser simuladas para a observação de seus comportamentos.
3. O aprendizado adquirido durante a modelagem pode ajudar na elaboração de sugestões que possam aprimorar o sistema sob investigação.
4. Alterando as entradas de um sistema em simulação e observando as saídas podem surgir reflexões acerca de quais variáveis são mais importantes e como as variáveis interagem.
5. A simulação pode ser utilizada pedagogicamente para demonstrar metodologias de soluções analíticas.
6. A simulação pode ser utilizada para experimentar um novo layout ou uma nova política antes de sua implementação, o que pode ajudar na preparação para lidar com as conseqüências destas mudanças.
7. A simulação pode ser utilizada para verificar soluções analíticas.

2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA SIMULAÇÃO

De acordo com Banks et al. (1995), a simulação é frequentemente a técnica escolhida pelo mercado para a solução de problemas, pois representa o que acontece em um sistema real ou representa como será o funcionamento de um sistema em desenvolvimento. As saídas do sistema simulado devem ser diretamente correspondentes às saídas registradas em um sistema real.

A simulação de sistemas apresenta diversas vantagens, mas também apresenta desvantagens.

Algumas vantagens são:

1. Novas políticas, procedimentos operacionais, regras de decisão, fluxos de informação, procedimentos organizacionais, e assim por diante, podem ser exploradas sem interromper as operações do sistema real.
2. Novos layouts e sistemas de transporte podem ser testados sem que haja comprometimento financeiro na aquisição dos equipamentos.
3. Hipóteses sobre como e porque certos fenômenos ocorrem podem ser testadas.
4. O tempo pode ser manipulado para investigar algum fenômeno.
5. Podem ser realizados estudos sobre a interação de variáveis.
6. Descobrir a influência das variáveis na eficiência do sistema.
7. Análise de gargalos para identificar a parte do processo em que informações e materiais têm atrasado excessivamente.
8. Pode ser compreendido como o sistema funciona, ao invés de como achamos que ele funciona.
9. Alternativas podem ser testadas, o que pode ser muito útil no desenvolvimento de novos sistemas.

Algumas desvantagens são:

1. O desenvolvimento de modelos requer treinamento específico. É uma arte aprendida com o tempo e a experiência. Além disso, se dois modelos forem construídos por duas pessoas competentes, eles provavelmente terão similaridades, mas é pouco provável que serão iguais.
2. Os resultados de uma simulação podem ser bem difíceis de serem interpretados. Uma vez que a maioria das saídas dos sistemas são variáveis aleatórias, pode ser difícil determinar quando a observação é resultado de uma inter-relação do sistema ou de uma aleatoriedade.
3. Modelagem, simulação e análises podem consumir muito tempo e dinheiro. A falta de recursos para modelagem e análise pode resultar em uma simulação do sistema que seja insatisfatória.

4. A simulação é utilizada em alguns casos onde as decisões intuitivas podem ser mais eficientes.

De acordo com Freitas Filho (2001), a efetividade da simulação de um modelo dependerá diretamente do propósito e da complexidade do sistema a ser estudado, tendo em vista que os sistemas reais tendem a ser mais complexos do que se imagina e apresentam comportamento imprevisível. Simplificações oriundas de estudos analíticos podem gerar resultados incompatíveis e pouca confiabilidade, ajudando a prejudicar a tomada de decisões. Tendo isto em vista, a escolha de um modelo voltado à simulação pode ser de grande ajuda na obtenção de resultados satisfatórios.

2.4 MODELOS DE SIMULAÇÃO

Ainda de acordo com Freitas Filho (2001), os modelos de simulação possuem características próprias e devem ser empregados de acordo com o processo decisório:

Modelos Voltados à Previsão: São utilizados para prever o funcionamento do sistema em algum ponto no futuro, de acordo com sua situação atual e da projeção de seu funcionamento com base em suposições.

Modelos Voltados à Investigação: Pode ser que o objetivo do estudo de simulação seja a busca de informações e o desenvolvimento de hipóteses sobre o comportamento do sistema para que o objetivo final fique mais claro. Para isso recorre-se ao modelo de simulação que gera resultados hipotéticos.

Modelos Voltados à Comparação: Quando o objetivo é bem especificado, é possível realizar diversas simulações para avaliar o efeito de mudança nas variáveis. Os modelos voltados à comparação podem ser divididos em únicos e específicos (de curta utilização) e genéricos (de longa utilização).

Modelos Específicos: Devido ao aumento da incorporação de facilidades voltadas à modelagem em ferramentas de simulação, e à velocidade da disseminação da informação, é cada vez mais comum a utilização de modelos de simulação na tomada de decisão em diversos níveis gerenciais, mesmo considerando a unicidade e o baixo volume de recursos financeiros envolvidos em cada decisão.

Freitas Filho (2001) exemplifica algumas decisões nas quais os modelos de simulação específicos podem ser úteis:

- a) Quando e qual tipo de equipamento novo deve ser comprado;
- b) Quando e como reorganizar os recursos voltados ao atendimento de cliente;
- c) Decidir sobre a alocação de determinado tipo de equipamento servindo uma ou outra linha de produção;
- d) Decidir sobre qual o poder de processamento necessário a um servidor de rede de comunicação de acordo com diferentes tipos de cargas ao sistema.

Modelos Genéricos: Os modelos genéricos devem ser flexíveis a mudanças nas entradas de dados, em atividades e processos. Mudanças nas políticas internas e externas das empresas também devem ser consideradas. Normalmente, o modelo genérico é utilizado em conjunto com outros sistemas voltados à aquisição de dados e às atividades de provisão de informações conhecido como *Sistema de Apoio à Decisão (SAD)*.

2.5 ELEMENTOS DA SIMULAÇÃO

Uma série de termos é usualmente empregada quando da conceituação dos elementos básicos envolvidos na modelagem e na simulação de sistemas. Os principais termos utilizados são (FREITAS FILHO, 2001):

2.5.1 Variáveis de estado

São consideradas variáveis de estado as variáveis cujos valores definem o estado do sistema em determinado momento. Elas constituem o conjunto de informações necessárias à compreensão do que está ocorrendo com os objetos de estudo em determinado instante no tempo (FREITAS FILHO, 2011).

2.5.2 Eventos

Toda mudança de estado em um sistema é provocada pela ocorrência de um evento. A ocorrência de um evento provoca mudança de estado em um sistema, seja ele programado, ou não (FREITAS FILHO, 2011).

2.5.3 Entidades e Atributos

As entidades podem ser dinâmicas, movendo-se através do sistema, ou estáticas, servindo a outras entidades. As características das entidades são chamadas de atributos. Entidades diferentes podem possuir os mesmos atributos, o que as diferenciam são os valores dos atributos (FREITAS FILHO, 2011).

De acordo com os valores dos atributos, a simulação realiza cálculos a respeito de cada entidade, permitindo caracterizar e individualizar cada uma delas. Os cálculos fornecem dados estatísticos das entidades, assim como sua localização e tempo de permanência dentro do sistema (FREITAS FILHO, 2011).

2.5.4 Recursos e Filas de Recursos

As entidades estáticas que fornecem serviços a uma ou mais entidades dinâmicas são denominadas recursos. As entidades dinâmicas podem utilizar mais de uma unidade de cada recurso e mais de um recurso ao mesmo tempo, mas quando um recurso solicitado por uma entidade está sendo utilizado por outra, uma fila é formada (FREITAS FILHO, 2011).

A forma como a fila é gerenciada, ou o processamento de uma fila, depende das políticas operacionais adotadas no sistema. A política de gerenciamento da fila mais comum é o FIFO (*First In, First Out* – Primeiro que entra é o primeiro que sai), onde a forma de atendimento é através da fila convencional, ou seja, o primeiro que chega será o primeiro a utilizar o recurso solicitado. Quando a entidade consegue utilizar o recurso, ela o mantém em utilização, ou processamento, durante determinado tempo. Após este tempo de processamento, o recurso pode ser utilizado pela próxima entidade. Se for conveniente ao sistema, é possível programar a entidade seguir outro caminho que não a fila, como a saída do sistema ou a utilização de outro recurso. Um recurso pode ter diversos estados, como ocupado, livre, bloqueado, falhado, indisponível.

2.5.5 Atividades e Períodos de Espera

A atividade corresponde a um período de tempo predeterminado, que pode ser definido através de uma constante, uma expressão matemática, um valor aleatório com base em uma

distribuição de probabilidades, uma leitura de uma fonte externa ou um estado do sistema (FREITAS FILHO, 2011).

A espera, ao contrário da atividade, é um período de tempo sobre o qual não se tem controle, de modo que seu fim não pode ser programado. Sua variação pode ser influenciada por eventos inesperados, pois ela é função das somas dos tempos das entidades que se encontram na fila ou em processo (FREITAS FILHO, 2011).

Se a política de gerenciamento de filas escolhida para o sistema for o FIFO, é possível calcular o tempo de espera, porém se outra política for adotada, o sistema estará sujeito a eventos inesperados, como prioridades ou indisponibilidades, tornando o controle da espera praticamente impossível.

Todo início e final de uma atividade ou período de espera (mudança de estado) são causados por um evento.

2.5.6 Tempo Simulado e Tempo de Simulação

Um dos cuidados necessários no ato da modelagem de um sistema é a relação entre o tempo simulado (tempo real) e o tempo de simulação (tempo necessário a um experimento no computador). O sistema a ser modelado pode conter processos de milissegundos, o que poderia acarretar em um tempo prolongado de simulação utilizando o computador, devido a isso, pode ser conveniente utilizar um período curto de simulação, enquanto que um sistema com processos de longo prazo de duração, como horas, dias ou semanas pode ser simulado por um longo período no computador, podendo simular anos em apenas alguns segundos(FREITAS FILHO, 2011).

2.5.7 Modelos Discretos e Modelos Contínuos

Os conceitos de modelos discretos e modelos contínuos estão associados à idéia de sistemas que sofrem mudanças discretas e modelos que sofrem mudanças contínuas. O modelo é classificado com base nas variáveis necessárias ao acompanhamento do estado do sistema(FREITAS FILHO, 2011).

- *Modelos de mudança discreta ou modelos discretos*

Nos modelos discretos, as variáveis de estado mudam seus valores somente em pontos bem definidos, chamados tempo de ocorrência do evento. A variação do tempo pode ser tanto discreta com contínua.

- *Modelos de mudança contínua ou modelos contínuos*

Nos modelos contínuos, as variáveis de estado podem variar continuamente ao longo do tempo

Alguns modelos contínuos podem ser considerados discretos após algumas suposições realizadas sobre as variáveis de estado. Outra hipótese é a de trabalhar com a modelagem mista, na qual as variáveis dependentes do tempo podem variar de maneira contínua e discreta ao longo do tempo.

2.5.8 Métodos de Modelagem

Existem, basicamente, três diferentes métodos de modelagem, que variam em função da linguagem de simulação empregada (FREITAS FILHO, 2011):

- Modelagem por eventos;
- Modelagem por atividades;
- Modelagem por processos.

Em cada uma destas abordagens, quando um próximo evento é selecionado para ser processado, uma parte da lógica do modelo é executada para que, apropriadamente, ocorram mudanças no estado do sistema. As diferenças entre os métodos encontram-se, fundamentalmente, na forma com que o próximo evento é programado para ser processado.

A ocorrência de um evento pode ser condicional ou incondicional, sendo que os eventos incondicionais poderão ser executados de acordo com o seu tempo programado no relógio do sistema, enquanto que os eventos condicionais poderão depender de diversas condições além do tempo, como a disponibilidade de um recurso e a espera por outra entidade.

Na abordagem por eventos, o sistema é modelado pela identificação de seus eventos característicos, ou seja, os processos devem ocorrer de acordo com o tempo de simulação em que foram programados, sendo que qualquer situação que envolva outras condições deve ser prevista dentro da rotina relacionada ao evento.

A abordagem por atividades diferencia-se da abordagem por eventos, pois a estratégia de busca do próximo evento da lista é baseada tanto no tempo programado de ocorrência como em testes condicionais.

A abordagem por processos é baseada, principalmente, nas entidades, sendo o conjunto das entidades estão constantemente disputando a posse de recursos, mas elas também podem se agrupar para que um objetivo comum seja cumprido.

2.6 ETAPAS DE UM ESTUDO DE SIMULAÇÃO

De acordo com Banks et al. (1995), a figura 1 demonstra um guia para a construção de um modelo de simulação. As etapas para a construção de um modelo são as seguintes:

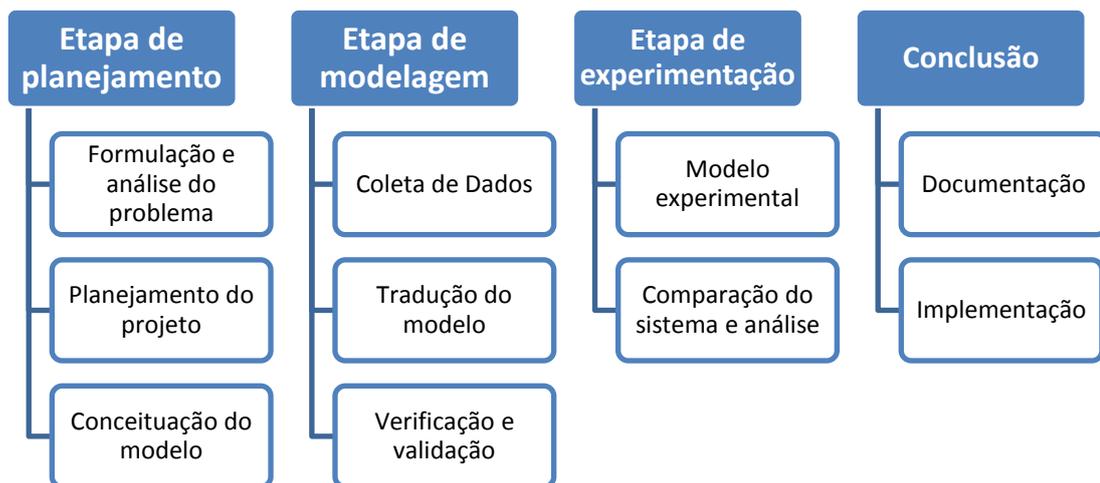


Figura 1: Etapas em um estudo de modelagem e simulação.
Fonte: Adaptado de Banks et al. (2001)

2.6.1 *Formulação e análise do problema*

Todo estudo de simulação deve ser iniciado com a formulação do problema. Nesta etapa devem ser definidos os propósitos e objetivos do estudo (FREITAS FILHO, 2001).

Se a instrução for dada pelos responsáveis pelas diretrizes políticas ou pelos que estão vivenciando o problema, o analista deve se assegurar de que o problema descrito seja claramente compreendido. Se a descrição do problema estiver sendo formulada pelo analista, os responsáveis pelas diretrizes políticas da empresa deverão entender e concordar com a descrição do problema proposto. Em diversos casos é necessário reformular a descrição do problema, pois a primeira descrição é consequência de outro problema, ou seja, a raiz da

primeira causa percebida é outro problema, que não o primeiro diagnosticado (BANKS et al. 1995).

2.6.2 Planejamento do projeto

Nesta etapa deve ser definido se a simulação é a metodologia adequada para solucionar o problema e alcançar os objetivos propostos. Considerando que a simulação seja a metodologia adequada, o planejamento do projeto deve considerar sistemas alternativos e um método para avaliar a efetividade dessas alternativas. Nesta fase também podem ser definidos a quantidade de pessoas que irão participar do projeto, os custos, e os prazos para que cada etapa do projeto seja concluída (BANKS et al., 1995).

De acordo com Freitas Filho (2001), nesta etapa deve-se ter a certeza de que a disponibilidade de recursos como pessoal, suporte, gerência, hardware e software será suficiente para a conclusão do projeto. O planejamento também deve incluir a descrição dos cenários que serão estudados e um cronograma de atividades mencionando os recursos que serão utilizados em cada fase do projeto.

2.6.3 Conceituação do modelo

“A construção de um modelo é mais arte do que ciência” (BANKS et al., 1995, p. 15).

De acordo com Morris (1967, *apud* Banks et al., 1995, p.15), embora não seja possível definir um conjunto de instruções que levarão à construção bem sucedida e apropriada de modelos todas as vezes, há algumas linhas gerais que podem ser seguidas.

A arte de da modelagem é baseada na habilidade de extrair os recursos essenciais de um problema, de modo que seja possível formular hipóteses sobre as características do sistema e, então, elaborar e aprimorar um modelo até que alcance os resultados esperados (BANKS et al, 1995).

Segundo Freitas Filho (2001), nesta etapa deve ser traçado um esboço do sistema, de forma gráfica ou algorítmica, definindo componentes, descrevendo as variáveis e interações lógicas que constituem o sistema. A partir do esboço o modelo vai ganhando forma e complexidade.

2.6.4 Coleta de dados

Há uma constante relação entre a modelagem do sistema e a coleta dos dados necessários (SHANNON, 1975 *apud* BANKS et al. 1995, p.15).

Conforme ocorram mudanças na complexidade do modelo, pode haver mudanças nas necessidades dos dados de entrada. Por isso é ideal que a coleta de dados comece o mais cedo possível, pois demanda muito tempo e a necessidade de dados pode ser alterada durante a modelagem do sistema (BANKS et al., 1995).

De acordo com Freitas Filho (2001), algumas perguntas devem ser respondidas nesta etapa:

- a) Quais são as relações e regras que conduzem a dinâmica do sistema?
- b) Quais são as fontes dos dados necessários à alimentação do modelo?
- c) Os dados já se encontram na forma desejada?
- d) Os dados relativos a custos e finanças serão relevantes?

2.6.5 Tradução do modelo

Uma vez que os sistemas reais são transformados em modelos com grande quantidade de informação armazenada, e o sistema será simulado através de computadores, o modelo deve ser traduzido para uma linguagem compreendida pelo computador. É necessário escolher se a simulação acontecerá em um programa genérico ou através de uma linguagem de simulação. A linguagem de simulação oferece maior flexibilidade, porém demanda mais tempo (BANKS et al. 1995).

2.6.6 Verificação e Validação

É necessário verificar se o programa utilizado está funcionando corretamente, ou seja, se ele apresentou dados satisfatórios, alcançou os objetivos e se a estrutura lógica do modelo está correta. A intuição e o senso comum são muito válidos neste processo (BANKS et al. 1995).

A validação é a determinação de que o modelo é uma fiel representação do sistema real. Ela é alcançada através de processos iterativos e comparações de resultados até que o sistema seja calibrado e seu comportamento seja considerado o ideal (BANKS et al. 1995).

Segundo Freitas Filho (2001), é preciso ter certeza que as informações geradas pelo modelo condizem com o objetivo do estudo, que as informações são confiáveis e que o modelo está isento de erros de programação.

2.6.7 Modelo experimental

Através dos testes de simulação e das análises dos resultados, e do aprimoramento do modelo como consequência, devem ser definidas as alternativas que serão experimentadas. Para cada alternativa é necessário que sejam definidos o período e a quantidade de replicações (BANKS et al. 1995).

O principal objetivo é obter mais informações com menos experimentações. Nesta etapa serão obtidos os principais fatores associados aos experimentos, que variados para avaliar os critérios de desempenho da melhor maneira possível e definir qual o melhor projeto experimental (FREITAS FILHO, 2001).

2.6.8 Comparação dos sistemas e análises

Comparar as diferenças entre sistemas e os resultados que podem ser obtidos em cada um deles, e identificar o mais adequado à proposta de estudo através da performance estimada de cada um (FREITAS FILHO, 2001).

2.6.9 Documentação

De acordo com Banks et al. (1995), há duas formas de documentação: do programa e do processo. A documentação do programa é necessária devido a inúmeras razões. Se o mesmo programa for utilizado novamente pelo mesmo ou por outro analista, a documentação será necessária para entender como o programa funciona. Se o programa precisar ser modificado pelo mesmo ou por outro analista, a tarefa será muito mais fácil se houver a documentação adequada.

A documentação do processo deve detalhar os objetivos e hipóteses levantadas, o conjunto de parâmetros de entrada utilizados, a descrição das técnicas e métodos empregados na verificação e validação do modelo, a descrição do projeto de experimento e do modelo de

experimentação adotado, os resultados obtidos e a descrição dos métodos de análise adotados e as conclusões e recomendações (BANKS et al., 1995).

2.6.10 Implementação

O sucesso da fase de implementação dependerá, inevitavelmente, do sucesso das etapas anteriores. Se o analista envolver o usuário final do modelo no projeto desde o início, se o usuário entender o funcionamento do modelo e as saídas do processo de simulação, é muito provável que a implementação obtenha sucesso (BANKS et al., 1995).

A apresentação dos resultados do estudo de simulação deve refletir os esforços coletivos e individuais da equipe envolvida no trabalho, levando em consideração o levantamento do problema, coleta de dados, construção do modelo, etc. Ao final do processo, deve haver o restabelecimento e confirmação dos objetivos do projeto, a descrição dos problemas resolvidos, revisão da metodologia, descrição dos benefícios alcançados, considerações sobre o alcance e precisão dos resultados, descrição das alternativas rejeitadas, estabelecimento de conexões entre o processo e os resultados alcançados, compreensão dos responsáveis pelas mudanças organizacionais ou processuais e a demonstração da ligação entre a idéia e sua implementação através da simulação (FREITAS FILHO, 2001).

2.7 TEORIA DAS FILAS

De acordo com Andrade (2004), um dos sintomas mais frequentes do funcionamento deficiente de um sistema é a formação de filas, o congestionamento. Isto ocorre, porque o sistema de filas é composto de elementos que querem ser atendidos em um posto de serviço, e que, eventualmente, devem esperar até que o posto esteja disponível.

Há alguns fatores que podem interferir tanto na operação de um sistema com filas, que o desempenho do sistema passa a ser função deles. Esses fatores podem ser classificados em quatro categorias (ANDRADE, 2004):

Forma de atendimento: Os postos de atendimento são basicamente formados por pessoas, instalações e equipamentos que devem prestar um bom serviço. O administrador deve observar, avaliar, pesquisar e aprimorar o dimensionamento da capacidade do sistema, o

treinamento dos atendentes, as rotinas administrativas, os sistemas de informações, etc. A interação desses fatores no sistema refletirá na percepção e satisfação do cliente.

Modo de chegada: Na maioria das vezes a chegada dos clientes a um sistema ocorre ao acaso, ou seja, de modo aleatório. Devido a esta aleatoriedade, é importante que seja realizado um levantamento estatístico com a finalidade de descobrir se o processo em questão pode ser caracterizado por uma distribuição de probabilidades.

Disciplina da fila: Existem regras a serem aplicadas que regem o comportamento da fila e a ordem em que os clientes serão atendidos. O atendimento pode ocorrer por ordem de chegada, por ordem inversa de chegada ou por prioridades.

Estrutura do sistema: A estrutura do sistema é outro ponto fundamental do estudo de um sistema com filas. Além das características das filas já citadas, é necessário estudar e determinar a estrutura do conjunto (atendimento+filas).

Há dois outros fatores que devem ser analisados no estudo operacional de um sistema com formação de filas:

A disponibilidade do serviço, pois já que alguns sistemas funcionam durante um certo intervalo de tempo;

E a capacidade de atendimento simultâneo do sistema, ou a quantidade de postos de serviços que podem atender o cliente.

2.8 SOFTWARE ARENA

O software de simulação Arena surgiu a partir da fusão entre dois outros programas: o SIMAN, que foi o primeiro programa de simulação para computadores e o CINEMA, que foi o primeiro software de animação para computadores. Lançado em 1993 pela empresa Systems Modeling, o software Arena é atualmente distribuído pela empresa Rockwell Software.

O Arena é um ambiente gráfico de simulação que permite a utilização de diversos recursos para modelagem, desenho, animação, análise estatística e análise de resultados. A modelagem no Arena é composta por *templates*, ou estações de trabalho, que prestam serviços a clientes. O conjunto dessas estações de trabalho caracteriza o sistema.

Através do software Arena, é possível modelar processos para decidir, documentar e comunicar; simular possíveis performances de um sistema para compreender as inter-relações dos processos e identificar oportunidades de melhorias; visualizar as operações através de animações gráficas; e analisar como será o funcionamento do sistema utilizando diversas possibilidades.

2.8.1 Interface do Arena

O software Arena disponibiliza ao usuário uma interface gráfica na qual não é necessário conhecimento em programação. Para a criação do fluxo de processos é necessário apenas o mouse e o teclado para inserção de dados. Os dados de entrada são distribuições estatísticas que devem ser desenvolvidas a partir dos dados coletados.

A área de trabalho inicial do software Arena é composta por três áreas principais:

1. A *Project Bar* (Barra de projeto), onde podem ser encontrados, a princípio, os painéis *Basic Process* (Processos Básicos), que contém os módulos utilizados para definir os processos, *Reports* (Relatórios), que contém os relatórios gerados após a simulação do sistema, e *Navigate* (Navegação), que permite visualizar o modelo de diversas maneiras.
2. A *window flowchart view* (janela de visualização do fluxograma), que contém os modelos gráficos, fluxogramas, animações e qualquer outro elemento gráfico.
3. A *window spreadsheet view* (janela de visualização de planilha), que contém os dados, como tempos, custos e distâncias.

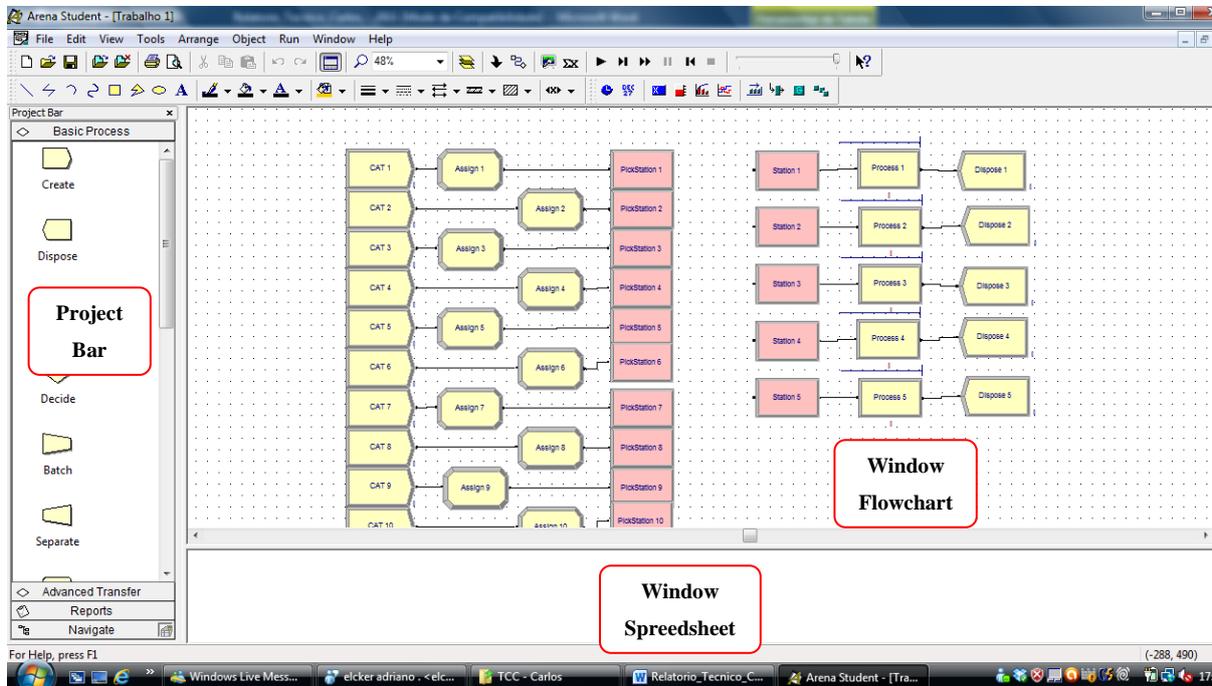


Figura 2: Área de trabalho inicial do Software ARENA.

Fonte: Primária

2.8.2 Tipos de módulos de dados do Arena

Os módulos dos *templates* são divididos em duas categorias:

1. Módulos de fluxograma, que são os objetos utilizados para montar o fluxograma na janela de visualização do fluxograma.
2. Módulos de dados, que são os módulos que definem os recursos do sistema. Os recursos podem operar com capacidade fixa, sem variações ao longo do processo, ou podem funcionar de acordo com um cronograma previamente especificado (*schedule*).

2.8.3 Relatórios gerados pelo Arena

Os relatórios gerados pelo Software podem ser encontrados na Barra de Projetos (*Project Bar*) e, após ser selecionado, o tipo de relatório desejado aparecerá na Área de Trabalho.

Os relatórios disponíveis são os seguintes:

- *Category Overview*: Visão Global da Categoria.
- *Category Replication*: Semelhante ao anterior, dividido pelas replicações.
- *Entities*: Entidades.
- *Frequencies*: Frequências.
- *Processes*: Processos.
- *Queues*: Filas.
- *Resources*: Recursos.
- *Transfer*: Transportadores.
- *User Specified*: Variáveis ou atributos especificados pelo usuário.
- *Agents and trunks*: Agentes.
- *Call Times and Counts*: Chamadas e contadores.

3 METODOLOGIA

De acordo com Silva e Menezes (2005), o estudo a ser realizado é, por natureza, uma pesquisa aplicada, pois visa obtenção de resultados práticos que poderão ser utilizados em um problema específico

Ainda de acordo com Silva e Menezes (2005), abordagem da pesquisa pode ser considerada quantitativa, pois serão utilizadas ferramentas estatísticas durante o estudo, mas pode ser considerada qualitativa após o processo de simulação, pois há a necessidade de interpretação dos fenômenos ocorridos.

Segundo Severino (2004), será realizada uma pesquisa-ação, pois o objetivo do estudo é efetuar modificações no ambiente e no processo de trabalho, enfim, visa modificar a situação pesquisada.

De acordo com Severino (2004), do ponto de vista técnico, trata-se de uma pesquisa explicativa, pois busca registrar e analisar os fenômenos através da simulação dinâmica.

As etapas a serem seguidas foram baseadas no guia para a construção de um modelo apresentado na Figura 1:

- 1) Etapa de planejamento: Formulação e análise do problema, revisão bibliográfica dos conceitos de modelagem, simulação e do software utilizado, e conceituação do modelo, compreendendo o funcionamento do sistema.
- 2) Etapa de modelagem: Coleta de dados referentes à quantidade de veículos que passam pela praça de pedágio, suas respectivas categorias e o tempo de atendimento, e a tradução, verificação e validação do modelo.
- 3) Etapa de experimentação: Modelo experimental, simulações e análises dos resultados.
- 4) Conclusão: Análise conclusiva e documentação dos resultados.

4 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO DE CASO

A empresa “X”, sediada em Maringá-PR é resultante do consórcio de diversas empresas nacionais de grande tradição em empreendimentos rodoviários e representa a soma de tecnologias e conhecimentos profissionais que a situam entre o que existe de mais avançado internacionalmente em projetos de reestruturação e administração de rodovias.

A Concessionária de Rodovias “X” foi constituída em 1997, como um dos frutos do Anel de Integração do Paraná, que direcionou algumas rodovias do estado para a administração privada. Ela é responsável por 546,527 quilômetros de malha viária e a sua concessão é de 24 anos. A empresa é composta por seis praças de arrecadação, sete Bases de Serviços Operacionais, sete unidades de Serviços de Atendimento ao usuário, duas balanças fixa e uma balança móvel.

Sua missão é diferenciar-se pela excelência do atendimento com segurança, rapidez e os melhores serviços, de forma a ser reconhecida pelos usuários e o mercado como a melhor empresa concessionária de serviços públicos do Paraná, além de contribuir com suas realizações para o desenvolvimento sócio-econômico do Estado e ser uma empresa economicamente eficaz, ambientalmente estável, socialmente comprometida e culturalmente responsável.

Os valores básicos, indispensáveis ao dia-a-dia de cada integrante de seu quadro de colaboradores, são profissionalismo, responsabilidade, diálogo, confiança, lealdade, trabalho em equipe, honestidade, humildade, igualdade, respeito e solidariedade.

A Concessionária de Rodovias em questão é, em síntese, resultado da capacidade realizadora, do talento e do espírito desenvolvimentista de seus empreendedores, integrando tecnologia e arrojo na construção de um novo Paraná.

4.1 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS

A praça de pedágio a ser estudada é composta por oito pistas, sendo que duas delas são destinadas ao atendimento automático, quatro são destinadas somente ao atendimento manual, com cobrança realizada através de um agente de arrecadação por pista, e duas são flexíveis, destinadas ao atendimento manual, mas podem funcionar como pistas automáticas. Para

efeitos de simulação e dimensionamento do atendimento, as pistas automáticas serão desconsideradas no estudo.

Dentre as seis pistas destinadas à arrecadação convencional, duas delas, as pistas 3 e 4 são reversíveis, podem ser utilizadas tanto no sentido Maringá – Cascavel, como no sentido Cascavel – Maringá. As pistas 1 e 2 são destinadas ao tráfego no sentido Cascavel – Maringá e as pistas 5 e 6 são destinadas ao tráfego no sentido Maringá – Cascavel.

Atualmente a empresa conta com 30 colaboradores para realizar a arrecadação na praça de pedágio a ser estudada. Os colaboradores trabalham durante uma carga horária de trinta horas semanais com quinze minutos de intervalo por dia, e são divididos em quatro turnos: das 00:00 h às 06:15 h, 06:00 h às 12:15 h, das 12:00 às 18:15 h e das 18:00 às 00:15 h.

O processo “Atendimento” funciona da seguinte maneira:

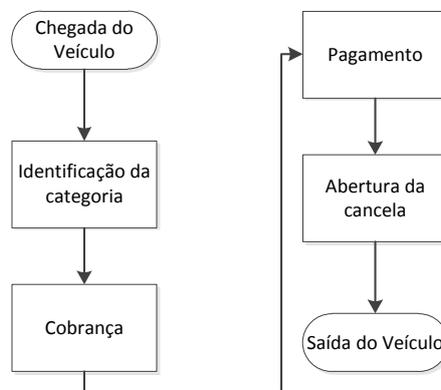


Figura 3: Fluxograma do processo "Atendimento"
Fonte: Primária

A identificação da categoria é realizada visualmente pelo agente de arrecadação, que registra no sistema e efetua a cobrança conforme a tabela abaixo:

Tabela 1: Tarifas 2011 por categoria

CATEGORIAS	TIPOS	P 2.4
CAT 1	Passeio	8,40
CAT 2	Dois Eixos	14,20
CAT 2A	Onibus 2 Eixos	16,80
CAT 3	Passeio+Reboque	12,60
CAT 4	Tres Eixos	21,30
CAT 4A	Onibus 3 Eixos	25,20
CAT 5	Passeio+Reb.2 eixos	16,80
CAT 6	Quatro Eixos	28,40
CAT 6A	Onibus 4 Eixos	33,60
CAT 7	Cinco Eixos	35,50
CAT 8	Seis Eixos	42,60
CAT 9	Motocicleta	4,20
CAT 10	Sete Eixos	49,70
CAT 62	Oito Eixos	56,80
CAT 63	Novo Eixos	63,90
CAT ESP	Especial	71,00

Os tempos de atendimento são registrados através do Sistema de Informação da Empresa “X”, e são contabilizados a partir do momento em que a categoria do veículo é identificada até o momento da saída do veículo.

A partir das medidas de tempo de atendimento durante oito dias consecutivos, foi gerado o relatório de tempos médios de atendimento. Anexo I.

Os dados do relatório de tempos médios foram inseridos no *Input Analyzer* do software ARENA:

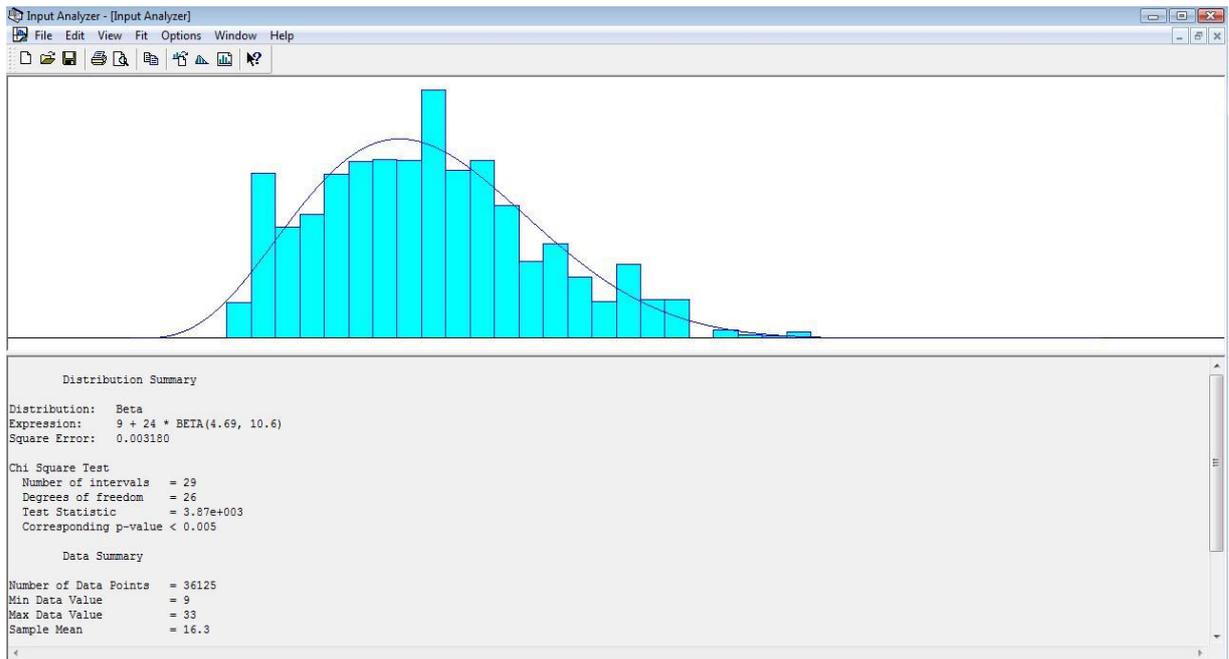


Figura 4: Resultado da análise de dados do *Input Analyzer*.

Para efeitos de simulação, no processo de atendimento, o tempo de atendimento será a função $9 + 24 * \text{BETA}(4.69, 10.6)$

A partir dos dados coletados pelos agentes de arrecadação, o sistema de informação tem a capacidade de dimensionar o tráfego, fornecendo tráfego/tempo/categoria/fluxo (anexo II), ou seja, através do relatório gerado pelo sistema, é possível saber quantos veículos, de quais categorias, passam pelo atendimento manual da praça de pedágio e em qual sentido eles estão trafegando.

5 SIMULAÇÃO DINÂMICA

O objetivo da simulação dinâmica da praça de pedágio é identificar se os recursos estão sendo utilizados com eficiência, a partir de dados reais de dias convencionais e simular cenários distintos para, futuramente facilitar o dimensionamento dos recursos do sistema caso ocorram variações na demanda.

5.1 TRADUÇÃO DO MODELO

O sistema real deve ser transformado em um modelo que seja compreendido pelo software utilizado para simular o processo, o ARENA. Para que isto ocorra, deve-se selecionar os módulos disponíveis no software corretamente, de modo que não haja falhas de comunicação entre o sistema real, a equipe que está modelando o sistema real e o software de simulação.

Os módulos do software Arena utilizados na modelagem do sistema são:

Create: Este módulo faz com que o simulador crie as entidades que circularão pelo sistema utilizando os recursos e executando procedimentos lógicos.

Assign: O módulo *Assign* é utilizado para alterar valores de diversos elementos do modelo, como variáveis e atributos.

PickStation: O módulo *PickStation* permite escolher o melhor desvio, com base na lógica de seleção definida com o módulo, e encaminhar a entidade, através de uma rota, esteira, transporte ou ligação, para aquele local.

Station: Este módulo define uma estação ou um conjunto de estações correspondente a um local físico ou lógico onde ocorre o processo.

Process: Neste módulo ocorre a definição do processo de acordo com algumas especificações, como as ações a serem realizadas, tempo de processamento e recursos disponíveis.

Dispose: O módulo *Dispose* registra a saída das entidades do modelo.

Os módulos são dispostos da seguinte maneira:

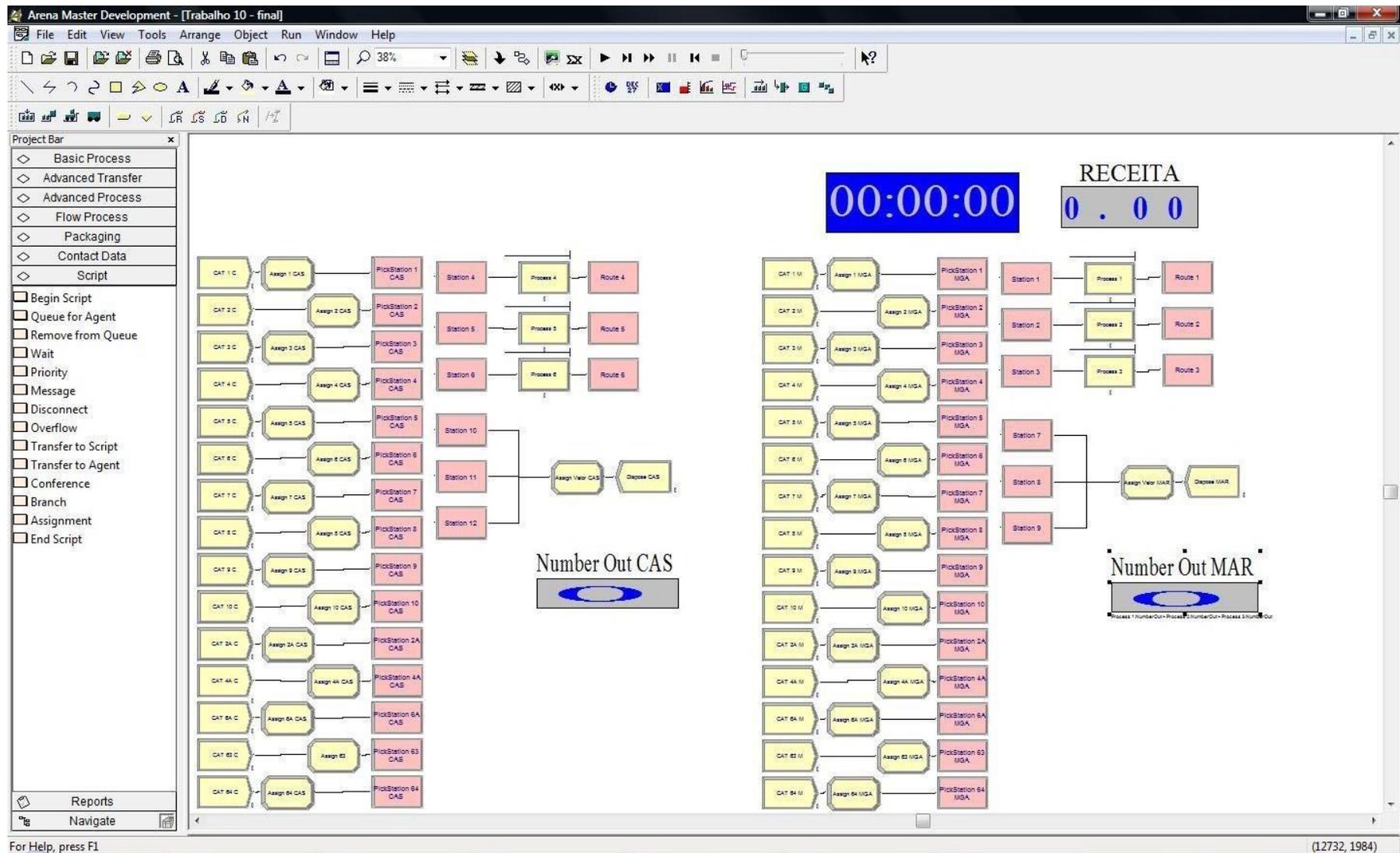


Figura 5: Fluxograma do sistema.

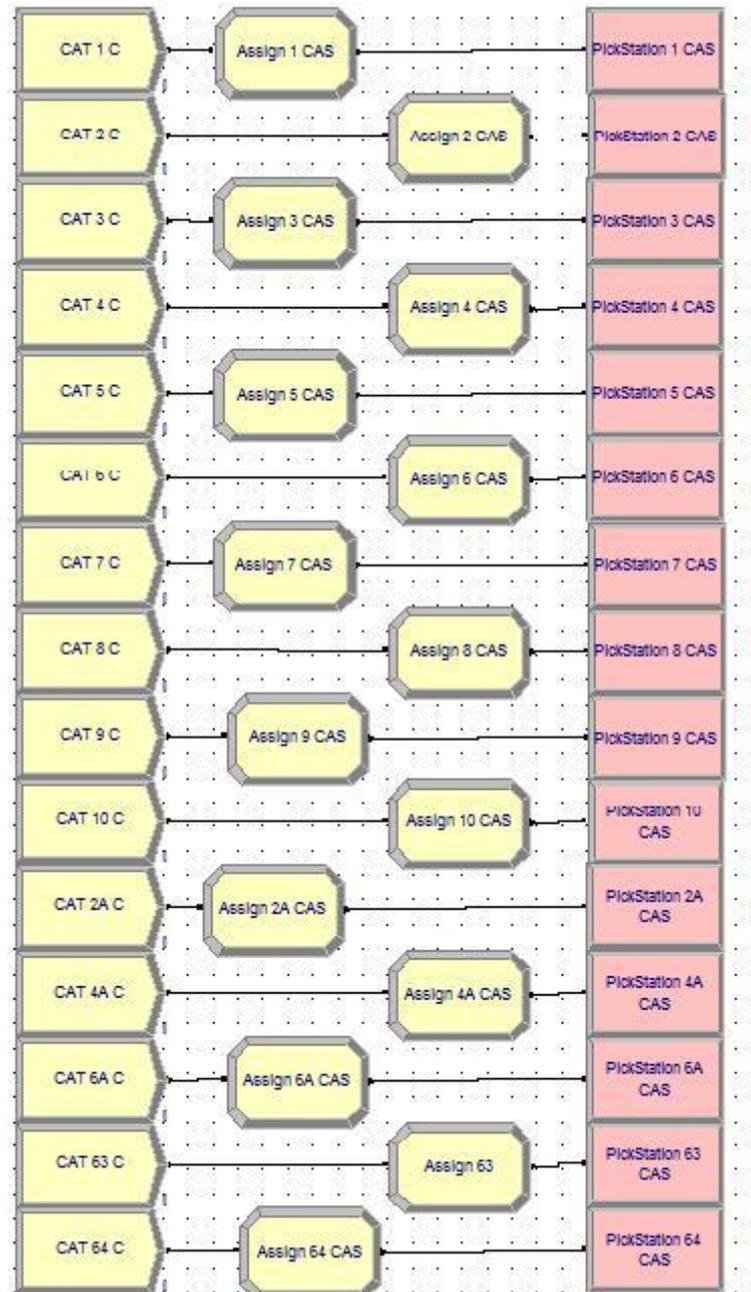


Figura 6: Modelo de chegada de veículos à seleção da cabine de atendimento.

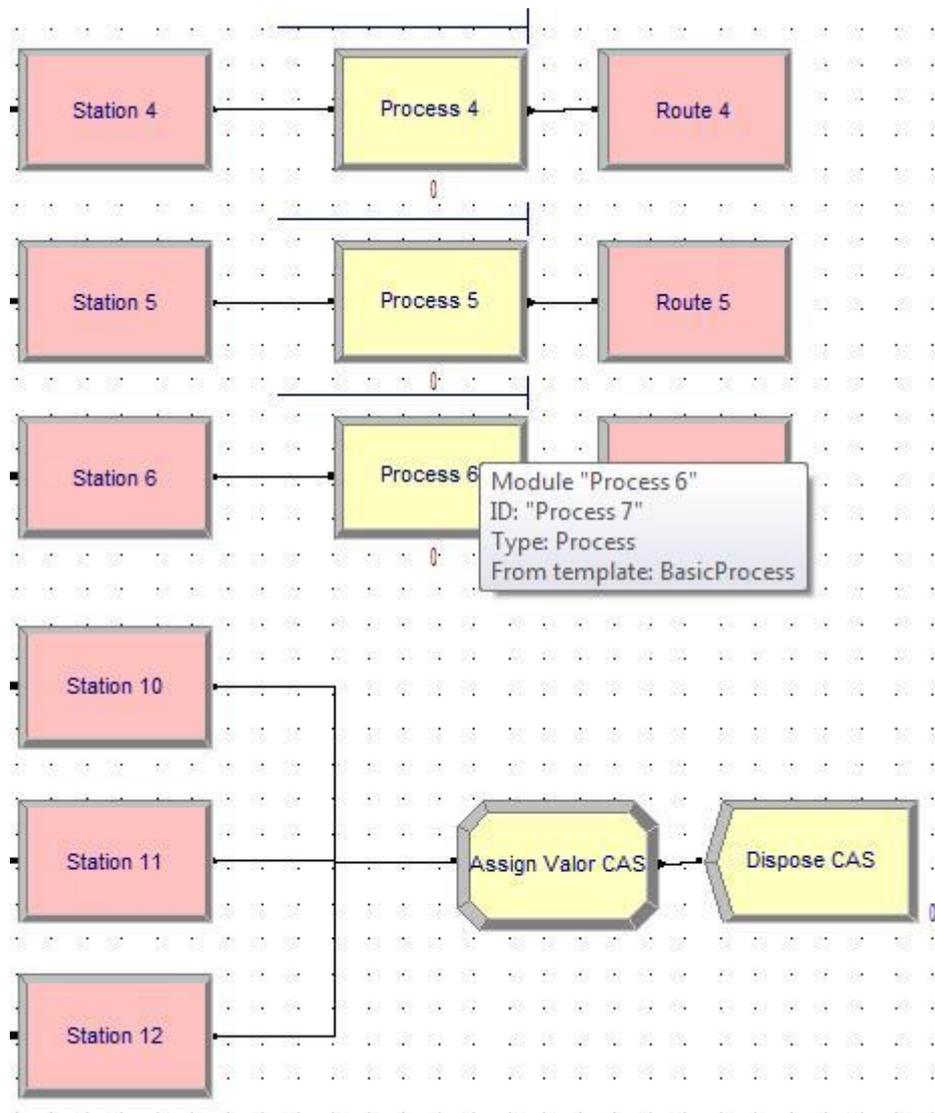


Figura 7: Modelo de chegada na cabine de atendimento à saída dos veículos.

Foi utilizado um módulo “*CREATE*” para cada categoria de veículos de acordo com o sentido do tráfego, Maringá – Cascavel ou Cascavel - Maringá, sendo assim, foram utilizados 30 módulos. Os dados armazenados nesses módulos são:

The image shows a 'Create' dialog box with the following fields and values:

- Name:** CAT 1 M
- Entity Type:** CAT 1 MGA
- Time Between Arrivals:**
 - Type:** Schedule
 - Schedule Name:** Cat 1 MGA Cenario 1
- Entities per Arrival:** 1
- Max Arrivals:** Infinite

Buttons: OK, Cancel, Help

Figura 8: Dados armazenados no módulo "CREATE".

- Nome do módulo: Para os veículos que seguem em direção a Maringá, foi utilizada a nomenclatura "categoria" M e para os veículos que seguem em direção a Cascavel, foi utilizada a nomenclatura "categoria" C.
- Tipo da entidade: Cada módulo "CREATE" gera uma entidade diferente e o nome dado a cada entidade é o mesmo nome utilizado no módulo.
- Tempo entre a chegada de cada entidade: O tempo de chegada das entidades é regido por um "schedule", ou seja, um horário pré-programado. Para formar o "Schedule", foi utilizada a média de veículos que passaram pela praça de pedágio nos mesmos oito dias consecutivos que foram utilizados para estabelecer o tempo de atendimento (Anexo II), gerando as tabelas a seguir:

Tabela 2: Chegada de veículos em direção a Cascavel.

		CATEGORIA														TOTAL	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2A	4A	63	6A		ESP
		01/05/2011 a 08/05/2011	00:00	37	2	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0		0
	01:00	41	0	0	2	0	0	1	1	0	0	1	2	0	0	0	48
	02:00	33	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	39
	03:00	26	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	31
	04:00	23	1	0	2	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	31
	05:00	30	4	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	38
	06:00	47	9	0	7	0	0	1	2	1	1	0	1	0	0	0	69
	07:00	76	7	0	8	0	0	2	1	4	0	1	1	0	0	0	100
	08:00	99	8	0	7	0	0	2	1	5	1	0	1	0	0	0	124
	09:00	111	6	0	9	0	1	1	2	6	0	0	0	0	0	0	136
	10:00	117	6	0	11	0	1	2	4	5	1	1	0	0	0	0	148
	11:00	91	5	0	6	0	0	2	2	7	1	1	0	0	0	0	115
	12:00	76	3	0	6	0	1	1	3	3	1	0	0	0	0	0	94
	13:00	90	4	0	6	0	0	3	2	9	1	0	0	0	0	0	115
	14:00	115	5	1	7	1	1	1	3	7	1	0	0	0	0	0	142
	15:00	123	4	0	8	0	1	1	2	7	1	0	0	0	0	0	147
	16:00	137	4	0	6	0	0	1	2	7	1	1	0	0	0	0	159
	17:00	153	4	1	7	0	0	1	2	6	1	1	0	0	0	0	176
	18:00	133	4	0	7	0	1	1	2	3	1	1	1	0	0	0	154
	19:00	110	4	1	7	0	0	1	2	3	1	0	0	0	0	0	129
	20:00	78	3	0	6	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	92
	21:00	56	3	1	4	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	67
	22:00	45	2	0	3	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	55
	23:00	39	1	0	3	0	0	1	1	2	0	1	1	0	0	0	49
	Total	1.886	91	4	129	1	6	26	37	81	14	15	12	0	0	0	2.302

Tabela 3: Chegada de veículos em direção a Maringá.

		CATEGORIA														TOTAL	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2A	4A	63	6A		ESP
		01/05/2011 a 08/05/2011	00:00	19	1	0	4	0	0	1	1	0	0	1	1		0
	01:00	14	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	19
	02:00	12	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	18
	03:00	10	2	0	4	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	18
	04:00	15	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	20
	05:00	20	2	0	2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	27
	06:00	40	2	0	4	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	51
	07:00	71	4	0	6	0	1	3	2	1	1	1	0	0	0	0	90
	08:00	94	5	0	5	0	1	2	2	2	1	0	0	0	0	0	112
	09:00	98	3	0	6	0	0	1	2	3	1	0	0	0	0	0	114
	10:00	95	6	0	7	0	1	2	3	3	2	0	0	0	0	0	119
	11:00	86	5	0	5	0	0	3	3	6	3	1	0	0	0	0	112
	12:00	87	3	1	6	0	1	2	3	5	3	1	0	0	0	0	112
	13:00	88	3	0	5	0	1	2	3	3	2	0	0	0	0	0	107
	14:00	112	5	0	5	0	0	2	4	6	2	2	0	0	0	0	138
	15:00	117	7	0	8	0	1	3	2	6	2	0	0	0	0	0	146
	16:00	137	7	0	9	0	0	2	3	6	1	0	0	0	0	0	165
	17:00	145	5	1	8	0	0	2	4	5	2	1	0	0	0	0	173
	18:00	153	8	0	10	0	0	4	5	7	3	2	1	0	0	0	193
	19:00	128	6	1	8	0	1	2	3	5	2	2	1	0	0	0	159
	20:00	91	5	0	7	0	0	3	4	2	2	1	1	0	0	0	116
	21:00	63	3	0	7	0	0	2	2	2	1	1	1	0	0	0	82
	22:00	53	3	0	5	0	0	1	2	1	1	1	1	0	0	0	68
	23:00	34	1	0	4	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	41
	Total	1.782	91	3	131	0	7	39	52	65	30	18	10	0	0	0	2.228

Para cada módulo “*CREATE*” utilizado, foi utilizado um módulo “*Assign*”, sendo que cada módulo armazena os seguintes dados:

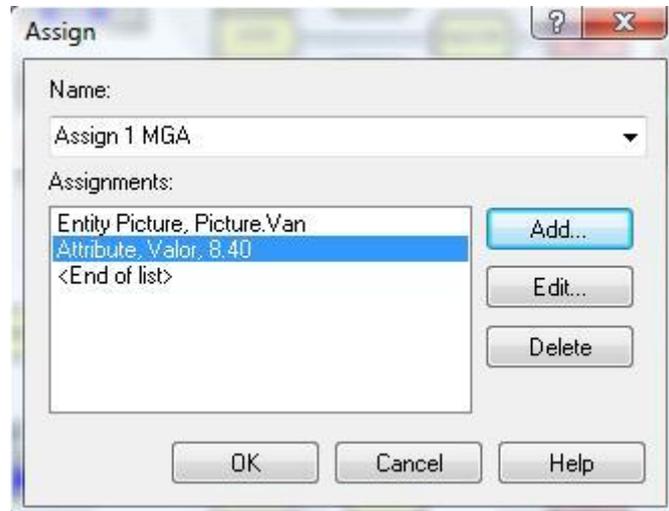


Figura 9: Dados armazenados no *Assign*.

- Imagem da entidade: Cada entidade pode ser representada por uma imagem, como um automóvel utilitário, um caminhão ou uma motocicleta.
- Atributo: Para cada categoria, foi atribuído um valor, valor este que corresponde ao cobrado na praça de pedágio em reais.

Após o módulo “*Assign*”, as entidades passam pelo módulo “*Pickstation*”, onde as entidades são direcionadas pra um dos módulos “*Station*”, que são as cabines de atendimento, de acordo com os seguintes critérios:

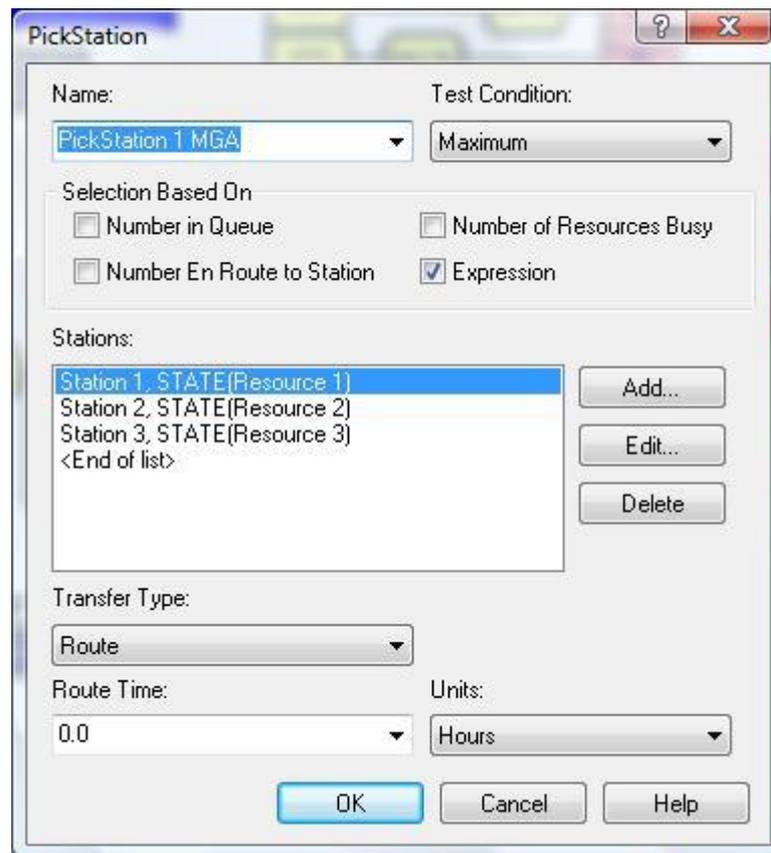


Figura 10: Dados armazenados no *Pickstation*.

- Estações (*Stations*): As estações disponíveis para destinar as entidades, sendo que os veículos (entidades) que trafegam em direção a Maringá podem passar pelas estações 1, 2 ou 3, e os que trafegam em direção a Cascavel podem passar pelas estações 4, 5 ou 6.
- Condição: A condição de escolha pela estação que será o destino da entidade é de acordo com a máxima disponibilidade do recurso alocado no processo de atendimento de cada cabine de atendimento, sendo que cada uma delas corresponde a uma “*Station*”.

Os módulos “*Station*” correspondem às cabines de atendimento e, neste caso, são utilizadas apenas para direcionar as entidades ao processo de atendimento.

Figura 11: Dados armazenados no *Station*.

São utilizados 6 módulos *Process*, sendo que cada um deles corresponde ao processo de atendimento de uma cabine de pedágio. Estes módulos armazenam as seguintes informações:

Figura 12: Dados armazenados no "*Process*".

- Nome: Os módulos *Process* receberam nome de “Process 1” a “Process 6”, referentes às cabines de atendimento 1 a 6.
- Ação: A ação utilizada *Seize Delay Release* consiste em receber a entidade, retê-la durante o tempo de processo e liberá-la para a próxima etapa do sistema.
- Recursos: Para cada módulo *Process* foi destinado um recurso com nomenclatura “*Resource 1*” a “*Resource 6*”, de acordo com a cabine de atendimento em que o recurso está alocado. Os recursos são os agentes de pedágio, ou seja, os funcionários responsáveis por efetuar a cobrança dos usuários das rodovias concessionadas.
- Expressão: A expressão utilizada, $9 + 24 * \text{BETA}(4.69, 10.6)$ segundos, é resultado dos tempos de atendimento reais tratados pelo *Input Analyzer*. Esta expressão corresponde à ação *Delay*, ou seja, é o tempo que a entidade é utilizada pelo *Process*.

O próximo módulo pelo qual as entidades passam é outro *Assign*, mas desta vez ele é utilizado para calcular uma variável, que é a soma dos atributos “Valor”. Isto quer dizer que o atributo “Valor” de cada categoria de veículos será somado quando o atributo passar pelo “*Assign Valor*”, totalizando a receita por sentido de tráfego.

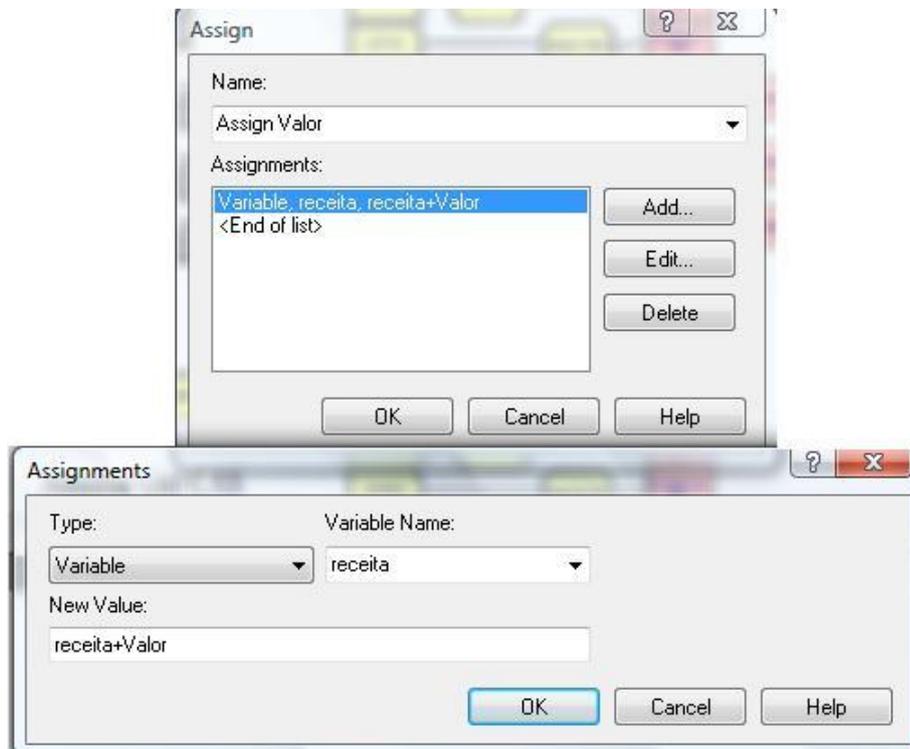


Figura 13: Dados armazenados no "Assign Valor".

A etapa final do sistema é a passagem pelo módulo “*Dispose*”, que é utilizado para registrar a saída de uma entidade do sistema.

5.2 ANIMAÇÃO DA SIMULAÇÃO

Com os recursos disponíveis no software Arena, foi elaborado um desenho, conforme a Figura 14, com o intuito de melhorar a visualização do sistema.

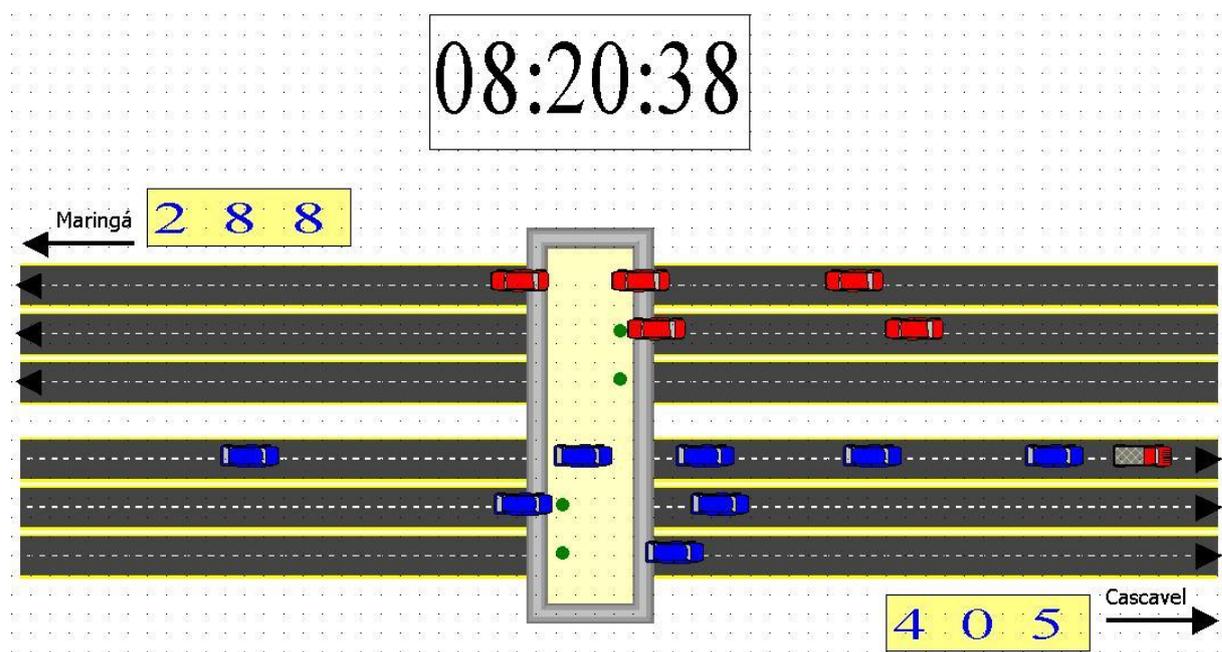


Figura 14: Animação da simulação.

5.3 VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO

O atendimento no sistema real, durante o período estudado, foi dimensionado da seguinte maneira:

- Cabines de atendimento 3 e 6: 4 funcionários, funcionamento constante durante 24 horas.
- Cabines de atendimento 2 e 5: 3 funcionários, funcionamento constante durante 18 horas, das 08:00h as 24:00h.

- Cabines de atendimento 1 e 4: 2 funcionários, funcionamento constante durante 18 horas, das 08:00h as 18:00h.

De acordo com a simulação do sistema, após 15 replicações, utilizando o dimensionamento do atendimento citado, o sistema atende à demanda real de 4.537 veículos por dia com formação de filas de aproximadamente 1 segundo por veículo e tempo máximo de espera de 68,8 segundos.

Os tempos de atendimento e a quantidade de veículos que passaram pelas cabines são reais, ou seja, todos os veículos que foram utilizados no modelo passaram pela praça de pedágio real e os tempos de atendimento reais foram utilizados no modelo, portanto o ideal é que não ocorra a formação de filas. Sendo assim, podemos utilizar o modelo como uma representação fiel do sistema real.

5.4 ANÁLISES

A primeira análise realizada consiste em extrapolar a chegada de entidades, ou seja, aumentar o máximo possível a chegada de veículos, e variar a quantidade de atendentes, com a única condição de que ao menos duas cabines de atendimento fiquem abertas durante 24 horas por dia, para descobrir a real capacidade de atendimento do sistema.

A quantidade mínima de agentes de pedágio nessas condições seriam quatro agentes por sentido de tráfego por dia, pois a carga horário de trabalho dos agentes de pedágio é de 6 horas por dia, totalizando oito agentes de pedágio por dia.

Como a praça de pedágio é composta por seis cabines de atendimento, a quantidade máxima de agentes de pedágio que poderiam ser utilizados é de doze agentes de pedágio por sentido de tráfego por dia, totalizando vinte e quatro agentes de pedágio por dia

As simulações, com 15 replicações cada, para a quantidade de agentes de pedágio trabalhando na praça de pedágio gerou os seguintes resultados:



Figura 15: Capacidade de atendimento da praça de pedágio.

Portanto, de acordo com as simulações executadas, desconsiderando a formação de filas e, considerando apenas a real capacidade de atendimento dos agentes de pedágio na praça de pedágio, chegamos à conclusão de que a capacidade de atendimento, para a quantidade mínima de agentes de pedágio necessária para que a praça de pedágio fique aberta durante o dia inteiro, nos dois sentidos, é de 10.578 atendimentos, o equivalente a mais de duas vezes a necessidade de um dia comum.

Na outra ponta, de acordo com as simulações realizadas, a capacidade máxima de atendimento da praça de pedágio, com 24 agentes de pedágio, distribuídos pelas seis cabines de atendimento, que estariam abertas durante 24 horas por dia, conseguiriam atender 29.862 veículos por dia, ou 207 veículos por hora, por cabine de atendimento.

Ou seja, a capacidade de atendimento da praça de pedágio está muito além da capacidade suportada pelo sistema rodoviário em si.

De acordo com a empresa estudada, o número máximo de veículos que passou pelas cabines manuais da praça de pedágio em questão, em um dia, foi de 9.216 veículos em um dia. O equivalente a menos de 31% da capacidade de atendimento da praça de pedágio.

A segunda análise realizada é a capacidade de atendimento da praça de pedágio utilizando a escala de trabalho de um dia comum, que foi utilizada na verificação e validação do sistema.

De acordo com as simulações, e o que está demonstrado na Figura 13, a real capacidade de atendimento dos 18 agentes de pedágio que foram utilizados para atender 4.535 veículos é de atender 23.218 veículos, o equivalente a 5,12 vezes a necessidade de um dia comum, ou uma eficiência de 19,53%.

A capacidade de atendimento, nesse caso, é de 483 veículos por hora, por sentido de tráfego. Enquanto que o maior fluxo em uma hora, por sentido de tráfego, foi de 160 veículos.

Com esta análise, pode-se perceber que a concessionária optou por sobredimensionar a capacidade de atendimento com uma folga de aproximadamente 80% no dia, e 67% no horário em que o tráfego estava mais elevado.

A terceira análise realizada nos ajuda a tentar compreender o motivo pelo qual a empresa estudada optou por sobredimensionar a capacidade de atendimento.

Foi realizada uma simulação com 15 replicações utilizando a capacidade mínima de atendimento da praça de pedágio, 10.578 atendimentos com 8 agentes de pedágio. O resultado foi uma formação de fila de aproximadamente 14 segundos de espera por veículo e tempo máximo de espera de 225 segundos.

Lembrando que faz parte da missão da concessionária estudada, diferenciar-se pela excelência do atendimento com segurança, rapidez e os melhores serviços, é possível perceber que, de acordo com as análises apresentadas acima, o sobredimensionamento do atendimento da praça de pedágio está alinhado ao pensamento da empresa, como forma de evitar a formação de filas e, como consequência, proporcionar agilidade no atendimento aos usuários.

A quarta análise realizada foi uma tentativa de manter o nível de serviço da praça de pedágio em um dia que, segundo a concessionária estudada, foi o dia de maior tráfego da história, dia 21 de abril de 2011. A quantidade de veículos que trafegaram nesse dia, e suas respectivas categorias estão relacionadas no anexo III.

Para manter o nível de serviço oferecido pela concessionária, é necessário que a capacidade de atendimento seja sobredimensionada, nos horários de pico, com uma folga de 65%. Isto quer dizer que o tráfego de exigir apenas 35% de eficiência no atendimento.

Temos que oito agentes de pedágio conseguem atender até 10.578 veículos em um dia, logo, um agente de pedágio é capaz de atender aproximadamente 220 veículos por hora.

Tabela 4: Dimensionamento de atendimento.

Período: 21/04/2011 00:00:00 a 21/04/2011 23:59:59																								
Pistas: Floresta - 03 CAS, Floresta - 04 CAS, Floresta - 05 CAS, Floresta - 06 CAS, Floresta																								
Horário	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Veículos	97	109	108	107	161	261	371	462	494	486	525	415	327	286	266	275	298	248	194	144	102	74	62	53
Veículos / 0,35	277	311	309	306	460	746	1060	1320	1411	1389	1500	1186	934	817	760	786	851	709	554	411	291	211	177	151
Agentes de Pedágio	1	1	1	1	2	3	5	6	6	6	7	5	4	4	3	4	4	3	3	2	1	1	1	1

Período: 21/04/2011 00:00:00 a 21/04/2011 23:59:59																								
Pistas: Floresta - 01 MAR, Floresta - 02 MAR, Floresta - 03 MAR, Floresta - 04 MAR, Floresta																								
Horário	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Veículos	81	43	33	53	45	53	101	143	186	261	251	287	233	176	186	199	228	201	152	125	95	73	46	40
Veículos / 0,35	231	123	94,3	151	129	151	289	409	531	746	717	820	666	503	531	569	651	574	434	357	271	209	131	114
Agentes de Pedágio	1	1	0	1	1	1	1	2	2	3	3	4	3	2	2	3	3	3	2	2	1	1	1	1

A tabela acima mostra o sentido do tráfego, o total de veículos que passaram pela praça de pedágio e os respectivos intervalos de tempo, a eficiência de 35% para manter o nível de serviço e a quantidade de agentes de pedágio necessária.

A quantidade máxima de agentes de pedágio com disponibilidade para trabalhar ao mesmo tempo é de 6 agentes, sendo três de cada lado ou quatro de um lado e dois do outro, portanto, não é possível manter o nível de serviço, porém, os cálculos da tabela 4 nos ajudam a montar a escala de trabalho, mantendo o nível de serviço sempre que possível.

Para melhorar o atendimento nos horários de pico, no turno das 06:00h às 12:00h, foi utilizado um agente a mais do que o calculado para o turno anterior, para que não haja filas antes de iniciar o horário de pico.

Para atender os 5.925 veículos em direção a Cascavel, e os 3.291 veículos em direção a Maringá, foram realizadas simulações com a seguinte escala de trabalho dos agentes de pedágio:

Cabines 1, 2, 4 e 5: capacidade máxima, 4 agentes de pedágio em cada uma delas;

Cabine 3: 2 agentes de pedágio, trabalhando das 06:00h às 18:00h, porém, utilizar a cabine no sentido invertido das 06:00 às 12:00h, atendendo o tráfego no sentido Maringá-Cascavel.

Cabines 6: 3 agentes de pedágio, trabalhando das 00:00h às 18:00h.

Utilizando este dimensionamento, de acordo com a simulação, o tempo máximo de espera em fila foi de 38 segundos.

De acordo com o gráfico da Figura 13, os 21 agentes de pedágio poderiam atender 27.154 veículos, enquanto que a demanda do dia 21 de abril de 2011, foi de 9.216 atendimentos. O que significa dizer que haveria 34% de eficiência no atendimento, se este método de dimensionamento fosse utilizado.

A eficiência pontual do atendimento segue na tabela 5 abaixo:

Tabela 5: Eficiência no atendimento.

Período: 21/04/2011 00:00:00 a 21/04/2011 23:59:59																								
Pistas: Floresta - 03 CAS, Floresta - 04 CAS, Floresta - 05 CAS, Floresta - 06 CAS, Floresta																								
Horário	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Veículos	97	109	108	107	161	261	371	462	494	486	525	415	327	286	266	275	298	248	194	144	102	74	62	53
Agentes de Pedágio	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
Capacidade	660	660	660	660	660	660	880	880	880	880	880	880	660	660	660	660	660	660	660	440	440	440	440	440
Eficiência	14,7%	16,5%	16,4%	16,2%	24,4%	39,5%	42,2%	52,5%	56,1%	55,2%	59,7%	47,2%	49,5%	43,3%	40,3%	41,7%	45,2%	37,6%	44,1%	32,7%	23,2%	16,8%	14,1%	12,0%

Período: 21/04/2011 00:00:00 a 21/04/2011 23:59:59																								
Pistas: Floresta - 01 MAR, Floresta - 02 MAR, Floresta - 03 MAR, Floresta - 04 MAR, Floresta																								
Horário	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Veículos	81	43	33	53	45	53	101	143	186	261	251	287	233	176	186	199	228	201	152	125	95	73	46	40
Agentes de Pedágio	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
Capacidade	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	660	660	660	660	660	660	660	440	440	440	440	440
Eficiência	18,4%	9,8%	7,5%	12,0%	10,2%	12,0%	23,0%	32,5%	42,3%	59,3%	57,0%	65,2%	35,3%	26,7%	28,2%	30,2%	34,5%	30,5%	34,5%	28,4%	21,6%	16,6%	10,5%	9,1%

Portanto, de acordo com as simulações anteriores, foi possível montar uma escala de trabalho para o dia de maior tráfego da história, mantendo um ótimo nível de serviço, com tempo máximo de fila de 38 segundos e utilização pontual máxima de 65,2% no período das 11:00h às 12:00h.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo apresentou um modelo de simulação de uma praça de pedágio administrada por uma concessionária de rodovias situada na região noroeste do estado do Paraná, buscando a compreensão e análise do processo, com o intuito de diagnosticar a capacidade de atendimento e montar a escala de trabalho com base em previsões de tráfego para dias excepcionais.

O estudo seguiu as etapas de coleta de dados, modelagem do sistema, simulação do modelo, validação do modelo, simulação de cenários, análise das simulações e dimensionamento de atendimento.

O primeiro conjunto de cenários simulado consistiu em extrapolar a entrada de entidades, variando a quantidade de atendentes, possibilitando verificar a capacidade total de atendimento, sem considerar a formação de filas. O resultado obtido foi a capacidade de atender 29.862 veículos por dia, o equivalente a 324% da quantidade máxima de veículos que já passou pela praça de pedágio em um dia, número este que demonstra que a capacidade de atendimento está muito além das necessidades.

Por outro lado, de acordo com a segunda e a terceira análise, foi mostrado através de números, que a concessionária de acordo com sua missão de diferenciar-se pela excelência do atendimento, com segurança, rapidez e os melhores serviços, contribuir com suas realizações para o desenvolvimento sócio-econômico do Estado e ser uma empresa ambientalmente estável e socialmente comprometida, dimensiona sua capacidade de atendimento com folga de, no mínimo 65%, ajudando a evitar a formação de filas, o que é muito difícil por se tratar de uma chegada de veículos aleatória.

A estratégia da empresa está alinhada à sua missão, pois a formação de filas acarreta em diversos prejuízos ao meio ambiente e a todas as pessoas, físicas ou jurídicas, envolvidas de alguma forma com a atividade da empresa. As filas ajudam a aumentar o tempo de viagem, o gasto de combustíveis e pneus, a ocorrência de acidentes e a emissão de gases poluentes provenientes dos veículos. Em contrapartida, a diminuição na ocorrência de filas, gera maior satisfação aos clientes, ajudando a proporcionar uma viagem mais tranquila, que pode, inclusive, influenciar na quantidade de acidentes causados.

A quarta análise ajudou na demonstração da proposição de um método para dimensionamento da capacidade de atendimento, com o intuito de que seja mantido o nível de serviço em situações excepcionais de tráfego, como vésperas de feriados, que podem ser estimadas com antecedência. Os resultados da simulação deste método de dimensionamento demonstraram que é possível manter um nível de serviço bastante próximo ao esperado, inclusive no dia em que foi registrado o maior tráfego de veículos, com tempo máximo de filas de 38 segundos.

A utilização das técnicas de simulação e modelagem facilitam a compreensão, análise e visualização de sistemas a serem estudados, ajudando no planejamento de atividades, na prevenção e solução de problemas e na maximização de soluções.

7 REFERÊNCIAS

ANDRADE, EDUARDO LEOPOLDINO DE. **INTRODUÇÃO À PESQUISA OPERACIONAL: MÉTODOS E MODELOS PARA ANÁLISE DE DECISÕES**. 3. ED. RIO DE JANEIRO: LIVROS TÉCNICOS E CIENTÍFICOS EDITORA S.A., 2004. 314 p.

BANKS, JERRY; CARSON, JOHN S.; NELSON, BARRY L.. **DISCRETE-EVENT SYSTEM SIMULATION**. 2. ED. NEW JERSEY: PRENTICE HALL, 1995. 548 p.

BRASÍLIA. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **CONCESSÃO DE RODOVIAS: APRESENTAÇÃO**. DISPONÍVEL EM:

<[HTTP://WWW.ANTT.GOV.BR/CONCESSAOROD/APRESENTACAOROD.ASP](http://www.antt.gov.br/concessaorod/apresentacaorod.asp)>. ACESSO EM: 28 MAR. 2011.

FREITAS FILHO, PAULO JOSÉ DE. **INTRODUÇÃO À MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS - COM APLICAÇÕES EM ARENA**. FLORIANÓPOLIS: BOOKSTORE LIVRARIA LTDA., 2001. 322 p.

PEDGEN, C. D.; SHANNON, R. E.; SADOWSKI, R. P.. **INTRODUCTION TO SIMULATION USING SIMAN**. 2. ED. NOVA IORQUE: MCGRAW-HILL, 1990.

SEVERINO, ANTÔNIO JOAQUIM. **METODOLOGIA DO TRABALHO CIENTÍFICO**. 23. ED. SÃO PAULO: CORTEZ, 2007. 304 p.

SILVA, EDNA LÚCIA DA; MENEZES, ESTERA MUSZKAT. **METODOLOGIA DA PESQUISA E ELABORAÇÃO DE DISSERTAÇÃO**. 4. ED. FLORIANÓPOLIS: UFSC, 2005. 139 p.

ANEXO I

Tempo Médio de Atendimento - Analítico - 1019							
Período: 01/05/2011 00:00:00 a 08/05/2011 23:59:57							
Pista/Sentido:01 MAR, 02 MAR, 03 MAR, 03 CAS, 04 MAR, 04 CAS, 05 CAS, 06 CAS							
Arrecadador	Pista	Abertura do Miniturno	Encerramento do Miniturno	Duração do Miniturno (h)	Tempo Total de Atendimento (s)	Total de Veículos	Tempo Médio de Atendimento
1781	1	01/05/2011 15:43	01/05/2011 17:40	1,94	838	57	14,70
910	1	02/05/2011 08:01	02/05/2011 08:35	0,56	377	26	14,50
1937	1	02/05/2011 15:45	02/05/2011 16:54	1,14	1080	54	20,00
1082	1	03/05/2011 07:58	03/05/2011 08:36	0,62	384	23	16,70
1781	1	03/05/2011 15:44	03/05/2011 17:35	1,84	808	38	21,26
1712	1	04/05/2011 08:06	04/05/2011 09:02	0,93	545	24	22,71
1592	1	04/05/2011 15:27	04/05/2011 16:15	0,78	597	43	13,88
1408	1	05/05/2011 07:59	05/05/2011 08:38	0,64	412	28	14,71
1592	1	05/05/2011 15:08	05/05/2011 15:56	0,80	392	24	16,33
1213	1	06/05/2011 07:59	06/05/2011 08:31	0,53	304	16	19,00
1781	1	06/05/2011 15:36	06/05/2011 15:58	0,36	411	24	17,12
910	1	07/05/2011 08:01	07/05/2011 08:35	0,58	328	22	14,91
1592	1	07/05/2011 15:40	07/05/2011 16:19	0,65	465	39	11,92
1592	1	08/05/2011 15:05	08/05/2011 15:52	0,78	646	43	15,02
979	2	01/05/2011 05:56	01/05/2011 11:55	5,98	2724	175	15,57
1651	2	01/05/2011 11:56	01/05/2011 17:55	5,99	6749	359	18,80
1587	2	01/05/2011 17:55	01/05/2011 23:59	6,05	4936	304	16,24
1082	2	02/05/2011 05:56	02/05/2011 11:56	6,01	6812	341	19,98
1781	2	02/05/2011 11:57	02/05/2011 17:56	5,98	6786	337	20,14
2032	2	02/05/2011 17:56	02/05/2011 23:58	6,02	4263	253	16,85
1408	2	03/05/2011 05:57	03/05/2011 11:56	5,99	4154	249	16,68
1937	2	03/05/2011 11:57	03/05/2011 17:55	5,96	7247	338	21,44
521	2	03/05/2011 17:55	04/05/2011 00:00	6,07	4596	252	18,24
1193	2	04/05/2011 05:55	04/05/2011 11:55	6,00	4444	256	17,36
1781	2	04/05/2011 11:57	04/05/2011 17:56	5,98	6695	305	21,95
909	2	04/05/2011 17:56	04/05/2011 23:59	6,04	5328	274	19,45
979	2	05/05/2011 05:55	05/05/2011 11:57	6,01	3939	253	15,57
1704	2	05/05/2011 11:57	05/05/2011 17:56	5,97	5243	375	13,98
1587	2	05/05/2011 17:56	05/05/2011 23:59	6,04	4997	275	18,17
1712	2	06/05/2011 05:56	06/05/2011 11:58	6,02	6593	302	21,83
1651	2	06/05/2011 11:58	06/05/2011 17:55	5,95	7780	448	17,37
493	2	06/05/2011 17:55	06/05/2011 23:58	6,04	7203	421	17,11
1082	2	07/05/2011 05:56	07/05/2011 11:57	6,00	6035	289	20,88
1921	2	07/05/2011 11:57	07/05/2011 17:55	5,96	6493	368	17,64
2032	2	07/05/2011 17:55	08/05/2011 00:00	6,07	5282	365	14,47
1937	2	08/05/2011 05:57	08/05/2011 11:56	5,98	6193	273	22,68
521	2	08/05/2011 11:56	08/05/2011 17:56	6,00	5943	446	13,33
909	2	08/05/2011 17:57	08/05/2011 23:57	5,99	7270	469	15,50
2018	3	01/05/2011 00:00	01/05/2011 05:55	5,92	2368	136	17,41
1193	3	01/05/2011 05:56	01/05/2011 11:55	5,99	3473	245	14,18
1796	3	01/05/2011 11:56	01/05/2011 17:55	5,99	5076	410	12,38
493	3	01/05/2011 17:56	01/05/2011 22:59	5,04	4434	336	13,20
830057	3	01/05/2011 23:57	02/05/2011 00:00	0,03	11	1	11,00
830057	3	02/05/2011 00:00	02/05/2011 05:56	5,93	3071	130	23,62
979	3	02/05/2011 05:58	02/05/2011 11:56	5,97	4746	369	12,86
1651	3	02/05/2011 11:57	02/05/2011 17:55	5,97	5796	372	15,58
1570	3	02/05/2011 17:55	02/05/2011 22:45	4,83	2783	213	13,07
1139	3	03/05/2011 00:00	03/05/2011 05:55	5,92	2593	130	19,95
1213	3	03/05/2011 05:55	03/05/2011 11:57	6,02	4890	316	15,47
1553	3	03/05/2011 11:57	03/05/2011 17:55	5,96	5856	318	18,42

1570	3	03/05/2011 17:55	03/05/2011 23:40	5,74	2916	234	12,46
2018	3	04/05/2011 00:00	04/05/2011 05:56	5,93	2205	104	21,20
1408	3	04/05/2011 05:59	04/05/2011 11:56	5,95	4136	279	14,82
1937	3	04/05/2011 11:57	04/05/2011 17:57	5,99	7260	402	18,06
521	3	04/05/2011 17:57	04/05/2011 23:34	5,62	4297	297	14,47
1139	3	05/05/2011 00:00	05/05/2011 03:00	3,00	1035	56	18,48
1081	3	05/05/2011 03:00	05/05/2011 03:31	0,52	269	12	22,42
1139	3	05/05/2011 03:32	05/05/2011 05:55	2,38	1111	61	18,21
1193	3	05/05/2011 05:55	05/05/2011 11:57	6,03	4830	307	15,73
1553	3	05/05/2011 11:58	05/05/2011 17:56	5,95	6778	410	16,53
909	3	05/05/2011 17:56	05/05/2011 23:33	5,60	4474	299	14,96
1081	3	06/05/2011 00:00	06/05/2011 03:28	3,48	1386	68	20,38
2018	3	06/05/2011 03:29	06/05/2011 04:00	0,51	252	12	21,00
1081	3	06/05/2011 04:00	06/05/2011 05:55	1,91	882	45	19,60
979	3	06/05/2011 05:56	06/05/2011 07:30	1,57	737	43	17,14
979	3	06/05/2011 07:39	06/05/2011 11:58	4,31	3772	285	13,24
1592	3	06/05/2011 11:58	06/05/2011 17:56	5,95	7836	555	14,12
1587	3	06/05/2011 17:56	06/05/2011 23:31	5,58	5904	453	13,03
1139	3	07/05/2011 00:00	07/05/2011 03:07	3,11	1445	88	16,42
1081	3	07/05/2011 03:07	07/05/2011 03:37	0,50	159	8	19,88
1139	3	07/05/2011 03:37	07/05/2011 05:55	2,29	896	58	15,45
1712	3	07/05/2011 05:56	07/05/2011 11:56	6,00	6204	330	18,80
1796	3	07/05/2011 11:56	07/05/2011 17:56	5,99	5634	451	12,49
493	3	07/05/2011 17:56	07/05/2011 23:31	5,57	5090	380	13,39
979	3	08/05/2011 00:00	08/05/2011 03:14	3,23	1198	77	15,56
1139	3	08/05/2011 03:14	08/05/2011 03:53	0,65	119	11	10,82
979	3	08/05/2011 03:53	08/05/2011 05:55	2,02	548	32	17,12
1082	3	08/05/2011 05:55	08/05/2011 11:56	6,00	5114	307	16,66
1796	3	08/05/2011 11:56	08/05/2011 17:55	5,98	5743	473	12,14
2032	3	08/05/2011 17:56	08/05/2011 23:44	5,81	5856	502	11,67
830057	4	01/05/2011 00:00	01/05/2011 05:55	5,92	2597	103	25,21
910	4	01/05/2011 05:55	01/05/2011 11:55	6,00	3704	218	16,99
1921	4	01/05/2011 11:56	01/05/2011 17:56	6,00	5033	305	16,50
521	4	01/05/2011 17:56	01/05/2011 23:06	5,15	3428	242	14,17
1081	4	02/05/2011 00:00	02/05/2011 05:55	5,91	3409	182	18,73
1193	4	02/05/2011 05:55	02/05/2011 11:56	6,01	5884	386	15,24
1796	4	02/05/2011 11:56	02/05/2011 17:55	5,98	4548	359	12,67
493	4	02/05/2011 17:55	02/05/2011 23:30	5,57	3736	250	14,94
2018	4	02/05/2011 23:57	03/05/2011 00:00	0,04	17	1	17,00
2018	4	03/05/2011 00:00	03/05/2011 05:55	5,92	3343	206	16,23
1712	4	03/05/2011 05:56	03/05/2011 11:56	6,00	6136	316	19,42
1704	4	03/05/2011 11:56	03/05/2011 17:56	5,98	4391	347	12,65
1587	4	03/05/2011 17:56	03/05/2011 23:36	5,66	4039	232	17,41
1139	4	04/05/2011 00:00	04/05/2011 05:55	5,91	3973	223	17,82
910	4	04/05/2011 05:55	04/05/2011 11:57	6,03	5402	330	16,37
1553	4	04/05/2011 11:58	04/05/2011 17:56	5,96	6425	369	17,41
2012	4	04/05/2011 17:56	04/05/2011 23:30	5,56	3442	249	13,82
2018	4	05/05/2011 00:00	05/05/2011 03:33	3,55	2333	144	16,20
1081	4	05/05/2011 03:33	05/05/2011 03:56	0,36	271	16	16,94
2018	4	05/05/2011 03:56	05/05/2011 05:56	1,99	1245	70	17,79
1213	4	05/05/2011 05:56	05/05/2011 11:57	6,01	5955	332	17,94
1781	4	05/05/2011 11:58	05/05/2011 17:56	5,96	6640	375	17,71
2032	4	05/05/2011 17:57	05/05/2011 23:37	5,66	3569	249	14,33
1139	4	06/05/2011 00:00	06/05/2011 04:03	4,05	2638	153	17,24
2018	4	06/05/2011 04:03	06/05/2011 04:41	0,62	301	16	18,81
1139	4	06/05/2011 04:41	06/05/2011 05:55	1,23	941	53	17,75
1193	4	06/05/2011 05:55	06/05/2011 11:58	6,04	6065	367	16,53

1553	4	06/05/2011 12:00	06/05/2011 17:56	5,93	6780	429	15,80
909	4	06/05/2011 17:56	06/05/2011 23:36	5,65	5862	370	15,84
979	4	06/05/2011 23:58	07/05/2011 00:00	0,02	12	1	12,00
979	4	07/05/2011 00:00	07/05/2011 03:41	3,68	3777	270	13,99
1081	4	07/05/2011 03:41	07/05/2011 04:11	0,49	427	24	17,79
979	4	07/05/2011 04:11	07/05/2011 05:57	1,76	1783	99	18,01
1213	4	07/05/2011 05:57	07/05/2011 11:56	5,97	6702	422	15,88
1651	4	07/05/2011 11:56	07/05/2011 17:56	5,99	8668	548	15,82
1570	4	07/05/2011 17:56	07/05/2011 23:33	5,61	3714	298	12,46
1081	4	08/05/2011 00:00	08/05/2011 03:54	3,91	2585	166	15,57
1139	4	08/05/2011 03:55	08/05/2011 04:27	0,53	274	24	11,42
1081	4	08/05/2011 04:27	08/05/2011 05:55	1,46	829	40	20,72
1712	4	08/05/2011 05:55	08/05/2011 11:56	6,01	6393	376	17,00
1921	4	08/05/2011 11:56	08/05/2011 17:55	5,98	6706	454	14,77
493	4	08/05/2011 17:55	08/05/2011 23:36	5,67	4434	357	12,42
979	4	08/05/2011 23:57	09/05/2011 00:00	0,04	63	5	12,60
1082	5	01/05/2011 05:56	01/05/2011 11:57	6,00	3625	186	19,49
1937	5	01/05/2011 11:57	01/05/2011 17:56	5,97	5549	257	21,59
2032	5	01/05/2011 17:56	01/05/2011 23:58	6,02	3488	222	15,71
1408	5	02/05/2011 05:58	02/05/2011 11:56	5,98	5449	311	17,52
521	5	02/05/2011 11:57	02/05/2011 17:56	5,98	5609	340	16,50
1921	5	02/05/2011 17:56	02/05/2011 23:58	6,02	4651	222	20,95
1193	5	03/05/2011 05:55	03/05/2011 11:56	6,01	5209	307	16,97
1796	5	03/05/2011 11:56	03/05/2011 17:55	5,98	4905	339	14,47
909	5	03/05/2011 17:56	04/05/2011 00:00	6,05	4689	241	19,46
1082	5	04/05/2011 05:57	04/05/2011 11:57	6,00	5417	277	19,56
1796	5	04/05/2011 11:57	04/05/2011 17:55	5,96	5347	364	14,69
1587	5	04/05/2011 17:55	04/05/2011 23:57	6,03	4168	225	18,52
1712	5	05/05/2011 05:56	05/05/2011 11:57	6,01	6738	297	22,69
1651	5	05/05/2011 11:57	05/05/2011 17:57	5,99	7306	400	18,26
493	5	05/05/2011 17:57	05/05/2011 23:58	6,02	4606	263	17,51
1408	5	06/05/2011 07:58	06/05/2011 11:58	4,00	3735	230	16,24
1921	5	06/05/2011 11:59	06/05/2011 17:55	5,94	7262	442	16,43
2032	5	06/05/2011 17:56	07/05/2011 00:00	6,06	4898	343	14,28
1937	5	07/05/2011 05:57	07/05/2011 11:57	6,00	8647	410	21,09
521	5	07/05/2011 11:57	07/05/2011 17:55	5,96	6858	503	13,63
909	5	07/05/2011 17:56	07/05/2011 23:59	6,04	5574	298	18,70
910	5	08/05/2011 05:55	08/05/2011 11:56	6,01	6001	397	15,12
1651	5	08/05/2011 11:56	08/05/2011 17:55	5,98	7153	455	15,72
2012	5	08/05/2011 17:55	08/05/2011 23:57	6,03	4595	371	12,39
1781	6	01/05/2011 14:24	01/05/2011 15:42	1,30	1400	71	19,72
910	6	02/05/2011 08:38	02/05/2011 09:17	0,65	646	42	15,38
1937	6	02/05/2011 14:56	02/05/2011 15:40	0,73	993	40	24,82
1082	6	03/05/2011 08:38	03/05/2011 09:10	0,53	492	28	17,57
1781	6	03/05/2011 15:03	03/05/2011 15:39	0,60	527	27	19,52
1712	6	04/05/2011 09:06	04/05/2011 10:05	0,99	1181	48	24,60
1592	6	04/05/2011 14:45	04/05/2011 15:24	0,65	502	29	17,31
1408	6	05/05/2011 09:04	05/05/2011 09:43	0,65	478	30	15,93
1592	6	05/05/2011 14:21	05/05/2011 15:06	0,75	751	39	19,26
1408	6	06/05/2011 06:06	06/05/2011 07:49	1,71	975	60	16,25
1213	6	06/05/2011 08:32	06/05/2011 09:07	0,58	570	28	20,36
1781	6	06/05/2011 15:07	06/05/2011 15:33	0,41	517	25	20,68
1781	6	06/05/2011 16:00	06/05/2011 16:41	0,68	779	50	15,58
910	6	07/05/2011 08:37	07/05/2011 09:24	0,77	993	60	16,55
1592	6	07/05/2011 14:48	07/05/2011 15:38	0,82	1078	63	17,11
			Total:	684,62	590.310,00	36.119,00	16,34

ANEXO II

Período: 01/05/2011 00:00:00 a 08/05/2011 23:59:59		Pistas: Floresta - 01 MAR, Floresta - 02 MAR, Floresta - 03 MAR, Floresta - 04 MAR, Floresta															
		CATEGORIA															TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2A	4A	63	6A	ESP	TOTAL
01/05/2011	00:00	38	1	0	1	0	0	1	3	0	0	1	1	0	0	0	46
	01:00	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	26
	02:00	20	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	26
	03:00	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	13
	04:00	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10
	05:00	5	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	19
	06:00	24	1	0	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	30
	07:00	37	2	1	4	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	50
	08:00	61	0	0	6	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	69
	09:00	72	2	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	78
	10:00	85	2	1	4	1	0	1	3	3	2	0	1	0	0	0	103
	11:00	78	5	0	0	0	0	3	4	1	1	1	0	0	0	0	93
	12:00	92	1	0	4	0	0	2	4	3	0	0	1	0	0	0	107
	13:00	55	1	0	6	0	1	2	6	0	0	0	2	0	0	0	73
	14:00	114	3	1	3	0	0	2	7	4	0	1	0	0	0	0	135
	15:00	149	1	1	4	0	0	2	2	2	1	1	0	0	0	0	163
	16:00	173	5	1	7	0	0	2	3	0	2	0	0	0	0	0	193
	17:00	141	2	1	5	0	0	1	0	6	0	1	1	0	0	0	158
	18:00	143	3	1	10	0	0	4	6	8	1	2	0	0	0	1	179
	19:00	152	2	1	7	0	0	4	3	3	0	1	1	1	0	0	175
	20:00	98	2	1	4	0	0	1	3	1	4	1	2	0	0	0	117
	21:00	59	1	1	7	0	0	1	2	2	0	3	2	0	0	0	78
	22:00	34	0	0	7	0	0	2	4	0	0	1	2	0	0	0	50
	23:00	25	1	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	32
	Total	1.706	36	11	87	1	2	34	56	35	12	21	20	1	0	1	2.023
02/05/2011	00:00	8	1	0	2	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	15
	01:00	12	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
	02:00	7	2	0	5	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	16
	03:00	7	4	1	6	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	20
	04:00	19	2	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	25
	05:00	28	4	0	4	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	39
	06:00	65	2	0	6	0	0	1	3	2	1	1	0	0	0	0	81
	07:00	121	2	0	12	0	1	2	4	3	1	0	0	0	0	0	146
	08:00	124	4	0	9	0	1	1	4	4	0	0	0	0	0	0	147
	09:00	97	1	0	12	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	1	116
	10:00	108	6	0	7	0	0	1	4	1	3	0	0	0	0	0	130
	11:00	94	4	0	4	0	0	5	4	1	3	1	0	0	0	0	116
	12:00	90	4	1	8	0	1	4	3	2	0	1	0	0	0	0	114
	13:00	103	5	0	4	0	1	0	5	1	3	0	0	0	0	0	122
	14:00	88	9	0	3	0	0	3	2	4	1	2	0	0	0	0	112
	15:00	101	7	0	11	0	0	7	1	3	4	1	0	0	0	0	135
	16:00	117	9	0	13	0	1	0	3	6	3	0	0	0	0	0	152
	17:00	108	2	1	6	0	0	3	4	3	4	1	0	0	0	0	132
	18:00	100	8	0	7	1	0	5	5	4	4	1	1	0	0	0	136
	19:00	76	6	0	9	0	0	0	1	5	3	0	2	0	0	0	102
	20:00	57	8	0	6	0	0	4	4	2	0	3	0	0	0	0	84
	21:00	41	2	0	4	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	51
	22:00	37	6	0	6	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	54
	23:00	24	0	1	6	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	33
	Total	1.632	99	4	155	1	7	41	54	46	31	16	7	0	1	1	2.095

03/05/2011 Terça - feira	00:00	12	1	0	5	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	21
	01:00	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	8
	02:00	8	4	0	1	0	0	3	3	0	0	0	2	0	0	0	21
	03:00	11	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	15
	04:00	15	2	0	3	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	23
	05:00	33	3	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	43
	06:00	37	1	0	3	0	0	2	1	2	1	0	0	0	0	0	47
	07:00	63	3	1	6	0	0	3	1	1	3	3	0	0	0	0	84
	08:00	95	10	0	3	0	3	1	1	0	2	0	0	0	0	0	115
	09:00	125	4	1	7	0	1	0	3	2	2	0	0	0	0	0	145
	10:00	86	4	0	6	0	0	1	3	2	0	0	0	0	0	1	103
	11:00	71	7	1	6	0	0	2	4	3	6	0	0	0	0	0	100
	12:00	72	4	0	6	0	2	1	2	1	1	2	0	0	0	1	92
	13:00	86	4	1	4	0	2	3	3	1	2	0	0	0	0	1	107
	14:00	105	9	0	1	0	0	4	4	5	3	4	0	0	0	0	135
	15:00	78	10	1	10	0	2	2	1	2	4	1	0	0	0	0	111
	16:00	105	9	0	5	0	0	2	2	4	2	0	0	0	0	0	129
	17:00	93	5	0	13	0	0	5	5	2	0	1	0	0	0	0	124
	18:00	118	9	0	11	0	0	4	7	2	3	1	1	0	0	0	156
	19:00	86	10	0	15	0	0	2	0	1	3	3	0	0	0	0	120
	20:00	46	8	0	8	0	0	3	5	0	2	0	1	0	0	0	73
	21:00	30	5	0	8	0	0	3	4	0	3	2	0	0	0	0	55
	22:00	29	4	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	37
	23:00	26	0	0	5	0	0	0	2	0	0	5	3	0	0	0	41
Total	1.435	117	5	136	0	11	41	54	28	37	26	12	0	0	3	1.905	
04/05/2011 Quarta - feira	00:00	15	3	0	4	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	27
	01:00	6	1	0	4	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	13
	02:00	8	1	0	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	14
	03:00	10	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
	04:00	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	20
	05:00	13	0	0	1	0	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	19
	06:00	41	1	0	7	0	0	1	5	0	0	0	1	0	0	0	56
	07:00	78	7	0	7	0	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	97
	08:00	85	4	0	4	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	97
	09:00	93	5	0	6	0	0	1	2	2	0	1	1	0	0	0	111
	10:00	72	7	0	8	0	1	2	1	1	2	0	0	0	0	0	94
	11:00	78	5	0	8	0	0	4	3	2	2	0	0	0	0	1	103
	12:00	79	2	2	7	0	0	0	4	1	4	2	0	0	0	0	101
	13:00	91	5	0	7	0	3	3	2	2	5	0	0	0	0	0	118
	14:00	111	1	0	13	0	0	1	10	3	1	3	0	0	0	0	143
	15:00	85	9	0	8	0	1	3	3	1	3	0	0	0	0	0	113
	16:00	110	11	0	13	0	0	2	4	2	1	0	0	0	0	0	143
	17:00	112	6	1	9	0	1	1	6	1	3	1	0	0	0	0	141
	18:00	147	13	1	13	0	0	2	11	2	1	2	2	0	0	0	194
	19:00	89	3	0	9	0	2	2	6	1	2	1	3	0	0	0	118
	20:00	53	6	0	9	0	0	1	6	1	2	0	0	0	0	0	78
	21:00	36	9	1	10	0	2	3	2	0	4	0	0	0	0	0	67
	22:00	47	5	0	7	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	62
	23:00	37	2	0	2	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	45
Total	1.514	107	5	161	0	10	32	77	19	34	15	12	0	0	1	1.987	
05/05/2011 Quinta - feira	00:00	17	1	0	6	0	0	0	2	1	0	0	1	0	1	0	29
	01:00	5	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	10
	02:00	9	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	17
	03:00	9	5	0	6	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	23
	04:00	14	4	0	5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	25
	05:00	22	3	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	28
	06:00	43	0	0	5	0	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	54
	07:00	84	7	0	4	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	99
	08:00	99	7	0	8	0	1	1	3	2	1	0	0	0	0	0	122
	09:00	85	7	0	6	0	0	2	3	3	0	0	0	0	0	0	106
	10:00	77	7	0	5	0	2	2	9	1	3	0	0	0	0	0	106
	11:00	70	7	0	8	0	0	5	4	2	5	0	0	0	0	0	101
	12:00	75	4	1	6	0	0	2	4	1	3	1	0	0	0	0	97
	13:00	77	3	0	5	0	0	7	5	4	4	0	0	0	0	0	105
	14:00	120	8	0	6	0	0	4	3	1	3	2	0	0	0	0	147
	15:00	109	12	0	11	0	2	1	3	3	3	0	0	0	0	0	144
	16:00	111	3	0	17	0	0	1	2	4	0	1	0	0	0	0	139
	17:00	153	11	0	7	0	0	2	8	2	1	1	0	0	0	0	185
	18:00	116	11	0	9	0	0	0	3	6	2	2	1	0	0	0	150
	19:00	105	10	1	7	1	2	2	4	1	0	1	1	0	0	0	135
	20:00	85	5	0	9	0	0	1	2	2	2	0	0	0	0	0	106
	21:00	46	3	0	6	0	0	4	3	1	1	0	0	0	0	0	64
	22:00	52	1	0	11	0	0	0	1	0	1	1	2	0	0	0	69
	23:00	33	0	0	2	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	39
Total	1.616	120	2	159	1	7	40	61	37	33	14	9	0	1	0	2.100	

06/05/2011 Sexta - feira	00:00	15	0	0	5	0	0	2	0	0	0	1	2	0	0	0	25
	01:00	15	2	0	3	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	23
	02:00	10	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	15
	03:00	7	2	0	4	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	17
	04:00	14	2	0	4	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	22
	05:00	14	5	0	3	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	25
	06:00	21	1	0	4	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	30
	07:00	82	7	0	6	0	1	5	4	2	1	0	0	0	0	0	108
	08:00	99	8	0	5	0	1	1	3	1	1	0	0	0	0	0	119
	09:00	102	2	1	6	0	1	0	1	2	2	0	0	0	0	0	117
	10:00	105	11	0	17	0	1	3	1	4	1	0	0	0	0	0	143
	11:00	102	4	0	7	0	1	3	3	3	7	0	0	0	0	0	130
	12:00	109	3	0	8	0	1	2	4	5	7	1	0	0	0	0	140
	13:00	117	3	0	7	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	1	133
	14:00	144	10	0	7	0	0	0	1	3	5	2	0	0	0	0	172
	15:00	149	9	0	12	0	0	5	0	8	3	0	0	0	0	0	186
	16:00	150	11	1	9	0	0	6	6	2	2	0	0	0	0	0	187
	17:00	182	8	3	12	0	0	3	3	6	4	2	0	0	0	0	223
	18:00	190	12	1	14	0	0	4	2	5	11	1	1	0	0	0	241
	19:00	156	9	0	6	0	1	3	5	3	3	0	0	0	0	0	186
	20:00	126	12	0	8	0	2	0	4	2	1	1	0	0	0	0	156
	21:00	94	6	0	8	0	0	1	1	2	3	0	2	0	0	0	117
	22:00	85	5	0	4	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	98
	23:00	47	1	0	8	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	59
Total	2.135	134	6	169	0	9	39	44	55	56	14	10	0	0	1	2.672	
07/05/2011 Sábado	00:00	23	2	0	5	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	34	
	01:00	26	2	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	34	
	02:00	14	2	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	20	
	03:00	11	0	0	6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	19	
	04:00	18	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	
	05:00	24	0	0	2	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	29	
	06:00	45	2	0	2	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	53	
	07:00	64	4	0	4	0	0	4	2	3	0	0	0	0	0	81	
	08:00	103	1	0	6	0	0	8	0	4	2	1	0	0	0	125	
	09:00	113	3	0	5	0	0	1	3	3	1	0	0	0	0	129	
	10:00	131	5	0	3	0	0	2	1	3	1	0	2	0	0	148	
	11:00	82	6	0	5	1	1	5	3	8	2	1	0	0	0	114	
	12:00	108	4	0	5	0	0	1	1	7	5	2	0	0	0	134	
	13:00	102	1	0	5	0	1	1	1	6	2	0	0	0	0	119	
	14:00	118	3	0	4	0	0	1	0	3	0	0	1	0	0	131	
	15:00	133	9	1	6	1	1	0	2	13	1	0	2	0	0	169	
	16:00	136	4	0	5	1	0	3	3	5	1	2	0	0	0	160	
	17:00	136	3	0	6	0	0	0	2	1	0	3	1	0	0	162	
	18:00	174	3	0	5	0	0	4	2	10	2	3	1	0	0	204	
	19:00	128	4	1	3	0	0	2	1	5	1	6	2	0	0	163	
	20:00	122	2	0	3	0	0	3	2	5	1	0	1	0	0	139	
	21:00	97	0	0	4	0	0	3	2	3	0	0	0	0	0	109	
	22:00	69	0	0	1	0	1	2	4	0	0	1	1	0	0	79	
	23:00	40	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	45	
Total	2.017	62	2	95	3	7	42	30	80	20	23	18	0	0	2	2.401	
08/05/2011 Domingo	00:00	24	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	28	
	01:00	20	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	
	02:00	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	
	03:00	15	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	20	
	04:00	14	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	16	
	05:00	13	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	15	
	06:00	42	4	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	50	
	07:00	42	3	0	4	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	53	
	08:00	84	3	0	2	0	0	3	0	4	2	1	1	0	0	100	
	09:00	97	2	1	2	0	0	2	4	7	0	0	1	0	0	116	
	10:00	98	3	1	4	0	0	2	3	6	0	0	0	0	0	118	
	11:00	116	4	0	5	0	1	0	0	28	0	1	0	0	0	155	
	12:00	69	0	0	4	0	0	0	1	18	0	0	0	0	0	92	
	13:00	69	2	0	3	0	0	1	1	6	0	2	0	0	0	84	
	14:00	95	0	1	4	0	0	2	4	21	2	1	0	0	0	130	
	15:00	135	1	0	2	0	0	1	5	18	0	0	0	0	0	162	
	16:00	193	1	1	6	0	0	1	0	23	0	0	1	0	0	226	
	17:00	238	2	0	4	0	1	1	2	18	0	1	0	0	0	267	
	18:00	239	3	0	7	0	0	5	1	22	1	0	1	0	0	279	
	19:00	231	2	1	8	0	2	0	0	19	0	0	1	0	0	264	
	20:00	141	0	1	5	0	0	7	3	6	0	0	2	0	0	165	
	21:00	99	0	1	6	0	0	2	2	6	0	0	1	0	0	117	
	22:00	70	3	1	4	0	0	1	0	4	3	1	0	0	0	87	
	23:00	39	1	0	2	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	47	
Total Dia	2.414	35	3	53	1	2	11	17	89	7	6	6	1	0	1	2.634	
TOTAL	14.469	70	38	1015	7	55	280	393	389	230	135	94	2	2	10	17.817	

ANEXO III

		CATEGORIA														TOTAL	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2A	4A	63	6A	ESP	TOTAL
21/04/2011 quinta-feira	00:00	65	0	0	8	0	0	1	1	2	0	1	2	0	1	0	81
	01:00	33	1	0	3	0	0	0	0	1	0	2	3	0	0	0	43
	02:00	24	3	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
	03:00	41	2	0	5	0	0	0	1	2	0	0	2	0	0	0	53
	04:00	37	6	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	45
	05:00	43	1	0	1	0	0	3	1	1	0	3	0	0	0	0	53
	06:00	89	0	1	6	0	0	1	0	2	1	1	0	0	0	0	101
	07:00	132	3	0	4	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	143
	08:00	172	1	0	4	0	2	2	3	1	1	0	0	0	0	0	186
	09:00	244	3	0	4	0	0	0	2	6	0	1	1	0	0	0	261
	10:00	230	4	0	6	0	0	0	2	6	2	1	0	0	0	0	251
	11:00	267	2	0	2	0	1	3	4	5	1	2	0	0	0	0	287
	12:00	218	1	0	3	1	0	1	2	6	1	0	0	0	0	0	233
	13:00	162	4	0	0	0	0	2	2	2	2	1	1	0	0	0	176
	14:00	164	4	1	4	0	1	1	3	1	3	4	0	0	0	0	186
	15:00	178	3	0	5	0	0	2	1	10	0	0	0	0	0	0	199
	16:00	207	3	2	8	0	0	0	0	7	0	1	0	0	0	0	228
	17:00	182	5	1	0	1	0	0	0	11	0	1	0	0	0	0	201
	18:00	136	6	0	1	0	0	0	1	5	2	0	1	0	0	0	152
	19:00	106	1	2	3	0	0	1	7	5	0	0	0	0	0	0	125
	20:00	87	2	0	0	0	1	0	3	1	1	0	0	0	0	0	95
	21:00	68	0	1	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	73
	22:00	44	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	46
23:00	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	40	
Total Dia		2968	55	8	76	2	5	18	34	77	17	19	11	0	1	0	3.291

		CATEGORIA														TOTAL	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2A	4A	63	6A	ESP	TOTAL
21/04/2011 quinta-feira	00:00	90	1	0	1	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	97
	01:00	100	0	1	1	0	0	0	3	1	0	1	2	0	0	0	109
	02:00	95	1	0	2	0	0	0	0	4	2	3	1	0	0	0	108
	03:00	98	0	1	1	0	0	1	0	3	0	0	3	0	0	0	107
	04:00	150	1	0	2	0	0	0	0	3	0	1	4	0	0	0	161
	05:00	243	4	0	2	0	0	0	0	9	1	1	1	0	0	0	261
	06:00	339	7	1	5	0	1	3	1	12	0	0	2	0	0	0	371
	07:00	419	10	1	14	0	0	1	2	13	0	1	1	0	0	0	462
	08:00	443	6	1	5	0	1	2	0	35	0	0	1	0	0	0	494
	09:00	429	6	6	6	0	1	2	3	28	1	3	1	0	0	0	486
	10:00	494	2	2	5	0	0	1	1	19	0	1	0	0	0	0	525
	11:00	387	3	1	7	0	0	3	1	11	0	2	0	0	0	0	415
	12:00	294	4	0	7	0	1	0	0	19	2	0	0	0	0	0	327
	13:00	260	3	0	4	0	0	0	1	17	0	1	0	0	0	0	286
	14:00	238	1	1	2	0	0	2	5	16	1	0	0	0	0	0	266
	15:00	252	0	1	5	0	0	0	1	13	0	3	0	0	0	0	275
	16:00	280	1	0	3	0	0	3	0	8	2	1	0	0	0	0	298
	17:00	225	4	4	3	0	0	1	0	8	0	2	1	0	0	0	248
	18:00	180	2	1	3	0	0	2	0	6	0	0	0	0	0	0	194
	19:00	128	2	1	4	0	0	1	0	7	1	0	0	0	0	0	144
	20:00	91	1	0	1	0	0	0	0	6	1	1	0	0	0	1	102
	21:00	67	1	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	74
	22:00	56	2	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	62
23:00	49	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	53	
Total		5.407	63	23	85	0	4	23	23	243	14	21	18	0	0	1	5.925

Universidade Estadual de Maringá

Departamento de Engenharia de Produção

Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900

Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196