

SIMULAÇÃO DE EVENTOS DE TRÁFEGO
NUMA ROTA EM ÁREA URBANA

LUZENIRA ALVES BRASILEIRO

SIMULAÇÃO DE EVENTOS DE TRÁFEGO
NUMA ROTA EM ÁREA URBANA

Dissertação apresentada ao Curso
de Mestrado em Engenharia Civil
da Universidade Federal da Paraíba,
em cumprimento às exigências
para obtenção do grau de Mestre.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GEOTECNIA E TRANSPORTES

ORIENTADOR: Prof. Dr. ANTONIO ILDEFONSO DE A. MELO

CAMPINA GRANDE - PB

MARÇO DE 1990



B823s Brasileiro, Luzenira Alves
Simulacao de eventos de trafego numa rota em area urbana
/ Luzenira Alves Brasileiro. - Campina Grande, 1990.
122 f. : il.

Dissertacao (Mestrado em Engenharia Civil) -
Universidade Federal da Paraiba, Centro de Ciencias e
Tecnologia.

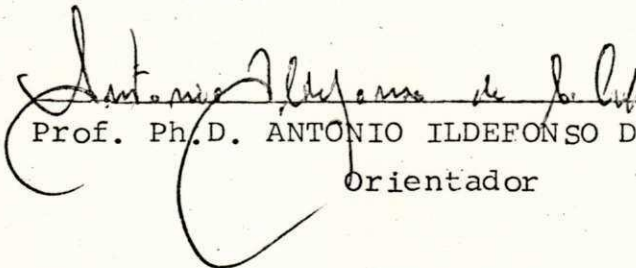
1. Geotecnica 2. Engenharia de Trafego 3. Transporte
Urbano 4. Transporte Urbano - 5. Trafego das Vias Urbanas
6. Dissertacao I. Melo, Antonio Ildefonso de A., Dr. II.
Universidade Federal da Paraiba - Campina Grande (PB) III.
Titulo

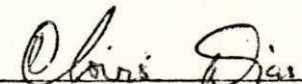
CDU 624.13(043)

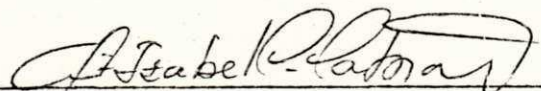
SIMULAÇÃO DE EVENTOS DE TRÁFEGO
NUMA ROTA EM ÁREA URBANA

LUZENIRA ALVES BRASILEIRO

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 23/03/1990


Prof. Ph.D. ANTONIO ILDEFONSO DE A. MELO
Orientador


Prof. M.Sc. CLÓVIS DIAS
Examinador Interno


Prof.^a D.Sc. MARIA IZABEL C. CABRAL
Examinador Externo

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

MARÇO DE 1990

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. ANTONIO ILDEFONSO DE A. MELO, à Prof^a LEONIA LEÃO e aos colegas da Área de Transportes.

DEDICO

Aos meus pais e a todos os que
lidam com Transportes.

R E S U M O

Este trabalho descreve através de um modelo de simulação, uma rota padrão de um veículo que concorre com o tráfego remanescente em área urbana, englobando diversos eventos de tráfego.

A representação dos diversos eventos de tráfego usados na definição da rota é implementada usando-se a linguagem computacional GPSS.

Os modelos referentes aos eventos estudados, envolvem os principais problemas de tráfego urbano que interferem na rota do veículo, aumentando seu tempo de viagem.

O modelo desenvolvido neste trabalho representa uma malha urbana, onde se situa a rota padrão de um veículo, e é construído através da associação de pequenos modelos referentes aos diversos eventos de tráfego considerados comprometedores na duração de viagem do veículo.

A rota padrão definida neste modelo é formada por quatro segmentos. O primeiro representa o trecho de rua que liga o ponto inicial da rota à primeira interseção e é denominado de rua local. Os dois segmentos subsequentes representam os trechos de ruas que ligam a primeira interseção à segunda e são denominados de rota original e rota alternativa, respectivamente. O último segmento representa o trecho de rua que liga a segunda interseção ao ponto final da rota e é denominado de segmento final.

O modelo construído é utilizado para simular uma viagem diária durante o período de cem dias e analisa, através de valores médios de tempo de viagem produzidos pelo próprio modelo, as alternativas de viagem através das rotas original e alternativa.

ABSTRACT

This paper describes through a model of simulation, a standard route of a vehicle that competes with the remainder traffic in urban area, comprising several events of traffic.

The representation of the several events of traffic used in the definition of the route is implemented by using the GPSS computer language.

The models which refer to the events studied, involve the main problems of urban traffic that interfere in the vehicle route, increasing its trip time.

- The model developed in this paper represents an urban network, where the standard route of a vehicle is situated there, and it is formed through association of small models which refer to the several events of traffic considered compromising in the duration of vehicle trip.

The standard route defined in this model is formed by four segments. The first segment represents the street passage that joins the initial point of the route to the first intersection and it is denominated local street. The two subsequent segments represent the street passages that join the first intersection to the second intersection and they are denominated original route and alternative route, respectively. The last segment represents the street passage that joins the second intersection to the final point of the route and, it is denominated final segment.

The model formed is used to simulate a daily trip during the period of one hundred days and to analyse, through average values of trip time produced by proper model, the trip alternatives through original and alternative routes.

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMENTOS.....	iv
DEDICÁTORIA	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	01
1.1 - CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	01
1.2 - DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	03
1.3 - OBJETIVOS: GERAL E ESPECÍFICO	05
CAPÍTULO II - SIMULAÇÃO	07
2.1 - INTRODUÇÃO	07
2.2 - O PROCESSO DA SIMULAÇÃO	11
2.3 - PROBLEMAS DE VALIDAÇÃO	16
2.4 - USO DA SIMULAÇÃO PARA VALIDAR MODELOS ANALÍTICOS	18
2.5 - LINGUAGEM DE SIMULAÇÃO	20
CAPÍTULO III - APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO A EVENTOS DE TRÁFEGO	24
3.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS	24
3.2 - SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO TRÁFEGO	26
3.3 - SIMULAÇÃO E DEMORA NAS INTERSEÇÕES	27

3.4 - ASPECTOS DA LINGUAGEM GPSS RELACIONADOS A EVENTOS DE TRÁFEGO	31
CAPÍTULO IV - DIVERSOS EVENTOS DE TRÁFEGO URBANO	33
4.1 - TRECHOS DE RUAS SEM SINALIZAÇÃO	33
4.2 - INTERSEÇÕES SINALIZADAS	45
4.3 - PARADAS DE ÔNIBUS COLETIVO	51
4.4 - MALHA URBANA	56
CAPÍTULO V - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	58
5.1 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	58
5.2 - ANÁLISE DOS RESULTADOS	63
5.3 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS ...	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXO I - DOCUMENTAÇÃO DO PROGRAMA REFERENTE AO MODELO FINAL	76
ANEXO II - PROGRAMA FONTE REFERENTE AOS TRECHOS DE RUAS E INTERSEÇÕES NÃO SINALIZADAS	88
ANEXO III - PROGRAMA FONTE REFERENTE AOS TRECHOS DE RUAS COM INTERSEÇÕES SEMAFORIZADAS	100
ANEXO IV - PROGRAMA FONTE REFERENTE À PARADA DE ÔNIBUS COLETIVO	115
ANEXO V - PROGRAMA FONTE REFERENTE À MALHA URBANA	122

CAPÍTULO I

I N T R O D U Ç Ã O

1.1 - CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Numa área urbana é de grande importância o conhecimento dos principais problemas de tráfego que interferem na rota de um veículo, aumentando seu tempo de viagem. Os veículos devem fluir livremente de tal forma que minimizem a formação de filas, exceto em condições extraordinárias.

Este trabalho descreve, através de um modelo de simulação, a rota padrão de um veículo em área urbana, englobando diversos eventos de tráfego relacionados com a duração de viagem do veículo.

O modelo definido neste trabalho é voltado principalmente para a análise da duração de viagem do veículo. Para realizar a análise através da metodologia analítica tradicional da teoria do fluxo de tráfego é necessário uma coleta de dados sob condições precisas. Pode-se, no entanto, realizar a análise através de método estatístico, utilizando dados históricos. Neste propósito, a simulação digital é um dos métodos estatísticos mais utilizados atualmente.

Três eventos de tráfego, trechos de ruas com interseções não sinalizadas, trechos de ruas com interseções semaforizadas e paradas de ônibus coletivo, são considerados nes

te trabalho para a análise da duração de viagem do veículo.

A análise é feita simulando cada um dos eventos de tráfego separadamente e, no final, simulando todos os eventos através de um único modelo computacional.

Através das variáveis, tempo de viagem com interseções não sinalizadas, tempo de viagem com interseções semaforizadas e tempo de viagem com paradas de coletivo é feita a análise entre as alternativas de viagem, utilizando-se como parâmetro a duração de viagem das rotas original e alternativa.

No início do trabalho, o Capítulo 2 consta de informações necessárias sobre simulação, incluindo o processo da simulação, problemas de validação, uso da simulação para validar modelos analíticos e linguagens de simulação, dando ênfase à linguagem GPSS.

O Capítulo 3 mostra os problemas de aplicação da simulação a eventos de tráfego, incluindo o comportamento do tráfego e a demora sofrida pelos veículos ao cruzar uma interseção. Mostrará ainda as características da linguagem GPSS quando aplicada aos eventos de tráfego.

No Capítulo 4 estão descritos os diversos eventos de tráfego levados em consideração no incremento do tempo de viagem. Esses eventos são representados através de modelos na linguagem GPSS.

No Capítulo 5 serão feitas a apresentação e análise dos resultados da simulação composta por conclusões dos resultados obtidos e, sugestões para pesquisas futuras.

1.2 - DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O propósito principal do modelo Rota Padrão de um veículo é analisar se ocorrerá redução no tempo de viagem, sob condições normais de tráfego, caso haja alteração na rota.

O tempo de viagem é, direta ou indiretamente, relacionado com diversos elementos internos e/ou externos ao sistema. Estes elementos são definidos aqui como:

- . hora da partida
- . alternativa da viagem
- . características do veículo
- . condições anormais de tráfego e das vias

A hora da partida torna-se muito restrita dentro de limites estreitos, quando se trata de atingir o desejado tempo de chegada a destino previamente estabelecido. Numerosos elementos ambientais influenciam na hora da partida, assim como: presença de escola e emprego próximos ao local de origem da viagem, proporcionando atrações e/ou gerações de viagens; facilidades do transporte público; rotas e horários do tráfego local.

Um dos aspectos que será analisado neste trabalho é o da alteração da rota, modificando a alternativa da viagem. Uma alternativa de viagem pode considerar que optar por uma distância maior, onde seja possível desempenhar maior velocidade, é melhor do que optar por uma rota menor, onde so seja possível desempenhar baixa velocidade. Outra alternativa pode ser optar por uma rota que possua menos sinais de trânsito ou outra que tenha baixa taxa de acidentes.

As características do veículo podem ser consideradas como fatores menos importantes do tempo de viagem, desde que controles de velocidade operem como restrição. Contudo, as taxas de aceleração e de desaceleração contribuem para a duração da viagem.

Até aqui o problema tem sido definido em termos de situação normal. Para que a simulação produza resultados mais coerentes com o sistema real é necessário que o modelo considere também condições anormais de tráfego. Veículos de emergência podem parar o tráfego numa interseção ou, mesmo, ao longo de um trecho entre interseções. Durante uma chuva ou quando há tráfego suspenso, pode ser necessário escolher a rota alternativa. Outras condições anormais que podem ser consideradas são as de acidentes ou reparos em vias.

Um estudo sistemático, simulando o comportamento do tráfego diante dos fatores acima citados, permite a comparação entre rotas em termos de duração média de viagem. Contudo, comparação mais significativa pode ser obtida através de estudo mais detalhado, contendo dados referentes à maior velocidade obtida, tempo total parado no tráfego, quantidade de combustível consumido e, disponibilidade para sinais de trânsito.

Resultados baseados em média são usados, mas possuem a desvantagem de omitir a duração maior e menor de viagem.

Os elementos que definem este modelo são determinados por três diferentes fatores que governam as fundamentais situações de tráfego possíveis de acontecer nos eventos que serão considerados posteriormente. São equações, regras de

lógica e probabilidade.

As equações são usadas para determinar a hora da partida, os tempos requeridos para percorrer a distância da rua local, as rotas original e alternativa, a distância através de cada interseção, a distância restante do percurso e, assim, o tempo de viagem total baseado nas distâncias, velocidades médias, fatores de demora de tráfego congestionado e condições anormais.

Em alguns casos, as equações analíticas podem ser resumidas à sequência de regras de decisões lógicas, como por exemplo: quando há uma brecha, o veículo entra na corrente de tráfego oposto ou, quando o sinal está verde, o veículo prossegue normalmente.

Frequentemente, os fatos são conhecidos para o comportamento de um grupo, e não para o comportamento único. O comportamento do indivíduo pode ser selecionado entre uma série de possíveis comportamentos através de probabilidades por seleção randômica.

1.3 - OBJETIVOS: GERAL E ESPECÍFICO

Neste trabalho, inicialmente será utilizado um modelo para cada evento de tráfego a ser considerado na definição da rota de um veículo e, posteriormente esses modelos serão compatibilizados e reunidos num único modelo em que se cotejem rotas alternativas de viagem.

A partir daí, o objetivo geral deste trabalho é desenvolver um modelo referente à rota padrão de um veículo que ofereça alternativas de viagem, incluindo eventos de tráfego

go considerados comprometedores na duração de viagem do veículo.

Por sua vez, o modelo tem como objetivo específico analisar, através dos resultados da simulação, as condições de tráfego em que pode ocorrer redução no tempo de viagem de um veículo padrão adotado, mediante a escolha de uma rota alternativa.

CAPÍTULO II

S I M U L A Ç Ã O

2.1 - INTRODUÇÃO

O termo simulação teve sua origem em 1940 quando Von Neumann e Ulam associaram a expressão "Análise de Monte Carlo" {8} à técnica matemática que foi utilizada para solucionar certos problemas de blindagem em reatores nucleares. Evitou-se, assim, solução experimental que seria muito dispendiosa, e, solução analítica, que se tornaria um processo complexo.

A "Análise de Monte Carlo" {8} propiciou a solução matemática através da simulação do processo estocástico.

No início da década de 50, com o desenvolvimento de computadores de alta velocidade, a simulação possibilitou a realização de experiência com modelos matemáticos em computadores.

A partir daí, a simulação tornou-se técnica utilizada para descrever sistemas através de modelos, onde o principal fundamento para utilizá-la é o desejo e a necessidade do homem de conhecer o futuro.

O processo de observação da performance do sistema ou seu modelo sob certo conjunto de condições, realiza-se através do experimento.

O propósito dos modelos é permitir a realização de estudos sobre sistemas, analisando sua reação diante das influências externas, internas, ou sua abrangência no meio ambiente. Este processo ocorre pela análise sistêmica.

Na análise sistêmica não é procurada a solução matemática, mas, sim, entendimento do relacionamento entre componentes do sistema. O conjunto de componentes externos ao sistema especificado com que interage é chamado de ambiente.

Os sistemas, em sua grande maioria, são abertos, isto é, sistemas que interagem com outros sistemas. É característica deste tipo de sistema a informação por retroalimentação, ou seja, o "output" do sistema produz alterações no "input" ou controla elementos do sistema. É a partir deste ponto que surge a complexidade dos sistemas. Por outro lado, quando o "input" não é influenciado pelo "output", trata-se de sistema fechado.

"A descrição de um sistema em termos que poderão satisfazer a exigência do experimento, consiste na escolha de símbolos para representar componentes de um sistema e expressa relacionamentos entre componentes através de declarações lógicas e sistemáticas. Este processo é conhecido como abstração e, o conjunto resultante de expressões simbólicas é chamado de modelo do sistema estudado" (8).

Não existe regra absoluta para construção de modelos, visto que, cada sistema apresenta características peculiares. No entanto, um ponto de referência para a construção de bons modelos é a característica evolutiva. A construção deve se iniciar simples, evoluindo para maior elaboração, adap

tando-se aos objetivos propostos.

Um sistema é dito em equilíbrio quando sua performance varia somente dentro da faixa aceitável e prognosticável. Quando um sistema em equilíbrio é submetido à alteração nos valores das variáveis, mas retorna para o estado de equilíbrio, diz-se que tal sistema é estável.

Resumidamente, pode-se dizer que o procedimento geral da simulação de um sistema, através do experimento com modelo consiste em: selecionar o conjunto de regras operacionais; selecionar um conjunto de valores para os atributos de cada componente; observar os efeitos resultantes e as interações entre os componentes do sistema; medir a performance total do sistema; selecionar um conjunto de valores para os atributos de cada componente; selecionar novo conjunto de regras operacionais; testar as políticas alternativas e; selecionar boa política.

Muitos dos sistemas que são estudados por simulação têm a característica de aleatoriedade. Para simular aleatoriedade, o simulador deve produzir valores para as diversas variáveis aleatórias do modelo.

Uma variável aleatória apresenta valor numérico sobre um espaço de amostragem do evento do experimento; para sua determinação, não existe previsão. Os valores numéricos assumidos por variáveis aleatórias podem ser chamados de números aleatórios ou números randômicos.

O procedimento que pode produzir tais números só pode ser chamado de gerador de números randômicos se os números gerados forem equiprováveis e, se cada número gerado for in

dependente do número anterior. Estatisticamente, estes números são elementos de variáveis aleatórias independentes e as variáveis são uniformemente distribuídas.

Os números produzidos por gerador aritmético não são randômicos, já que a sequência de números gerada é determinística e reproduzível. Os números da sequência podem se comportar como randômicos e atender às necessidades do simulador. Como tais números apenas se parecem randômicos, diz-se que são pseudo-randômicos.

Desta forma, o gerador de números randômicos, utilizando relações aritméticas é chamado de gerador de números pseudo-randômicos. Característica de tais geradores é a repetição dos números gerados a partir de certo ponto. O total de números gerados antes da repetição é chamado de ciclo.

Muitos métodos têm sido usados para gerar variáveis randômicas. O método mais utilizado em computadores digitais estabelece a geração de ambas as variáveis randômicas-contínua e discreta - através de números randômicos contínuos e uniformemente distribuídos entre 0 e 1.

Existem sub-rotinas adequadas que produzem tais números, cujos "outputs" são uma série de números com igual possibilidade de assumir algum valor entre 0 e 1. A teoria destes geradores é bastante complexa, embora as próprias sub-rotinas sejam em geral, suficientemente pequenas e fáceis de usar.

2.2 - O PROCESSO DA SIMULAÇÃO

A simulação de um sistema pode ser realizada por diversas razões; as mais comuns são: teste e avaliação do modelo sistêmico, análise histórica e previsão.

O horizonte do tempo sobre o qual a simulação é realizada depende de seu objetivo. Diante disso a simulação pode ser classificada em: remonte, simulação histórica e projeção. A Figura 1 mostra as diversas classificações da simulação segundo o horizonte de tempo.

Na Figura 1, T1 e T2 representam os limites do tempo sobre o qual o modelo é calibrado, determinando o período de estimativa; T3 representa o tempo atual.

A primeira classificação da simulação, segundo o horizonte de tempo é a simulação histórica ou simulação "ex post"; Inicia-se no ano T1 e se estende até o ano T2. Os valores históricos do ano T1 são fornecidos como condições iniciais para as variáveis endógenas; e uma série de valores históricos, iniciando em T1 e terminando em T2, é usada para as variáveis exógenas. Durante o período de estimativa em que se tem dados históricos para todas as variáveis disponíveis, pode-se realizar o teste de validade do modelo através da comparação da série de dados originais com a série de dados resultantes da simulação histórica.

A projeção envolve um processo de simulação do modelo após o período de estimativa. Há duas classificações de projeção: "ex post" e "ex ante". A projeção "ex post" é feita para algum tempo situado entre o final do período de estimativa e o tempo atual; este tipo de simulação é frequentemente

te realizado para testar a exatidão da projeção do modelo através da comparação entre resultados obtidos pela previsão e dados reais. A projeção "ex ante" é a simulação feita para algum tempo após o tempo atual; é quando se faz uma previsão, propriamente dita.

O último tipo de simulação, segundo o horizonte de tempo é a simulação remonte, feita para algum tempo antes do período de estimativa; neste caso, o modelo é simulado às avessas no tempo. Faz-se este tipo de simulação com o objetivo de testar a estabilidade dinâmica do modelo, ou, ainda, com o intuito de analisar hipóteses sobre eventos que ocorreram antes do período de estimativa.

Um processo sistemático para o estudo de sistemas, através de simulação, segundo Mize e Cox [8], pode ser feito seguindo quatro etapas. São: formulação do problema, projeto do experimento da simulação, construção do modelo computacional e análise dos dados da simulação.

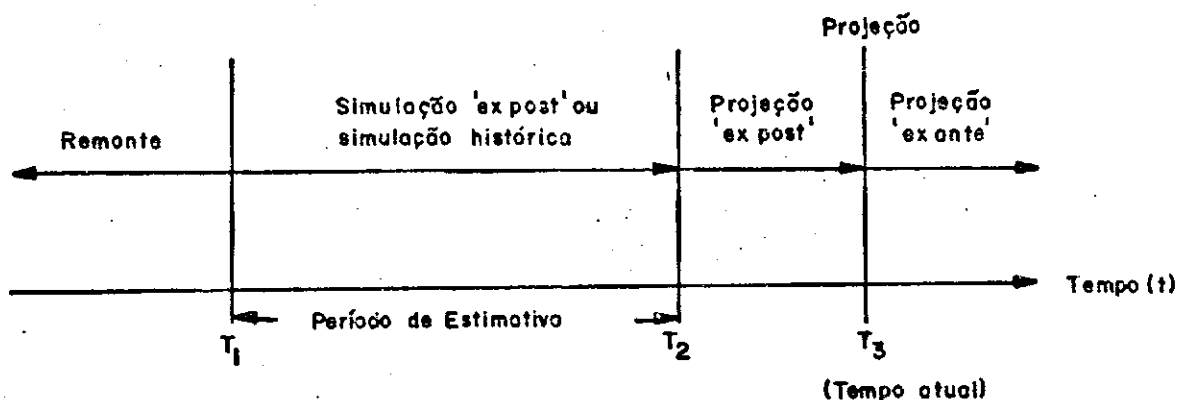


Figura 1 : Horizontes do tempo da simulação.

Fonte [1].

Na fase inicial da simulação, quando se trata da formulação do problema é necessário especificar o propósito do estudo, levando em consideração os relacionamentos com fatores externos; parte importante na definição do propósito de um estudo é a especificação de critérios pelos quais os resultados da investigação serão medidos. Depois de se ter definido o propósito do estudo, segue-se com o fim de descrever completamente o sistema em termos acessíveis para melhor forma da construção do modelo e consecução de solução; sugere-se que todos os sistemas possam ser descritos em termos dos seguintes fatores comuns: componentes, variáveis, parâmetros e relacionamentos. Os problemas de simulação em sua maioria são bastante amplos, envolvendo hipóteses sobre certos aspectos do problema; é extremamente importante que se reconheça claramente o estado destas hipóteses, pois a interpretação dos dados obtidos através da simulação, depende diretamente das hipóteses feitas quando da formulação do problema.

Dentro do projeto do experimento da simulação, todos os sistemas podem ser descritos em termos de quatro elementos comuns, citados anteriormente; estes elementos devem ser definidos de tal maneira que o modelo possa ser construído tão realísticamente que imite o sistema estudado, pois, tais elementos compreendem o que se chama de modelo matemático do sistema; basicamente, o modelo matemático pode ser bastante simples para manipulação e entendimento por pessoas que poderão usá-lo; bastante representativo no alcance total de implicações que possam ter e muito complexo para representar

exatamente o sistema sob estudo. A indisponibilidade de dados adequados é frequentemente o maior obstáculo na tentativa de executar o experimento da simulação; os dados para experimentos de simulação podem ser classificados em duas amplas categorias: dados históricos usados para estimar os valores dos parâmetros e dados recentes coletados diretamente nas fontes de pesquisa. As considerações amostrais são relacionadas dentro do projeto do experimento da simulação através da estimativa de parâmetros e do projeto estatístico. É muito difícil desempenhar "a priori" uma validação completa de modelos complexos; há, contudo, certas diretrizes e testes racionais que podem ser utilizados: reprodução de dados antecedentes, testes de razão e resistência à integridade.

O modelo computacional pode ser escrito em linguagem objetiva, tal como FORTRAN ou ALGOL, ou pode ser escrito em linguagem de simulação tal como SIMSCRIPT ou GPSS. Ao iniciar a construção do modelo computacional, deve-se definir as condições de partida e do desempenho do programa, normalmente, deseja-se conhecer o desempenho do programa antes de ser executado; neste caso procura-se definir condições de partida que se aproximem da condição de desempenho do modelo computacional. Dois mecanismos básicos são utilizados para representar o escoamento do tempo num modelo de simulação: o método do incremento uniforme, onde o modelo computacional é construído de tal maneira que anda através do tempo em incrementos uniformes e o método do incremento variável, onde os passos incrementais são, geralmente, desiguais e a grandeza de cada passo é justamente o tamanho do inter-

valo entre os eventos; o método adequado a ser usado num modelo particular depende da natureza do sistema estudado e da maneira como o modelo foi formulado. Os geradores do processo são geralmente usados como sub-rotinas no programa principal do modelo de simulação; estas sub-rotinas devem ser determinadas quando da construção do modelo computacional. Como a maior parte dos estudos de simulação são realizados para posterior análise dos parâmetros, deve-se fazer na fase da construção do programa, análise dos parâmetros nelas usados para garantir a análise final desejada.

O modelo computacional deve ser construído de tal forma que as estatísticas objetivas sejam acumuladas com o progresso da simulação, uma vez que a disposição das estatísticas requeridas para o estudo de simulação depende do propósito do estudo e dos métodos de análise a serem usados nos dados. A maior parte dos modelos de simulação em computador são organizados de forma que consista do programa principal e de diversas sub-rotinas. Um modelo de simulação em computador é considerado válido se produz resultados coerentes com os que serão produzidos pelo sistema real, onde o modelo computacional é admitido para representar.

A análise e interpretação dos dados da simulação são certamente influenciadas pela maneira como o experimento foi projetado e pelas hipóteses feitas quando o modelo foi construído. É de grande importância a realização de testes estatísticos no que diz respeito à implementação dos dados. Método alternativo de análise dos dados da simulação é comparar resultados por processo ordenado ou, ainda, através de

comparação múltipla.

A figura 2 mostra o fluxograma do processo de simulação de um sistema referente ao que foi descrito anteriormente. Esse fluxograma é baseado no processo de simulação considerado por Mize e Cox {8}, acrescentado de uma quinta etapa: implementação dos resultados.

2.3 - PROBLEMAS DE VALIDAÇÃO

De acordo com todas as definições aceitáveis, simulação é abstração numérica ou simbólica do processo sob estudo e, não, o processo em si mesmo.

Desta forma, validar uma simulação é aumentar o nível de confiança da abstração, equiparando-a, assim, ao processo real. E, como produto de validação tem-se prova de que o simulador é ou não um modelo correto do sistema real.

Por outro lado, validação resume-se ao problema de decisão padrão, equilibrando o custo de cada ação em face ao valor da informação incrementada sobre visão de validade.

A maneira simples de validar a simulação é listar uma série de ações possíveis de serem realizadas pela referente simulação, ou submetê-la a um conjunto de testes selecionados anteriormente, tais como: testes estatísticos ou testes de transformação input-output.

Tais testes enfrentam dificuldades pois são dispendiosos e, ainda estão sujeitos à questão de validade, visto que dispõem de pequenas amostras de dados devido ao alto custo, geralmente com alto grau de agregação e dados cuja própria validação é questionável.

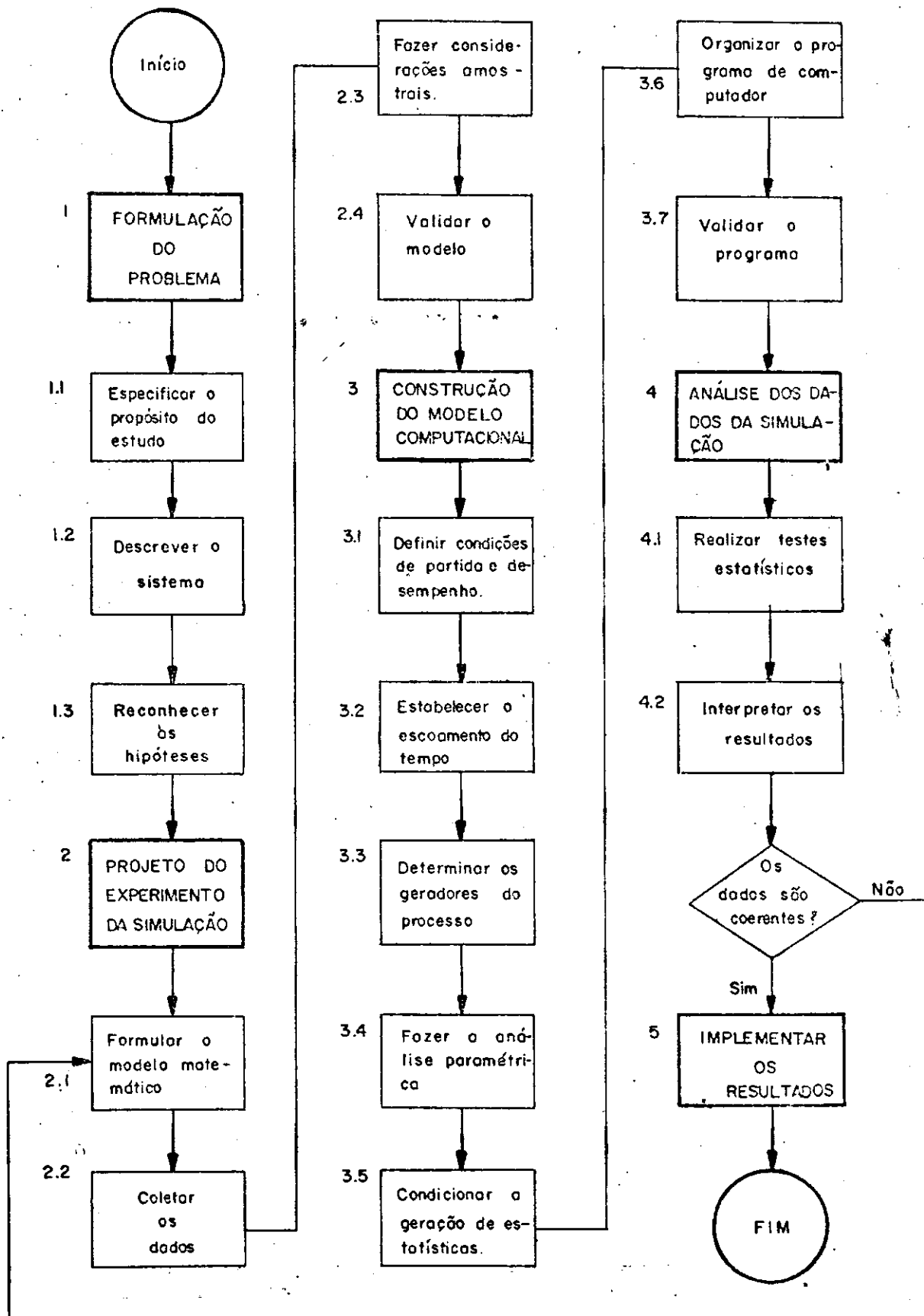


Figura 2 - Fluxograma do processo da simulação

Naylor [10] sugere a forma de validação em tres estágios:

1. Construir um conjunto de hipóteses e postulados para o processo, usando toda informação disponível;
2. Tentativa para verificar as hipóteses do modelo, submetendo-as a testes empíricos e;
3. Comparar as transformações input-output geradas pelo modelo com as que ocorrem no sistema real.

Diante das diversas necessidades, validação é parte importante e essencial da simulação, mas, segundo Fishman e Kiviat [1] "Validação, embora desejável, nem sempre é possível", principalmente, quando se trata de formulação geral em que falta as particularidades do sistema específico que possibilitem sua validação.

O modelo formulado neste trabalho, por se tratar da simulação de um sistema geral, pode ser validado apenas através da realização do teste de transformação input-output gerada pelo modelo com a que ocorre com o sistema real.

2.4 - USO DA SIMULAÇÃO PARA VALIDAR MODELOS ANALÍTICOS

Uma análise sistêmica é geralmente feita através do modelo de simulação, mas, em muitos casos esta solução torna-se muito dispensiosa. Por esta razão, sempre que possível, é preferível usar modelo analítico simples. Contudo, há situações em que as condições assumidas por modelos analíticos não são válidas no mundo real.

A principal diferença entre um modelo analítico e um modelo de simulação é que para o desenvolvimento de um mode

lo analítico, geralmente é adotado um único tipo de distribuição estatística enquanto que um modelo de simulação, além de permitir o uso de diversas distribuições pode inclusive adotar distribuições empíricas, consistentes com o caso real, no lugar de distribuições teóricas.

A partir daí, um modelo analítico é usado quando se quer representar apenas um único cenário e pode também servir de base para outras análises de simulação. Quando se quer fazer uma análise em que é necessário a representação de diversos cenários, torna-se necessário o uso de um modelo de simulação.

Diante disso, a simulação pode ser usada para sugerir modelo apropriado e determinar o nível de aproximação do modelo analítico com relação ao sistema real.

Segundo Ignall {5} o processo de validar modelos analíticos, usando simulação, pode realizar-se seguindo uma das quatro maneiras:

1. Construir a simulação e o modelo analítico em paralelo;
2. Desenvolver o modelo depois que a simulação tenha sido construída;
3. Sugerir e verificar o modelo através de análise de simulação feita tempos atrás para outros propósitos;
4. Desenvolver o modelo antes que a simulação tenha sido construída, mas verificá-lo, usando os resultados da simulação antes que a tentativa de validação seja iniciada.

Do ponto de vista geral, os modelos analíticos ofere-

cem a vantagem de ser menos dispendiosos que os modelos de simulação. E em particular, oferecem vantagens mais substanciais: podem ser embutidos em outros modelos e exigem "inputs" menos detalhados do que os modelos de simulação.

2.5 - LINGUAGEM DE SIMULAÇÃO

Uma vez que um modelo de simulação é construído e usado para estudar alterações dentro do sistema, há grande número de eventos interrelacionados que terão de ser processados com o progresso da simulação através do tempo. Estes eventos devem ser convenientemente processados na ordem em que ocorrem.

A linguagem de simulação é o veículo através do qual as atividades requeridas numa simulação são fornecidas ao analista de sistemas.

O uso da linguagem de simulação adequada pode ser crucial ao sucesso, ou ao fracasso do modelo de simulação proposto.

A seleção da linguagem própria pode determinar a viabilidade econômica do estudo de simulação e pode resultar em decréscimo no trabalho manual.

Há diversas linguagens de simulação; contudo, diferem em sua construção lógica, facilidade de uso, acessibilidade e flexibilidade.

Este trabalho lança mão somente da linguagem GPSS, a qual será utilizada na construção dos programas desta simulação, escolhida pela identificação com o modelo utilizado uma vez que esta representa eventos característicos da for-

mação c. fila.

2.5.1 - Características da Linguagem GPSS

Segundo Yagar [18], GPSS - General Purpose Systems Simulator - é uma linguagem desenvolvida pela IBM, especialmente para minimizar o trabalho de programação enfrentado durante a simulação de sistemas.

Há cinco versões de GPSS: GPSS, GPSS II, GPSS III, GPSS 360 e GPSS V. GPSS e GPSS II estão obsoletas, GPSS III tem compatibilidade com GPSS 360 que, por sua vez, tem compatibilidade com GPSS V. A IBM só mantém agora o GPSS V que é disponível para sistemas IBM/360 e IBM/370.

A linguagem de programação GPSS pode ser aplicada à grande variedade de problemas de simulação de sistemas discretos por oferecerem diversas vantagens sobre as demais:

- Tem método padronizado como o diagrama de blocos para delinear a lógica de uma simulação;
- Cada bloco corresponde à declaração do programa, tornando-o pequeno e relativamente fácil de escrever;
- Facilidade de utilização prática dos programas;
- A identificação de erros de programação é facilitada pela indicação do erro através de um número localizado logo abaixo da declaração incorreta. O Manual de GPSS dispõe da lista de números referentes aos erros;
- Devido à facilidade de programação, os resultados da simulação podem ser obtidos mais rapidamente. Isso é muito importante; quando uma pesquisa deve parar completamente e esperar os resultados da simulação;
- Capacidade de geração de números randômicos;

- Capacidade de armazenamento de variáveis;
- Os "outputs" contêm informações de estatísticas detalhadas e bastante úteis.

Por outro lado, a linguagem GPSS apresenta algumas desvantagens:

- Pode não ter a capacidade de desempenhar certas operações detalhadas, tal como o desempenho de interseções complexas, exigindo, assim, o uso de outro tipo de linguagem;
- Um trabalho pode ser bastante grande diante da capacidade da linguagem;
- GPSS requer quantidade relativamente alta, de tempo para processar o programa, porque os blocos suportam apenas uma transação de cada vez.

Na modelagem GPSS, o sistema é descrito, inicialmente em termos de blocos próprios da linguagem. O programa, então, gera transações de acordo com o especificado, as quais se constituem em elementos de tráfego do modelo. As transações movem-se através dos blocos especificados, executando as ações associadas a cada bloco.

Os tempos de relógio no simulador GPSS são valores interiores de unidades de tempo. A menor unidade de tempo que ocorre no processo é usada na simulação GPSS.

O simulador GPSS possui quatro tipos de comandos:

- comandos de definição de blocos;
- comandos de definição de entidades;
- comandos de controle GPSS e;
- comandos de controle do sistema operacional.

Os comandos de definição de blocos especificam o nome do bloco e seus parâmetros, constituindo o corpo do programa GPSS.

Os comandos de definição de entidades fornecem informação de dimensionamento para cada uma das entidades.

Os comandos de controle GPSS são portadores de informações para a determinação das características a serem observadas no início, durante e no término da simulação, tal como: duração da simulação e formas de reinicialização de execuções.

Os comandos de controle do sistema operacional possuem informações relativas à execução do simulador GPSS no sistema computacional usado.

O programa GPSS, após a execução normal, fornece saídas em relatório, contendo diversas informações, tais como:

- Listagem do programa fonte;
- Listagem do programa após verificação sintática e passagem pelo montador GPSS;
- Tempos de relógio;
- Número dos blocos do programa;
- Número de transações que estão nos blocos no fim da simulação;
- Número total de transações que passaram por cada bloco;
- Estatísticas de facilidades;
- Estatísticas de armazenamentos;
- Estatísticas de filas;
- Savevalues;
- Tabelas.

CAPÍTULO III

APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO A EVENTOS DE TRÁFEGO

3.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Quando se trata da aplicação de simulação a eventos de tráfego, diversos são os problemas que surgem mediante esta prática. O mais comum é o fator tempo, uma vez que movimentos de uma série de veículos podem ser considerados como uma sequência de eventos interrelacionados no tempo.

Num cruzamento, por exemplo, onde existe aproximações de tráfego de quatro direções diferentes, alguns veículos prosseguem direto através do cruzamento; outros são demorados devido à chegada simultânea de veículos na corrente conflitante.

Em cada caso, a decisão de parar ou prosseguir depende de diversos fatores; o mais importante é a demora entre a chegada do veículo em questão no cruzamento e a chegada do próximo veículo numa corrente conflitante. Se esta demora é suficientemente grande, então, o veículo prosseguirá; caso contrário, o motorista deve parar e esperar até que uma brecha conveniente ocorra na corrente de tráfego oposta para prosseguir.

Assim sendo, uma brecha pode ser definida como um intervalo de tempo entre veículos sucessivos num fluxo de tráfego

fego principal.

Se o fluxo de tráfego é vagaroso, então é provável que um número de veículos seja demorado simultaneamente na mesma aproximação, formando fila.

Em fluxos baixos a distribuição de brechas de tempo é de natureza randômica e se aproxima do modelo probabilístico que pode ser usado como média de geração de chegadas de veículos num programa de simulação.

Dados de campo referentes a brechas entre veículos sucessivos numa via principal, podem ser usados para simular a aceitação ou rejeição de brechas por veículos esperando para cruzar uma interseção.

Cada brecha gerada na corrente de tráfego principal é, primeiramente avaliada se é ou não maior do que a brecha crítica. "Chama-se de brecha crítica aquela que tem a propriedade de que o número de brechas aceitas menores do que ela é igual ao número de brechas rejeitadas maiores do que ela." {6}

Se a brecha avaliada é maior do que a brecha crítica é considerada automaticamente aceitável para veículo da via secundária. Caso contrário, então, um número randômico entre 0 e 100 é gerado e comparado com a percentagem de brechas aceitas, referente aos dados reais até que uma percentagem igual ou maior do que o número randômico seja encontrada.

O tempo de demora correspondente a esta percentagem é, então, tomado como sendo a brecha mínima aceitável para o veículo da via secundária. Finalmente, esta brecha mínima

aceitável é comparada com a brecha gerada na via principal para determinar se é ou não aceitável pelo veículo da via secundária.

Sequência semelhante de eventos pode ser expressa através de uma série de passos lógicos em um modelo computacional.

3.2 - SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO TRÁFEGO

Difícilmente uma situação de tráfego pode ser reproduzida artificialmente em laboratório; por isso as diversas ações e interações que ocorrem entre veículos numa corrente de tráfego são expressas como passos sucessivos num modelo computacional.

O processo de simulação do comportamento do tráfego oferece vantagens sobre estudos convencionais de campo. De modo geral, este processo proporciona controle sobre alguns dos fatores que afetam o comportamento do tráfego, ao mesmo tempo que realiza uma série de análise num tempo relativamente pequeno.

Se os resultados de uma simulação possuem valores reais, torna-se claro que o modelo reproduz a situação real com precisão e contém todas as variáveis relevantes que afetam o comportamento do tráfego. Para que isto aconteça é necessário uma avaliação antecipada de informações fundamentais, nas quais se baseia a preparação do modelo.

Informações adequadas podem geralmente ser obtidas através de resultados de estudos anteriores ou investigações teóricas. Tais informações tornam-se mais importantes se po

derem ser resumidas em forma de uma série de equações, ou de um modelo matemático.

Os fenômenos de tráfego raramente podem ser descritos com eficiência por equação simples, pois, geralmente estão sujeitas à larga faixa de variação. Esta deficiência pode ser superada por modelo estocástico, através da atribuição de uma série de prováveis valores, nunca através de um único valor atribuído, indiretamente, à variável dependente.

Segundo Worrall [17] os passos sucessivos desde a preparação à análise de um programa de simulação de tráfego podem ser resumidas da seguinte maneira:

1. Definir a situação de tráfego a ser simulada e especificar a sequência de eventos;
2. Especificar as variáveis relevantes e o método de avaliação;
3. Selecionar os parâmetros de avaliação;
4. Descrever os aspectos específicos da situação de tráfego em termos de modelo matemático;
5. Formular um programa, descrevendo o comportamento do tráfego, englobando os passos anteriores;
6. Especificar as condições de operação e introduzir os "inputs" em forma de dados;
7. Rodar e testar o programa no computador;
8. Avaliar os resultados e realizar modificações (se necessário) no programa.

3.3 - SIMULAÇÃO E DEMORA NAS INTERSEÇÕES

Tarefa frequentemente defrontada pelos engenheiros de

tráfego é a avaliação do desempenho de interseção, seja sinalizada ou não-sinalizada.

Este problema é bastante complicado pelo fato de que cada interseção tem características exclusivas de disposição física, traçado geométrico, taxas de fluxos de veículos, movimentos de conversão, interferência de pedestres, etc.

Interseção pode ser definida como área em que dois ou mais trechos rodoviários unem-se, separam-se ou se cruzam. A aproximação é a parte de qualquer um dos trechos rodoviários que desemboca numa interseção.

Em se tratando de interseções é conveniente classificá-las em duas categorias: não-sinalizada e sinalizada. A interseção sinalizada, por sua vez, é classificada de acordo com o tipo de controle do tráfego em: interseção com prioridade - sinal de parada obrigatória; interseção com separação de espaço - rótula e interseção com separação de tempo - semaforizada.

Este trabalho trata somente de dois tipos de interseção: não-sinalizada e sinalizada com semáforo, pois seu objetivo está voltado para a duração de viagem através de uma rota padrão e, portanto, não são levadas em consideração as aproximações das vias secundárias. Os veículos da via principal ao cruzar uma interseção com prioridade não sofrem de mora porque estes têm prioridade sobre os veículos da via secundária, e ao considerar interseção com separação de espaço haveria a necessidade da separação de faixas e abordagem sobre entrelaçamento na rótula, o que está fora do objeto do trabalho.

Em interseções não-sinalizadas as taxas de chegadas e os próprios motoristas determinam o modo de operação, fazendo com que o desempenho da interseção seja função das condições do fluxo de tráfego, decisão dos motoristas e seus padrões de comportamento. Em outras palavras: numa interseção não-sinalizada, o fluxo de tráfego procura brechas no fluxo oposto e o tempo de chegada na aproximação rege o direito de passagem.

A demora em interseções não-sinalizadas depende tanto do arranjo físico da interseção como do fluxo em cada aproximação. O arranjo físico afeta a distância de visibilidade, e a demora devido ao fluxo de tráfego em cada interseção aumenta, à proporção em que o volume oposto aumenta, diminuindo o número de brechas.

O controle de tráfego por semáforo, embora impeça o fluxo contínuo, oferece vantagens sobre as demais formas de controle, principalmente no sentido de que ocupa menos espaço e diminui a demora média da via secundária.

"O semáforo pode operar através de diversos modos: sinais de tempo fixo, sinais com programas múltiplos, sinais acionados pelo tráfego, sinais semi-acionados pelo tráfego ou sinais ajustados pelo tráfego com central de controle através de computadores" {7} {3}. Contudo, este trabalho considera somente o sinal de tempo fixo.

O ciclo do sinal independente do tipo é essencialmente composto por duas fases com intervalo de vermelho total, seguindo cada fase. Esse intervalo de vermelho total é geralmente usado para os efeitos de desobstrução da via e fa-

se separada de pedestre, podendo ser excluído se assim se desejar. Comumente a rua principal é considerada como fase A e a rua secundária, fase B.

A demora experimentada por veículos numa interseção semaforizada, depende, principalmente, do comprimento do ciclo, posição na fila, reação diante do sinal amarelo, movimentos de conversão, capacidade da via e nível de serviço.

A demora total experimentada numa interseção é dado de grande importância para avaliação de seu desempenho, mas é quase impossível de ser obtido através de estudos de campo. Esta dificuldade é, muitas vezes, superada pelo uso da simulação de tráfego em computador, onde altos fluxos de tráfego podem ser simulados durante diversas horas sob condições precisas, proporcionando dados relativos ao problema específico.

Contudo, o progresso da simulação de tráfego tem sido lento no que se refere principalmente à falta de conhecimento sobre o comportamento do motorista, já que distribuições matemáticas básicas referentes à aceitação ou rejeição de brechas e reação diante do sinal amarelo não são disponíveis para serem incluídas diretamente no modelo de simulação.

Uma corrida de simulação de tráfego num modelo de interseção consiste de um número especificado de horas do tempo real sob condições de volume constante, movimentos de conversão e controle de tráfego.

Cada uma das aproximações possui volume próprio que é gerado independentemente. Quando cada veículo é gerado, é designado um movimento de conversão (direita, esquerda ou atra

vés) baseado numa distribuição sobre movimentos referentes àquela faixa de aproximação.

O processo de simulação é repetitivo, gerando novo tráfego, quando necessário, até que a duração da simulação seja atingida.

Ao término da simulação, os resultados referentes a cada aproximação, a cada rua e à interseção como um todo, estarão disponíveis e incluem os seguintes itens:

- tempo real decorrido,
- volume veicular, entrando no sistema,
- volume que sai do sistema,
- movimentos de conversão,
- número e percentagem de veículos demorados,
- demora total,
- demora média por veículo,
- informações de filas.

Diante do estudo referente à demora nas interseções, este trabalho não pretende entrar em detalhes sobre seu mecanismo, sugerindo que isto poderá ser feito através de pesquisa futura, pois muitos aspectos da análise crítica de interseções ainda são controvertidos, embora haja grande avanço sobre o estudo no H.C.M. (Highway Capacity Manual) que foi elaborado em 1985.

3.4 - ASPECTOS DA LINGUAGEM GPSS RELACIONADOS A EVENTOS DE TRÁFEGO.

Uma vez que eventos de tráfego constituem sistemas com

plexos, a linguagem GPSS oferece melhores condições para simulá-los, já que os processos analíticos usuais especificam, frequentemente, apenas os estados terminais ou estacionários dos eventos.

Desta forma, altos fluxos de tráfego podem ser simulados durante diversas horas sob condições precisas, propo-
rcionando resultados coerentes a um problema específico.

Uma das mais importantes características da linguagem GPSS na simulação de tráfego é a habilidade de gerar eventos randômicos. Como a chegada de veículos é processo estocástico, há situações de tráfego nas quais a geração de veículos não se assemelha a qualquer das distribuições conhecidas. Neste caso, faz-se uso dessa característica do GPSS, não solucionável através dos métodos tradicionais.

Os blocos sucessivos do programa GPSS descrevem as taxas de chegadas de veículos em diferentes aproximações, a aceitação ou rejeição de brechas, os movimentos de conver-
são, a formação e dissipação de filas e, assim, sucessiva-
mente.

A linguagem GPSS é bastante flexível. Os dados de "input" podem ser alterados de acordo com o modelo, tal que uma série completa de diferentes situações de tráfego possa ser simulada, formando diversos cenários de tráfego.

CAPÍTULO IV

DIVERSOS EVENTOS DE TRÁFEGO URBANO

4.1 - TRECHOS DE RUAS SEM SINALIZAÇÃO

A simulação desenvolvida neste trabalho é voltada principalmente para a análise da duração de viagem de um veículo e, proporciona alteração na rota, através de sua escolha diante das distâncias e velocidades obtidas. Já que o modelo formulado representa um sistema geral, é necessário somente a presença de duas alternativas de viagem que são representadas no modelo através de dois segmentos de rota, denominados de rota original e rota alternativa.

Este trabalho inicia-se com um modelo bastante simples, acrescentando posteriormente eventos de tráfego que sofisticarão o modelo, aproximando-o de condições mais reais de tráfego. Isso será possível graças à técnica de superposição de segmentos usada normalmente na linguagem GPSS.

O primeiro evento a ser considerado é constituído por trechos de ruas sem sinalização, englobando interseções não sinalizadas.

Quanto à definição da rota, mediante a necessidade de uma rota com duas alternativas de viagem, tomou-se como exemplo uma rota definida em um trabalho feito por Reitman [12]. A rota é formada por trechos de ruas e está mostrada na Fi-

gura 3. Posteriormente, esses trechos de ruas serão sinalizados, compreendendo as interseções semaforizadas.

Após fazer considerações sobre paradas de ônibus e introduzir os eventos anteriores, os trechos de ruas passarão a funcionar como malha urbana, onde se situa a rota padrão do veículo.

Resumo simplificado do processo da simulação dos trechos de ruas é mostrado na Figura 4, através de fluxograma, onde seu procedimento é definido passo-a-passo, seguindo os pequenos eventos que se realizam no decorrer do tempo.

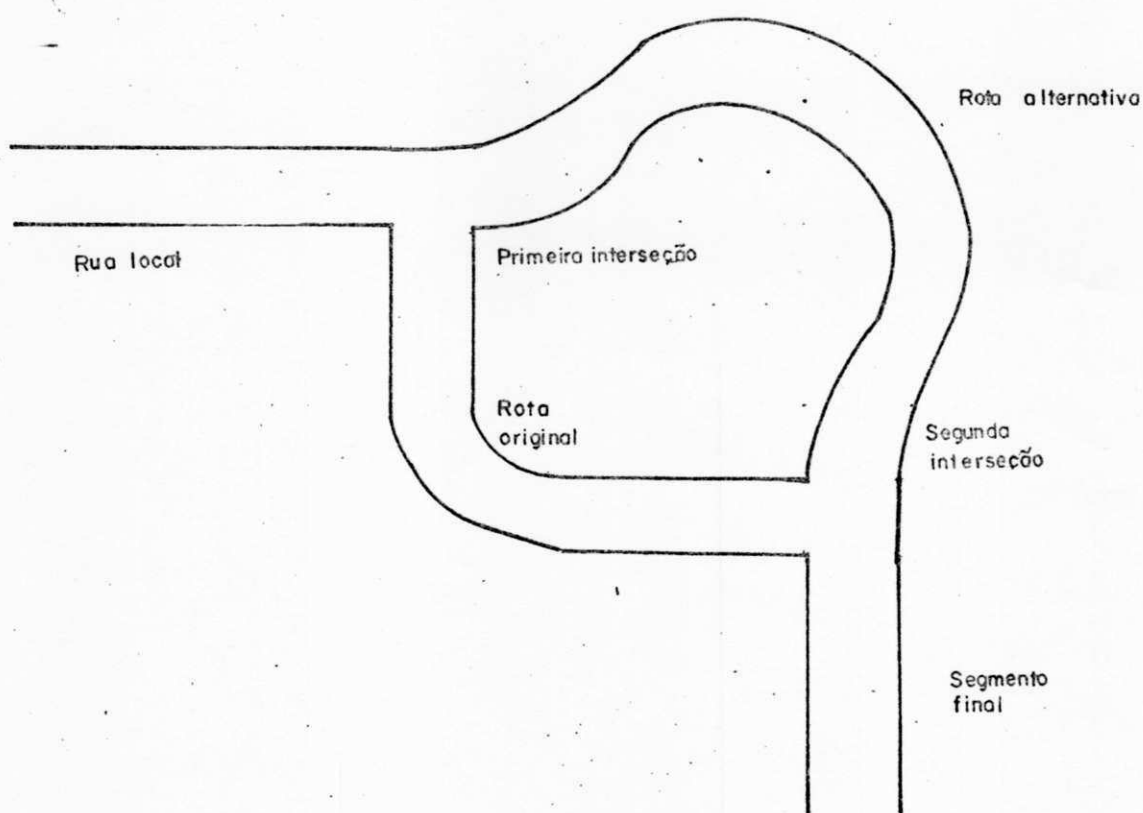


Figura 3: Trechos de ruas e interseções sem sinalização
Fonte [12]

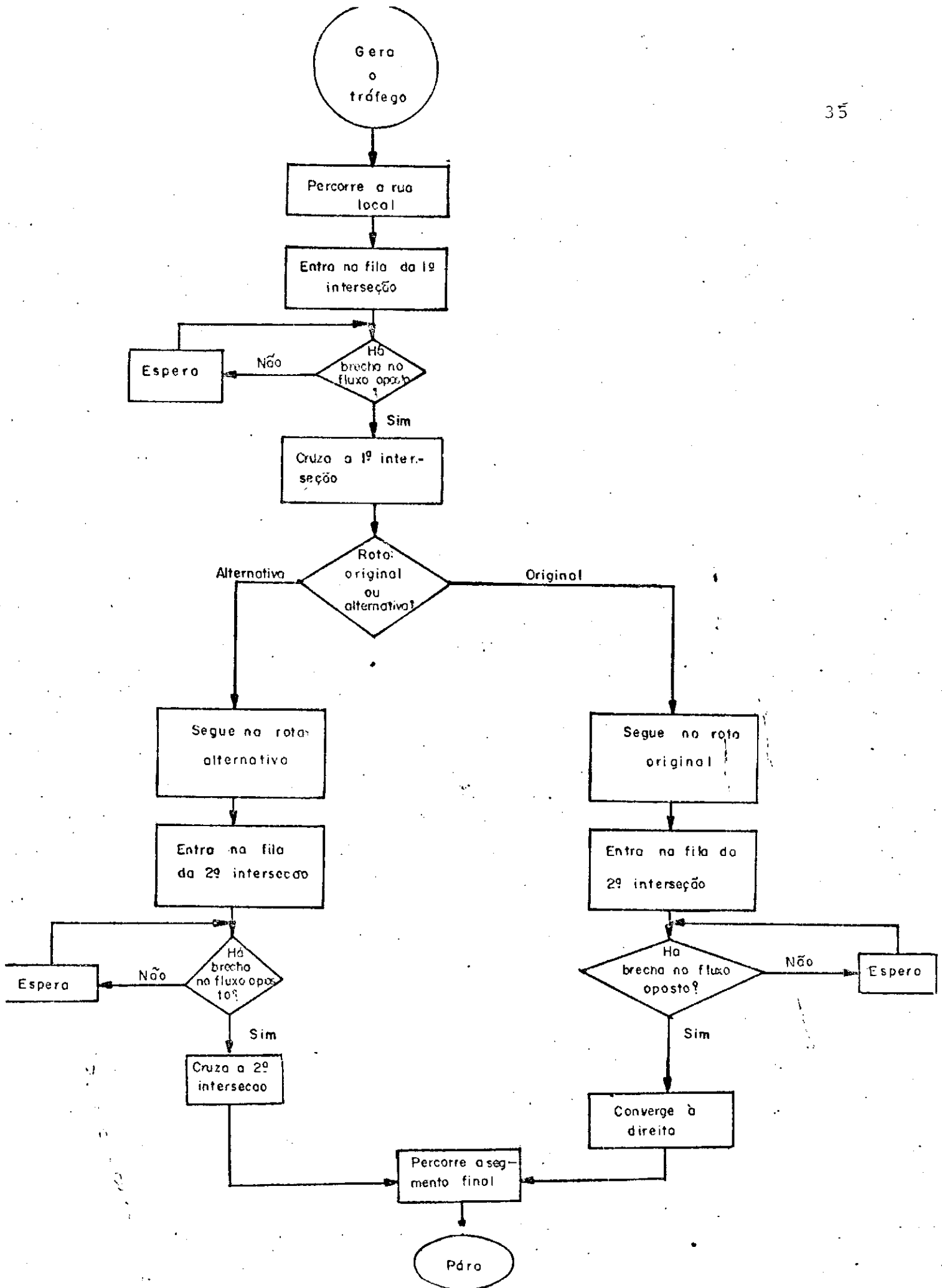


Figura 4: Resumo simplificado da simulação dos tramos de ruas e interseções sem sinalização.

Os dados de "input" específicos para este modelo incluem os seguintes itens:

- Características de cada trecho de rua: distância em quilômetros e velocidade média.
- Demora em pontos de confluência de tráfego.
- Fatores temporais: obtidos da seleção randômica de condições atmosféricas normais.

Este conjunto de dados de "input" representa o cenário dos trechos de ruas criados por Reitman [12] em um trabalho referente à simulação de uma viagem urbana, representando o problema comum de cidades de porte médio. Há dados que são baseados em registros históricos, alguns nas leis de probabilidade e outros determinados através de equações. Portanto, estes dados são utilizados somente a nível de exemplo numérico.

O fluxograma da Figura 4 mostra versão bastante simplificada dos trechos de ruas que, posteriormente farão parte do modelo completo da rota padrão de um veículo. Agora esta versão é desenvolvida e simulada. Para simular através de técnica fácil, clara e avançada, uma linguagem de simulação de ordem maior, GPSS, será usada.

O problema é intencionalmente simplificado para enfatizar as características básicas da técnica de simulação GPSS e as hipóteses básicas são as seguintes:

1. O tráfego concorrente é gerado toda manhã a mesma hora, às 7:00 a. m.
2. O carro padrão é gerado às 7:30 a. m., diretamente na rua local, segmento da rota que antecede a primeira interseção.

3. A velocidade média desenvolvida na rua local é considerada por 40 Km/h, exceto quando sujeita à demora de tráfego e condições anormais.
4. Na primeira interseção há divisão do tráfego: uma parte segue na rota alternativa e o restante permanece na rota original.
5. A seleção da rota na primeira interseção é determinada pelos fatores abaixo:
 - . Quando não há fila na interseção, continuar na rota original
 - . Quando a densidade de tráfego for baixa, permanecer na rota original.
 - . Quando o estado atmosférico estiver ruim ou houver indicação de situação anormal no tráfego, tomar rota alternativa.
6. A velocidade média desenvolvida para percorrer a rota original é de 56 Km/h e para a rota alternativa é de 88 Km/h. Ambas estão sujeitas à demora de tráfego e condições anormais.
7. Na segunda interseção os carros das rotas original e alternativa saem do sistema e o veículo padrão percorre o segmento final.
8. A velocidade média desenvolvida para percorrer o segmento final da rota é de 24 Km/h; é também sujeita a demoras e condições anormais.
9. Os dados referentes à densidade do tráfego concorrente sobre as várias partes da rota são mostrados na Figura 5. Embora exista tráfego durante todo o restante do dia,

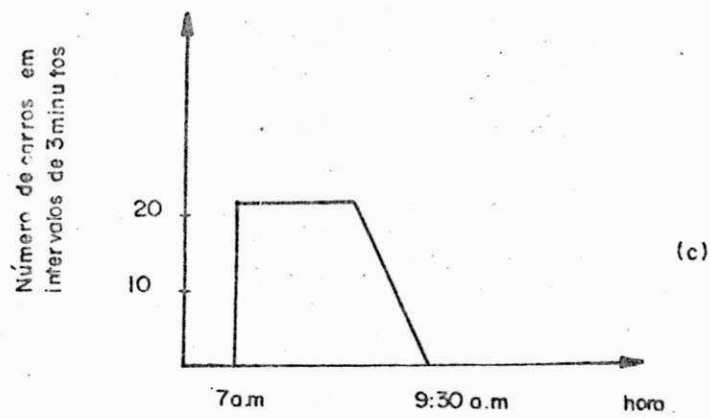
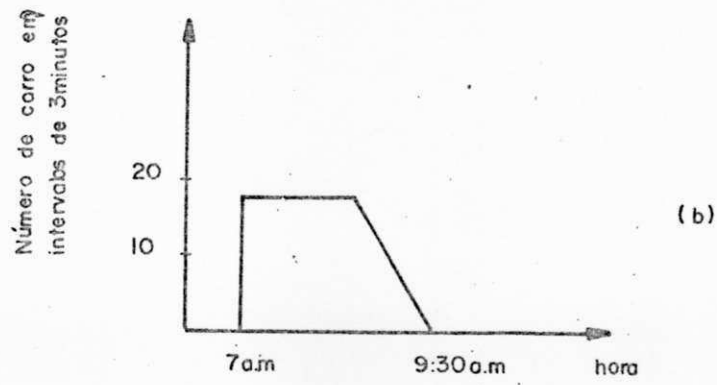
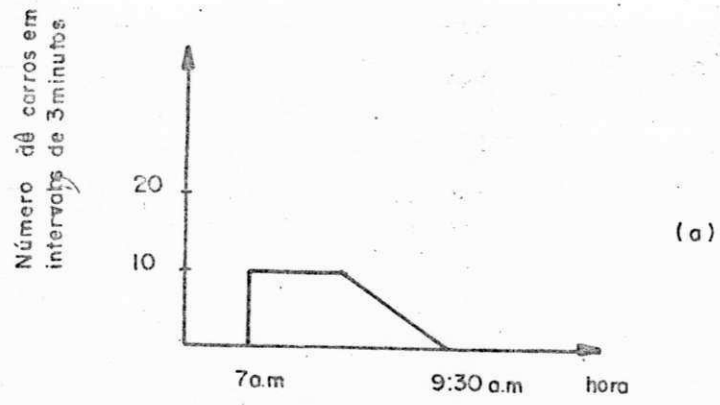


Figura 5 : Distribuições do tráfego concorrente : (a) Rua local, (b) Rota original e, (c) Rota alternativa

Fonte: [12].

o interesse deste modelo é somente sobre o período entre 7:00 e 9:30 a.m., pois a viagem para percorrer a rota padrão é realizada dentro desse intervalo de tempo.

10. As equações de tempo para percorrer cada segmento da viagem são generalizadas na seguinte forma:

$$\text{tempo} = \frac{\text{distância}}{\text{velocidade}} \times \text{fator de demora de densidade do tráfego} \times \text{fator de condição anormal}$$

Os dados referentes às distâncias e às velocidades permitidas em cada um dos segmentos da rota estão mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados referentes às distâncias e às velocidades permitidas

SEGMENTO	DISTÂNCIA (Km)	VELOCIDADE (Km/h)
Rua Local	2	40
Rota Original	6	56
Rota Alternativa	10	88
Segmento Final	2	24

O fator de demora devido à densidade do tráfego assume valores de acordo com o número de veículos concorrentes em cada um dos segmentos da rota, definidos pelas funções DENS1, DENS2 e DENS3, referentes à rua local, à rota original e à rota alternativa, respectivamente.

O fator de demora devido a condições anormais de tráfego assume o valor 1 em todos os segmentos da rota, já que este trabalho não leva em consideração anormalidades no trânsito.

11. Em cada interseção os carros se juntam à fila, se existir. A disciplina da fila é: primeiro-chega, primeiro-sai (fila FIFO).
12. O modelo é simulado para uma série de 100 dias, assumindo as mesmas condições de tráfego. O período de 100 dias é suficiente para proporcionar estabilidade no processo da simulação e evitar transitoriedade nos resultados.
13. A unidade de tempo é estabelecida em segundos que representam o incremento dentro da simulação.

Estas hipóteses proporcionam estrutura para os dados de "input" específicos, relacionamentos lógicos e equações analíticas exigidas para simular a rota padrão de um veículo.

A esta altura o problema está definido, as hipóteses declaradas e a rota estabelecida, tornando possível desenvolver o modelo computacional.

Quando se trata de desenvolver o modelo computacional é necessário fazer a análise prévia dos parâmetros que serão usados no final. Como este trabalho é uma simulação de um sistema geral, os parâmetros fixados são também de natureza geral. Tais parâmetros são representados neste trabalho pelo tempo de viagens através das rotas: original e alternativa, já que o modelo definido é voltado principalmente para a análise da duração de viagem do veículo no caso de haver alteração na rota.

O modelo GPSS é descrito em termos do desempenho do tráfego através de um diagrama de blocos GPSS, onde cada bloco representa a declaração de uma função a ser executada na simulação. Os blocos são conectados de forma tal que proporcionem uma cadeia de informações representada pelas tran

sações.

A parte inicial do modelo e os blocos necessários para estabelecer e conduzir as transações (veículos) através dos trechos de ruas, são mostrados na Figura 6 por um diagrama de blocos.

O programa GPSS cria as transações, representando os veículos; move-as através dos blocos; executa a ação associada a cada bloco; determina o tempo em que o próximo veículo é estabelecido para ocorrer e, preserva a ordem adequada para todas as transações.

Inicialmente, declaram-se as variáveis que serão usadas para representar todas as constantes numéricas e as equações do modelo. Por outro lado, os fatores da simulação que não podem ser manuseados em termos de variáveis, como por exemplo os fatores de demora e densidade do tráfego, são plotados em forma de funções.

Os fatores de modificação das variáveis são, neste modelo, introduzidos através de funções e valores independentes específicos localizados em armazenamentos de dados. Cada armazenamento compõe um conjunto reservado para o valor de 1 unidade que representa o fator 1 para condições anormais, determinado no início da simulação pela declaração INITIAL.

As transações representando os veículos constituem o primeiro elemento do modelo. Essas transações são introduzidas através do bloco GENERATE e seus campos associados. A cada dia uma série de veículos é gerada para representar a viagem diária. Neste modelo, quatro parâmetros byte são usa

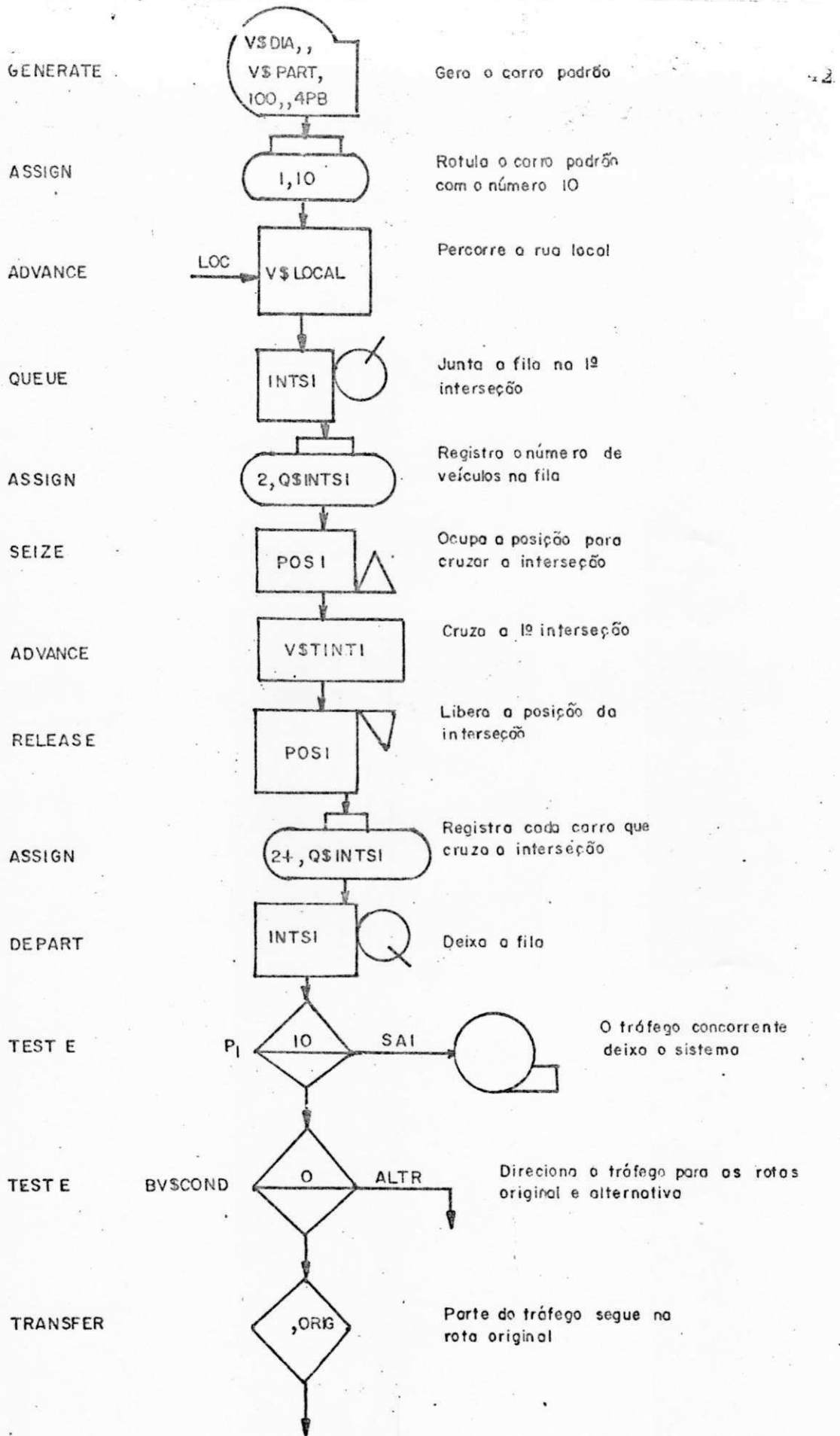


Figura 6 : Diagrama de blocos que representa os trechos de ruas e interseções sem sinalização

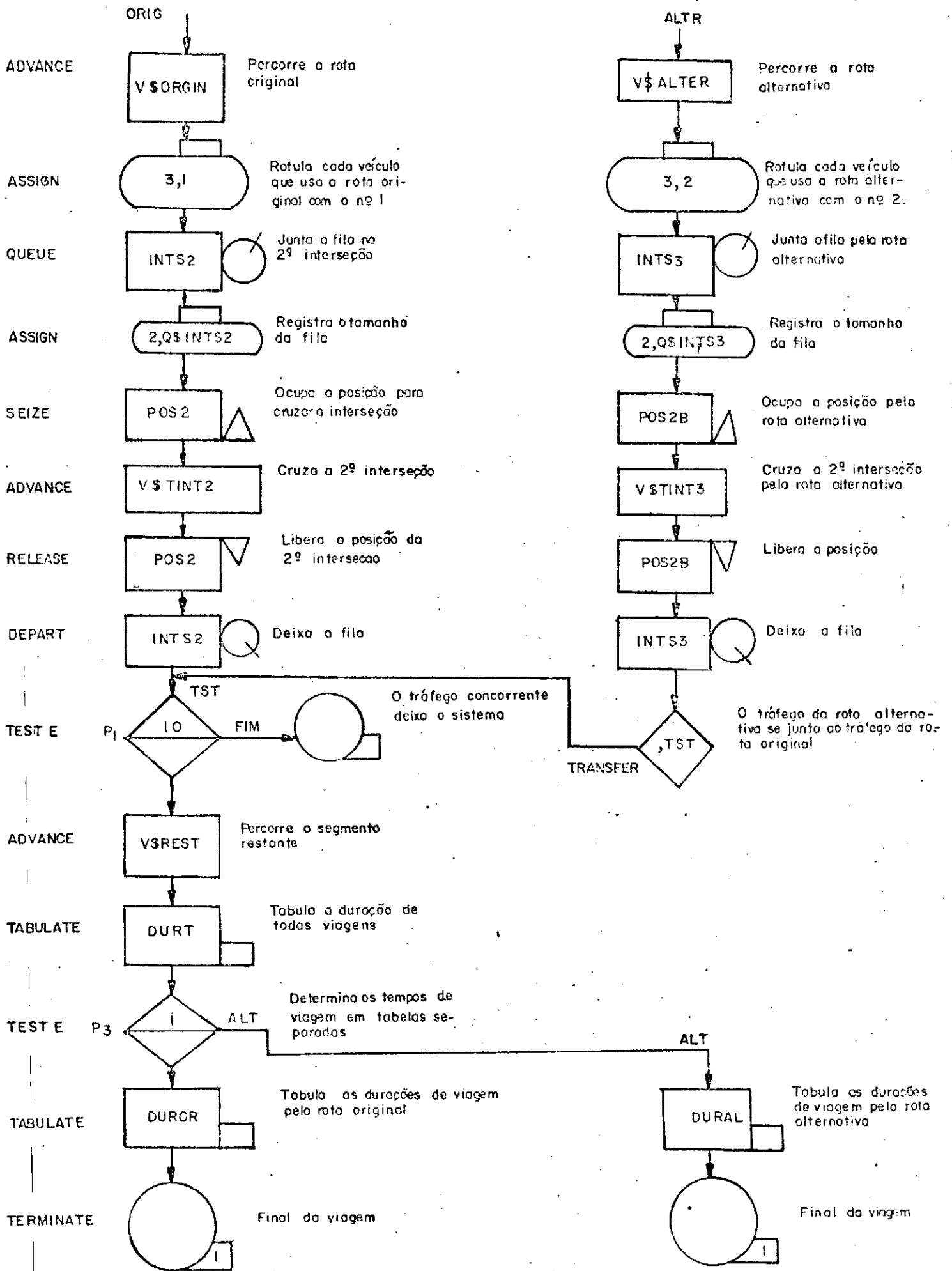


Figura 6 : Continuação

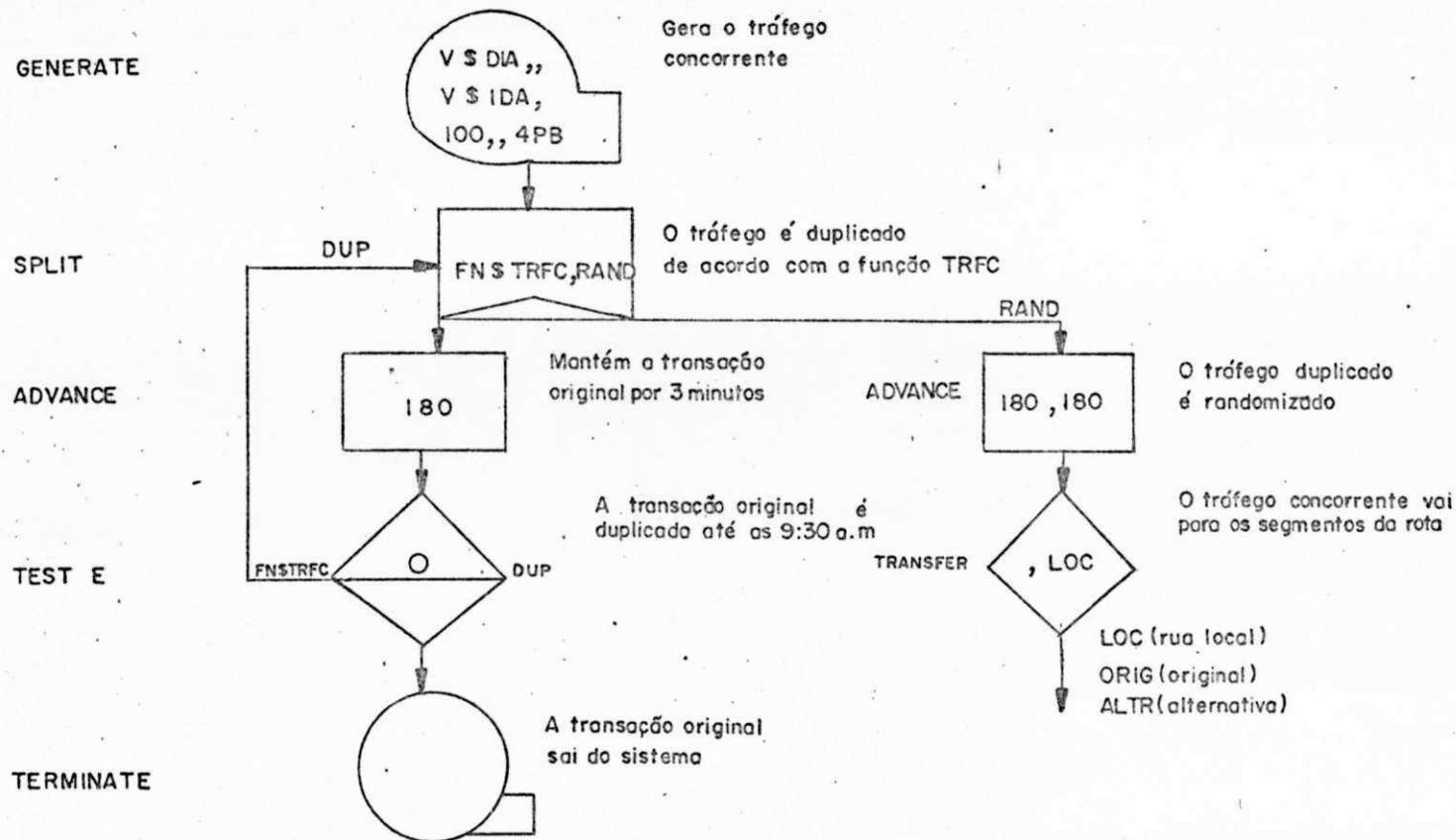


Figura 6A: Sub-rotina que gera o tráfego concorrente e manda para os segmentos da rota: local, original e alternativa

dos, especificados pelo campo F, 4PB, do bloco GENERATE.

Cada veículo movimenta-se através dos blocos, executando as ações associadas a cada um deles, até percorrer a distância total da rota, onde sai do sistema no final da simulação. O processo da simulação é feito por um veículo seguindo outro, pois a capacidade dos blocos GPSS suporta apenas uma transação de cada vez.

A declaração START em conjunto com o bloco TERMINATE determina o tempo de simulação. Neste modelo, o campo A da declaração START, o número 100, indica que, quando 100 veículos forem registrados no bloco TERMINATE 1, ou seja, percorrerem a distância total da rota, a simulação deve parar. Como é gerado apenas 1 veículo a cada dia, a simulação é realizada durante um período de 100 dias.

O programa fonte referente a esta parte do modelo - trechos de ruas e interseções sem sinalização - encontra-se presente no Anexo 2.

4.2 - INTERSEÇÕES SINALIZADAS

O segundo evento a ser considerado na descrição da rota é constituído apenas pelas interseções sinalizadas através de semáforos, pois as interseções não sinalizadas foram consideradas no evento anterior.

Assim sendo, um dado de "input" adicional deve ser considerado nesta parte do modelo: a sincronização dos sinais de trânsito.

A passagem através de cada interseção agora é controlada por uma sequência individual de ciclos cronometrados pa-

ra cada um dos sinais de trânsito.

O tráfego existente nos trechos de ruas, mostrado na Figura 3, passa a ser controlado através de semáforos dispostos em cada uma das interseções.

O processo de simulação de uma interseção sinalizada típica é mostrado na Figura 7, onde se pode observar o controle de tráfego em interseção através de semáforo em maiores detalhes.

Tendo em vista o fato de que a simulação não é um processo de otimização, se se deseja melhorar determinadas situações de tráfego, pode-se obtê-la através de maneira indireta. Quando, por exemplo, deseja-se conhecer um tempo de verde recomendável para certa interseção, pode-se simular diversas situações de tráfego e comparar os resultados obtidos em cada um dos cenários, possibilitando, assim, a escolha de bom tempo de verde, que não é necessariamente o melhor, mas que poderá estar próximo do ótimo. Não é o caso da simulação feita neste trabalho, onde apenas uma situação de tráfego é suficiente para realizá-la.

Uma vez que este modelo estabelece que a chegada dos carros através das demais aproximações são controlados externamente, funcionando apenas como tráfego concorrente nos segmentos da rota, não é levado em consideração o estágio amarelo do sinal de trânsito. Para esta análise, os estágios verde e vermelho são suficientes e seu processo de simulação está mostrado na Figura 8.

O modelo GPSS para a interseção controlada através de semáforo é descrito também por uma série de blocos, onde ca

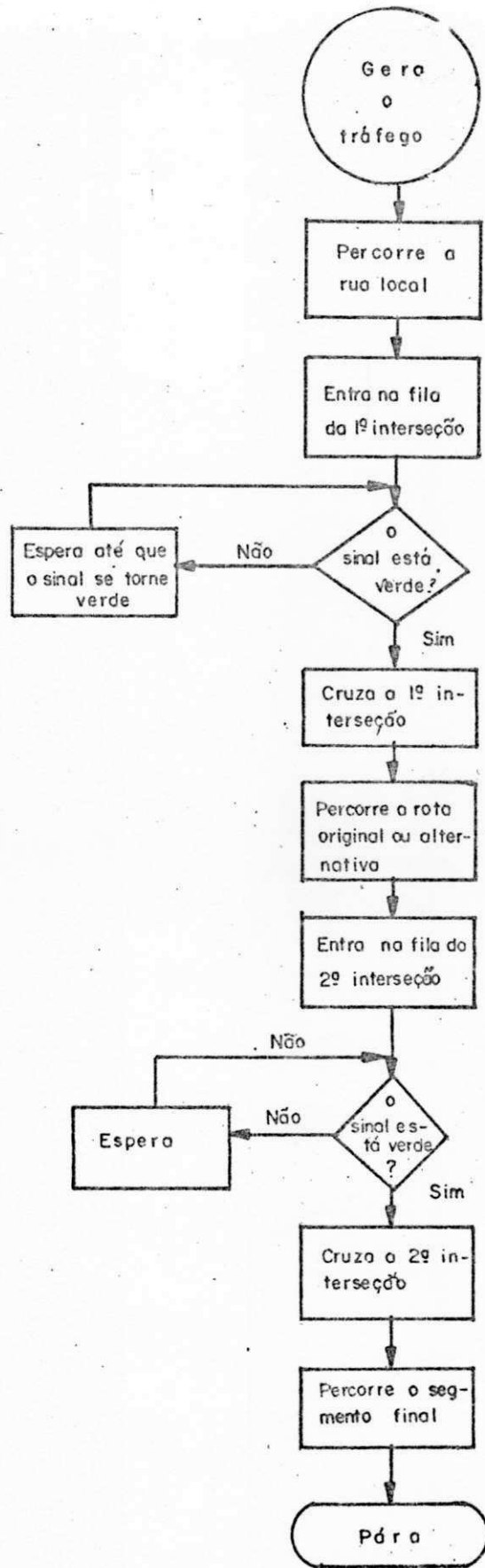


Figura 7 - Resumo simplificado da simulação de uma interseção semaforizada típica.

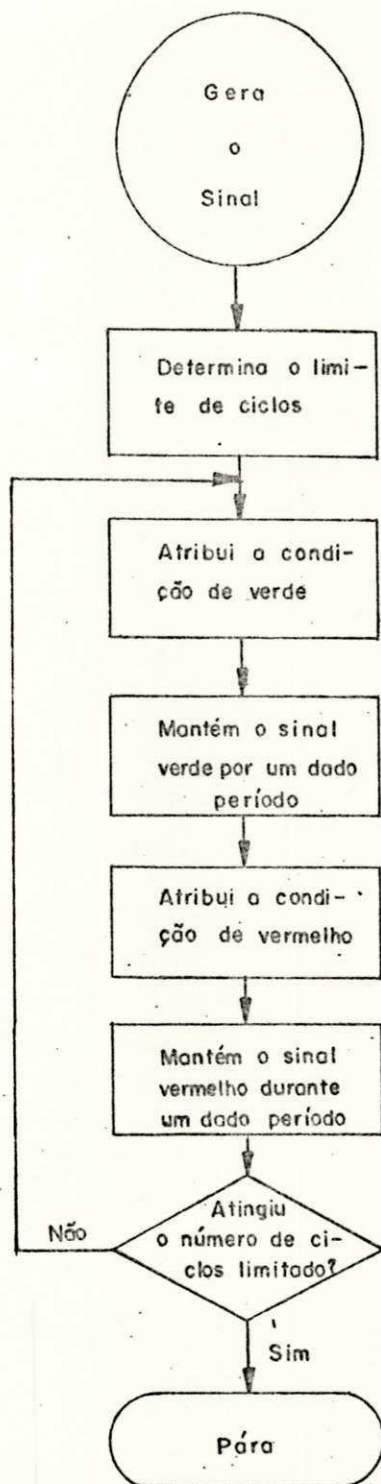


Figura 8 : Resumo simplificado da simulação de um semáforo cujo ciclo é formado apenas pelos estágios verde e vermelho.

da bloco representa uma ação a ser realizada, seguindo o desempenho do evento através do tempo.

Neste caso, o diagrama de blocos, representando a simulação das interseções sinalizadas é similar ao diagrama de blocos da Figura 6, adicionando apenas os blocos GATE LR e GATE LS antes de cada um dos blocos ADVANCE que determinam a passagem através de cada uma das interseções.

Esses blocos GATE LR e GATE LS controlam o sinal de trânsito em cada interseção, testando a condição do sinal. Se o sinal está verde o veículo cruza a interseção; caso contrário, o bloco GATE mantém a transação até que o sinal se torne verde, quando a libera para cruzar a interseção.

Ainda que o controle da interseção passe a ser feito pelo sinal de trânsito, o uso da interseção continua restrito a um veículo de cada vez, durante um intervalo de tempo, característica típica da linguagem GPSS.

A sequência de sincronização dos semáforos é descrita pelos blocos LOGIC e ADVANCE na sub-rotina do modelo, mostrada na Figura 9 através de um diagrama de blocos.

Inicialmente, o bloco LOGIC S atribui a condição de verde ao sinal e o bloco ADVANCE mantém o sinal verde por um período de tempo pré-determinado para cada semáforo. Posteriormente, o bloco LOGIC R atribui a condição de vermelho ao sinal e outro bloco ADVANCE mantém o sinal vermelho durante tempo também pré-determinado.

O programa fonte referente a esta parte do modelo - as interseções sinalizadas - encontra-se descrito no Anexo 3.

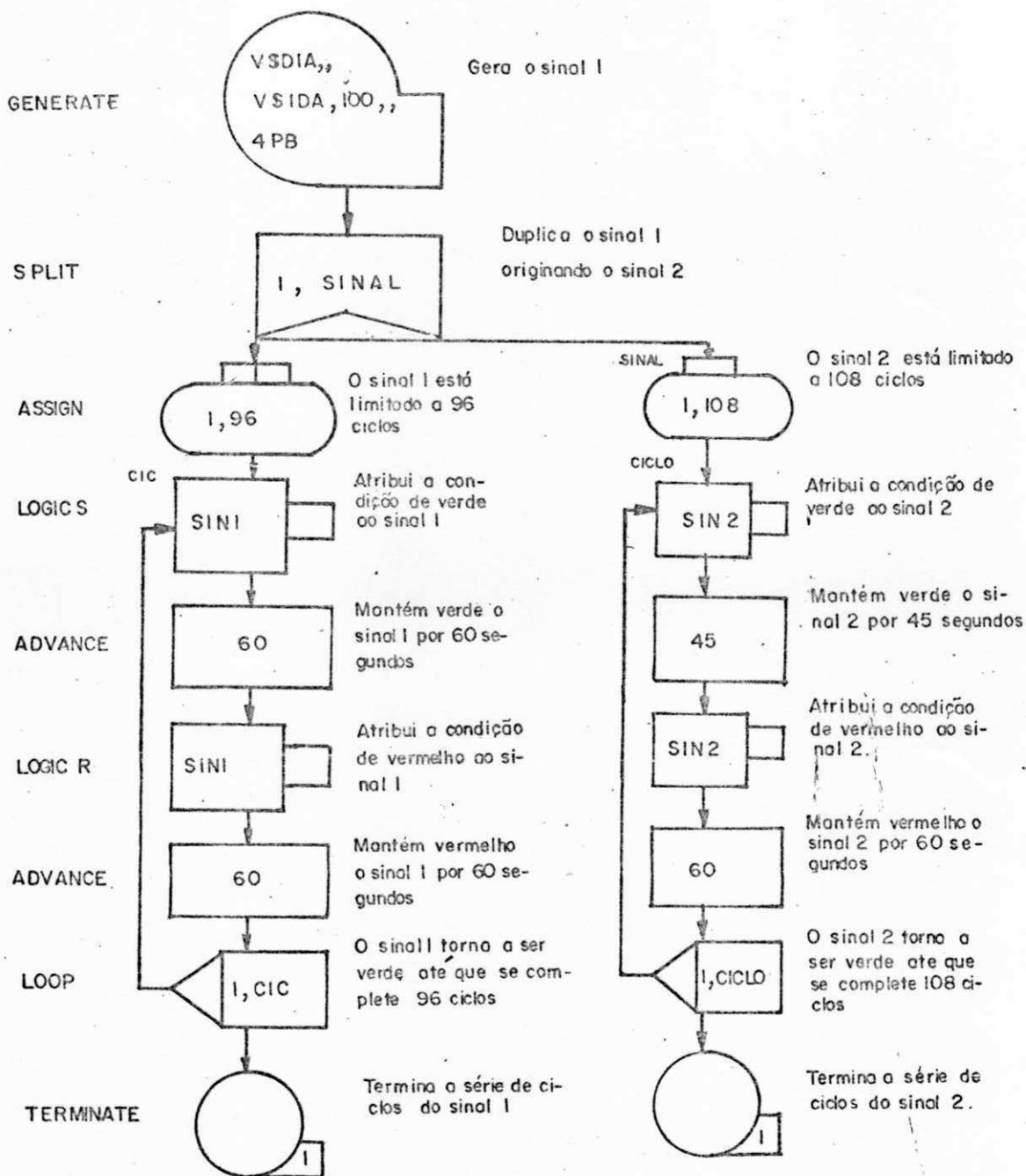


Figura 9 : Diagrama de blocos que representa a sincronização dos semáforos

4.3 - PARADAS DE ÔNIBUS COLETIVO

O terceiro evento a ser considerado na descrição da rota é o de uma parada de ônibus coletivo. O modelo que será usado para a representação desse evento é baseado num modelo de simulação de uma parada de ônibus coletivo feito por Schriber [13].

O modelo de simulação neste caso é formado por dois segmentos. O primeiro segmento representa a chegada dos usuários na parada de ônibus e o embarque. O segundo representa a chegada, o desembarque das pessoas e a partida dos ônibus. A Figura 10 mostra o processo da simulação referente a este modelo.

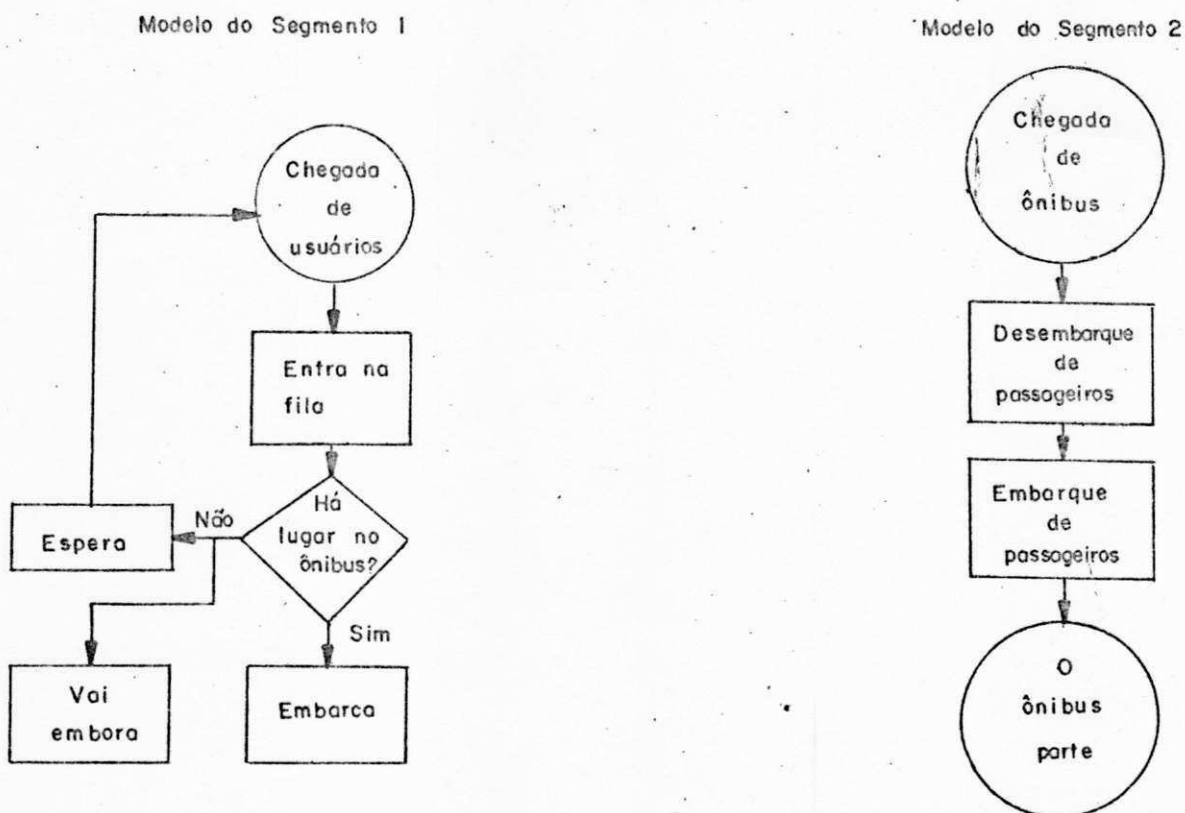


Figura 10 : Resumo simplificado da simulação de uma parada de ônibus coletivo.

Os dados de "input" específicos para este modelo incluem a taxa de chegada de pessoas na parada do ônibus, o tempo médio necessário para subir a bordo, a taxa de chegada de ônibus e o tempo médio de desembarque.

O tempo de inter-chegada das pessoas na parada de ônibus é de 150 segundos e a distribuição do fluxo de chegadas assemelha-se à função de distribuição exponencial.

O tempo médio necessário para um passageiro embarcar no ônibus é de 8 segundos, embora este tempo esteja sujeito à alteração de 4 segundos. Os passageiros que não conseguem embarcar quando o ônibus atinge sua capacidade, deixam a parada ou esperam pelo próximo ônibus.

Um ônibus chega à parada a cada 30 minutos, ou seja, a cada 1800 segundos, mas pode chegar com atraso de 180 segundos. O ônibus utilizado neste modelo tem capacidade para 50 passageiros e sua distribuição no interior do ônibus é representada pela função DENTR; função contínua definida por dois pontos, cujo argumento é o número randômico 1.

Uma pessoa gasta, em média, 4 segundos para desembarcar, mas este tempo pode variar entre o intervalo de 1 a 7 segundos. A distribuição dos passageiros descendo do ônibus é representada pela função contínua DESCE, definida por dois pontos, cujo argumento é o número randômico 1.

Este conjunto de dados de "input" representa o cenário das paradas de ônibus coletivo alocadas em cada um dos trechos da rota padrão e, é baseado em registros históricos do desempenho do sistema.

Antes da construção do modelo computacional é necessá

rio que se reconheçam as hipóteses na fase da formulação do problema. Assim sendo, as hipóteses definidas nesta parte do modelo consideram que:

- O modelo é construído em dois segmentos.
- O modelo do segmento 1 simula os passageiros que chegam à parada do ônibus; esperam por um ônibus; embarcam quando há vaga; caso contrário, esperam outro ônibus, ou vão embora sem serem servidos.
- Os passageiros que não conseguem embarcar e ficam esperando o próximo ônibus são computados como pretendentes a novas chegadas.
- Os usuários que chegam à parada do ônibus formam fila.
- Os usuários dispõem-se ao longo da fila segundo a ordem de chegada, ou seja, a fila mantém o comportamento FIFO, primeiro-chega, primeiro-servido.
- A porta do ônibus é aberta para iniciar o embarque; após 3 a 7 passageiros desembarcarem (caso o ônibus já chegue à parada com a capacidade saturada).
- O modelo do segmento 2 simula a chegada dos ônibus, a descida dos passageiros que querem desembarcar e a partida do ônibus.

O modelo GPSS utilizado para simular a parada de ônibus coletivo em questão é também descrito em termos de diagrama de blocos GPSS. A Figura 11 mostra esse diagrama, onde cada bloco representa uma ação a ser realizada gradativamente durante a realização da simulação.

A transação do segmento 1 é uma unidade de passageiro. O bloco GENERATE indica a chegada de um passageiro a cada 150 segundos, seguindo uma distribuição exponencial. O número 1 no campo E do bloco GENERATE representa o nível de prioridade.

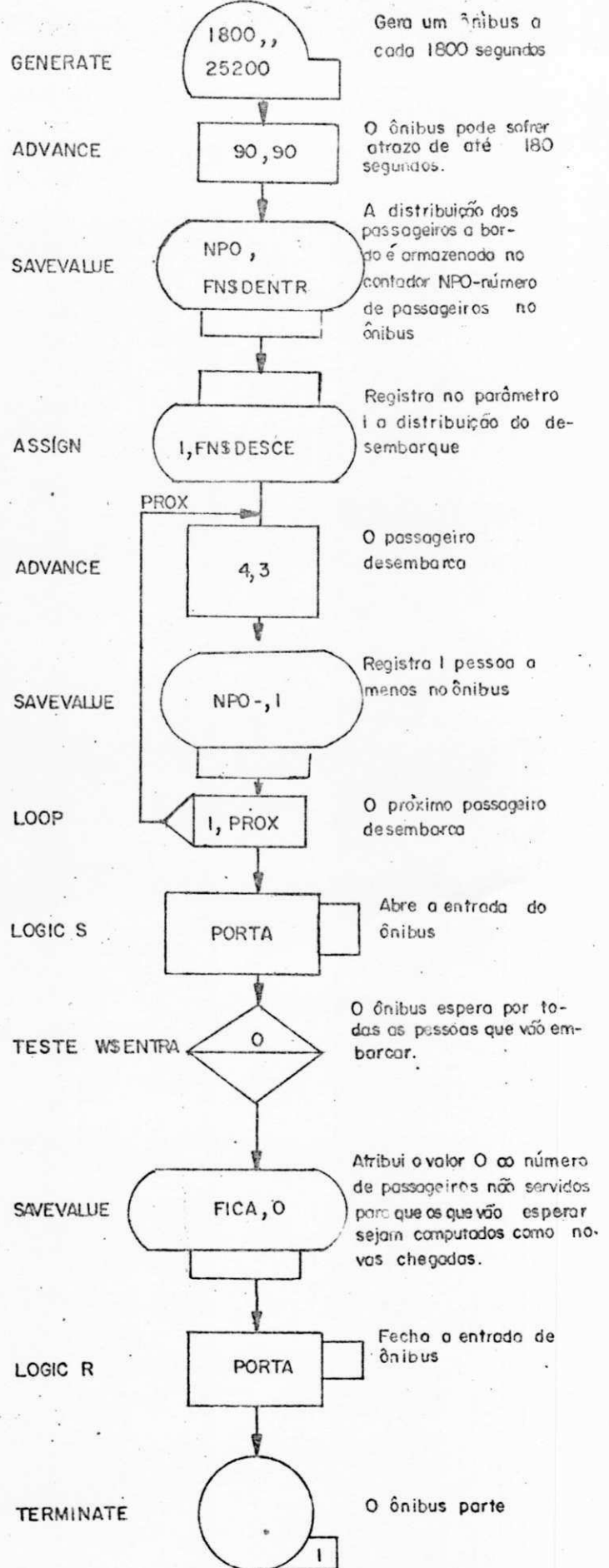
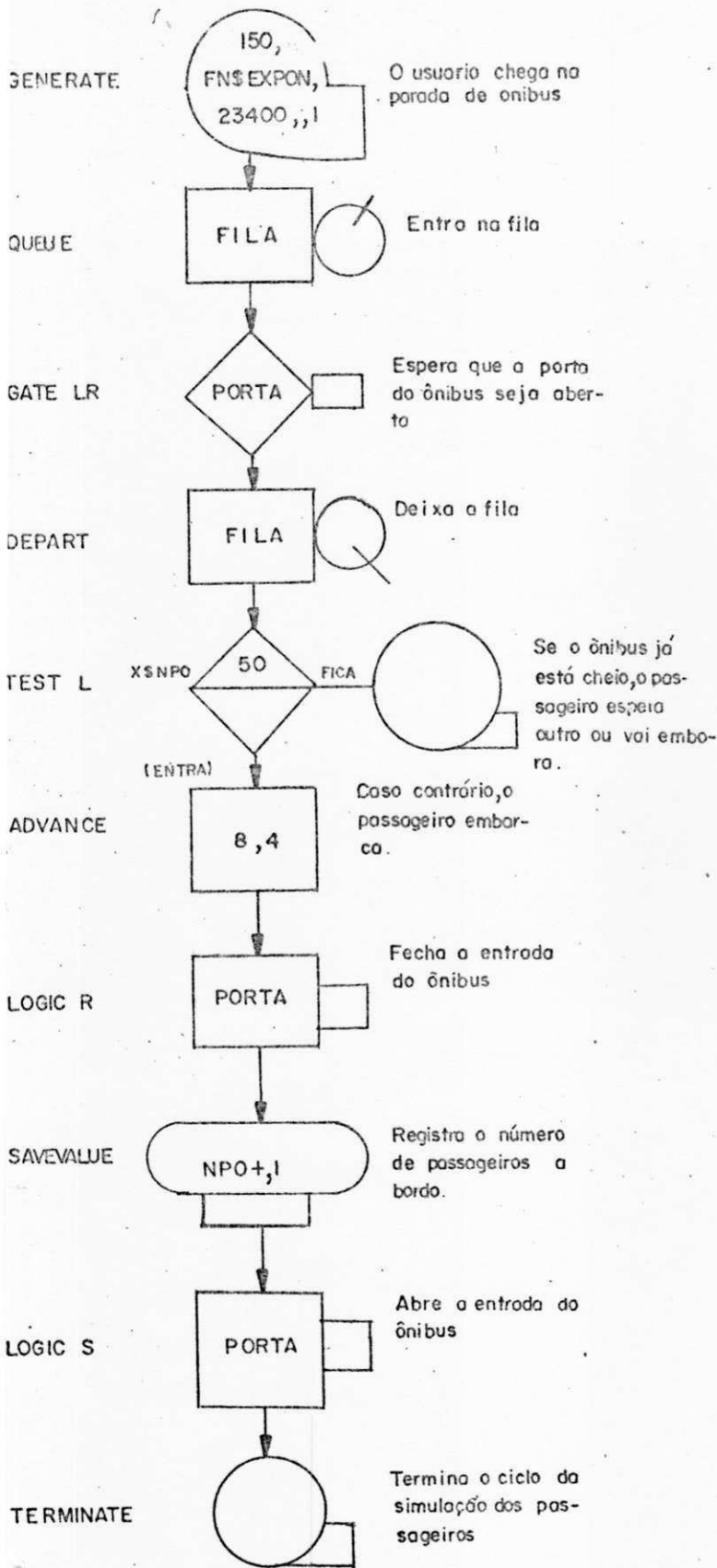


Figura 11: Diagrama de blocos referente à simulação da parada de ônibus coletivo

ridade da transação, isto é, os passageiros realizam as ações associadas a cada bloco GPSS de acordo com a ordem de chegada.

Os passageiros ao chegarem à parada do ônibus formam fila, representada no modelo GPSS pelo bloco QUEUE, e esperam a chegada do ônibus.

Após a chegada do ônibus os passageiros esperam até que a porta seja aberta, indicada pelo bloco GATE LS. Quando o ônibus atinge sua capacidade, avaliada pelo bloco TEST L, o passageiro espera outro ônibus, ou sai da parada sem ser servido. Caso contrário o passageiro embarca de acordo com o bloco ADVANCE.

O bloco LOGIC R atribui a condição de fechada à entrada do ônibus para assegurar o embarque que se dá pela entrada de um passageiro a cada vez. Após ser registrado mais um passageiro a bordo pelo bloco SEVEVALUE, atribui-se a condição de aberta à entrada do ônibus, no bloco LOGIC S, para que o próximo passageiro embarque. A partir daí, o processo da simulação de passageiros torna-se repetitivo até que o ônibus parta.

A transação do segmento 2 representa uma unidade de ônibus coletivo. O bloco GENERATE indica a chegada de um ônibus a cada 1800 segundos. Cada ônibus pode sofrer atraso de até 180 segundos determinado pelo bloco ADVANCE.

Após a chegada do ônibus, o passageiro desembarca; se assim deseja, através de outro bloco ADVANCE; automaticamente, o bloco SAVEVALUE registra uma pessoa a menos no ônibus. E, assim, o bloco LOOP faz com que todos os passageiros que

As paradas de ônibus coletivo não estão alocadas próximo às interseções, caso as estivessem, iriam comprometer o desempenho das interseções, o que está fora do objetivo deste trabalho.

A partir daí, o modelo final é formado através da agregação dos modelos apresentados anteriormente, referentes aos respectivos eventos de tráfego urbano.

Por isso, o programa fonte referente ao modelo final, consiste de um programa principal que simula o percurso do carro padrão ao longo da rota e de três sub-rotinas referentes à geração do tráfego concorrente, à simulação dos semáforos e à simulação das paradas de ônibus coletivo. O programa fonte final está presente no Anexo 5.

CAPÍTULO V

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados todos os resultados referentes aos tempos de viagem obtidos pela simulação de cada um dos modelos que representam as interseções não sinalizadas, as interseções semaforizadas e o modelo completo, incluindo as interseções semaforizadas com paradas de ônibus coletivo. Os "outputs" produzidos no fim da simulação representam um conjunto de resultados que contêm informações sobre as facilidades, estatísticas das filas e a duração das viagens através das rotas original e alternativa.

Posteriormente, far-se-á análise desses resultados, mediante dados obtidos dos parâmetros que dizem respeito à variável principal da análise, a duração da viagem.

Os dados dos parâmetros obtidos no decorrer da simulação constituem informações sobre as facilidades, através da percentagem da utilização e do tempo médio que cada veículo gastou utilizando a facilidade; sobre as estatísticas das filas, através dos valores máximo e mínimo de cada fila formada e do tempo médio que cada veículo gastou esperando na fila e, sobre a própria duração das viagens, através dos diversos tempos de viagem obtidos e da frequência observada.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados referentes às facilidades POS1, POS2 e POS2B que representam a primeira posição na fila para cruzar a primeira e a segunda interseções pela rota original ou para cruzar a segunda interseção pela rota alternativa, respectivamente.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados referentes à formação das filas INTS1, INTS2 e INTS3 ao cruzar a primeira interseção, a segunda pela rota original e a segunda interseção pela rota alternativa, respectivamente.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados referentes aos tempos de viagem sem distinção da escolha de rota. O número de veículos computados nesta tabela é referente somente aos 100 carros padrões gerados, um a cada dia, no decorrer da simulação ao longo de 100 dias.

Tabela 2 - Resultados referentes às facilidades POS1, POS2 e POS2B.

MODELO	FACILIDADE	UTILIZAÇÃO MÉDIA (%)	Nº DE VEÍCULOS QUE UTILIZARAM A FACILIDADE*	TEMPO MÉDIO DE CADA VEÍCULO GASTOU NA FACILIDADE (S)
Interseções não Sinalizadas	POS1	0.7	27334	2.475
	POS2	1.1	36328	2.648
	POS2B	2.2	61918	3.072
Interseções SemafORIZADAS	POS1	3.4	27334	10.761
	POS2	4.6	36293	11.004
	POS2B	5.3	61956	7.428
Interseções SemafORIZADAS com Paradas de Coletivo	POS1	3.4	27345	10.751
	POS2	4.7	36298	11.112
	POS2B	5.3	61971	7.444

* inclui o carro padrão e os carros concorrentes.

Tabela 3 - Resultados referentes à formação das filas INTS1, INTS2 e INTS3

MODELO	FILA	VALOR MÁXIMO DA FILA	VALOR MÉDIO DA FILA	NÚMERO DE VEÍCULOS QUE ENTRARAM NA FILA	NÚMERO DE VEÍCULOS QUE NÃO ESPEROU NA FILA*	% DE VEÍCULOS QUE NÃO ESPEROU NA FILA	TEMPO MÉDIO QUE CADA VEÍCULO GASTO NA FILA (S)
Interseções não Sinalizadas	INTS1	5	0.008	27334	-	0	2.675
	INTS2	5	0.012	36328	-	0	3.979
	INTS3	8	0.028	61918	-	0	3.927
Interseções Semaforizadas	INTS1	11	0.063	27337	-	0	14.937
	INTS2	12	0.102	36294	-	0	24.139
	INTS3	16	0.137	61956	-	0	19.024
Interseções Semaforizadas com Paradas de Coletivo	INTS1	9	0.063	27345	2	0	19.908
	INTS2	12	0.104	36298	-	0	24.641
	INTS3	14	0.138	61974	1	0	19.130

* Inclui o carro padrão e os carros concorrentes

Tabela 4 - Resultados referentes aos tempos de viagem sem distinção da escolha de rota.

	TEMPO DE VIAGEM (min)	FREQUÊNCIA OBSERVADA	PERCENTAGEM DO TOTAL (%)	PERCENTAGEM ACUMULADA (%)	PERCENTAGEM ACUMULADA RESTANTE
Interseções não Sinalizadas	15	70	69.99	69.9	30.0
	16	30	29.99	100.0	0.0
Interseções Semaforizadas	15	4	3.99	3.9	96.0
	16	71	70.99	74.9	25.0
	17	12	11.99	86.9	13.0
	18	13	12.99	100.0	0.0
Interseções Semaforizadas com Paradas de Coletivo	16	7	6.99	6.9	93.0
	17	44	43.99	50.9	49.0
	18	30	29.99	80.9	19.0
	19	17	16.99	97.9	2.0
	20	2	1.99	100.0	0.0

Na Tabela 5 são apresentados os resultados referentes aos tempos de viagem através da rota original. O número de veículos computados nesta tabela é referente somente aos carros padrões que utilizaram a rota original durante a simulação ao longo de 100 dias, num total de 53,17 e 14 carros para os modelos de interseções não sinalizadas, interseções semaforizadas e interseções semaforizadas com paradas de coletivo, respectivamente.

Na Tabela 6 são apresentados os resultados referentes aos tempos de viagem através da rota alternativa. O número de veículos computados nesta tabela é referente somente aos

carros padrões que utilizaram a rota alternativa durante o período da simulação ao longo de 100 dias, num total de 47,83 e 86 carros para os modelos de interseções não sinalizadas, interseções semaforizadas e interseções semaforizadas com paradas de coletivo, respectivamente.

Tabela 5 - Resultados referentes aos tempos de viagem através da rota original

MODELO	TEMPO DE VIAGEM (min)	FREQÜÊNCIA OBSERVADA	PERCENTAGEM DO TOTAL (%)	PERCENTAGEM ACUMULADA (%)	PERCENTAGEM ACUMULADA RESTANTE
Interseções não Sinalizadas	15	39	73.58	73.5	26.4
	16	14	26.41	100.0	0.0
Interseções Semaforizadas	16	4	23.52	23.5	76.4
	17	0	0.00	23.5	76.4
	18	13	76.47	100.0	0.0
Interseções Semaforizadas com Paradas de Coletivo	16	1	7.14	7.1	92.8
	17	1	7.14	14.2	85.7
	18	7	50.00	64.2	35.7
	19	3	21.42	85.7	14.2
	20	2	14.28	100.0	0.0

Para melhor análise sobre a duração das viagens obtidas em cada um dos modelos simulados, a Figura 12 mostra a apresentação gráfica da frequência observada referente ao número de viagens sem distinção da escolha da rota.

Ainda, para facilitar a visualização entre a duração das viagens obtidas através da simulação dos modelos de interseções não sinalizadas, interseções semaforizadas e in-

terseções semaforizadas com paradas de coletivo, torna-se possível apresentar os resultados referentes a estes modelos numa única figura, a Figura 12, e chamá-los de Modelo 1, Modelo 2 e Modelo Final, respectivamente.

Tabela 6 - Resultados referentes aos tempos de viagem através da rota alternativa

MODELO	TEMPO DE VIAGEM (min)	FREQUÊNCIA OBSERVADA	PERCENTAGEM DO TOTAL (%)	PERCENTAGEM ACUMULADA (%)	PERCENTAGEM ACUMULADA RESTANTE
Interseções não Sinalizadas	15	31	65.95	65.9	34.0
	16	16	34.04	100.0	0.0
Interseções Semaforizadas	15	4	4.81	4.8	90.1
	16	67	80.72	85.5	14.4
	17	12	14.45	100.0	0.0
Interseções Semaforizadas com Paradas de Coletivo	16	6	6.97	6.9	93.0
	17	43	50.00	56.9	43.0
	18	23	26.74	83.7	16.2
	19	14	16.27	100.0	0.0

5.2 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os modelos referentes aos eventos de tráfego formulados neste trabalho foram simulados para um período de 100 dias, adotando-se as mesmas condições de tráfego.

Os resultados desta simulação indicaram que os limites da duração de viagem foi de 15 a 20 minutos com os valores médios de 15.3, 16.34 e 17.63 minutos para os modelos de interseções não sinalizadas, interseções semaforizadas e in

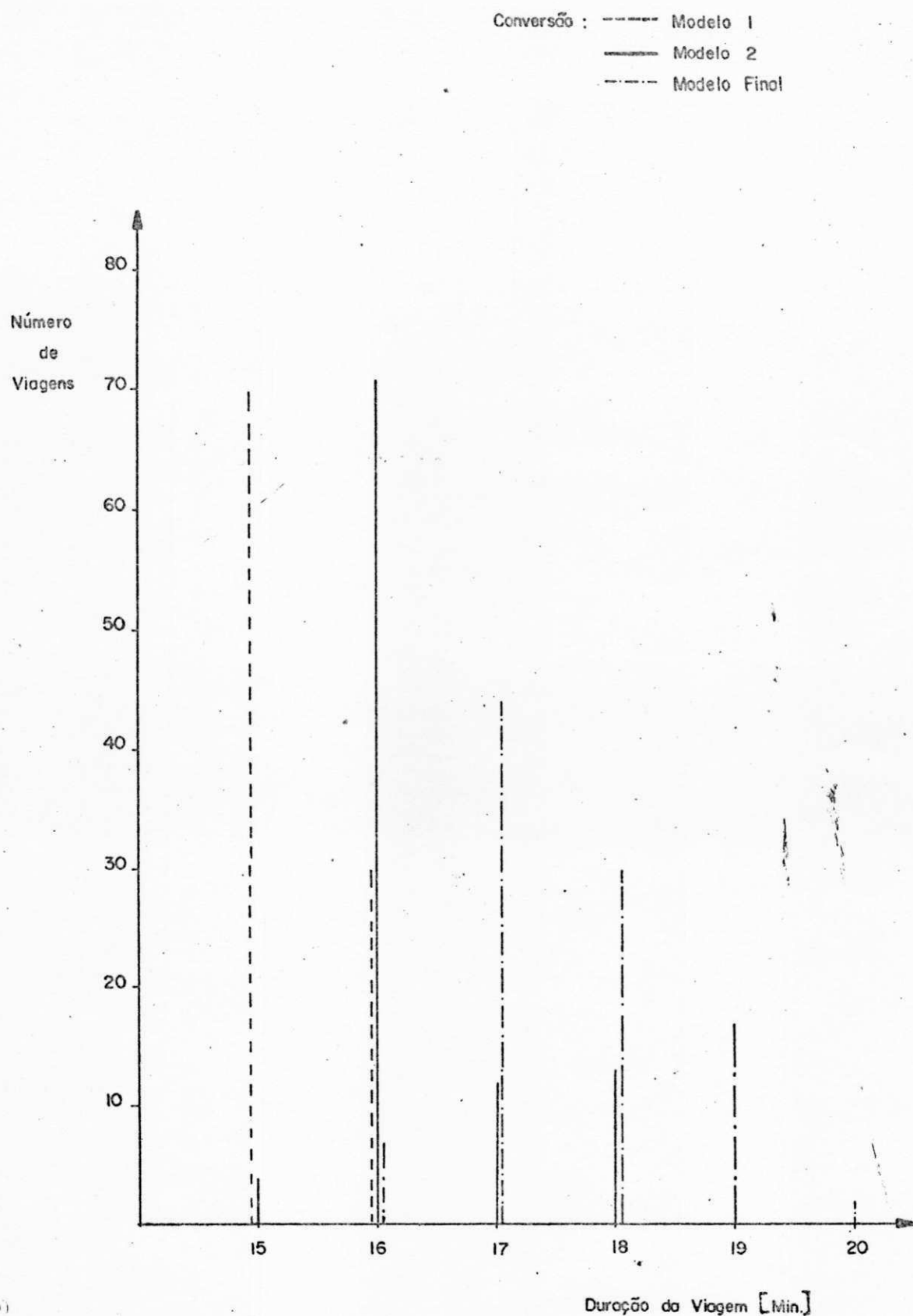


Figura 12 : Apresentação gráfica da frequência observada referente ao número total de viagens.

terseções semaforizadas com paradas de coletivo, respectivamente. Estes resultados estão presentes na Tabela 4.

Em se tratando da linguagem de simulação GPSS, as facilidades representam equipamentos ou lugares que só podem ser usadas por uma transação de cada vez. Três foram as facilidades utilizadas neste modelo computacional: POS1, POS2 e POS2B, representando a primeira posição na fila da primeira interseção, da segunda interseção pela rota original e da segunda interseção pela rota alternativa, respectivamente.

Os resultados referentes às facilidades para cada um dos modelos simulados, incluem a percentagem do tempo total de viagem em que a facilidade esteve ocupada pelos veículos. Observando os valores da Tabela 2, nota-se que a utilização média das facilidades foi aumentando à medida em que o modelo foi sendo sofisticado; isto quer dizer que no modelo referente às interseções semaforizadas com paradas de coletivo, os veículos demoraram mais tempo para cruzar as interseções, acarretando maiores tempos de viagem.

Houve formação de fila em cada uma das interseções. As estatísticas de filas produzidas pelos modelos simulados foram mostrados na Tabela 3. Estas estatísticas proporcionam informações sobre os valores máximo e médio de cada fila e o tempo médio que cada veículo gastou esperando na fila. No modelo referente às interseções sinalizadas com paradas de coletivo, os veículos gastaram tempo maior esperando na fila; este fato é explicado pela interferência dos ônibus na corrente de tráfego, impedindo fluxo mais livre.

A rota foi definida através de quatro segmentos. O segmento inicial, dois segmentos subsequentes que representam as alternativas da viagem, denominadas de rota original e rota alternativa e, o segmento final. O modelo computacional, foi construído de forma que os veículos fossem registrados em tabelas diferentes - segundo a escolha da rota - para que proporcionassem análise mais detalhada das alternativas de viagem.

Durante a simulação do modelo referente às interseções não sinalizadas, pouco mais da metade dos veículos (53 dos 100 veículos) escolheu a rota original; isto se deu pelo fato de que o tráfego no segmento local fluía com maior facilidade, favorecendo na maioria das vezes aos veículos, permanecerem na rota original, resultando em menores tempos de viagem. À proporção em que o modelo foi sendo sofisticado, a escolha da rota alternativa aumentou consideravelmente; a corrente de tráfego no segmento local passou a receber influência do semáforo e da parada de coletivo, tornando-a um pouco vagarosa, forçando, desta forma, os veículos a utilizarem a rota alternativa.

Um veículo individual recebe influências internas do sistema. Neste modelo um carro particular recebe influências internas originadas principalmente dos sinais de trânsito. Sabe-se que o semáforo diminui a demora média da via secundária mas, por outro lado impede o fluxo contínuo do tráfego, aumentando, assim, a demora média na via principal. Este raciocínio é comprovado mediante a análise dos resultados desta simulação. Os resultados referentes aos tempos de

viagem obtidos através da simulação do modelo de interseções semaforizadas, mostraram maiores valores do que os resultados obtidos através da simulação do modelo de interseções não sinalizadas. Isto explica porque o sinal de trânsito mantém influências no desempenho de qualquer veículo.

Quando se trata de analisar o desempenho de um veículo confrontado com o comportamento do tráfego remanescente, tem-se a situação real de tráfego. Neste caso, o veículo não só recebe influências internas do sistema, como também influências de fatores externos. Numa situação normal de tráfego é comum a formação de filas ao cruzar uma interseção. Em consequência de uma fila de veículos, tem-se o aumento do fator de densidade de tráfego e, assim, decréscimo do nível de serviço. Os modelos computacionais usados neste trabalho proporcionaram a geração de carros concorrentes em todos os segmentos da rota, confrontando-os com o veículo padrão, representando, assim, uma situação real de tráfego. Sabe-se que o tempo de viagem de um carro particular confrontado com o tráfego remanescente é maior do que quando este carro trafega sozinho numa via; quando se trata de uma situação de tráfego urbano esse fenômeno é difícil de acontecer; por isso não foi simulado neste trabalho.

As situações de tráfego simuladas neste trabalho referem-se a trechos de ruas com interseções não sinalizadas, a trechos de ruas com interseções semaforizadas e ainda a trechos de ruas com interseções semaforizadas, incluindo paradas de ônibus coletivo. Através da simulação da primeira condição, nota-se que os carros podem percorrer a rota com mais

facilidade, uma vez que a demora média ao cruzar uma interseção é devido principalmente ao número e tamanho de brechas no fluxo oposto. Portanto, o tempo para cruzar uma interseção é função também da decisão de parar ou prosseguir dos motoristas, e de seus padrões de comportamento. Como cada motorista tem interesse particular em diminuir sua duração de viagem, o tempo de decisão, torna-se menor e, em consequência, o tempo total de viagem também diminui.

A simulação do modelo que representa a condição das interseções semaforizadas, indica que realmente o tempo de viagem é afetado pelos sinais de trânsito. Isto não quer dizer que todas as situações em que houver sinais de trânsito o tempo de viagem torne-se maior; pelo contrário, o semáforo favorece viagem mais tranquila, pois diminui o índice de acidentes e, o acréscimo no tempo de viagem devido ao semáforo é muitas vezes menor do que o acréscimo pelo comportamento do motorista ao cruzar uma interseção não sinalizada.

Sabe-se que uma parada de ônibus coletivo, alocada sobre via normal de tráfego, altera o tempo da viagem de um carro particular, pois proporciona estrangulamento na via, diminuindo, assim, sua capacidade de tráfego. O modelo utilizado neste trabalho iniciou-se simples, representando trechos de ruas e interseções não sinalizados, e foi sendo sofisticado através da alteração do sistema, mediante a colocação de sinais de trânsito em cada uma das interseções. O modelo tornou-se ainda mais próximo da realidade quando foi novamente alterado através da alocação de uma parada de ônibus coletivo em cada um dos segmentos da rota. Ao fim da si

mulação, notou-se que os resultados referentes aos tempos de viagem obtidos pela simulação do modelo final são maiores do que os resultados obtidos através da simulação dos modelos anteriores. Isto se deu pelo fato de que há somatório dos eventos de tráfego que alteram o tempo de viagem presente neste modelo, como a presença dos sinais de trânsito e das paradas de ônibus coletivo sobre a faixa normal de trânsito.

É difícil conciliar uma alternativa de viagem que proporciona menor tempo e ofereça boas condições de viagem. Muitas vezes é mais viável optar por uma rota que possua maior distância, onde se possa desempenhar maior velocidade, do que optar por outra menor, onde as condições do tráfego ou da via obriguem o veículo a desempenhar baixa taxa de velocidade.

Este trabalho não levou em consideração as taxas de acidente das vias, por isso a presença dos semáforos em cada uma das interseções proporciona viagem mais tranquila no que diz respeito a possibilidade de acidentes quando da escolha da alternativa de viagem. Como as paradas de transporte coletivo fazem parte do cenário normal do tráfego urbano, o modelo referente às interseções sinalizadas com paradas de ônibus coletivo é usada para a determinação da escolha da alternativa de viagem neste trabalho. Numa análise mais detalhada dos resultados obtidos através da simulação desse modelo, nota-se que a duração média de viagem através da rota original (18.28 minutos) é maior do que a duração média de viagem através da rota alternativa (17.52 minutos) o

que explica que a maioria dos veículos (86 dos 100 carros) escolheu a rota alternativa.

Uma informação sobre quais as condições e/ou alterações do tráfego, em que pode ocorrer redução no tempo de viagem de um veículo qualquer é mais precisa quando se trata da simulação de um sistema de tráfego particular, o que não é o caso deste modelo que representa um sistema de tráfego geral. Todavia, pode-se obter informação geral sobre uma rota com interseções não sinalizadas, onde as condições de tráfego proporcionam baixo nível de serviço ou alta taxa de acidentes. Neste caso, a alteração que pode reduzir o tempo médio de viagem é a da instalação de um semáforo em cada uma das interseções, cujo volume de tráfego justifique sua instalação.

5.3 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Para se fazer uma análise sobre quais as condições e/ou alterações de tráfego em que possam ocorrer redução no tempo de viagem de um veículo qualquer, é evidente que uma série de fatores seja analisada, principalmente quando há mais de uma alternativa de viagem. Dentre esses fatores merecem destaque: o ponto de vista do planejador, as condições de tráfego e das vias, a velocidade máxima permitida, a disposição de sinais de trânsito e a taxa de acidentes.

Entretanto, este trabalho efetuou análise sobre alguns dos eventos de tráfego que alteram o tempo de viagem, relacionando as demoras sofridas pelos veículos ao cruzar interseções não sinalizadas, interseções semaforizadas e as demoras

ras provenientes da presença de paradas de ônibus ao tempo total de viagem.

O conjunto de resultados obtidos através da simulação do modelo formulado mostrou que semáforo e paradas de ônibus coletivo são, realmente, eventos de tráfego que alteram o tempo de viagem de um veículo qualquer.

Com a presença dos semáforos, o tempo médio de viagem tornou-se maior do que quando as interseções eram não-sinalizadas. Isto ocorreu porque ambas as situações foram simuladas adotando as mesmas condições de tráfego, sem haver variação de volume. Além disso, este trabalho não levou em consideração a demora devido ao tempo de ação e reação do motorista, uma vez que não existe ainda uma distribuição matemática sobre comportamento do motorista. Portanto, a demora devido ao número de brechas nas interseções não-sinalizadas foi menor do que a demora devido ao sinal de trânsito nas interseções semaforizadas.

Ao alocar paradas de ônibus coletivo ao longo da rota padrão, obteve-se ainda um maior tempo médio de viagem. Isto explica que paradas de ônibus coletivo alocadas sobre a faixa normal de tráfego acarretam estrangulamento na via através da interferência dos ônibus na corrente de tráfego, impedindo assim fluxo mais livre.

Foi feita a comparação entre os resultados da simulação dos modelos referentes à rota padrão do veículo e, concluiu-se que:

- O tempo médio de viagem foi aumentando à medida em que o modelo foi sendo sofisticado, ou seja, o tempo médio de

viagem obtido na simulação do modelo de interseções não sinalizadas foi menor do que o tempo médio de viagem obtido na simulação do modelo de interseções semaforizadas e, este foi menor do que o tempo médio de viagem obtido na simulação do modelo de interseções semaforizadas com paradas de coletivo.

- O tempo médio de viagem através da rota original (15.26 minutos) foi menor do que o tempo médio de viagem através da rota alternativa (15.34 minutos) somente na simulação do modelo referente às interseções não sinalizadas. Nos demais modelos, o tempo médio de viagem pela rota alternativa foi menor do que o tempo médio de viagem pela rota original.
- Na simulação do modelo final, ocorreu redução no tempo de viagem ao escolher a rota alternativa, devido à maior fila de veículos ter se formado na primeira interseção. Isto significa que muitas vezes é melhor optar por uma distância maior, onde seja possível desempenhar maior velocidade, do que preferir uma rota menor, onde só seja possível desempenhar baixa velocidade.
- O modelo é bastante flexível, podendo ser utilizado para qualquer veículo padrão (carro ou ônibus), rota e situação de tráfego que particularizem o sistema.
- O modelo pode ser também utilizado por empresários para simular a melhor alternativa de viagem a ser escolhida na rota dos veículos.
- O modelo é válido diante da comparação entre as transformações input-output geradas pelo modelo com as que ocor-

rem no sistema real, podendo ser adaptado a um caso particular qualquer.

Contudo, ao variar parâmetros do modelo, pode-se obter resultados diferentes dos que foram obtidos para a situação de tráfego simulada. Para volume de tráfego diferente do que foi considerado, a demora de um veículo ao cruzar uma interseção semaforizada pode se apresentar menor do que a demora sofrida ao cruzar uma interseção não-sinalizada.

Portanto, para se fazer uma análise mais detalhada dos eventos de tráfego que alteram o tempo de viagem, sugere-se:

- Fazer comparações entre a demora sofrida por um veículo ao cruzar uma interseção não-sinalizada e uma interseção semaforizada, através da variação de volume de tráfego;
- Considerar vias urbanas com múltiplas faixas;
- Analisar aproximações de tráfego que permitam conversões à esquerda;
- Considerar os efeitos das manobras de estacionamento na via urbana;
- Analisar o desempenho das interseções, através da classificação segundo as demoras obtidas ao cruzar cada uma delas;
- Considerar as características das condições de tráfego em situações particulares;
- Considerar a fase amarela dos sinais de trânsito quando existir alto volume de tráfego;
- Analisar paradas de ônibus coletivo próximas à interseção e;
- Fazer levantamento da taxa de acidentes em cada uma das vias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FISHMAN, George S. and KIVIAT, P. I., The Analysis of Simulation Generated Time Series - Management Science, Vol. 13, nº 7, U.S.A., 1967.
2. GORDON, Geoffrey. The Application of GPSS V to Discrete System Simulation. Prentice - Hall, New Jersey, 1975.
3. H. C. M. (Highway Capacity Manual), Highway Research Board, Washington, D.C., 1985.
4. HORN, Richard L. Van. Validation of Simulation Results - Management Science, Vol. 17, nº 5, U.S.A., 1971.
5. IGNALL, Edward J. et al. Using Simulation to Develop and Validate Analytic Models: Some Case Studies - Operations Research. Vol. 26, nº 2, U.S.A., 1978.
6. KELL, James H., Intersection Delay Obtained by Simulating Traffic on a Computer - H.R.R., Vol. 15, pp. 73-97, U.S.A., 1963.
7. MELO, Antonio Ildefonso de Albuquerque. Sistemas de Controle de Tráfego (Notas de Aula), Universidade Federal da Paraíba - Campus II, 1988.
8. MIZE, Joe H. and COX, J. Grady. Essentials of Simulation. Englewood Cliffs, Prentice - Hall, New Jersey, 1968.
9. MOURA, José Antônio Beltrão e outros. Redes Locais de Computadores; Protocolos de Alto Nível e Avaliação de Desempenho. Editora McGraw-Hill, Ltda, São Paulo-SP, 1986

10. NAYLOR, Thomas H. et al. Computer Simulation Techniques - John Wilwy & Sons, Inc., United States of America, 1966.
11. PINDICK, Robert S. & RUBINFELD, Daniel L., Econometric Models And Economic Forecasts. McGraw-Hill Book Company, United States of America, 1976.
12. REITMAN, Julian. Computer Simulation Applications - Discrete Event Simulation for Systhesis and Analysis of Complex Systems, United States of America, 1971.
13. SCHRIBER, Thomas J., Simulation Using GPSS -U.S.A., 1974
14. SHANNON, Robert E., Systems Simulation; The Art and Science. Englewood Cliffs, Prentice - Hall, New Jersey, 1975.
15. STRACK, Jair., GPSS; Modelagem e Simulação de Sistemas. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro - RJ, 1984.
16. WAGNER, Harvey M., Pesquisa Operacional. Prentice - Hall do Brasil Ltda, Rio de Janeiro - RJ, 1985.
17. WORRAL, R. D., Simulation of Traffic Behaviour on a Digital Computer - Traffic Engineering & Control, Vol. 5, nº 2, U.S.A., 1963.
18. YAGAR, S., Simulation - The Use of Simulation (Notas de Aula), University of Waterloo, 1978.

ANEXO I - DOCUMENTAÇÃO DO PROGRAMA REFERENTE AO MODELO
FINAL.

Uma vez que este trabalho, inicialmente desenvolve pequenos modelos relacionados a eventos de tráfego e, posteriormente os reúne num único modelo, torna-se necessário somente a documentação do modelo computacional final.

1 - DESCRIÇÃO FUNCIONAL DO PROGRAMA

O programa fonte referente ao modelo final é formado por um programa principal e cinco sub-rotinas.

a) Programa Principal

O programa principal simula a viagem diária de um veículo adotado como padrão que percorre uma rota definida anteriormente, onde oferece alternativas de viagem, através de dois segmentos da rota, denominados de rota original e rota alternativa. O tempo de simulação representa um período de cem dias, onde ocorre uma viagem a cada dia.

Os dados de entrada do programa são representados na linguagem GPSS pelos operandos, através de variáveis, de funções e dos próprios números. Os operandos localizam-se a partir da coluna 19 no programa de computador. O programa principal entra com os seguintes dados:

- número de horas em um dia - 24
- tempo de partida do carro padrão - 7:30 a.m.
- limite de geração de carros padrões - 100
- número de parâmetros bytes a serem usados - 4
- número que rotula o carro padrão - 10
- distância da rua local - 2 Km
- velocidade média na rua local - 40 Km/h

- fatores de demora na rua local: número de veículos na rua local x fator de demora do tráfego - $0,1/25, 1/250, 10/5000, 10$
- fator de demora para condições anormais na rua local - 1
- distância da rota original - 6 Km
- velocidade média na rota original - 56 Km/h
- fatores de demora na rota original: número de veículos na rota original x fator de demora do tráfego - $0,1/50, 1/500, 15/50000, 15$
- fatores de agrupamento na fila da primeira interseção: tamanho da fila x fator de agrupamento - $0,10/2, 10/10, 20/100, 20$
- fator de demora para condições anormais na rota original - 1
- número que rotula o carro padrão ao usar a rota original - 1
- distância do segmento final - 2 Km
- velocidade média no segmento final - 24 Km/h
- fator de demora para condições anormais no segmento final - 1
- distância da rota alternativa - 10 Km
- velocidade média na rota alternativa - 88 Km/h
- fatores de demora na rota alternativa: número de veículos na rota alternativa x fator de demora do tráfego - $0,1/100, 1/2000, 3/6000, 4/20000, 30$
- fator de demora para condições anormais na rota alternativa - 1
- número que rotula o carro padrão ao usar a rota alternativa - 2
- limite superior da primeira classe de frequência para as tabelas - 10

- tamanho das classes de frequência para as tabelas - 1
- número de classes de frequência para as tabelas - 30

De modo geral, as saídas de um programa GPSS constam de: listagem do programa fonte com numeração de cada bloco pela ordem de entrada; referência do endereço de cada bloco pelo número do cartão; numeração das facilidades, das filas, das tabelas, das variáveis, das chaves lógicas e das funções pela ordem alfabética e, listagem do programa após a passagem pelo montador GPSS. Em particular, as saídas do programa constam de:

- tempo de simulação
- número de transações que passaram por cada bloco, número de transações que não conseguiram alcançar o final da simulação e o número do bloco onde estas transações se localizavam
- estatísticas das facilidades POS1, POS2 e POS2B
- estado da chave lógica SIN2
- capacidade dos armazenamentos de condições iniciais X1, X2, X3 e X4
- estatísticas das filas INTS1, INTS2 e INTS3
- tempo de viagens através das frequências observadas nas tabelas DURT, DUROR e DURAL

O programa principal utiliza as seguintes variáveis:

- . DIA: tempo médio de geração do carro padrão
- . PART: tempo de partida do carro padrão
- . LOCAL: tempo requerido para percorrer a rua local
- . TINT1: tempo para cruzar a primeira interseção

- . COND: determinação da escolha da rota
- . ORGIN: tempo requerido para percorrer a rota original
- . TINT2: tempo para cruzar a segunda interseção pela rota original
- . REST: tempo requerido para percorrer o segmento final
- . ALTER: tempo requerido para percorrer a rota alternativa
- . TINT3: tempo para cruzar a segunda interseção pela rota alternativa
- . TEMPO: argumento a ser tabulado nas tabelas DURT, DUROR e DURAL, representa o tempo de viagem sem distinção de rota, tempo de viagem pela rota original e tempo de viagem pela rota alternativa, respectivamente.

O programa principal utiliza também as seguintes funções:

- . DENS1: representação do fator de demora do tráfego na rua local
- . DENS2: representação do fator de demora do tráfego na rota original
- . FILA1: representação de agrupamento do tráfego na fila da primeira interseção
- . DENS3: representação do fator de demora do tráfego na rota alternativa.

O programa principal utiliza, ainda, quatro cartões de "input" INITIAL que permitem armazenar o valor inicial 1, para condições anormais em cada uma das localizações 'savevalue' X1, X2, X3 e X4:

- . X1: representação do fator de condições anormais de tráfego na rua local
- . X2: representação do fator de condições anormais de tráfego na rota original
- . X3: representação do fator de condições anormais de tráfego no segmento final
- . X4: representação do fator de condições anormais de tráfego na rota alternativa.

b) Sub-rotina TCRLO: determina a geração do tráfego concorrente na rua local.

Esta sub-rotina simula o fluxo de tráfego concorrente, duplicando o veículo gerado de acordo com a função de densidade do tráfego da rua local e, randomizando este tráfego duplicado a cada intervalo de três minutos. O tráfego concorrente (após ser randomizado) é transferido para o segmento da rua local, percorrendo-a juntamente com o carro padrão.

Os dados de entrada são:

- . número de horas em um dia - 24
- . tempo de partida do tráfego concorrente - 7:00 a.m.
- . limite de geração de carros concorrentes - 100
- . número de parâmetros bytes a serem usados - 4
- . densidade do tráfego concorrente na rua local: tempo x número de veículos em cada intervalo de 3 minutos - 0,0/645,0/700,2/715,10/800,10/830,4/930,0
- . intervalo de tempo para a randomização do tráfego concorrente - 3 minutos (180 segundos)

- . intervalo de tempo para a randomização do tráfego concorrente - 3 minutos (180 segundos)

Os dados de saída constam de:

- . número de veículos gerados
- . número de veículos após a duplicação
- . número de veículos que saíram do sistema
- . número de veículos que foram transferidos para a rua local

As variáveis utilizadas são:

- . DIA: tempo médio de geração do veículo concorrente
- . IDA: tempo de partida do tráfego concorrente
- . HORA: determinação do intervalo de tempo diário simulado

- Função utilizada:

- . TRFC1: representação da densidade do tráfego na rua local

c) Sub-rotina TCROR: determinação da geração do tráfego concorrente na rota original.

Esta sub-rotina simula o fluxo de tráfego concorrente, duplicando o veículo gerado de acordo com a função de densidade do tráfego da rota original e, randomizando este tráfego duplicado a cada intervalo de três minutos. O tráfego concorrente após ser randomizado é transferido para o segmento da rota original, percorrendo-a juntamente com o carro padrão.

Os dados de entrada são:

- . número de horas em um dia - 24
- . tempo de partida do tráfego concorrente - 7:00 a.m.

- . limite de geração de carros concorrentes - 100
- . número de parâmetros bytes a serem usados - 4
- . densidade do tráfego concorrente na rota original: tempo x número de veículos em cada intervalo de 3 minutos - 0,0/645,0/700,3/715,15/800,10/830,6/930,0
- . intervalo de tempo para a randomização do tráfego concorrente - 3 minutos (180 segundos)

Os dados de saída constam de:

- . número de veículos gerados
- . número de veículos após a duplicação
- . número de veículos que saíram do sistema
- . número de veículos que foram transferidos para a rota original.

As variáveis utilizadas são:

- . DIA: tempo médio de geração do veículo concorrente
- . IDA: tempo de partida do tráfego concorrente
- . HORA: determinação do intervalo de tempo diário simulado

Função utilizada:

- . TRFC2: representação da densidade do tráfego na rota original.

d) Sub-rotina TCRAL: determinação da geração do tráfego concorrente na rota alternativa.

Esta sub-rotina simula o fluxo de tráfego concorrente, duplicando o veículo gerado de acordo com a função de densidade do tráfego da rota alternativa e randomizando este tráfego duplicado a cada intervalo de três minutos. O tráfego

concorrente após ser randomizado é transferido para o segmento da rota alternativa, percorrendo-o juntamente com o carro padrão.

Os dados de entrada são:

- . número de horas em um dia - 24
- . tempo de partida do tráfego concorrente - 7:00 a.m.
- . limite de geração de carros concorrentes - 100
- . número de parâmetros bytes a serem usados - 4
- . densidade do tráfego concorrente na rota alternativa: tempo x número de veículos em cada intervalo de 3 minutos - 0,0/645,0/700,4/715,20/800,20/830,12/930,0
- . intervalo de tempo para a randomização do tráfego concorrente - 3 minutos (180 segundos)

Os dados de saída constam de:

- . número de veículos gerados
- . número de veículos após a duplicação
- . número de veículos que saíram do sistema
- . número de veículos que foram transferidos para a rota alternativa

As variáveis utilizadas são:

- . DIA: tempo médio de geração do veículo concorrente
- . IDA: tempo de partida do tráfego concorrente
- . HORA: determina o intervalo de tempo diário simulado

Função utilizada:

- . TRFC3: representação da densidade do tráfego na rota alternativa

e) sub-rotina SEMAF: determina o controle dos semáforos

Esta sub-rotina simula os sinais de trânsito, gerando o semáforo na primeira interseção e, duplicando este sinal para a segunda interseção. O processo da simulação dos semáforos é realizado, atribuindo-se a condição de verde aos sinais e, depois, a condição de vermelho até que o número de ciclos se complete.

Os dados de entrada são:

- . número de horas em um dia - 24
- . tempo inicial de funcionamento dos semáforos - 7:00 a.m.
- . limite de geração do sinal 1 - 100
- . número de parâmetros bytes a serem usados - 4
- . número de ciclos do sinal 1 - 96
- . tempo de verde do sinal 1 - 60 segundos
- . tempo de vermelho do sinal 1 - 60 segundos
- . número de ciclos do sinal 2 - 108
- . tempo de verde do sinal 2 - 45 segundos
- . tempo de vermelho do sinal 2 - 60 segundos

Os dados de saída constam de:

- . número de gerações do sinal 1
- . número total de sinais (gerados + duplicados)
- . número de ciclos simulados do sinal 1
- . número de ciclos simulados do sinal 2

As variáveis utilizadas são:

- . DIA: tempo médio de geração do sinal 1
- . IDA: tempo inicial de funcionamento dos semáforos

f) Sub-rotina POCOL: determina as paradas de ônibus coletivo.

Esta sub-rotina simula as paradas de ônibus coletivo alocadas em cada um dos segmentos da rota. O processo da simulação é realizado através da geração de ônibus, permanência na parada e partida dos ônibus.

Os dados de entrada são:

- . número de horas em um dia - 24
- . tempo de chegada inicial dos ônibus na parada - 7:00 a.m.
- . limite de geração de ônibus - 100
- . número de ônibus que chega na parada: tempo x número de ônibus - 0,0/700,1/730,1/800,1/830,1/900,1/930,0
- . tempo de interchegada dos ônibus - 30 minutos (1800 segundos)
- . tolerância de chegada dos ônibus - 3 minutos (180 segundos, onde: tempo de atraso médio - 90 segundos e desvio padrão - 90 segundos)
- . tempo médio de permanência na parada - 3 minutos (180 segundos)

Os dados de saída constam de:

- . número de ônibus gerados
- . número total de ônibus (gerados + duplicados)
- . número de ônibus duplicados

As variáveis utilizadas são:

- . DIA: tempo médio de geração de ônibus
- . IDA: tempo de chegada inicial dos ônibus na parada

. HORA: determinação do intervalo de tempo diário simulado

Função utilizada:

. CHEGA: representação de chegada dos ônibus na parada

2 - ALGORÍTMO

Os algoritmos relativos ao programa principal e às diversas sub-rotinas foram mostrados ao longo do capítulo IV através de fluxogramas.

ANEXO II - PROGRAMA FONTE REFERENTE AOS TRECHOS DE RUAS E
INTERSEÇÕES NÃO SINALIZADAS.

```

1 TABLE V12 10 1 30
* ESTE BLOCO TABLE ESPECIFICA A TABELA DURT CUJOS PARAMETROS SIGNI
* FICAM-V$TEMPO E O ARGUMENTO A SER TABULADO(A VARIÁVEL TEMPO NESTA TABE
* LA REPRESENTA O TEMPO DE VIAGEM SEM DISTINÇÃO DE ROTA),O LIMITE SUPERT
* CR DA PRIMEIRA CLASSE DE FREQUENCIA E 10,O TAMANHO DE CADA CLASSE E 1,
* E O NUMERO DE CLASSES DE FREQUENCIA E 30
*
2 TABLE V12 10 1 30
* ESTE BLOCO TABLE ESPECIFICA A TABELA DUROR CUJO ARGUMENTO V$TEMPO
* SIGNIFICA O TEMPO DE VIAGEM ATRAVES DA ROTA ORIGINAL
*
3 TABLE V12 10 1 30
* ESTE BLOCO TABLE ESPECIFICA A TABELA DURAL CUJO ARGUMENTO V$TEMPO
* SIGNIFICA O TEMPO DE VIAGEM ATRAVES DA ROTA ALTERNATIVA
*

```

START 100

RELATIVE CLOCK		8581493	ABSOLUTE CLOCK		8581493										
BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL	
1	0	100	11	0	27333	21	0	2	244	31	0	100	41	1	4470
2	0	100	12	0	100	22	24	3	352	32	0	100	42	0	4469
3	10	27344	13	0	53	23	0	3	328	33	0	100	43	0	99
4	0	27334	14	0	27233	24	0	3	328	34	0	53	44	10	36309
5	0	27334	15	0	100	25	0	3	328	35	0	53	45	0	36299
6	0	27334	16	0	31423	26	0	3	328	36	0	47	46	45	61963
7	1	27334	17	1	4173	27	0	3	328	37	0	47	47	0	61918
8	0	27333	18	0	4172	28	0	3	328	38	0	98145	48	0	61918
9	0	27333	19	0	99	29	0	3	328	39	0	100	49	0	61918
10	0	27333	20	6	27250	30	0	9	245	40	0	40779	50	0	61918

BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL
51	1	61918	61	0	61916									
52	0	61917												
53	0	61917												
54	0	61917												
55	0	100												
56	0	66694												
57	1	4767												
58	0	4766												
59	0	99												
60	11	61927												

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	NUMBER ENTRIES	AVERAGE TIME/TRAN	SEIZING TRANS. N	PREEMPTING TRANS. NO.
POS1	.007	27334	2.475	171	
POS2	.011	36328	2.648		
POS2B	.022	61918	3.072	28	

CONTENTS OF FULLWORD SAVEVALUES (NON-ZERO)

SAVEVALUE	NR, 1	VALUE 1	NR, 2	VALUE 2	NR, 3	VALUE 3	NR, 4	VALUE 4	NR, 5	VALUE 5
-----------	-------	---------	-------	---------	-------	---------	-------	---------	-------	---------

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	TOTAL ENTRIES	ZERO ENTRIES	PERCENT ZEROS	AVERAGE TIME/TRANS	TABLE NUMBER	CURRENT CONTENTS
-------	------------------	------------------	---------------	--------------	---------------	--------------------	--------------	------------------

INTS1	5	.008	27334	.0	2.675	2.675	1
INTS2	5	.012	36328	.0	2.979	2.979	
INTS3	8	.028	61918	.0	3.927	3.927	1

\$AVERAGE TIME/TRANS = AVERAGE TIME/TRANS EXCLUDING ZERO ENTRIES

TABLE DURT	MEAN ARGUMENT	STANDARD DEVIATION	SUM OF ARGUMENTS	NON-WEIGHTED
ENTRIES IN TABLE	15.299	.460	1530.000	
100				

UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	CUMULATIVE REMINDER	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN
10	0	.00	.0	100.0	.653	-11.510
11	0	.00	.0	100.0	.718	-9.338
12	0	.00	.0	100.0	.784	-7.166
13	0	.00	.0	100.0	.849	-4.995
14	0	.00	.0	100.0	.915	-2.823
15	70	69.99	69.9	30.0	.980	-.651
16	30	29.99	100.0	.0	1.045	1.520

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

TABLE DURD	MEAN ARGUMENT	STANDARD DEVIATION	SUM OF ARGUMENTS	NON-WEIGHTED
ENTRIES IN TABLE	15.264	.445	809.000	
53				

UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	CUMULATIVE REMINDER	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN
10	0	.00	.0	100.0	.655	-11.827
11	0	.00	.0	100.0	.720	-9.580
12	0	.00	.0	100.0	.786	-7.334
13	0	.00	.0	100.0	.851	-5.087
14	0	.00	.0	100.0	.917	-2.840
15	39	73.58	73.5	26.4	.982	-.593
16	14	26.41	100.0	.0	1.048	1.653

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

TABLE DURAL	MEAN ARGUMENT	STANDARD DEVIATION	SUM OF ARGUMENTS	NON-WEIGHTED
ENTRIES IN TABLE	15.340	.479	721.000	
47				

UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	CUMULATIVE REMINDER	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN
10	0	.00	.0	100.0	.651	-11.149
11	0	.00	.0	100.0	.717	-9.061
12	0	.00	.0	100.0	.782	-6.973
13	0	.00	.0	100.0	.847	-4.886
14	0	.00	.0	100.0	.912	-2.798
15	31	65.95	65.9	34.0	.977	-.710
16	16	34.04	100.0	.0	1.042	1.376

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

* ESTA DECLARACAO START REQUER 100 TRANSACCES A SEREM REGIS
 *TRADAS NO BLOCC TERMINATE 1
 *

END
 ***** FJM DA LISTAGEM LUZENIRA - 1439 MODEL01 A1

```

80 TERMINATE
* TERMINA A SERIE DE CICLOS DO SINAL 2
*
1 TABLE V12 10 1 30
* ESTE BLOCO TABLE ESPECIFICA A TABELA DURT CUJOS PARAMETROS SIGNI
* FICAM-V$TEMPO E O ARGUMENTO A SER TABULADO(A VARIAVEL TEMPO NESTA TABE
* LA REPRESENTA O TEMPO DE VIAGEM SEM DISTINCAO DE ROTA),O LIMITE SUPERI
* OR DA PRIMEIRA CLASSE DE FREQUENCIA E 10,O TAMANHO DE CADA CLASSE E 1,
* E O NUMERO DE CLASSES DE FREQUENCIA E 30
*
2 TABLE V12 10 1 30
* ESTE BLOCO TABLE ESPECIFICA A TABELA DUROR CUJO ARGUMENTO V$TEMPO
* SIGNIFICA O TEMPO DE VIAGEM ATRAVES DA ROTA ORIGINAL
*
3 TABLE V12 10 1 30
* ESTE BLOCO TABLE ESPECIFICA A TABELA DURAL CUJO ARGUMENTO V$TEMPO
* SIGNIFICA O TEMPO DE VIAGEM ATRAVES DA ROTA ALTERNATIVA
*

```

START 100

RELATIVE CLOCK	8581509	ABSOLUTE CLOCK	8581509										
BLOCK COUNTS													
BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT
1	0	100	11	0	27333	21	13	2260	31	0	36292	41	0
2	0	100	12	0	27333	22	0	247	32	0	98247	42	0
3	10	27347	13	0	100	23	25	319	33	0	100	43	1
4	0	27337	14	0	17	24	0	294	34	0	100	44	0
5	3	27337	15	0	27233	25	0	294	35	0	100	45	0
6	0	27334	16	0	100	26	1	294	36	0	17	46	20
7	0	27334	17	0	31434	27	1	293	37	0	17	47	0
8	1	27334	18	1	4174	28	0	292	38	0	83	48	43
9	0	27333	19	0	4173	29	0	292	39	0	83	49	0
10	0	27333	20	0	99	30	0	292	40	0	98147	50	0

BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT
51	0	61956	61	0	4767	71	1	527	81	0	527	91	0
52	0	61956	62	0	99	72	0	526	82	0	99	92	0
53	0	61956	63	31	61947	73	0	100	83	0	1718	93	0
54	1	61956	64	0	61916	74	0	100	84	0	1718	94	0
55	0	61955	65	0	100	75	0	1718	85	0	1718	95	0
56	0	61955	66	0	200	76	0	1718	86	0	1718	96	0
57	0	61955	67	0	100	77	0	1718	87	0	1718	97	0
58	0	100	68	0	9527	78	1	1718	88	0	1718	98	0
59	0	66715	69	0	9527	79	0	1718	89	0	1718	99	0
60	1	4768	70	0	9527	80	0	1718	90	0	1718		

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	NUMBER ENTRIES	AVERAGE TIME/TRAN	SEIZING TRANS. N	PREEMPTING TRANS. NO.
POS1	.034	27334	10.761	174	
POS2	.046	36293	11.004	108	
POS2B	.053	61956	7.428	123	

CONTENTS OF FULLWORD SAVEVALUES (NON-ZERO)

SAVEVALUE NR,	VALUE	NR,	VALUE	NR,	VALUE	NR,	VALUE
1	1	2	1	3	1	4	1

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	TOTAL ENTRIES	ZERO ENTRIES	PERCENT ZEROS	AVERAGE TIME/TRANS	AVERAGE TIME/TRANS	TABLE NUMBER	CURRENT CONTENTS
INTS1	11	.063	27337		.0	19.937	19.937		4
INTS2	12	.102	36294		.0	24.139	24.139		2
INTS3	16	.137	61956		.0	19.024	19.024		1

AVERAGE TIME/TRANS = AVERAGE TIME/TRANS EXCLUDING ZERO ENTRIES

TABLE DURT

ENTRIES IN TABLE	MEAN ARGUMENT	STANDARD DEVIATION	SUM OF ARGUMENTS	NON-WEIGHTED
100	16.339	.754	1634.000	

UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	CUMULATIVE REMAINDER	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN
10	0	.00	.0	100.0	.611	-8.398
11	0	.00	.0	100.0	.673	-7.073
12	0	.00	.0	100.0	.734	-5.749
13	0	.00	.0	100.0	.795	-4.424
14	0	.00	.0	100.0	.856	-3.099
15	4	3.99	3.9	96.0	.917	-1.775
16	71	70.99	74.9	25.0	.979	-.450
17	12	11.99	86.9	13.0	1.040	.874
18	13	12.99	100.0	.0	1.101	2.199

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

TABLE DUPOR

ENTRIES IN TABLE	MEAN ARGUMENT	STANDARD DEVIATION	SUM OF ARGUMENTS	NON-WEIGHTED
17	17.529	.874	298.000	

UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	CUMULATIVE REMAINDER	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN
10	0	.00	.0	100.0	.570	-8.609
11	0	.00	.0	100.0	.627	-7.466
12	0	.00	.0	100.0	.684	-6.322
13	0	.00	.0	100.0	.741	-5.179
14	0	.00	.0	100.0	.798	-4.035
15	0	.00	.0	100.0	.855	-2.892
16	4	23.52	23.5	76.4	.912	-1.748
17	0	.00	23.5	76.4	.969	-.605
18	13	76.47	100.0	.0	1.026	.538

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

TABLE DURAL

ENTRIES IN TABLE	MEAN ARGUMENT	STANDARD DEVIATION	SUM OF ARGUMENTS	NON-WEIGHTED
83	16.096	.430	1336.000	

UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	CUMULATIVE REMAINDER	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN
10	0	.00	.0	100.0	.621	-14.147
11	0	.00	.0	100.0	.683	-11.827
12	0	.00	.0	100.0	.745	-9.506
13	0	.00	.0	100.0	.807	-7.185
14	0	.00	.0	100.0	.869	-4.865
15	4	4.81	4.8	95.1	.931	-2.544
16	67	80.72	85.5	14.4	.994	-.223

2 TABLE V12 10 1 30
 ESTE BLOCO TABLE ESPECIFICA A TABELA DUROR CUJO ARGUMENTO V\$TEMPO
 SIGNIFICA O TEMPO DE VIAGEM ATRAVES DA ROTA ORIGINAL

3 TABLE V12 10 1 30
 ESTE BLOCO TABLE ESPECIFICA A TABELA DURAL CUJO ARGUMENTO V\$TEMPO
 SIGNIFICA O TEMPO DE VIAGEM ATRAVES DA ROTA ALTERNATIVA

START 100

RELATIVE CLOCK		8581677	ABSOLUTE CLOCK		8581677									
BLOCK COUNTS														
BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL
1	0	100	11	0	27345	21	0	99	31	0	36298	41	0	86
2	0	100	12	0	27345	22	2	27260	32	0	36298	42	0	98168
3	0	100	13	0	27345	23	0	27258	33	0	36298	43	0	100
4	13	27358	14	0	100	24	0	14	34	0	98268	44	0	40793
5	0	27345	15	0	14	25	32	36330	35	0	100	45	1	4471
6	0	27345	16	0	27245	26	0	36298	36	0	100	46	0	4470
7	0	27345	17	0	100	27	0	36298	37	0	100	47	0	99
8	0	27345	18	0	31434	28	0	36298	38	0	14	48	6	36322
9	0	27345	19	1	4174	29	0	36298	39	0	14	49	0	36316
10	0	27345	20	0	4173	30	0	36298	40	0	86	50	0	86

BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL	BLOCK	CURRENT	TOTAL
51	49	62023	61	0	100	71	0	9528	81	0	10719	91	0	497
52	0	61974	62	0	66715	72	0	9528	82	0	10719			
53	0	61974	63	1	4768	73	0	9528	83	0	99			
54	3	61974	64	0	4767	74	1	9528	84	0	100			
55	1	61971	65	0	99	75	0	9527	85	0	994			
56	0	61970	66	10	61947	76	0	99	86	1	497			
57	0	61970	67	0	61937	77	0	100	87	0	496			
58	0	61970	68	0	100	78	0	10720	88	0	99			
59	0	61970	69	0	200	79	1	10720	89	0	497			
60	0	61970	70	0	100	80	0	10719	90	0	497			

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	NUMBER ENTRIES	AVERAGE TIME/TRAN	SEIZING TRANS. NO.	EMPTYING TRANS. NO.
POS1	.034	27345	10.751		
POS2	.047	36298	11.112		
POS2B	.053	61971	7.444	131	

LOGIC SWITCH - SET (ON) STATUS

SWITCH	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
SIN2														

CONTENTS OF FULLWORD		SAVEVALUES		(NON-ZERO)		VALUE		NR,		VALUE		NR,		VALUE	
SAVEVALUE	NR,	VALUE	NR,	VALUE	NR,	VALUE	NR,	VALUE	NR,	VALUE	NR,	VALUE	NR,	VALUE	NR,
	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	TOTAL ENTRIES	ZERO ENTRIES	PERCENT ZEROS	AVERAGE TIME/TR.	SAVERAGE TIME/TRANS	TABLE NUMBER	CURRENT CONTENTS						
INTS1	9	.063	27345	2	.0	19.95	19.909								
INTS2	12	.104	36298		.0	24.6	19.909								
INTS3	14	.138	61974	1	.0	19.1	24.641								
							19.130								

\$AVERAGE TIME/TRANS = AVERAGE TIME/TRANS EXCLUDING ZERO ENTRIES

TABLE DURT		MEAN ARGUMENT		STANDARD DEVIATION		SUM OF ARGUMENTS	
ENTRIES IN TABLE		17.629		.917		1763.000	
100						NON-WEIGHTED	
UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	CUMULATIVE REMAINDER	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN	
10	0	.00	.0	100.	.567	-8.318	
11	0	.00	.0	100.	.623	-7.228	
12	0	.00	.0	100.	.680	-6.137	
13	0	.00	.0	100.	.737	-5.047	
14	0	.00	.0	100.	.794	-3.957	
15	0	.00	.0	100.	.850	-2.867	
16	7	6.99	6.9	93.	.907	-1.777	
17	44	43.99	50.9	49.	.964	-.686	
18	30	29.99	80.9	19.	1.020	.403	
19	17	16.99	97.9	2.	1.077	1.493	
20	2	1.99	100.0	.	1.134	2.582	

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

TABLE DUROR		MEAN ARGUMENT		STANDARD DEVIATION		SUM OF ARGUMENTS	
ENTRIES IN TABLE		18.285		1.066		256.000	
14						NON-WEIGHTED	
UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	CUMULATIVE REMAINDER	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN	
10	0	.00	.0	100.	.546	-7.769	
11	0	.00	.0	100.	.601	-6.832	
12	0	.00	.0	100.	.656	-5.894	
13	0	.00	.0	100.	.710	-4.956	
14	0	.00	.0	100.	.765	-4.018	
15	0	.00	.0	100.	.820	-3.081	
16	1	7.14	7.1	92.	.875	-2.143	
17	1	7.14	14.2	85.	.929	-1.205	
18	7	50.00	64.2	35.	.984	-.267	
19	3	21.42	85.7	14.	1.039	.669	
20	2	14.23	100.0	.	1.093	1.607	

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

TABLE DURAL		MEAN ARGUMENT		STANDARD DEVIATION		SUM OF ARGUMENTS	
ENTRIES IN TABLE		17.523		.850		1507.000	
86						NON-WEIGHTED	
UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	CUMULATIVE REMAINDER	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN	
10	0	.00	.0	100.	.570	-8.849	
11	0	.00	.0	100.	.627	-7.673	
12	0	.00	.0	100.	.684	-6.497	
13	0	.00	.0	100.	.741	-5.320	
14	0	.00	.0	100.	.798	-4.144	
15	0	.00	.0	100.	.856	-2.968	
16	6	6.97	6.9	93.	.913	-1.791	
17	43	50.00	56.9	43.	.970	-.615	
18	23	26.74	83.7	16.	1.027	.560	

19 14 16.27 100.0
REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

.0 1.084 1.737

* ESTA DECLARACAO START REQUER 100 TRANSACCES A SEREM REGIS
*TRADAS NO BLCGO TERMINATE 1
*

END
***** FIM DA LISTAGEM LUZENIRA - 1457 MODELO A1

*DOS 4 TERMOS DEVE SER VERDADE PARA A VARIÁVEL BINÁRIA COND SER AVALIA

*DA PARA A UNIDADE-HAVIA FILA DE TRAFEGO CONCORRENTE QUANDO O CARRO PA
 *DRAO CRUZOU A INTERSECAO Q\$INTS1*G*1, A FILA NA INTERSECAO CONTEM MAIS
 *QUE QUATRO CARROS P2*G*5, DURANTE A VIAGEM NO SEGMENTO LOCAL DA ROTA A
 *DENSIDADE EXCEDEU 10 VEICULOS W\$LOC*G*10, OU AS CONDICÖES ANORMAIS UL
 *TRAPASSARAM UM FATOR DE TRES X1*G*3-SE NENHUMA DESTAS CONDICÖES FOR SA
 *TISFEITA O VEICULO CONTINUA NO SEGMENTO DA ROTA ORIGINAL

*

ORGIN VARIABLE $6*60*60/56*FN\$DENS2*FN\$FILAI*X2/10$

* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIÁVEL ORGIN DETERMINA O TEMPO REQUERI
 *DO PARA ATRAVESSAR O SEGMENTO DA ROTA ORIGINAL-CONTEM TERMOS REPRESEN
 *TANDO A DISTANCIA LOCAL 6 KM, A VELOCIDADE 56 KM/H, O FATOR DE DEMORA PA
 *RA TRAFEGO CONGESTIONADO NA ROTA ORIGINAL, O FATOR DE DEMORA PARA TRAFE
 *GO NA PRIMEIRA INTERSECAO E O FATOR DE DEMORA PARA CONDICÖES ANORMAIS

*

TINT2 VARIABLE $1/Q\$INTS2*2+P2/2*4-(P2-2)/2*4$

* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIÁVEL TINT2 DETERMINA O TEMPO PARA CRU
 *ZAR A SEGUNDA INTERSECAO, SEU PROCESSO DE RESOLUCAO E SIMILAR AO DA VA
 *RIÁVEL TINT1-2 SEGUNDOS QUANDO NAO HA FILA E 4 SEGUNDOS QUANDO HA QUA
 *TRO OU MAIS VEICULOS NA FILA DA SEGUNDA INTERSECAO

*

REST VARIABLE $2*60*60/24*X3$

* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIÁVEL REST DETERMINA O TEMPO REQUERIDO
 *PARA PERCORRER O SEGMENTO FINAL DA VIAGEM, CONTEM TERMOS REPRESENTANDO
 *A DISTANCIA FINAL 2 KM, A VELOCIDADE 24KM/H E O FATOR DE DEMORA DEVIDO
 *A CONDICÖES ANORMAIS DE TRAFEGO

*

ALTER VARIABLE $10*60*60/88*FN\$DENS3*X4$

* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIÁVEL ALTER DETERMINA O TEMPO REQUERI
 *DO PARA PERCORRER O SEGMENTO DA ROTA ALTERNATIVA-CONTEM TERMOS REPRE
 *SENTANDO A DISTANCIA 10 KM, A VELOCIDADE 88 KM/H, O FATOR DE DEMORA PARA
 *TRAFEGO CONGESTIONADO NA ROTA ALTERNATIVA E O FATOR DE DEMORA PARA CON
 *DICÖES ANORMAIS

*

TINT3 VARIABLE $1/Q\$INTS3*2+P2/2*4-(P2-2)/2*4$

* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIÁVEL TINT3 DETERMINA O TEMPO PARA CRU
 *ZAR A SEGUNDA INTERSECAO, SEU PROCESSO DE RESOLUCAO E SIMILAR AO DA VA
 *RIÁVEL TINT2-2 SEGUNDOS QUANDO NAO HA FILA E 4 SEGUNDOS QUANDO HA QUA
 *TRO OU MAIS VEICULOS NA FILA DA SEGUNDA INTERSECAO PELA ROTA ALTERNATI

*VA

*

TEMPO VARIABLE $M1/60/60*100+M1*3600/60+1$

* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIÁVEL TEMPO E USADA PARA COMPUTAR A DU
 *RACAO DA VIAGEM EM HORAS E MINUTOS, FAZ USO DO M1, UMA DAS CARACTERISTI
 *CAS EMBUTIDAS DO GPSS, O TEMPO DECORRIDO DESDE QUE A TRANSACAO ENTROU
 *NO MODELO-O NUMERO 1 FOI ADICIONADO A VARIÁVEL TEMPO PARA COLOCAR VALO
 *RES FRACIONARIOS NAS CLASSES DE FREQUENCIAS DAS TABELAS ESPECIFICADAS
 *PELOS BLOCOS TABLES

*

* FUNCOES

*

* OS FATORES DA SIMULACAO QUE NAO PODEM SER TRANSMITIDOS COMO EQUACÖES
 *SAO PLOTADOS E TRANSMITIDOS USANDO RELACÖES GRAFICAS-FUNCOES

*

DENS1 FUNCTION W\$LOC,C4
0,1/25,1/250,10/5000,10

*FUNCAO CONTINUA DEFINIDA POR 4 PONTOS COM INTERPOLACAO PARA VALORES SE
*LECCIONADOS ENTRE ESTES PONTOS-O VALOR PARTICULAR A SER SELECIONADO E

*DETERMINADO PELO NUMERO DE VEICULOS NA RUA LOCAL E POR W\$LOC,NUMERO DE
*TRANSACOES ESPERANDO NO BLOCO LOC(FATOR DE DEMORA DO TRAFEGO)-ESTA FUN
*CAO REPRESENTA O FATOR DE DEMORA DO TRAFEGO NA RUA LOCAL

*

TRFC1 FUNCTION V\$HORA,C7
0,0/645,0/700,2/715,10/800,10/830,4/930,0

*ESTA FUNCAO REPRESENTA A DENSIDADE DO TRAFEGO NO SEGMENTO LOCAL DURAN
*TE A MANHA-TEMPO NA MANHA X NUMERO DE CARROS EM INTERVALOS DE 3 MINU
*TOS-VISTO QUE NA VIDA REAL O TRAFEGO NAO E O MESMO TODA MANHA,A SIMULA
*CAO USA O GERADOR DE NUMERO RANDOMICO PARA RANDOMIZAR O TRAFEGO GERADO
*A CADA 3 MINUTOS

*

DENS2 FUNCTION W\$ORIG,C4
0,1/50,1/500,15/50000,15

*FUNCAO QUE REPRESENTA O FATOR DE DEMORA NA ROTA ORIGINAL-NUMERO DE CAR
*ROS NA ROTA ORIGINAL X FATOR DE DEMORA NA ROTA ORIGINAL(W\$ORIG)

*

FILA1 FUNCTION P2,C4
0,10/2,10/10,20/100,20

*FUNCAO QUE REPRESENTA A DEMORA CAUSADA PELO TRAFEGO NA PRIMEIRA INTER
*SECAO-FILA NA PRIMEIRA INTERSECAO X FATOR DE AGRUPAMENTO

*

TRFC2 FUNCTION V\$HORA,C7
0,0/645,0/700,3/715,15/800,10/830,6/930,0

*ESTA FUNCAO REPRESENTA A DENSIDADE DO TRAFEGO NA ROTA ORIGINAL DURANTE
*A MANHA-TEMPO NA MANHA X NUMERO DE CARROS EM CADA INTERVALO DE 3 MINU
*TOS

*

DENS3 FUNCTION W\$ALTR,C5
0,1/100,1/2000,3/6000,4/20000,30

*FUNCAO QUE REPRESENTA O FATOR DE DEMORA NA ROTA ALTERNATIVA-NUMERO DE
*CARROS NA ROTA ALTERNATIVA X FATOR DE DEMORA DO TRAFEGO(W\$ALTR)

*

TRFC3 FUNCTION V\$HORA,C7
0,0/645,0/700,4/715,20/800,20/830,12/930,0

*ESTA FUNCAO REPRESENTA A DENSIDADE DO TRAFEGO NA ROTA ALTERNATIVA DU
*RANTE A MANHA-TEMPO NA MANHA X NUMERO DE CARROS EM CADA INTERVALO DE 3
*MINUTOS

*

*DADOS DE CONDICOES INICIAIS-SAVEVALUES

*

INITIAL X1,1

* ESTE CARTAO 'INITIAL' PERMITE O ARMAZENAMENTO DO NUMERO 1
*NA LOCALIZACAO SAVEVALUE DE CONDICOES INICIAIS X1-O CAMPO B INDICA O
*FATOR DE CONDICOES ANORMAIS,O FATOR 1 INDICA NENHUMA CONDICAO ANORMAL
*DE TRAFEGO NA RUA LOCAL

*

INITIAL X2,1

* NENHUMA CONDICAO ANORMAL DE TRAFEGO NA ROTA ORIGINAL

*

INITIAL X3,1
 * NENHUMA CONDICAO ANORMAL DE TRAFEGO NO SEGMENTO FINAL
 *

INITIAL X4,1
 * NENHUMA CONDICAO ANORMAL DE TRAFEGO NA ROTA ORIGINAL
 *

*DISTANCIA ATE A PRIMEIRA INTERSECAO E PROCEDIMENTO PARA PASSAR ATRAVES
 *DELA
 *

GENERATE V\$DIA,,V\$PART,100,,4PB

* ESTE BLOCO GENERATE GERA O CARRO PADRAO COM TEMPO DE IN
 *TERCHEGADA DE ACORDO COM A VARIABEL DIA,O CAMPO B-DESVIO DO INTERVALO
 *ENTRE CADA TRANSACAO GERADA-E DEIXADO EM BRANCO PORQUE O TEMPO DE PAR
 *TIDA DIARIO E ASSUMIDO PARA SER O MESMO,O TEMPO DE CRIACAO DA PRIMEIRA
 *TRANSACAO E DE ACORDO COM A VARIABEL PART,COM LIMITE DE GERACAO DE 100
 *CARROS-1 A CADA DIA,O CAMPO E-ESTABELECE UMA DISTINCAO ENTRE TRANSA
 *COES COM RESPEITO A PRIORIDADE-E DEIXADO EM BRANCO PORQUE NESTA SIMULA
 *CAO O CONCEITO DE PRIORIDADE E IGNORADO E,NESTE MODELO 4 PARAMETROS BY
 *TE SAO USADOS
 *

ASSIGN 1,10

* PARA DINTINGUIR O CARRO PADRAO COMO SENDO O UNICO,ESTE BLO
 *CO INTRODUZ DENTRO DO PARAMETRO BYTE1 O NUMERO 10
 *

LOC ADVANCE V\$LOCAL

* O TEMPO DE VIAGEM GASTO PARA PERCORRER A RUA LOCAL E DETERMINADO PE
 *LA VARIABEL LOCAL
 *

QUEUE INTS1

* A TRANSACAO SE JUNTA A FILA NA PRIMEIRA INTERSECAO PELA OR
 *DEM DE CHEGADA-O CAMPO A,INTS1,E O NOME SIMBOLICO PARA ESTA FILA
 *

ASSIGN 2,Q\$INTS1

* O NUMERO DE VEICULOS NA FILA DA PRIMEIRA INTERSECAO E ARMA
 *ZENADO NO PARAMETRO BYTE 2 QUANDO CADA VEICULO SE JUNTA A ELA
 *

SEIZE POS1

* A FACILIDADE POS1 E USADA PARA REPRESENTAR A AREA DA INTER
 *SECAO-A TRANSACAO TOMA A POSICAO DE CRUZAR A INTERSECAO
 *

ADVANCE V\$TINT1

* O TEMPO PARA A TRANSACAO CRUZAR A PRIMEIRA INTERSECAO E
 *ESTABELECIDO PELO BLOCO ADVANCE E DETERMINADO PELA VARIABEL TINT1
 *

RELEASE POS1

* DEPOIS QUE O CARRO PASSA ATRAVES DA INTERSECAO A FACILIDA
 *DE POS1 E LIBERTADA PELO BLOCO RELEASE
 *

ASSIGN 2+,Q\$INTS1

* REGISTRA CADA CARRO QUE CRUZA A INTERSECAO NO PARAMETRO 2
 *

DEPART INTS1

* A TRANSACAO DEIXA A FILA NO BLOCO DEPART
 *

*

TEST E P1,10,SAI

* ESTE BLOCO TESTA SE O VEICULO POSSUI O NUMERO 10 NO PARAMETRO 1, SE E VERDADE TRATA-SE DO CARRO PADRAO E ESTE VAI PARA O PROXIMO BLOCO, CASO CONTRARIO TRATA-SE DE VEICULO CONCORRENTE ENTAO ESTE SAI DO SISTEMA

*

TEST E BV\$COND,0,ALTR

* ESTE TESTE QUE E FORMADO PELA VARIAVEL BINARIA COND SELECIONA O PROXIMO SEGMENTO DA ROTA DIRECIONANDO A TRANSACAO PARA ORIG OU

*ALTR, ENDEREÇOS DOS PONTOS INICIANTE PARA AS SUB-ROTINAS DOS SEGMENTOS DAS ROTAS ORIGINAL E ALTERNATIVA, RESPECTIVAMENTE, QUANDO A CONDIÇÃO DO TESTE E SATISFEITA A TRANSACAO CONTINUA NO PROXIMO BLOCO TRANSFER, QUANDO NAO E SATISFEITA A TRANSACAO VAI PARA O BLOCO ESPECIFICADO PELO CAMPO C, ALTR

*

TRANSFER ,ORIG

* A TRANSACAO CONTINUA NA ROTA ORIGINAL

*

SAI TERMINATE

* O TRAFEGO CONCORRENTE E REMOVIDO DO SISTEMA

*

*SUB-ROTINA TCRLO SIMULA O TRAFEGO CONCORRENTE NA RUA LOCAL

*

GENERATE V\$DIA,,V\$IDA,100,,4PB

* ESTE BLOCO GENERATE GERA O TRAFEGO CONCORRENTE LOCAL DE ACORDO COM A VARIAVEL DIA

*

DUPL SPLIT FN\$TRFC1,RAND1

* O BLOCO SPLIT DUPLICA A TRANSACAO ORIGINAL DE ACORDO COM A FUNCAO TRFC1 E MANDA A TRANSACAO DUPLICADA PARA O ENDEREÇO RAND1

*

ADVANCE 180

* A TRANSACAO ORIGINAL ESPERA UM INTERVALO DE 3 MINUTOS ENQUANTO A TRANSACAO DUPLICADA E RANDOMIZADA

*

TEST E FN\$TRFC1,0,DUPL

* A TRANSACAO ORIGINAL E DUPLICADA ATÉ QUE A FUNCAO TRFC1 SE TORNE ZERO AS 9 30

*

TERMINATE

* A TRANSACAO ORIGINAL SAI DO SISTEMA AS 9 30 A.M.

*

RAND1 ADVANCE 180,180

* O TRAFEGO CONCORRENTE E RANDOMIZADO EM UM TEMPO MEDIO DE 3 MINUTOS E DESVIO PADRAO DE 3 MINUTOS

*

TRANSFER ,LOC

* O TRAFEGO CONCORRENTE VAI PARA A RUA LOCAL

*

*PARTE DA VIAGEM SOBRE O SEGMENTO DA ROTA ORIGINAL

*

ORIG ADVANCE V\$ORGIN

* O TEMPO PARA PERCORRER A ROTA ORIGINAL E DETERMINADO PELA VARIAVEL

*ORGIN

```
*
*      ASSIGN      3,1
*          O NUMERO 1 E REGISTRADO NO PARAMETRO BYTE 3 DE CADA VEICU
*LO QUE USA A ROTA ORIGINAL
*
*      QUEUE      INTS2
*          O VEICULO SE JUNTA A FILA NA SEGUNDA INTERSECAO
*
*      ASSIGN      2,Q*INTS2
*          O NUMERO DE VEICULOS NA FILA E REGISTRADO NO PARAMETRO 2
*
*      SEIZE      POS2
*
*          O VEICULO OCUPA A POSICAO DE CRUZAR A SEGUNDA INTERSECAO
*
*      ADVANCE     V$TINT2
*          O VEICULO CRUZA A SEGUNDA INTERSECAO
*
*      RELEASE    POS2
*          O VEICULO LIBERA A POSICAO DE CRUZAR A INTERSECAO
*
*      DEPART     INTS2
*          O VEICULO DEIXA A FILA DA SEGUNDA INTERSECAO
*
*      TEST TEST E P1,10,FIM
*          O TRAFEGO CONCORRENTE SAI DO SISTEMA
*
*      ADVANCE     V$REST
*          O VEICULO PERCORRE O SEGMENTO FINAL
*
*      TABULATE   DURT
*          ESTE BLOCO TABULATE DETERMINA A CONSTRUCAO DA TABELA ES
*PECIFICADA PELO CAMPO A,DURT
*
*      TEST E     P3,1,ALT
*          ESTE TESTE SEPARA O TRAFEGO SEGUNDO A ESCOLHA DA ROTA
*
*      TABULATE   DUROR
*          ESTE BLOCO TABULATE DETERMINA A CONSTRUCAO DA TABELA ES
*PECIFICADA PELO CAMPO A,DUROR
*
*      TERMINATE  1
*          O CARRO TERMINA A VIAGEM DIARIA PELA ROTA ORIGINAL
*
*      ALT TABULATE DURAL
*          ESTE BLOCO TABULATE DETERMINA A CONSTRUCAO DA TABELA DURAL
*
*      TERMINATE  1
*          O CARRO TERMINA A VIAGEM DIARIA PELA ROTA ALTERNATIVA
*
*      FIM TERMINATE
*          O TRAFEGO CONCORRENTE SAI DO SISTEMA
*
*      *SUB-ROTINA TCROR SIMULA O TRAFEGO CONCORRENTE NA ROTA ORIGINAL
```

```

*
  GENERATE  V$DIA,,V$IDA,100,,4PB
*           ESTE BLOCO GENERATE GERA O TRAFEGO CONCORRENTE NA ROTA O
*ORIGINAL DE ACORDO COM A VARIAVEL DIA
*
  DUP2  SPLIT      FN$TRFC2,RAND2
*       ESTE BLOCO SPLIT DUPLICA A TRANSACAO ORIGINAL DE ACORDO COM A FUN
*CAO TRFC2 E MANDA A TRANSACAO DUPLICADA PARA O ENDERECO RAND2
*
  ADVANCE  180
*         A TRANSACAO ORIGINAL ESPERA DURANTE UM INTERVALO DE TRES
*MINUTOS(180 SEGUNDOS) ENQUANTO A TRANSACAO DUPLICADA E RANDOMIZADA
*
  TEST E   FN$TRFC2,0,DUP2
*         A TRANSACAO ORIGINAL E DUPLICADA ATE AS 9 30 A.M. QUANDO A
*FUNCAO TRFC2 SE TORNA ZERO
*
  TERMINATE
*         A TRANSACAO ORIGINAL SAI DO SISTEMA AS 9 30 A.M.
*
  RAND2 ADVANCE  180,180
*         O TRAFEGO DUPLICADO E RANDOMIZADO COM TEMPO MEDIO DE 3 MINUTOS E
*DESVIO PADRAO DE 3 MINUTOS
*
  TRANSFER  ,ORIG
*         O TRAFEGO CONCORRENTE,DEPOIS DE RANDOMIZADO, E TRANSFERI
*DO PARA A ROTA ORIGINAL
*
*PARTE DA VIAGEM SOBRE O SEGMENTO DA ROTA ALTERNATIVA
*
  ALTR ADVANCE  V$ALTER
*         O VEICULO PERCORRE A ROTA ALTERNATIVA SEGUNDO A VARIAVEL ALTER
*
  ASSIGN  3,2
*         O NUMERO 2 E REGISTRADO NO PARAMETRO BYTE 3 DE CADA VEICU
*LO QUE USA A ROTA ALTERNATIVA
*
  QUEUE  INTS3
*         O VEICULO SE JUNTA A FILA DA SEGUNDA INTERSECAO PELA ROTA
*ALTERNATIVA
*
  ASSIGN  2,Q$INTS3
*         O TAMANHO DA FILA E REGISTRADO NO PARAMETRO BYTE 2
*
  SEIZE  POS2B
*         O VEICULO OCUPA A POSICAO DE CRUZAR A SEGUNDA INTERSECAO PE
*LA ROTA ALTERNATIVA
*
  ADVANCE  V$TINT3
*         O TEMPO PARA CRUZAR A SEGUNDA INTERSECAO PELA ROTA ALTER
*NATIVA E DETERMINADO PELA VARIAVEL TINT3
*
  RELEASE  POS2B
*         O VEICULO LIBERA A POSICAO DE CRUZAR A SEGUNDA INTERSECAO

```

*PELA ROTA ALTERNATIVA

*

DEPART INTS3

* O VEICULO DEIXA A FILA DA SEGUNDA INTERSECAO PELA ROTA AL
*TERNATIVA

*

TRANSFER ,TST

* O TRAFEGO DA ROTA ALTERNATIVA SE JUNTA AO TRAFEGO DA RO
*TA ORIGINAL NO BLOCO ENDERECADO POR TST

*

*SUB-ROTINA TCRAL SIMULA O TRAFEGO CONCORRENTE NA ROTA ALTERNATIVA

*

GENERATE V\$DIA,,V\$IDA,100,,4PB

* ESTE BLOCO GENERATE GERA O TRAFEGO CONCORRENTE NA ROTA
*ALTERNATIVA DE ACORDO COM A VARIAVEL DIA

*

DUP3 SPLIT FN\$TRFC3,RAND3

* ESTE BLOCO SPLIT DUPLICA A TRANSACAO ORIGINAL DE ACORDO COM A FUN
*CAO TRFC3 E MANDA A TRANSACAO DUPLICADA PARA O ENDERECO RAND3

*

ADVANCE 180

* A TRANSACAO ORIGINAL ESPERA DURANTE UM INTERVALO DE TRES
*MINUTOS ENQUANTO A TRANSACAO DUPLICADA E RANDOMIZADA

*

TEST E FN\$TRFC3,0,DUP3

* A TRANSACAO ORIGINAL E DUPLICADA ATE AS 9 30 A.M. QUANDO A
*FUNCAO TRFC3 SE TORNA ZERO

*

TERMINATE

* A TRANSACAO ORIGINAL SAI DO SISTEMA AS 9 30 A.M.

*

RAND3 ADVANCE 180,180

* O TRAFEGO E RANDOMIZADO NUM TEMPO MEDIO DE 3 MINUTOS E DESVIO PA
*DRAO DE 3 MINUTOS

*

TRANSFER ,ALTR

* O TRAFEGO CONCORRENTE,DEPOIS DE RANDOMIZADO,E TRANSFERI
*DO PARA A ROTA ALTERNATIVA

*

DURT TABLE V\$TEMPO,10,1,30

* ESTE BLOCO TABLE ESPECIFICA A TABELA DURT CUJOS PARAMETROS SIGNI
*FICAM-V\$TEMPO E O ARGUMENTO A SER TABULADO(A VARIAVEL TEMPO NESTA TABE
*LA REPRESENTA O TEMPO DE VIAGEM SEM DISTINCAO DE ROTA),O LIMITE SUPERI
*OR DA PRIMEIRA CLASSE DE FREQUENCIA E 10,O TAMANHO DE CADA CLASSE E 1,
*E O NUMERO DE CLASSES DE FREQUENCIA E 30

*

DUROR TABLE V\$TEMPO,10,1,30

* ESTE BLOCO TABLE ESPECIFICA A TABELA DUROR CUJO ARGUMENTO V\$TEMPO
*SIGNIFICA O TEMPO DE VIAGEM ATRAVES DA ROTA ORIGINAL

*

DURAL TABLE V\$TEMPO,10,1,30

* ESTE BLOCO TABLE ESPECIFICA A TABELA DURAL CUJO ARGUMENTO V\$TEMPO
*SIGNIFICA O TEMPO DE VIAGEM ATRAVES DA ROTA ALTERNATIVA

*

START 100

* ESTA DECLARACAO START REQUER 100 TRANSACOES A SEREM REGIS
 *TRADAS NO BLOCO TERMINATE 1
 *

END

BLOCK NUMBER	SYMBOL	REFERENCES BY CARD NUMBER
36	ALT	305
46	ALTR	141 224 414
16	DUP1	253
40	DUP2	338
56	DUP3	403
38	FIM	295
3	LOC	51 109 264
22	ORIG	125 233 349
20	RAND1	245
44	RAND2	330
60	RAND3	395
14	SAT	218
30	TST	385

UTILITY SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

1	POS1
2	POS2
3	POS2B

QUEUE SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

1	INTS1
2	INTS2
3	INTS3

TABLE SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

3	DURAL
2	DUROR
1	DURT

TABLE SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

10	ALTER
1	DIA
4	HORA
2	IDA
5	LOCAL
7	ORGIN
3	PART
9	REST
12	TEMPO
6	TINT1
8	TINT2
11	TINT3

ANEXO III - PROGRAMA FONTE REFERENTE AOS TRECHOS DE RUAS
COM INTERSEÇÕES SEMAFORIZADAS.

```

NUMBER *LOC OPERATION A,B,C,D,E,F,G COMMENTS
*****
* ESTE PROGRAMA SE REFERE A SIMULACAO DE TRECHOS DE RUAS COM *
* INTERSECOES SEMAFORIZADAS *
*****
SIMULATE
*
* VARIAVEIS
*
*AS DECLARACOES DAS VARIAVEIS SAO USADAS PARA REPRESENTAR TODAS AS CONS
*TANTES NUMERICAS E EQUACOES DO MODELO
*
DIA VARIABLE 24*60*60
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL DIA DETERMINA O NUMERO DE SEGUNDOS
*EM UM DIA-UMA TRANSACAO E GERADA A CADA DIA PARA REPRESENTAR A VIAGEM
*DIARIA
*
IDA VARIABLE 7*60*60
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL IDA DETERMINA O TEMPO DE PARTIDA
*EM 7 00 A.M. TRANSFORMADO EM SEGUNDOS
*
PART VARIABLE V$IDA+30*60
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL PART INCLUI A EQUACAO DA VARIAVEL
*IDA E ADICIONA UMA DEMORA DE 30 MINUTOS-TEMPO DE PARTIDA 7 30 A.M.
*
HORA VARIABLE C1*86400/60/60*100+C1*3600/60
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL HORA REPRESENTA O RELOGIO INTERNO
*PARA O INTERVALO DE TEMPO DIARIO SIMULADO, CONVERTIDO EM HORAS E MINU
*TOS-C1, TEMPO ATUAL DO RELOGIO, E DIVIDIDO PELO NUMERO DE SEGUNDOS EM UM
*DIA E O RESULTADO E DIVIDIDO PELO NUMERO DE SEGUNDOS EM UMA HORA PARA
*CONVERTER EM HORA POR DIA, QUE AINDA E MULTIPLICADO POR 100- O SEGUNDO
*TERMO CONVERTE C1 EM MINUTOS ALEM DA HORA-OS DOIS TERMOS SAO ADICIONA
*DOS
*
LOCAL VARIABLE 2*60*60/40*FN$DENS1*X1
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL LOCAL DETERMINA O TEMPO REQUERID
*DO PARA PERCORRER A DISTANCIA DA RUA LOCAL-CONTEM TERMOS REPRESENTANDO
*A DISTANCIA LOCAL 2 KM, A VELOCIDADE 40 KM/H, O FATOR DE DEMORA PARA
*TRAFEGO CONGESTIONADO E O FATOR DE DEMORA PARA CONDICOES ANORMAIS
*
TINT1 VARIABLE 1/Q$INTS1*2+P2/2*4-(P2-2)/2*4
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL TINT1 DETERMINA O TEMPO PARA CRU
*ZAR A PRIMEIRA INTERSECCAO-SE HA FILA, O VEICULO ESTABELECE SEU VALOR PA
*RA A UNIDADE, O PRIMEIRO TERMO SE TORNA 2 SEGUNDOS, A SEGUNDA PARTE SE
*TORNA ZERO DESDE QUE O PARAMETRO 2(P2) FOI ESTABELECIDO PARA A CAPACI
*DADE DA FILA E NUMA VARIAVEL GPSS INTEIRA A FRACAO 1/2 E ARREDONDADA
*PARA ZERO, E DO MESMO MODO O TERCEIRO TERMO PERMANECE ZERO ATÉ QUE A FI
*LA TENHA QUATRO OU MAIS VEICULOS-QUANDO A FILA TEM 4 OU MAIS VEICULOS,
*O PRIMEIRO TERMO SE TORNA ZERO E, A SEGUNDA MAIS A TERCEIRA PARTE PERMA
*NECE CONSTANTE EM 4 SEGUNDOS
*
COND B VARIABLE (Q$INTS1*G'1)+(P2*G'5)+(W$LECC*G'10)+(X1*G'3)
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL BINARIA COND DETERMINA A ESCOLHA
*DA FOTA-A VARIAVEL BINARIA COND TEM A PROPRIEDADE DE SER AVALIADA PARA
*A UNIDADE QUANDO SATISFEITA OU PARA ZERO QUANDO NAO SATISFEITA , ALGUM

```


*DOS 4 TERMOS DEVE SER VERDADE PARA A VARIÁVEL BINÁRIA COND SER AVALIA

*DA PARA A UNIDADE-HAVIA FILA DE TRAFEGO CONCORRENTE QUANDO O CARRO PA
*DRAD CRUZOU A INTERSECAO Q\$INTS1'G'1,A FILA NA INTERSECAO CONTEM MAIS
*QUE QUATRO CARROS P2'G'5,DURANTE A VIAGEM NO SEGMENTO LOCAL DA ROTA A
*DENSIDADE EXCEDEU 10 VEICULOS W\$LOC'G'10,OU AS CONDICOOES ANORMAIS UL
*TRAPASSARAM UM FATOR DE TRES X1'G'3-SE NENHUMA DESTAS CONDICOOES FOR SA
*TISFEITA O VEICULO CONTINUA NO SEGMENTO DA RCTA ORIGINAL

*
* ORGIN VARIABLE $6*60*60/56*FN\$DENS2*FN\$FILA1*X2/10$
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIÁVEL ORGIN DETERMINA O TEMPO REQUEER
*DO PARA ATRAVESSAR O SEGMENTO DA ROTA ORIGINAL-CONTEM TERMOS REPRESEN
*TANDO A DISTANCIA LOCAL 6 KM,A VELOCIDADE 56 KM/H,O FATOR DE DEMORA PA
*RA TRAFEGO CONGESTIONADO NA ROTA ORIGINAL,O FATOR DE DEMORA PARA TRAFE
*GO NA PRIMEIRA INTERSECAO E O FATOR DE DEMORA PARA CONDICOOES ANORMAIS

*
* TINT2 VARIABLE $1/Q\$INTS2*2+P2/2*4-(P2-2)/2*4$
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIÁVEL TINT2 DETERMINA O TEMPO PARA CRU
*ZAR A SEGUNDA INTERSECAO,SEU PROCESSO DE RESOLUCAO E SIMILAR AO DA VA
*RIÁVEL TINT1-2 SEGUNDOS QUANDO NAO HA FILA E 4 SEGUNDOS QUANDO HA QUA
*TRO OU MAIS VEICULOS NA FILA DA SEGUNDA INTERSECAO

*
* REST VARIABLE $2*60*60/24*X3$
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIÁVEL REST DETERMINA O TEMPO REQUERIDO
*PARA PERCORRER O SEGMENTO FINAL DA VIAGEM,CONTEM TERMOS REPRESENTANDO
*A DISTANCIA FINAL 2 KM,A VELOCIDADE 24 KM/H E O FATOR DE DEMORA PARA
*CONDICOOES ANORMAIS DE TRAFEGO

*
* ALTER VARIABLE $10*60*60/88*FN\$DENS3*X4$
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIÁVEL ALTER DETERMINA O TEMPO REQUERI
*DO PARA PERCORRER O SEGMENTO DA ROTA ALTERNATIVA-CONTEM TERMOS REPRE
*SENTANDO A DISTANCIA 10 KM,A VELOCIDADE 88 KM/H,O FATOR DE DEMORA PARA
*TRAFEGO CONGESTIONADO NA ROTA ALTERNATIVA E O FATOR DE DEMORA PARA CON
*DICOOES ANORMAIS

*
* TINT3 VARIABLE $1/Q\$INTS3*2+P2/2*4-(P2-2)/2*4$
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIÁVEL TINT3 DETERMINA O TEMPO PARA CRU
*ZAR A SEGUNDA INTERSECAO,SEU PROCESSO DE RESOLUCAO E SIMILAR AO DA VA
*RIÁVEL TINT2-2 SEGUNDOS QUANDO NAO HA FILA E 4 SEGUNDOS QUANDO HA QUA
*TRO OU MAIS VEICULOS NA FILA DA SEGUNDA INTERSECAO PELA ROTA ALTERNATI
*VA

*
* TEMPO VARIABLE $M1/60/60*100+M1*3600/60+1$
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIÁVEL TEMPO E USADA PARA COMPUTAR A DU
*RACAO DA VIAGEM EM HORAS E MINUTOS,FAZ USO DE M1,UMA DAS CARACTERISTI
*CAS EMBUTIDAS DO GPSS,O TEMPO DECORRIDO DESDE QUE A TRANSACAO ENTROU
*NO MODELO-O NUMERO 1 FOI ADICIONADO A VARIÁVEL TEMPO PARA COLOCAR VALO
*RES FRACTIONARIOS NAS CLASSES DE FREQUENCIAS DAS TABELAS ESPECIFICADAS
*PELOS BLOCOS TABLES

*
* FUNCOES

*
* OS FATORES DA SIMULACAO QUE NAO PODEM SER TRANSMITIDOS COMO EQUACOES
*SAO PLOTADOS E TRANSMITIDOS USANDO RELACOES GRAFICAS-FUNCOES

*

DENS1 FUNCTION W\$LOC,C4

0,1/25,1/250,10/5000,10

*FUNCAO CONTINUA DEFINIDA POR 4 PONTOS COM INTERPOLACAO PARA VALORES SE
*LECIONADOS ENTRE ESTES PONTOS-O VALOR PARTICULAR A SER SELECIONADO E

*DETERMINADO PELO NUMERO DE VEICULOS NA RUA LOCAL E POR W\$LOC,NUMERO DE
*TRANSAOES ESPERANDO NO BLOCO LOC(FATOR DE DEMORA DO TRAFEGO)-ESTA FUN
*CAO REPRESENTA O FATOR DE DEMORA DO TRAFEGO NA RUA LOCAL

*

TRFC1 FUNCTION V\$HORA,C7

0,0/645,0/700,2/715,10/800,10/830,4/930,0

*ESTA FUNCAO REPRESENTA A DENSIDADE DO TRAFEGO NO SEGMENTO LOCAL DURAN
*TE A MANHA-TEMPO NA MANHA X NUMERO DE CARROS EM INTERVALOS DE 3 MINU
*TOS-VISTO QUE NA VIDA REAL O TRAFEGO NAO E O MESMO TODA MANHA,A SIMULA
*CAO USA O GERADOR DE NUMERO RANDOMICO PARA RANDOMIZAR O TRAFEGO GERADO
*A CADA 3 MINUTOS

*

DENS2 FUNCTION W\$ORIG,C4

0,1/50,1/500,15/50000,15

*FUNCAO QUE REPRESENTA O FATOR DE DEMORA NA ROTA ORIGINAL-NUMERO DE CAR
*ROS NA ROTA ORIGINAL X FATOR DE DEMORA NA ROTA ORIGINAL(W\$ORIG)

*

FILA1 FUNCTION P2,C4

0,10/2,10/10,20/100,20

*FUNCAO QUE REPRESENTA A DEMORA CAUSADA PELO TRAFEGO NA PRIMEIRA INTER
*SECAO-FILA NA PRIMEIRA INTERSECAO X FATOR DE AGRUPAMENTO

*

TRFC2 FUNCTION V\$HORA,C7

0,0/645,0/700,3/715,15/800,10/830,6/930,0

*ESTA FUNCAO REPRESENTA A DENSIDADE DO TRAFEGO NA ROTA ORIGINAL DURANTE
*A MANHA-TEMPO NA MANHA X NUMERO DE CARROS EM CADA INTERVALO DE 3 MINU
*TOS

*

DENS3 FUNCTION W\$ALTR,C5

0,1/100,1/2000,3/6000,4/20000,30

*FUNCAO QUE REPRESENTA O FATOR DE DEMORA NA ROTA ALTERNATIVA-NUMERO DE
*CARROS NA ROTA ALTERNATIVA X FATOR DE DEMORA DO TRAFEGO(W\$ALTR)

*

TRFC3 FUNCTION V\$HORA,C7

0,0/645,0/700,4/715,20/800,20/830,12/930,0

*ESTA FUNCAO REPRESENTA A DENSIDADE DO TRAFEGO NA ROTA ALTERNATIVA DU
*RANTE A MANHA-TEMPO NA MANHA X NUMERO DE CARROS EM CADA INTERVALO DE 3
*MINUTOS

*

*DADOS DE CONDICAOES INICIAIS-SAVEVALUES

*

INITIAL X1,1

* ESTE CARTAO 'INITIAL' PERMITE O ARMAZENAMENTO DO NUMERO 1
*NA LOCALIZACAO SAVEVALUE DE CONDICAOES INICIAIS X1-O CAMPO B INDICA O
*FATOR DE CONDICAOES ANORMAIS,O FATOR 1 INDICA NENHUMA CONDICAO ANORMAL
*DE TRAFEGO NA RUA LOCAL

*

INITIAL X2,1

* NENHUMA CONDICAO ANORMAL DE TRAFEGO NA ROTA ORIGINAL

*

INITIAL X3,1

* NENHUMA CONDICAO ANORMAL DE TRAFEGO NO SEGMENTO FINAL

*

INITIAL X4,1

* NENHUMA CONDICAO ANORMAL DE TRAFEGO NA ROTA ORIGINAL

*

*

*DISTANCIA ATE A PRIMEIRA INTERSECAO E PROCEDIMENTO PARA PASSAR ATRAVES
*DELA

*

GENERATE V\$DIA,,V\$PART,100,,4PB

* ESTE BLOCO GENERATE GERA O CARRO PADRAO COM TEMPO DE IN
*TERCHEGADA DE ACORDO COM A VARIAVEL DIA,O CAMPO B-DESVIO DO INTERVALO
*ENTRE CADA TRANSACAO GERADA-E DEIXADO EM BRANCO PORQUE O TEMPO DE PAR
*TIDA DIARIO E ASSUMIDO PARA SER O MESMO,O TEMPO DE CRIACAO DA PRIMEIRA
*TRANSACAO E DE ACORDO COM A VARIAVEL PART,COM LIMITE DE GERACAO DE 100
*CARROS-1 A CADA DIA,O CAMPO E-ESTABELECE UMA DISTINCAO ENTRE TRANSA
*COES COM RESPEITO A PRIORIDADE-E DEIXADO EM BRANCO PORQUE NESTA SIMULA
*CAO O CONCEITO DE PRIORIDADE E IGNORADO E,NESTE MODELO 4 PARAMETROS BY
*TE SAO USADOS

*

ASSIGN 1,10

* PARA DINTINGUIR O CARRO PADRAO COMO SENDO O UNICO,ESTE BLO
*CO INTRODUZ DENTRO DO PARAMETRO BYTE1 O NUMERO 10

*

LOC ADVANCE V\$LOCAL

* O TEMPO DE VIAGEM GASTO PARA PERCORRER A RUA LOCAL E DETERMINADO PE
*LA VARIAVEL LOCAL

*

QUEUE INTS1

* A TRANSACAO SE JUNTA A FILA NA PRIMEIRA INTERSECAO PELA OR
*DEM DE CHEGADA-O CAMPO A,INTS1,E O NOME SIMBOLICO PARA ESTA FILA

*

ASSIGN 2,Q\$INTS1

* O NUMERO DE VEICULOS NA FILA DA PRIMEIRA INTERSECAO E ARMA
*ZENADO NO PARAMETRO BYTE 2 QUANDO CADA VEICULO SE JUNTA A ELA

*

SEIZE POS1

* A FACILIDADE POS1 E USADA PARA REPRESENTAR A AREA DA INTER
*SECAO-A TRANSACAO TOMA A POSICAO DE CRUZAR A INTERSECAO

*

GATE LR SIN1

* SE O SINAL ESTA VERDE O VEICULO CRUZA A INTERSECAO E SE O
*SINAL ESTA VERMELHO O VEICULO ESPERA ATE QUE MUDE

*

ADVANCE V\$TINT1

* O TEMPO PARA A TRANSACAO CRUZAR A PRIMEIRA INTERSECAO E
*ESTABELECIDO PELO BLOCO ADVANCE E DETERMINADO PELA VARIAVEL TINT1

*

RELEASE POS1

* DEPOIS QUE O CARRO PASSA ATRAVES DA INTERSECAO A FACILIDA
*DE POS1 E LIBERTADA PELO BLOCO RELEASE

*

ASSIGN 2+,Q\$INTS1

```

*          REGISTRA CADA CARRO QUE CRUZA A INTERSECAO NO PARAMETRO 2
*
DEPART      INTS1
*          A TRANSACAO DEIXA A FILA NO BLOCO DEPART
*
TEST E      P1,10,SAI
*          ESTE BLOCO TESTA SE O VEICULO POSSUI O NUMERO 10 NO PARAME
*TRO 1, SE E VERDADE TRATA-SE DO CARRO PADRAO E ESTE VAI PARA O PROXIMO
*BLOCO, CASO CONTRARIO TRATA-SE DE VEICULO CONCORRENTE E ESTE SAI DO SIS
*TEMA
*
TEST E      BV$COND,0,ALTR
*          ESTE TESTE QUE E FORMADO PELA VARIAVEL BINARIA COND SELE
*CIONA O PROXIMO SEGMENTO DA ROTA DIRECIONANDO A TRANSACAO PARA ORIG OU
*ALTR, ENDERECOS DOS PONTOS INICIANTES PARA AS SUB-ROTINAS DOS SEGMEN
*TO DAS ROTAS ORIGINAL E ALTERNATIVA, RESPECTIVAMENTE, QUANDO A CONDICAO
*DO TESTE E SATISFEITA A TRANSACAO CONTINUA NO PROXIMO BLOCO TRANSFER,
*QUANDO NAO E SATISFEITA A TRANSACAO VAI PARA O BLOCO ESPECIFICADO PELO
*CAMPO C, ALTR
*
TRANSFER    ,ORIG
*          A TRANSACAO CONTINUA NA ROTA ORIGINAL
*
SAI          TERMINATE
*          O TRAFEGO CONCORRENTE E REMOVIDO DO SISTEMA
*
*SUB-ROTINA TCRLO SIMULA O TRAFEGO CONCORRENTE NA RUA LOCAL
*
GENERATE    V$DIA,,V$IDA,100,,4PB
*          ESTE BLOCO GENERATE GERA O TRAFEGO CONCORRENTE LOCAL DE
*ACORDO COM A VARIAVEL DIA
*
DUPL1      SPLIT      FN$TRFC1,RAND1
*          O BLOCO SPLIT DUPLICA A TRANSACAO ORIGINAL DE ACORDO COM A FUNCAO
*TRFC1 E MANDA A TRANSACAO DUPLICADA PARA O ENDERECO RAND1
*
ADVANCE    180
*          A TRANSACAO ORIGINAL ESPERA UM INTERVALO DE 3 MINUTOS EN
*QUANTO A TRANSACAO DUPLICADA E RANDOMIZADA
*
TEST E      FN$TRFC1,0,DUPL1
*          A TRANSACAO ORIGINAL E DUPLICADA ATE QUE A FUNCAO TRFC1 SE
*TORNE ZERO AS 9 30
*
TERMINATE
*          A TRANSACAO ORIGINAL SAI DO SISTEMA AS 9 30 A.M.
*
RAND1 ADVANCE 180,180
*          O TRAFEGO CONCORRENTE E RANDOMIZADO EM UM TEMPO MEDIO DE 3 MINU
*TOS E DESVIO PADRAO DE 3 MINUTOS
*
TRANSFER    ,LOC
*          O TRAFEGO CONCORRENTE VAI PARA A RUA LOCAL
*

```

```

*PARTE DA VIAGEM SOBRE O SEGMENTO DA ROTA ORIGINAL
*
ORIG ADVANCE V$ORGIN
* O TEMPO PARA PERCORRER A ROTA ORIGINAL E DETERMINADO PELA VARIAVEL
*ORGIN
*
ASSIGN 3,1
* O NUMERO 1 E REGISTRADO NO PARAMETRO BYTE 3 DE CADA VEICU
*LO QUE USA A ROTA ORIGINAL
*
QUEUE INTS2
* O VEICULO SE JUNTA A FILA NA SEGUNDA INTERSECAO
*
ASSIGN 2,Q$INTS2
* O NUMERO DE VEICULOS NA FILA E REGISTRADO NO PARAMETRO 2
*
SEIZE POS2
* O VEICULO OCUPA A POSICAO DE CRUZAR A SEGUNDA INTERSECAO
*
GATE LS SIN2
* SE O SINAL 2 ESTA VERDE O VEICULO CRUZA A INTERSECAO E SE
*ESTA VERMELHO O VEICULO ESPERA ATE QUE MUDE
*
ADVANCE V$TINT2
* O VEICULO CRUZA A SEGUNDA INTERSECAO
*
RELEASE POS2
* O VEICULO LIBERA A POSICAO DE CRUZAR A INTERSECAO
*
DEPART INTS2
* O VEICULO DEIXA A FILA DA SEGUNDA INTERSECAO
*
1ST TEST E P1,10,FIM
* O TRAFFEGO CONCORRENTE SAI DO SISTEMA
*
ADVANCE V$REST
* O VEICULO PERCORRE O SEGMENTO FINAL
*
TABULATE DURT
* ESTE BLOCO TABULATE DETERMINA A CONSTRUCAO DA TABELA ES
*PECIFICADA PELO CAMPO A,DURT
*
TEST E P3,1,ALT
* ESTE TESTE SEPARA O TRAFEGO SEGUNDO A ESCOLHA DA ROTA
*
TABULATE DUROR
* ESTE BLOCO TABULATE DETERMINA A CONSTRUCAO DA TABELA ES
*PECIFICADA PELO CAMPO A,DUROR
*
TERMINATE 1
* O CARRO TERMINA A VIAGEM DIARIA PELA ROTA ORIGINAL
*
ALT TABULATE DURAL
* ESTE BLOCO TABULATE DETERMINA A CONSTRUCAO DA TABELA DURAL

```

*

TERMINATE 1

*

O CARRO TERMINA A VIAGEM DIARIA PELA ROTA ALTERNATIVA

*

FIM TERMINATE

* O TRAFEGO CONCORRENTE SAI DO SISTEMA

*

*SUB-ROTINA TCROR SIMULA O TRAFEGO CONCORRENTE NA ROTA ORIGINAL

*

GENERATE V\$DIA,,V\$IDA,100,,4PB

* ESTE BLOCO GENERATE GERA O TRAFEGO CONCORRENTE NA ROTA O

*ORIGINAL DE ACORDO COM A VARIAVEL DIA

*

DUP2 SPLIT FN\$TRFC2,RAND2

* ESTE BLOCO SPLIT DUPLICA A TRANSACAO ORIGINAL DE ACORDO COM A FUN

*CAO TRFC2 E MANDA A TRANSACAO DUPLICADA PARA O ENDERECO RAND2

*

ADVANCE 180

* A TRANSACAO ORIGINAL ESPERA DURANTE UM INTERVALO DE TRES

*MINUTOS(180 SEGUNDOS)

*

TEST E FN\$TRFC2,0,DUP2

* A TRANSACAO ORIGINAL E DUPLICADA ATE AS 9 30 A.M. QUANDO A

*FUNCAO TRFC2 SE TORNA ZERO

*

TERMINATE

* A TRANSACAO ORIGINAL SAI DO SISTEMA AS 9 30 A.M.

*

RAND2 ADVANCE 180,180

* O TRAFEGO DUPLICADO E RANDOMIZADO COM TEMPO MEDIO DE 3 MINUTOS E

*DESVIO PADRAO DE 3 MINUTOS

*

TRANSFER ,ORIG

* O TRAFEGO CONCORRENTE,DEPOIS DE RANDOMIZADO, E TRANSFERI

*DO PARA A ROTA ORIGINAL

*

*PARTE DA VIAGEM SOBRE O SEGMENTO DA ROTA ALTERNATIVA

*

ALTR ADVANCE V\$ALTER

* O VEICULO PERCORRE A ROTA ALTERNATIVA SEGUNDO A VARIAVEL ALTER

*

ASSIGN 3,2

* O NUMERO 2 E REGISTRADO NO PARAMETRO BYTE 3 DE CADA VEICU

*LO QUE USA A ROTA ALTERNATIVA

*

QUEUE INTS3

* O VEICULO SE JUNTA A FILA DA SEGUNDA INTERSECAO PELA ROTA

*ALTERNATIVA

*

ASSIGN 2,Q\$INTS3

* O TAMANHO DA FILA E REGISTRADO NO PARAMETRO BYTE 2

*

SETZE POS2B

* O VEICULO OCUPA A POSICAO DE CRUZAR A SEGUNDA INTERSECAO PE

*LA ROTA ALTERNATIVA

*

GATE LR SIN2

* SE O SINAL 2 ESTA VERDE O VEICULO CRUZA A SEGUNDA INTERSE
*CAO E SE ESTA VERMELHO O VEICULO ESPERA ATE QUE MUDE

*

ADVANCE V\$TINT3

* O TEMPO PARA CRUZAR A SEGUNDA INTERSECAO PELA ROTA ALTER
*NATIVA E DETERMINADO PELA VARIAVEL TINT3

*

RELEASE POS2B

* O VEICULO LIBERA A POSICAO DE CRUZAR A SEGUNDA INTERSECAO
*PELA ROTA ALTERNATIVA

*

DEPART INTS3

* O VEICULO DEIXA A FILA DA SEGUNDA INTERSECAO PELA ROTA AL
*TERNATIVA

*

TRANSFER ,TST

* O TRAFEGO DA ROTA ALTERNATIVA SE JUNTA AO TRAFEGO DA RO
*TA ORIGINAL NO BLOCO ENDERECADO POR TST

*

*SUB-ROTINA TCRAL SIMULA O TRAFEGO CONCORRENTE NA ROTA ALTERNATIVA

*

GENERATE V\$DIA,,V\$IDA,100,,4PB

* ESTE BLOCO GENERATE GERA O TRAFEGO CONCORRENTE NA ROTA
*ALTERNATIVA DE ACORDO COM A VARIAVEL DIA

*

DUP3 SPLIT FN\$TRFC3,RAND3

* ESTE BLOCO SPLIT DUPLICA A TRANSACAO ORIGINAL DE ACORDO COM A FUN
*CAO TRFC3 E MANDA A TRANSACAO DUPLICADA PARA O ENDERECO RAND3

*

ADVANCE 180

* A TRANSACAO ORIGINAL ESPERA DURANTE UM INTERVALO DE TRES
*MINUTOS

*

TEST E FN\$TRFC3,0,DUP3

* A TRANSACAO ORIGINAL E DUPLICADA ATE AS 9 30 A.M. QUANDO A
*FUNCAO TRFC3 SE TORNA ZERO

*

TERMINATE

* A TRANSACAO ORIGINAL SAI DO SISTEMA AS 9 30 A.M.

*

RAND3 ADVANCE 180,180

* O TRAFEGO E RANDOMIZADO NUM TEMPO MEDIO DE 3 MINUTOS E DESVIO PA
*DRAD DE 3 MINUTOS

*

TRANSFER ,ALTR

* O TRAFEGO CONCORRENTE,DEPOIS DE RANDOMIZADO,E TRANSFERI
*DO PARA A ROTA ALTERNATIVA

*

*SUB-ROTINA SEMAF SIMULA OS SEMAFOROS

*

GENERATE V\$DIA,,V\$IDA,100,,4PB

```

*           ESTE BLOCO GENERATE GERA O SINAL 1 DE ACORDO COM A VARIA
*VEL DIA
*
*           SPLIT      1,SINAL
*           ESTE BLOCO 'SPLIT' DUPLICA O SINAL 1 DANDO ORIGEM AO SINAL 2
*
*           ASSIGN     1,96
*           O NUMERO 96 E REGISTRADO NO PARAMETRO BYTE 1 DO SINAL 1, IN
*DICANDO QUE O SINAL 1 ESTA LIMITADO A 96 CICLOS DIARIOS
*
*           CIC LOGIC S   SIN1
*           ESTE BLOCO 'LOGIC S' E USADO PARA ATRIBUIR A CONDICAO DE VERDE AO
*SINAL 1
*
*           ADVANCE    60
*           ESTE BLOCO 'ADVANCE' MANTEM VERDE O SINAL 1 DURANTE 60 SE
*GUNDOS
*
*           LOGIC R     SIN1
*           ESTE BLOCO 'LOGIC R' E USADO PARA ATRIBUIR A CONDICAO DE
*VERMELHO AO SINAL 1
*
*           ADVANCE    60
*           ESTE BLOCO 'ADVANCE' MANTEM VERMELHO O SINAL 1 DURANTE 60
*SEGUNDOS
*
*           LOOP       1,CIC
*           ESTE BLOCO 'LOOP' DECREMENTA O PARAMETRO BYTE 1 DE UMA UNIDA
*DE E MANDA A TRANSACAO DE VOLTA PARA O BLOCO ENDERECADO POR 'CIC' PARA
*CONTINUAR A SERIE DE CICLOS DO SINAL 1, APOS 96 CICLOS O PARAMETRO BYTE
*1 ASSUME O VALOR ZERO E A TRANSACAO VAI PARA O PROXIMO BLOCO TERMINATE
*
*           TERMINATE
*           TERMINA A SERIE DE CICLOS DO SINAL 1
*
*           SINAL ASSIGN 1,108
*           O NUMERO 108 E REGISTRADO NO PARAMETRO BYTE 1 DO SINAL 2, INDICAN
*DO QUE O SINAL 2 ESTA LIMITADO A 108 CICLOS DIARIOS
*
*           CICLO LOGIC S   SIN2
*           ESTE BLOCO 'LOGIC S' ATRIBUI A CONDICAO DE VERDE AO SINAL 2
*
*           ADVANCE    45
*           ESTE BLOCO 'ADVANCE' MANTEM VERDE O SINAL 2 DURANTE 45 SE
*GUNDOS
*
*           LOGIC R     SIN2
*           ESTE BLOCO 'LOGIC R' ATRIBUI A CONDICAO DE VERMELHO AO SI
*NAL 2
*
*           ADVANCE    60
*           ESTE BLOCO 'ADVANCE' MANTEM VERMELHO O SINAL 2 DURANTE 60
*SEGUNDOS
*

```

```

LOOP      1,CICLO
*          ESTE BLOCO 'LOOP' DECREMENTA O PARAMETRO BYTE 1 DE UMA UNIDADE
*DE E MANDA A TRANSACAO DE VOLTA PARA O BLOCO ENDEREÇADO POR 'CICLO' PARA
*CONTINUAR A SERIE DE CICLOS DO SINAL 2,APÓS 108 CICLOS O PARAMETRO
*BYTE 1 ASSUME O VALOR ZERO E A TRANSACAO SEGUE PARA O PROXIMO BLOCO
*'TERMINATE'
*
TERMINATE
*          TERMINA A SERIE DE CICLOS DO SINAL 2
*
DURT TABLE      V$TEMPO,10,1,30
*          ESTE BLOCO TABLE ESPECIFICA A TABELA DURT CUJOS PARAMETROS SIGNIFICAM-V$TEMPO
*E O ARGUMENTO A SER TABULADO(A VARIÁVEL TEMPO NESTA TABELA REPRESENTA O TEMPO DE VIAGEM SEM
*DISTINÇAO DE ROTA),O LIMITE SUPERIOR DA PRIMEIRA CLASSE DE FREQUENCIA E 10,O TAMANHO DE
*CADA CLASSE E 1, E O NUMERO DE CLASSES DE FREQUENCIA E 30
*
DUROR TABLE     V$TEMPO,10,1,30
*          ESTE BLOCO TABLE ESPECIFICA A TABELA DUROR CUJO ARGUMENTO V$TEMPO SIGNIFICA
*O TEMPO DE VIAGEM ATRAVES DA ROTA ORIGINAL
*
DURAL TABLE     V$TEMPO,10,1,30
*          ESTE BLOCO TABLE ESPECIFICA A TABELA DURAL CUJO ARGUMENTO V$TEMPO SIGNIFICA
*O TEMPO DE VIAGEM ATRAVES DA ROTA ALTERNATIVA
*
START      100
*          ESTA DECLARACAO START REQUER 100 TRANSACOES A SEREM REGISTRADAS NO BLOCO
*TERMINATE 1
*
END

```

BLOCK NUMBER	SYMBOL	REFERENCES BY CARD NUMBER
38	ALT	313
48	ALTR	141 228 426
68	CIC	459
75	CICLO	487
17	DUP1	257
42	DUP2	346
59	DUP3	415
40	FIM	303
3	LCC	51 109 268
23	ORIG	125 237 357
21	RAND1	249
46	RAND2	338
63	RAND3	407
15	SAI	222
74	SINAL	436
32	TST	397

CILITY SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

- 1 POS1
- 2 POS2

3 POS2B

EUE SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

1 INTS1
2 INTS2
3 INTS3

BLE SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

3 DURAL
2 DUROR
1 DURT

RIABLE SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

10 ALTER
1 DIA
4 HORA
2 IDA
5 LOCAL
7 ORGIN
3 PART
9 REST
12 TEMPO
6 TINT1
8 TINT2
11 TINT3

GIC SWITCH SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

1 SIN1
2 SIN2

CTION SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

1 DENS1
2 DENS2
4 DENS3
3 FILA1
5 TRFC1
6 TRFC2
7 TRFC3

LEAN VARIABLE SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

1 CCND

ESTE PROGRAMA SE REFERE A SIMULACAO DE TRECHOS DE RUAS COM *
INTERSECOES SEMAFORIZADAS *

VARIAVEIS

FILE -1446 SCRIPT A1 VM/SP RELEASE 5.0 EXPRESS PUT 8804+

17 12 14.45 100.0
REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

* ESTA DECLARACAO START REQUER 100 TRANSACCES A SEREM REGIS
*TRADAS NO BLOCO TERMINATE 1

*

END

FIM DA LISTAGEM LUZENIRA

- 1446 MODELO2 A1

ANEXO IV - PROGRAMA FONTE REFERENTE À PARADA DO COLETIVO.


```

IBER *LOC OPERATION A,B,C,D,E,F,G COMMENTS
*****
* ESTE PROGRAMA E REFERENTE A SIMULACAO DE UMA PARADA DE *
* ONIBUS COLETIVO *
*****
SIMULATE

*
* DEFINICAO DAS FUNCCEES
*
EXPON FUNCTION RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1.38
.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2
.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8
*A FUNCAO EXPONENCIAL REPRESENTA A DISTRIBUICAO DAS PESSOAS CHEGANDO NA
*PARADA DE ONIBUS
*
DENTR FUNCTION RN1,C2
0,20/1,51
*A FUNCAO DENTR REPRESENTA A DISTRIBUICAO DAS PESSOAS DENTRO DO ONIBUS
*
DESCE FUNCTION RN1,C2
0,3/1,8
*A FUNCAO DESCE REPRESENTA A DISTRIBUICAO DAS PESSOAS DESEMBARCANDO
*
*
* MODELO DO SEGMENTO 1 CHEGADA E EMBARQUE DE USUARIOS
*
GENERATE 150, FN$EXPON,23400,,1
* ESTE BLOCO 'GENERATE' GERA 1 USUARIO A CADA 150 SEGUNDOS
*DE ACORDO COM A FUNCAO EXPONENCIAL, INICIANDO AS 6 30 A.M.(23400 SEGUN
*DOS), DANDO PRIORIDADE A ORDEM DE CHEGADA
*
QUEUE FILA
* O USUARIO ENTRA NA FILA POR ORDEM DE CHEGADA
*
GATE LR PORTA
* O USUARIO ESPERA QUE A ENTRADA DO ONIBUS SEJA ABERTA
*
DEPART FILA
* O USUARIO DEIXA A FILA DE ESPERA
*
TEST L X$NPO,50,FICA
* SE O ONIBUS JA ESTA CHEIO O PASSAGEIRO ESPERA UM OUTRO ONI
*BUS OU VAI EMBORA DA PARADA
*
ENTRA ADVANCE 8,4
* O TEMPO MEDIO DE EMBARQUE E 8 SEGUNDOS E DESVIO PADRAO 4 SEGUNDOS
*
LOGIC R PORTA
* ESTE BLOCO 'LOGIC R' ATRIBUI A CONDICAO DE FECHADA A POR
*TA DE ENTRADA DO ONIBUS PARA QUE EMBARQUE UM USUARIO DE CADA VEZ
*
SAVEVALUE NPO+,1
* REGISTRA O NUMERO DE PASSAGEIROS A BORDO
*

```

LOGIC S PORTA

* ESTE BLOCO 'LOGIC S' ATRIBUI A CONDICAO DE ABERTA A ENTRA
*DA DO ONIBUS PARA QUE O PROXIMO PASSAGEIRO EMBARQUE

*

TERMINATE

* TERMINA O CICLO DA SIMULACAO DE PASSAGEIROS

*

FICA TERMINATE

* O PASSAGEIRO DEIXA A PARADA SEM EMBARCAR

*

MODELO DO SEGMENTO 2 CHEGADA E PARTIDA DE ONIBUS COLETIVO

*

GENERATE 1800,,25200

* ESTE BLOCO 'GENERATE' GERA 1 ONIBUS A CADA 30 MINUTOS(1800
*SEGUNDOS), INICIANDO AS 7 00 A.M.(25200 SEGUNDOS)

*

ADVANCE 90,90

* A TOLERANCIA DE CHEGADA DOS ONIBUS E 3 MINUTOS(180 SEGUN
*DOS, ONDE O TEMPO MEDIO DE ATRASO E 90 SEGUNDOS E O DESVIO PADRAO E 90
*SEGUNDOS)

*

SAVEVALUE NPO, FN\$DENTR

* A DISTRIBUICAO DOS PASSAGEIROS A BORDO A ARMAZENADA NO
*CONTADOR NPO(NUMERO DE PASSAGEIROS NO ONIBUS)

*

ASSIGN 1, FN\$DESCE

* ESTE BLOCO 'ASSIGN' REGISTRA NO PARAMETRO 1 A DISTRIBUICAO
*DE DESEMBARQUE

*

PROX ADVANCE 4,3 O PASSAGEIRO DESEMBARCA

* O TEMPO MEDIO DE DESEMBARQUE E 4 SEGUNDOS E DESVIO PADRAO 3 SEGUN
*DOS

*

SAVEVALUE NPO-,1

REGISTRA CADA PESSOA QUE DESEMBARCA

*

LOOP 1, PROX

O PROXIMO PASSAGEIRO DESCE

*

LOGIC S PORTA

* ESTE BLOCO 'LOGIC S' ATRIBUI A CONDICAO DE ABERTA A ENTRA
*DA DO ONIBUS

*

TEST E W\$ENTRA,0

O ONIBUS ESPERA POR TODAS AS PESSOAS QUE VAO EMBARCAR

*

SAVEVALUE FICA,0

* ESTE BLOCO 'SAVEVALUE' ATRIBUI O VALOR ZERO AO NUMERO
*DE PASSAGEIROS NAO SERVIDOS PARA QUE OS QUE VAO ESPERAR POR UM OUTRO O
*ONIBUS SEJAM COMPUTADOS COMO NOVAS CHEGADAS

*

LOGIC R PORTA

* ESTE BLOCO 'LOGIC R' ATRIBUI A CONDICAO DE FECHADA A ENTRA
*DA DO ONIBUS

```

*
*   TERMINATE
*       0 ONIBUS PARTE
*
*   CARTOES DE CONTROLE
*
*   GENERATE 34200
*       ESTE BLOCO 'GENERATE' GERA UM TEMPO DE 34200 SEGUNDOS
*
*   TERMINATE 1
*       A SIMULACAO TERMINA AS 9 30 A.M.
*
*   START 1
*       0 TEMPO DE SIMULACAO E DECREMENTADO
*
*   END

```

BLOCK NUMBER	SYMBOL	REFERENCES BY CARD NUMBER
6	ENTRA	98
11	FICA	41
16	PROX	91

QUE SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

1 FILA

VEVALUE SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

2 FICA
1 NPO

GIC SWITCH SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

1 PORTA

NCTION SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

2 DENTR
3 DESCE
1 EXPON

```

*****
ESTE PROGRAMA E REFERENTE A SIMULACAO DE UMA PARADA DE          *
ONIBUS COLETIVO                                                *
*****

```

DEFINICAO DAS FUNCOES

FUNCTION	RN1	C24			
0	.1	.104	.2	.222	
.355	.4	.509	.5	.69	
.915	.7	1.2	.75	1.38	
1.6	.84	1.83	.88	2.12	

	2.3	.92	2.52	.94	2.81
	2.99	.96	3.2	.97	3.5
	3.9	.99	4.6	.995	5.3
8	6.2	.999	7	.9998	8

FUNCAO EXPONENCIAL REPRESENTA A DISTRIBUICAO DAS PESSOAS CHEGANDO NA PARADA DE ONIBUS

FUNCTION RN1 C2
20 1 51

FUNCAO DENTR REPRESENTA A DISTRIBUICAO DAS PESSOAS DENTRO DO ONIBUS

FUNCTION RN1 C2
3 1 3

FUNCAO DESCE REPRESENTA A DISTRIBUICAO DAS PESSOAS DESEMBARCANDO

MODELO DO SEGMENTO 1 CHEGADA E EMBARQUE DE USUARIOS

GENERATE 150 FN1 23400 1

ESTE BLOCO 'GENERATE' GERA 1 USUARIO A CADA 150 SEGUNDOS DE ACORDO COM A FUNCAO EXPONENCIAL, INICIANDO AS 6 30 A.M. (23400 SEGUNDOS), DANDO PRIORIDADE A ORDEM DE CHEGADA

QUEUE 1
O USUARIO ENTRA NA FILA POR ORDEM DE CHEGADA

GATE LR 1
O USUARIO ESPERA QUE A ENTRADA DO ONIBUS SEJA ABERTA

DEPART 1
O USUARIO DEIXA A FILA DE ESPERA

TEST L X1 50 11
SE O ONIBUS JA ESTA CHEIO O PASSAGEIRO ESPERA UM OUTRO ONIBUS OU VAI EMBORA DA PARADA

ADVANCE 8 4
O TEMPO MEDIO DE EMBARQUE E 8 SEGUNDOS E DESVIC PADRAO 4 SEGUNDOS

LOGICR 1
ESTE BLOCO 'LOGIC R' ATRIBUI A CONDICAO DE FECHADA A PARADA DE ENTRADA DO ONIBUS PARA QUE EMBARQUE UM USUARIO DE CADA VEZ

SAVEVALUE 1+ 1
REGISTRA O NUMERO DE PASSAGEIROS A BORDO

LOGICS . 1
ESTE BLOCO 'LOGIC S' ATRIBUI A CONDICAO DE ABERTA A ENTRADA DO ONIBUS PARA QUE O PROXIMO PASSAGEIRO EMBARQUE

0 TERMINATE
TERMINA O CICLO DA SIMULACAO DE PASSAGEIROS

1 TERMINATE
O PASSAGEIRO DEIXA A PARADA SEM EMBARCAR

MODELO DO SEGMENTO 2 CHEGADA E PARTIDA DE ONIBUS COLETIVO

1 GENERATE 1800 25200
ESTE BLOCO 'GENERATE' GERA 1 ONIBUS A CADA 30 MINUTOS (1800 SEGUNDOS), INICIANDO AS 7 00 A.M. (25200 SEGUNDOS)

2 ADVANCE 90 90
A TOLERANCIA DE CHEGADA DOS ONIBUS E 3 MINUTOS (180 SEGUNDOS), ONDE O TEMPO MEDIO DE ATRASO E 90 SEGUNDOS E O DESVIO PADRAO E 90 SEGUNDOS)

3 SAVEVALUE 1 FN2
A DISTRIBUICAO DOS PASSAGEIROS A BORDO A ARMazenADA NO CONTADOR NPO (NUMERO DE PASSAGEIROS NO ONIBUS)

4 ASSIGN 1 FN3
ESTE BLOCO 'ASSIGN' REGISTRA NO PARAMETRO 1 A DISTRIBUICAO DE DESEMBARQUE

5 ADVANCE 4 3
O TEMPO MEDIO DE DESEMBARQUE E 4 SEGUNDOS E DESVIO PADRAO 3 SEGUNDOS

6 SAVEVALUE 1- 1
REGISTRA CADA PESSOA QUE DESEMBARCA

7 LOOP 1 16
O PROXIMO PASSAGEIRO DESCE

8 LOGICS 1
ESTE BLOCO 'LOGIC S' ATRIBUI A CONDICAO DE ABERTA A ENTRADA DO ONIBUS

9 TEST E W6 0
O ONIBUS ESPERA POR TODAS AS PESSOAS QUE VAO EMBARCAR

10 SAVEVALUE 2 0
ESTE BLOCO 'SAVEVALUE' ATRIBUI O VALOR ZERO AO NUMERO DE PASSAGEIROS NAO SERVIDOS PARA QUE OS QUE VAO ESPERAR POR UM OUTRO ONIBUS SEJAM COMPUTADOS COMO NOVAS CHEGADAS

11 LOGICR 1
ESTE BLOCO 'LOGIC R' ATRIBUI A CONDICAO DE FECHADA A ENTRADA DO ONIBUS

12 TERMINATE
O ONIBUS PARTE

CARTOES DE CONTROLE

13 GENERATE 34200
ESTE BLOCO 'GENERATE' GERA UM TEMPO DE 34200 SEGUNDOS

14 TERMINATE 1

ANEXO V - PROGRAMA FONTE REFERENTE À MALHA URBANA


```

ABER *LOC OPERATION A,B,C,D,E,F,G COMMENTS
*****
* ESTE PROGRAMA SE REFERE A SIMULACAO DE TRECHOS DE RUAS COM *
* INTERSECCOES SEMAFORIZACAS E PARADAS DE ONIBUS COLETIVO *
*****
SIMULATE
*
* VARIAVEIS
*
*AS DECLARACOES DAS VARIAVEIS SAO USADAS PARA REPRESENTAR TODAS AS CONS
* TANTES NUMERICAS E EQUACOES DO MODELO
*
DIA VARIABLE 24*60*60
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL DIA DETERMINA O NUMERO DE SEGUNDOS
* EM UM DIA-UMA TRANSACAO E GERADA A CADA DIA PARA REPRESENTAR A VIAGEM
* DIARIA
*
IDA VARIABLE 7*60*60
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL IDA DETERMINA O TEMPO DE PARTIDA
* EM 7 00 A.M. TRANSFORMADO EM SEGUNDOS
*
PART VARIABLE V$IDA+30*60
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL PART INCLUI A EQUACAO DA VARIAVEL
* IDA E ADICIONA UMA DEMORA DE 30 MINUTOS-TEMPO DE PARTIDA 7 30 A.M.
*
HORA VARIABLE C1*86400/60/60*100+C1*3600/60
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL HORA REPRESENTA O RELOGIO INTERNO
* PARA O INTERVALO DE TEMPO DIARIO SIMULADO, CONVERTIDO EM HORAS E MINU
* TOS-C1, TEMPO ATUAL DO RELOGIO, E DIVIDIDO PELO NUMERO DE SEGUNDOS EM UM
* DIA E O RESULTADO E DIVIDIDO PELO NUMERO DE SEGUNDOS EM UMA HORA PARA
* CONVERTER EM HORA POR DIA, QUE AINDA E MULTIPLICADO POR 100- O SEGUNDO
* TERMO CONVERTE C1 EM MINUTOS ALEM DA HORA-OS DOIS TERMOS SAO ADICIONA
* DOS
*
LOCAL VARIABLE 2*60*60/40*FN$DENS1*X1
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL LOCAL DETERMINA O TEMPO REQUERI
* DO PARA PERCORRER A DISTANCIA DA RUA LOCAL-CONTEM TERMOS REPRESENTANDO
* A DISTANCIA LOCAL 2 KM, A VELOCIDADE 40 KM/H, O FATOR DE DEMORA PARA
* TRAFEGO CONGESTIONADO E O FATOR DE DEMORA PARA CONDICOES ANORMAIS
*
TJNT1 VARIABLE 1/Q$INTS1*2+P2/2*4-(P2-2)/2*4
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL TJNT1 DETERMINA O TEMPO PARA CRU
* ZAR A PRIMEIRA INTERSECCAO-SE HA FILA, O VEICULO ESTABELECE SEU VALOR PA
* RA A UNIDADE, O PRIMEIRO TERMO SE TORNA 2 SEGUNDOS, A SEGUNDA PARTE SE
* TORNA ZERO DESDE QUE O PARAMETRO 2(P2) FOI ESTABELECIDO PARA A CAPACI
* DADE DA FILA E NUMA VARIAVEL GPSS INTEIRA A FRACAO 1/2 E ARREDONDADA
* PARA ZERO, E DO MESMO MODO O TERCEIRO TERMO PERMANECE ZERO ATE QUE A FI
* LA TENHA QUATRO OU MAIS VEICULOS-QUANDO A FILA TEM 4 OU MAIS VEICULOS,
* A PRIMEIRA PARTE SE TORNA ZERO E, A SEGUNDA MAIS A TERCEIRA PARTE PERMA
* NECE CONSTANTE EM 4 SEGUNDOS
*
COND B VARIABLE (Q$INTS1*G'1)+(P2*G'5)+(W$LEC'G'10)+(X1*G'3)
* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL BINARIA COND DETERMINA A ESCOLHA
* DA ROTA-A VARIAVEL BINARIA COND TEM A PROPRIEDADE DE SER AVALIADA PARA
* A UNIDADE QUANDO SATISFEITA OU PARA ZERO QUANDO NAO SATISFEITA, ALGUM

```

*DOS 4 TERMOS DEVE SER VERDADE PARA A VARIAVEL BINARIA COND SER AVALIA

*DA PARA A UNIDADE-HAVIA FILA DE TRAFEGO CONCCRRENTE QUANDO O CARRO PA
*DRAO CRUZOU A INTERSECAO Q\$INTS1*G*1,A FILA NA INTERSECAO CONTEM MAIS
*QUE QUATRO CARROS P2*G*5,DURANTE A VIAGEM NO SEGMENTO LOCAL DA ROTA A
*DENSIDADE EXCEDEU 10 VEICULOS W\$LOC*G*10,OU AS CONDIC0ES ANORMAIS UL
*TRAPASSARAM UM FATOR DE TRES X1*G*3-SE NENHUMA DESTAS CONDIC0ES FOR SA
*TISFEITA O VEICULO CCNTINUA NO SEGMENTO DA ROTA ORIGINAL

*

ORGIN VARIABLE 6*60*60/56*FN\$DENS2*FN\$FILA1*X2/10

* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL ORGIN DETERMINA O TEMPO REQUERI
*DO PARA ATRAVESSAR O SEGMENTO DA ROTA ORIGINAL-CONTEM TERMOS REPRESEN
*TANDO A DISTANCIA LOCAL 6 KM,A VELOCIDADE 56 KM/H,O FATOR DE DEMORA PA
*RA TRAFEGO CONGESTIONADO NA ROTA ORIGINAL,O FATOR DE DEMORA PARA TRAFF
*GO NA PRIMEIRA INTERSECAO E O FATOR DE DEMORA PARA CONDIC0ES ANORMAIS

*

TINT2 VARIABLE 1/Q\$INTS2*2+P2/2*4-(P2-2)/2*4

* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL TINT2 DETERMINA O TEMPO PARA CRU
*ZAR A SEGUNDA INTERSECAO,SEU PROCESSO DE RESCLUCAO E SIMILAR AO DA VA
*RIAVEL TINT1-2 SEGUNDOS QUANDO NAO HA FILA E 4 SEGUNDOS QUANDO HA QUA
*TRO OU MAIS VEICULOS NA FILA DA SEGUNDA INTERSECAO

*

REST VARIABLE 2*60*60/24*X3

* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL REST DETERMINA O TEMPO REQUERIDO
*PARA PERCORRER O SEGMENTO FINAL DA VIAGEM-CONTEM TERMOS REPRESENTANDO
*A DISNTANCIA FINAL 2 KM,A VELOCIDADE 24 KM/H E O FATOR DE DEMORA PARA
*CONDIC0ES ANORMAIS DE TRAFEGO

*

ALTER VARIABLE 10*60*60/88*FN\$DENS3*X4

* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL ALTER DETERMINA O TEMPO REQUERI
*DO PARA PERCORRER O SEGMENTO DA ROTA ALTERNATIVA-CONTEM TERMOS REPRE
*SENTANDO A DISTANCIA 10 KM,A VELOCIDADE 88 KM/H,O FATOR DE DEMORA PARA
*TRAFEGO CONGESTIONADO NA ROTA ALTERNATIVA E O FATOR DE DEMORA PARA CON
*DIC0ES ANORMAIS

*

TINT3 VARIABLE 1/Q\$INTS3*2+P2/2*4-(P2-2)/2*4

* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL TINT3 DETERMINA O TEMPO PARA CRU
*ZAR A SEGUNDA INTERSECAO,SEU PROCESSO DE RESCLUCAO E SIMILAR AO DA VA
*RIAVEL TINT2-2 SEGUNDOS QUANDO NAO HA FILA E 4 SEGUNDOS QUANDO HA QUA
*TRO OU MAIS VEICULOS NA FILA DA SEGUNDA INTERSECAO PELA ROTA ALTERNATI
*VA

*

TEMPO VARIABLE M1/60/60*100+M1*3600/60+1

* A EQUACAO DEFINIDA PELA VARIAVEL TEMPO E USADA PARA COMPUTAR A DU
*RACAO DA VIAGEM EM HORAS E MINUTOS,FAZ USO DO M1,UMA DAS CARACTERISTI
*CAS EMBUTIDAS DO GPSS,O TEMPO DECORRIDO DESDE QUE A TRANSACAO ENTROU
*NO MODELO-O NUMERO 1 FOI ADICIONADO A VARIAVEL TEMPO PARA COLOCAR VALO
*RES FRACTIONARIOS NAS CLASSES DE FREQUENCIAS DAS TABELAS ESPECIFICADAS
*PELOS BLOCOS TABLES

*

* FUNCOES

*

* OS FATORES DA SIMULACAO QUE NAO PODEM SER TRANSMITIDOS COMO EQUACOES
*SAO PLOTADOS E TRNSMITIDOS USANDO RELACOES GRAFICAS-FUNCOES

*

DENS1 FUNCTION W\$LOC,C4
0,1/25,1/250,10/5000,10
*FUNCAO CONTINUA DEFINIDA POR 4 PONTOS COM INTERPOLACAO PARA VALORES SE
*LECIONADOS ENTRE ESTES PONTOS-O VALOR PARTICULAR A SER SELECIONADO E

*DETERMINADO PELO NUMERO DE VEICULOS NA RUA LOCAL E POR W\$LOC,NUMERO DE
*TRANSACOES ESPERANDO NO BLOCO LOC(FATOR DE DEMORA DO TRAFEGO)-ESTA FUN
*CAO REPRESENTA O FATOR DE DEMORA DO TRAFEGO NA RUA LOCAL
*

TRFC1 FUNCTION V\$HORA,C7
0,0/645,0/700,2/715,10/800,10/830,4/930,0
*ESTA FUNCAO REPRESENTA A DENSIDADE DO TRAFEGO NO SEGMENTO LOCAL DURAN
*TE A MANHA-TEMPO NA MANHA X NUMERO DE CARROS EM INTERVALOS DE 3 MINU
*TOS-VISTO QUE NA VIDA REAL O TRAFEGO NAO E O MESMO TODA MANHA,A SIMULA
*CAO USA O GERADOR DE NUMERO RANDOMICO PARA RANDOMIZAR O TRAFEGO GERADO
*A CADA 3 MINUTOS
*

DENS2 FUNCTION W\$ORIG,C4
0,1/50,1/500,15/50000,15
*FUNCAO QUE REPRESENTA O FATOR DE DEMORA NA ROTA ORIGINAL-NUMERO DE CAR
*ROS NA ROTA ORIGINAL X FATOR DE DEMORA NA ROTA ORIGINAL(W\$ORIG)
*

FILA1 FUNCTION P2,C4
0,10/2,10/10,20/100,20
*FUNCAO QUE REPRESENTA A DEMORA CAUSADA PELO TRAFEGO NA PRIMEIRA INTER
*SECAO-FILA NA PRIMEIRA INTERSECAO X FATOR DE AGRUPAMENTO
*

TRFC2 FUNCTION V\$HORA,C7
0,0/645,0/700,3/715,15/800,10/830,6/930,0
*ESTA FUNCAO REPRESENTA A DENSIDADE DO TRAFEGO NA ROTA ORIGINAL DURANTE
*A MANHA-TEMPO NA MANHA X NUMERO DE CARROS EM CADA INTERVALO DE 3 MINU
*TOS
*

DENS3 FUNCTION W\$ALTR,C5
0,1/100,1/2000,3/6000,4/20000,30
*FUNCAO QUE REPRESENTA O FATOR DE DEMORA NA ROTA ALTERNATIVA-NUMERO DE
*CARROS NA ROTA ALTERNATIVA X FATOR DE DEMORA DO TRAFEGO(W\$ALTR)
*

TRFC3 FUNCTION V\$HORA,C7
0,0/645,0/700,4/715,20/800,20/830,12/930,0
*ESTA FUNCAO REPRESENTA A DENSIDADE DO TRAFEGO NA ROTA ALTERNATIVA DU
*RANTE A MANHA-TEMPO NA MANHA X NUMERO DE CARROS EM CADA INTERVALO DE 3
*MINUTOS
*

CHEGA FUNCTION V\$HORA,C7
0,0/700,1/730,1/800,1/830,1/900,1/930,0
*ESTA FUNCAO REPRESENTA A CHEGADA DE ONIBUS NA PARADA- TEMPO NA MANHA X
*NUMERO DE ONIBUS(ESTA SIMULACAO CONSIDERA QUE AS 9 30 O NUMERO DE ONI
*BUS E ZERO PORQUE O PERIODO DE TEMPO ENTRE 7 00 E 9 00 E SUFICIENTE PA
*RA REALIZAR ESTA SIMULACAO)
*

*DADOS DE CONDICoes INICIAIS-SAVEVALUES
*

INITIAL X1,1

* ESTE CARTAO 'INITIAL' PERMITE O ARMAZENAMENTO DO NUMERO 1

*NA LOCALIZACAO SAVEVALUE DE CONDICAOES INICIAIS XI-O CAMPO B INDICA O
 *FATOR DE CONDICAOES ANORMAIS,O FATOR 1 INDICA NENHUMA CONDICAO ANORMAL
 *DE TRAFEGO NA RUA LOCAL

*
 INITIAL X2,1
 * NENHUMA CONDICAO ANORMAL DE TRAFEGO NA ROTA ORIGINAL
 *

INITIAL X3,1
 * NENHUMA CONDICAO ANORMAL DE TRAFEGO NO SEGMENTO FINAL
 *

INITIAL X4,1
 * NENHUMA CONDICAO ANORMAL DE TRAFEGO NA ROTA ORIGINAL
 *

*DISTANCIA ATE A PRIMEIRA INTERSECAO E PROCEDIMENTO PARA PASSAR ATRAVES
 *DELA

*
 GENERATE V\$DIA,,V\$PART,100,,4PB
 * ESTE BLOCO GENERATE GERA O CARRO PADRAO COM TEMPO DE IN
 *TERCHEGADA DE ACORDO COM A VARIAVEL DIA,O CAMPO B-DESVIO DO INTERVALO
 *ENTRE CADA TRANSACAO GERADA-E DEIXADO EM BRANCO PORQUE O TEMPO DE PAR
 *TIDA DIARIO E ASSUMIDO PARA SER O MESMO,O TEMPO DE CRIACAO DA PRIMEIRA
 *TRANSACAO E DE ACORDO COM A VARIAVEL PART,COM LIMITE DE GERACAO DE 100
 *CARROS-1 A CADA DIA,O CAMPO E-ESTABELECE UMA DISTINCAO ENTRE TRANSA
 *COES COM RESPEITO A PRIORIDADE-E DEIXADO EM BRANCO PORQUE NESTA SIMULA
 *CAO O CONCEITO DE PRIORIDADE E IGNORADO E,NESTE MODELO 4 PARAMETROS BY
 *TE SAO USADOS

*
 ASSIGN 1,10
 * PARA DINTINGUIR O CARRO PADRAO COMO SENDO O UNICO,ESTE BLO
 *CO INTRODUZ DENTRO DO PARAMETRO BYTE1 O NUMERO 10
 *

TEST E W\$ESPER,0
 * ESTE BLOCO TESTA SE HA ONIBUS NA PARADA DA RUA LOCAL
 *

LOC ADVANCE V\$LOCAL
 * O TEMPO DE VIAGEM GASTO PARA PERCORRER A RUA LOCAL E DETERMINADO PE
 *LA VARIAVEL LOCAL
 *

QUEUE INTS1
 * A TRANSACAO SE JUNTA A FILA NA PRIMEIRA INTERSECAO PELA OR
 *DEM DE CHEGADA-O CAMPO A,INTS1,E O NOME SIMBOLICO PARA ESTA FILA
 *

ASSIGN 2,Q\$INTS1
 * O NUMERO DE VEICULOS NA FILA DA PRIMEIRA INTERSECAO E ARMA
 *ZENADO NO PARAMETRO BYTE 2 QUANDO CADA VEICULO SE JUNTA A ELA
 *

SEIZF POS1
 * A FACILIDADE POS1 E USADA PARA REPRESENTAR A AREA DA INTER
 *SECAO-A TRANSACAO TOMA A POSICAO DE CRUZAR A INTERSECAO
 *

GATE LR SIN1
 * SE O SINAL ESTA VERDE O VEICULO CRUZA A INTERSECAO E SE O
 *SINAL ESTA VERMELHO O VEICULO ESPERA ATE QUE MUDE

```

*
*   ADVANCE   V$TINT1
*           O TEMPO PARA A TRANSACAO CRUZAR A PRIMEIRA INTERSECAO E
*ESTABELECIDO PELO BLOCO ADVANCE E DETERMINADO PELA VARIAVEL TINT1
*
*   RELEASE   POS1
*           DEPOIS QUE O CARRO PASSA ATRAVES DA INTERSECAO A FACILIDA
*DE POS1 E LIBERTADA PELO BLOCO RELEASE
*
*   ASSIGN    2+,Q$INTS1
*
*           REGISTRA CADA CARRO QUE CRUZA A INTERSECAO NO PARAMETRO 2
*
*   DEPART    INTS1
*           A TRANSACAO DEIXA A FILA NO BLOCO DEPART
*
*   TEST E    P1,10,SAI
*           ESTE BLOCO TESTA SE O VEICULO POSSUI O NUMERO 10 NO PARAME
*TRO 1, SE E VERDADE TRATA-SE DO VEICULO PADRAO E ESTE PASSA PARA O PRO
*XIMO BLOCO 'TEST E', CASO CONTRARIO, TRATA-SE DE VEICULO CONCORRENTE E
*ESTE SAI DO SISTEMA
*
*   TEST E    BV$COND,0,PALTR
*           ESTE TESTE QUE E FORMADO PELA VARIAVEL BINARIA 'COND' SELE
*CIONA O PROXIMO SEGMENTO DA ROTA DIRECIONANDO A TRANSACAO PARA PORIG
*OU PALTR, ENDERECCS DOS PONTOS INICIANTES PARA AS SUB-ROTINAS DO SEGME
*TO DAS ROTAS ORIGINAL E ALTERNATIVA, RESPECTIVAMENTE, QUANDO A CONDICA
*DO TESTE E SATISFEITA A TRANSACAO CONTINUA NO PROXIMO BLOCO TRANSFER,
*QUANDO NAO E SATISFEITA A TRANSACAO VAI PARA O BLOCO ESPECIFICADO PELO
*CAMPO C, PALTR
*
*   TRANSFER  ,PORIG
*           A TRANSACAO CONTINUA NA ROTA ORIGINAL
*
*   SAI       TERMINATE
*           O TRAFEGO CONCORRENTE E REMOVIDO DO SISTEMA
*
*           *SUB-ROTINA TCRLO SIMULA O TRAFEGO CONCORRENTE NA RUA LOCAL
*
*   GENERATE  V$DIA,,V$IDA,100,,4PB
*           ESTE BLOCO GENERATE GERA O TRAFEGO CONCORRENTE LOCAL DE
*ACORDO COM A VARIAVEL DIA
*
*   DUPL     SPLIT    FN$TRFC1,RAND1
*           O BLOCO SPLIT DUPLICA A TRANSACAO ORIGINAL DE ACORDO COM A FUNCAO
*TRFC1 E MANDA A TRANSACAO DUPLICADA PARA O ENDEREÇO RAND1
*
*   ADVANCE   180
*           A TRANSACAO ORIGINAL ESPERA UM INTERVALO DE 3 MINUTOS EN
*QUANTO A TRANSACAO DUPLICADA E RANDOMIZADA
*
*   TEST E    FN$TRFC1,0,DUPL
*           A TRANSACAO ORIGINAL E DUPLICADA ATE QUE A FUNCAO TRFC1 SE
*TORNE ZERO AS 9 30
*

```

```

TERMINATE
*           A TRANSACAO ORIGINAL SAI DO SISTEMA AS 9 30 A.M.
*
RANDI ADVANCE 180,180
*           O TRAFEGO CONCORRENTE E RANDOMIZADO EM UM TEMPO MEDIO DE 3 MINU
* TOS E DESVIO PADRAO DE 3 MINUTOS
*
TRANSFER ,LOC
*           O TRAFEGO CONCORRENTE VAI PARA A RUA LOCAL
*
* PARTE DA VIAGEM SOBRE O SEGMENTO DA ROTA ORIGINAL
*
PORIG TEST E W$ESPER,0

*           ESTE BLOCO TESTA SE HA ONIBUS NA PARADA DA ROTA ORIGINAL
*
ORIG ADVANCE V$ORGIN
*           O TEMPO PARA PERCORRER A ROTA ORIGINAL E DETERMINADO PELA VARIAVEL
* ORGIN
*
ASSIGN 3,1
*           O NUMERO 1 E REGISTRADO NO PARAMETRO BYTE 3 DE CADA VEICU
* LO QUE USA A ROTA ORIGINAL
*
QUEUE INTS2
*           O VEICULO SE JUNTA A FILA NA SEGUNDA INTERSECAO
*
ASSIGN 2,0$INTS2
*           O NUMERO DE VEICULOS NA FILA E REGISTRADO NO PARAMETRO 2
*
SEIZE POS2
*           O VEICULO OCUPA A POSICAO DE CRUZAR A SEGUNDA INTERSECAO
*
GATE LS SIN2
*           SE O SINAL 2 ESTA VERDE O VEICULO CRUZA A INTERSECAO E SE
* ESTA VERMELHO O VEICULO ESPERA ATE QUE MUDE
*
ADVANCE V$TINT2
*           O VEICULO CRUZA A SEGUNDA INTERSECAO
*
RELEASE POS2
*           O VEICULO LIBERA A POSICAO DE CRUZAR A INTERSECAO
*
DEPART INTS2
*           O VEICULO DEIXA A FILA DA SEGUNDA INTERSECAO
*
TST TEST E P1,10,FIM
*           O TRAFEGO CONCORRENTE SAI DO SISTEMA
*
ADVANCE V$REST
*           O VEICULO PERCORRE O SEGMENTO FINAL
*
TABULATE DURT
*           ESTE BLOCO TABULATE DETERMINA A CONSTRUCAO DA TABELA ES
* PECIFICADA PELO CAMPO A,DURT

```



```
*
* TEST E      P3,1,ALT
*           ESTE TESTE SEPARA O TRAFEGO SEGUNDO A ESCOLHA DA ROTA
*
* TABULATE   DUROR
*           ESTE BLOCO TABULATE DETERMINA A CONSTRUCAO DA TABELA ES
*PECIFICADA PELO CAMPO A,DUROR
*
* TERMINATE  1
*           O CARRO TERMINA A VIAGEM DIARIA PELA ROTA ORIGINAL
*
* ALT TABULATE DURAL
* ESTE BLOCO TABULATE DETERMINA A CONSTRUCAO DA TABELA DURAL
*
* TERMINATE  1
*           O CARRO TERMINA A VIAGEM DIARIA PELA ROTA ALTERNATIVA
*
* FIM TERMINATE
* O TRAFEGO CONCORRENTE SAI DO SISTEMA
*
* SUB-ROTINA TCROR SIMULA O TRAFEGO CONCORRENTE NA ROTA ORIGINAL
*
* GENERATE   V$DIA,,V$IDA,100,,4PB
*           ESTE BLOCO GENERATE GERA O TRAFEGO CONCORRENTE NA ROTA O
*ORIGINAL DE ACORDO COM A VARIÁVEL DIA
*
* DUP2 SPLIT   FN$TRFC2,RAND2
* ESTE BLOCO SPLIT DUPLICA A TRANSACAO ORIGINAL DE ACORDO COM A FUN
*CAO TRFC2 E MANDA A TRANSACAO DUPLICADA PARA O ENDEREÇO RAND2
*
* ADVANCE    180
*           A TRANSACAO ORIGINAL ESPERA DURANTE UM INTERVALO DE TRES
*MINUTOS(180 SEGUNDOS)
*
* TEST E     FN$TRFC2,0,DUP2
*           A TRANSACAO ORIGINAL E DUPLICADA ATE AS 9 30 A.M. QUANDO A
*FUNCAO TRFC2 SE TORNA ZERO
*
* TERMINATE
*           A TRANSACAO ORIGINAL SAI DO SISTEMA AS 9 30 A.M.
*
* RAND2 ADVANCE 180,180
* O TRAFEGO DUPLICADO E RANDOMIZADO COM TEMPO MEDIO DE 3 MINUTOS E
*DESVIO PADRAO DE 3 MINUTOS
*
* TRANSFER   ,ORIG
*           O TRAFEGO CONCORRENTE,DEPOIS DE RANDOMIZADO, E TRANSFERI
*DO PARA A ROTA ORIGINAL
*
* PARTE DA VIAGEM SOBRE O SEGMENTO DA ROTA ALTERNATIVA
*
* PALTR TEST E W$ESPER,0
* ESTE BLOCO TESTA SE HA ONIBUS NA PARADA DA ROTA ALTERNATIVA
*
```

```

ALTR ADVANCE V$ALTER
* O VEICULO PERCORRE A ROTA ALTERNATIVA SEGUNDO A VARIABEL ALTER
*
  ASSIGN 3,2
* O NUMERO 2 E REGISTRADO NO PARAMETRO BYTE 3 DE CADA VEICU
*LO QUE USA A ROTA ALTERNATIVA
*
  QUEUE INTS3
* O VEICULO SE JUNTA A FILA DA SEGUNDA INTERSECAO PELA ROTA
*ALTERNATIVA
*
  ASSIGN 2,Q$INTS3
* O TAMANHO DA FILA E REGISTRADO NO PARAMETRO BYTE 2
*
  SEIZE POS2B
* O VEICULO OCUPA A POSICAO DE CRUZAR A SEGUNDA INTERSECAO PE
*LA ROTA ALTERNATIVA
*
  GATE LR SIN2

* SE O SINAL 2 ESTA VERDE O VEICULO CRUZA A SEGUNDA INTERSE
*CAO E SE ESTA VERMELHO O VEICULO ESPERA ATE QUE MUDE
*
  ADVANCE V$TINT3
* O TEMPO PARA CRUZAR A SEGUNDA INTERSECAO PELA ROTA ALTER
*NATIVA E DETERMINADO PELA VARIABEL TINT3
*
  RELEASE POS2B
* O VEICULO LIBERA A POSICAO DE CRUZAR A SEGUNDA INTERSECAO
*PELA ROTA ALTERNATIVA
*
  DEPART INTS3
* O VEICULO DEIXA A FILA DA SEGUNDA INTERSECAO PELA ROTA AL
*TERNATIVA
*
  TRANSFER ,TST
* O TRAFEGO DA ROTA ALTERNATIVA SE JUNTA AO TRAFEGO DA RO
*TA ORIGINAL NO BLOCO ENDERECADO POR TST
*
*SUB-ROTINA TCRAL SIMULA O TRAFEGO CONCORRENTE NA ROTA ALTERNATIVA
*
  GENERATE V$DIA,,V$IDA,100,,4PB
* ESTE BLOCO GENERATE GERA O TRAFEGO CONCORRENTE NA ROTA
*ALTERNATIVA DE ACORDO COM A VARIABEL DIA
*
  DUP3 SPLIT FN$TRFC3,RAND3
* ESTE BLOCO SPLIT DUPLICA A TRANSACAO ORIGINAL DE ACORDO COM A FUN
*CAO TRFC3 E MANDA A TRANSACAO DUPLICADA PARA O ENDEPECO RAND3
*
  ADVANCE 180
* A TRANSACAO ORIGINAL ESPERA DURANTE UM INTERVALO DE TRES
*MINUTOS
*
  TEST E FN$TRFC3,0,DUP3
* A TRANSACAO ORIGINAL E DUPLICADA ATE AS 9 30 A.M. QUANDO A

```

*FUNCAO TRFC3 SE TORNA ZERO

*

TERMINATE

* A TRANSACAO ORIGINAL SAI DO SISTEMA AS 9 30 A.M.

*

RAND3 ADVANCE 180,180

* O TRAFEGO E RANDOMIZADO NUM TEMPO MEDIO DE 3 MINUTOS E DESVIO PA
*DRAO DE 3 MINUTOS

*

TRANSFER ,ALTR

* O TRAFEGO CONCORRENTE,DEPOIS DE RANDOMIZADO,E TRANSFERI
*DO PARA A ROTA ALTERNATIVA

*

*SUB-ROTINA SEMAF SIMULA OS SEMAFOROS

*

GENERATE V\$DIA,,V\$IDA,100,,4PB

* ESTE BLOCO GENERATE GERA O SINAL 1 DE ACORDO COM A VARIA
*VEL DIA

*

SPLIT 1,SINAL

* ESTE BLOCO 'SPLIT' DUPLICA O SINAL 1 DANDO ORIGEM AO SINAL 2

*

ASSIGN 1,96

* O NUMERO 96 E REGISTRADO NO PARAMETRO BYTE 1 DO SINAL 1, IN
*DICANDO QUE O SINAL 1 ESTA LIMITADO A 96 CICLOS DIARIOS

*

CIC LOGIC S SIN1

* ESTE BLOCO 'LOGIC S' E USADO PARA ATRIBUIR A CONDICAO DE VERDE AO
*SINAL 1

*

ADVANCE 60

* ESTE BLOCO 'ADVANCE' MANTEM VERDE O SINAL 1 DURANTE 60 SE
*GUNDOS

*

LOGIC R SIN1

* ESTE BLOCO 'LOGIC R' E USADO PARA ATRIBUIR A CONDICAO DE
*VERMELHO AO SINAL 1

*

ADVANCE 60

* ESTE BLOCO 'ADVANCE' MANTEM VERMELHO O SINAL 1 DURANTE 60
*SEGUNDOS

*

LOOP 1,CIC

* ESTE BLOCO 'LOOP' DECREMENTA O PARAMETRO BYTE 1 DE UMA UNIDA
*DE E MANDA A TRANSACAO DE VOLTA PARA O BLOCO ENDERECCADO POR 'CIC' PARA
*CONTINUAR A SERIE DE CICLOS DO SINAL 1, APOS 96 CICLOS O PARAMETRO BYTE
*1 ASSUME O VALOR ZERO E A TRANSACAO VAI PARA O PROXIMO BLOCO TERMINATE

*

TERMINATE

* TERMINA A SERIE DE CICLOS DO SINAL 1

*

SINAL ASSIGN 1,108

* O NUMERO 108 E REGISTRADO NO PARAMETRO BYTE 1 DO SINAL 2, INDICAN
*DO QUE O SINAL 2 ESTA LIMITADO A 108 CICLOS DIARIOS

```

*
CICLO LOGIC S SIN2
* ESTE BLOCO 'LOGIC S' ATRIBUI A CONDICAO DE VERDE AO SINAL 2
*
ADVANCE 45
* ESTE BLOCO 'ADVANCE' MANTEM VERDE O SINAL 2 DURANTE 45 SE
*GUNDOS
*
LOGIC R SIN2
* ESTE BLOCO 'LOGIC R' ATRIBUI A CONDICAO DE VERMELHO AO SI
*NAL 2
*
ADVANCE 60
* ESTE BLOCO 'ADVANCE' MANTEM VERMELHO O SINAL 2 DURANTE 60
*SEGUNDOS
*
LOOP 1,CICLO
* ESTE BLOCO 'LOOP' DECREMENTA O PARAMETRO BYTE 1 DE UMA UNIDA
*DE E MANDA A TRANSACAO DE VOLTA PARA O BLOCC ENDERECADO POR 'CICLO' PA
*RA CONTINUAR A SERIE DE CICLOS DO SINAL 2,APCS 108 CICLOS O PARAMETRO
*BYTE 1 ASSUME O VALOR ZERO E A TRANSACAO SEGUE PARA O PROXIMO BLOCO
*'TERMINATE'
*
TERMINATE
* TERMINA A SERIE DE CICLOS DO SINAL 2
*
*SUB-ROTINA POCOL SIMULA AS PARADAS DE ONIBUS COLETIVO
*
GENERATE V$DIA,,V$IDA,100
* ESTE BLOCO 'GENERATE' GERA ONIBUS NA PARADA SEGUNDO A VA
*RIAVEL DIA
*
DUP SPLIT FN$CHEGA,TOLER
* ESTE BLOCO 'SPLIT' DUPLICA A TRANSACAO ORIGINAL DE ACORDO COM A FUN
*CAO CHEGA E MANDA A TRANSACAO DUPLICADA PARA O ENDERECO TOLER
*
ADVANCE 1800
* A TRANSACAO ORIGINAL ESPERA UM INTERVALO DE 30 MINUTOS
*
TEST E FN$CHEGA,0,DUP
* A TRANSACAO ORIGINAL E DUPLICADA ATE AS 9 30 A.M. QUANDO A
*FUNCAD CHEGA SE TORNA ZERO
*
TERMINATE
* A TRANSACAO ORIGINAL SAI DO SISTEMA AS 9 30 A.M.
*
TOLER ADVANCE 90,90
* A TOLERANCIA DE CHEGADA DO ONIBUS E 3 MINUTOS(180 SEGUNDOS,ONDE O
*TEMPO MEDIO DE ATRASO E 90 SEGUNDOS E O DESVIO PADRAO E 90 SEGUNDOS)
*
ESPER ADVANCE 180
* O TEMPO MEDIO DE PERMANENCIA NA PARADA E 3 MINUTOS(180 SEGUNDOS)
*
TERMINATE

```

```

*           O ONIBUS PARTE
*
DURT TABLE      V$TEMPO,10,1,30
* ESTE BLOCO TABLE ESPECIFICA A TABELA DURT CUJOS PARAMETROS SIGNI
*FICAM-V$TEMPO E O ARGUMENTO A SER TABULADO(A VARIAVEL TEMPO NESTA TABE
*LA REPRESENTA O TEMPO DE VIAGEM SEM DISTINCAO DE ROTA),O LIMITE SUPERI
*OR DA PRIMEIRA CLASSE DE FREQUENCIA E 10,O TAMANHO DE CADA CLASSE E 1,
*E O NUMERO DE CLASSES DE FREQUENCIA E 30
*
DUROR TABLE     V$TEMPO,10,1,30
* ESTE BLOCO TABLE ESPECIFICA A TABELA DUROR CUJO ARGUMENTO V$TEMPO
*SIGNIFICA O TEMPO DE VIAGEM ATRAVES DA ROTA ORIGINAL
*
DURAL TABLE     V$TEMPO,10,1,30
* ESTE BLOCO TABLE ESPECIFICA A TABELA DURAL CUJO ARGUMENTO V$TEMPO
*SIGNIFICA O TEMPO DE VIAGEM ATRAVES DA ROTA ALTERNATIVA
*
START           100
* ESTA DECLARACAO START REQUER 100 TRANSACOES A SEREM REGIS
*TRADAS NO BLOCO TERMINATE 1
*
END
    
```

BLOCK NUMBER	SYMBOL	REFERENCES BY CARD NUMBER
40	ALT	326
51	ALTR	141 442
71	CIC	475
78	CICLO	503
85	DUP	526
18	DUP1	267
44	DUP2	359
62	DUP3	431
90	ESPER	195 283 376
42	FIM	316
4	LOC	51 109 278
25	ORIG	125 370
50	PALTR	238
24	PORIG	247
22	RAND1	259
48	RAND2	351
66	RAND3	423
16	SAI	232
77	SINAL	452
89	TOLER	519
34	TST	413

CILITY SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

```

1 POS1
2 POS2
3 POS2B
    
```

QUE SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

1 INTS1
2 INTS2
3 INTS3

FILE SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

3 DURAL
2 DURDR
1 DURT

TABLE SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

10 ALTER
1 DIA
4 HORA
2 IDA
5 LOCAL
7 ORGIN
3 PART
9 REST
12 TEMPO
6 TINT1
8 TINT2
11 TINT3

LOGIC SWITCH SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

1 SIN1
2 SIN2

ACTION SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

8 CHEGA
1 DENS1
2 DENS2
4 DENS3
3 FILA1
5 TRFC1
6 TRFC2
7 TRFC3

CLEAN VARIABLE SYMBOLS AND CORRESPONDING NUMBERS

1 COND

ESTE PROGRAMA SE REFERE A SIMULACAO DE TRECHOS DE RUAS COM *
INTERSECOES SEMAFORIZADAS E PARADAS DE ONIBUS COLETIVO *

VARIAVEIS

AS DECLARACOES DAS VARIAVEIS SAO USADAS PARA REPRESENTAR TODAS AS CONSTANTES NUMERICAS E EQUACOES DO MODELO