

ССТ-УФРБ

Coordenação Superior de Planejamento
Rua Aprígio Veloso, 882 - Tel. (81) 371-7222 - R. 355
58.100 - Campina Grande - Paraíba

**SISTEMA DE MÃO ÚNICA CONSIDERANDO A
CAPACIDADE DA REDE VIÁRIA**

Amaro Monteiro de Carvalho Filho

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
AVENIDA APRÍGIO VELOSO, 882 - Cx. POSTAL 518
CAMPINA GRANDE - PB
BRASIL

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT

SISTEMA DE MÃO ÚNICA CONSIDERANDO A
CAPACIDADE DA REDE VIÁRIA

Amaro Monteiro de Carvalho Filho

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PRO
GRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DO CENTRO DE CIÊN
CIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA CO
MO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO
GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS - (M.Sc.).

Aprovado por:

Y. Iida.
Prof. YASUNORI IIDA, Ph.D
-Presidente-

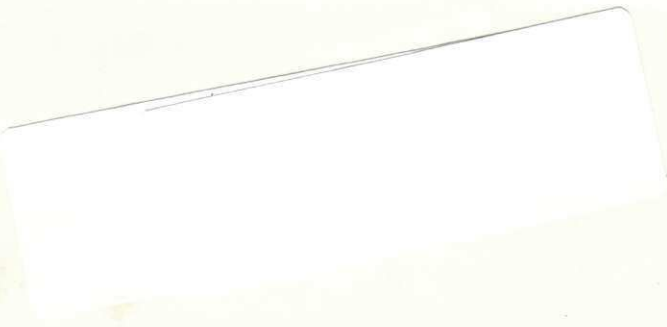
Comissão:

S. Rabbani
Prof. SOHEIL RAHNEMAY RABBANI
M.Sc.

J. do Carmos Ramos
JORGE DO CARMOS RAMOS - M.Sc.
DSB/TC - SUDENE.

DIGITALIZAÇÃO:
SISTEMOTECA - UFCG

CAMPINA GRANDE
ESTADO DA PARAIBA - BRASIL
NOVEMBRO - 1976



A memoria de meu irmão Alberto,
e a meus pais.

SISTEMA DE MÃO ÚNICA CONSIDERANDO
A CAPACIDADE DA REDE VIÁRIA

Dissertação de Mestrado

by

AMARO MONTEIRO DE CARVALHO FILHO

R E S U M O

Nêste estudo, sistemas de mão-única são discutidos, do ponto de vista da capacidade da rede viária.

A capacidade da rede viária é definida como o número máximo de veiculos que pode viajar facilmente, sem congestionamentos grandes e sem paradas significativas.

Isso pode ser determinado, pela aplicação do Método da Divisão de Alocação de Tráfego, no qual o total de viagens OD é incrementado pouco a pouco, mantendo-se o padrão OD constante.

Atravês dêsse estudo, pode-se concluir que é consideravelmente difícil encontrar-se um bom sistema de mão única, possível de aumentar a capacidade da rede viária.

ONE-WAY SYSTEM CONSIDERING
THE CAPACITY OF ROAD NETWORK

M.Sc. Dissertation

by

Amaro Monteiro de Carvalho Filho

A B S T R A C T

In this study, one-way systems are discussed from viewpoint of road network capacity.

The road network capacity is defined as the maximum number of vehicles that can travel smoothly without heavy congestion and unreasonable stoppings.

This can be determined by application of Division Method of traffic assignment in which the total OD trips are increased little by little keeping the constant OD pattern.

Through this study it can be concluded that it is considerable difficult to find a good one-way system possible to increase the road network capacity.

A G R A D E C I M E N T O S

Ao seu Orientador YASUNORI IIDA, Professor da Kanasawa University, Japão, pela prestimosa assistência durante a execução deste trabalho.

Ao Chefe do Departamento de Engenharia Civil, Professor HEBER CAMARGO FERREIRA e ao Professor JOSÉ SILVINO SOBRINHO pela atenção dispensada.

Ao Professor CARLOS ROBERTO SÁ DE SOUZA, do Departamento de Sistema, pelo apoio no processo computacional.

A MARGARIDA PINTO DE BRITO, pelo incentivo transmitido na elaboração deste trabalho.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação e a todos que direta e indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

I N D I C E

DEDICATORIA (ii)	
RESUMO (iii)	
AGRADECIMENTOS (v)	
CAPITULO 1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	01
CAPITULO 2 - <u>Capacidade de Rede Viária</u>	03
I - <u>Definição</u>	03
II - <u>Capacidades Utilizadas</u>	04
-Capacidade básica (04)	
-Capacidade Possível (04)	
-Capacidade Prática (05)	
III - <u>Fatôres que influenciam a capacidade do trafego.</u>	07
III.1 - FATORES DA ESTRADA.....	07
III.2 - FATORES DE TRÁFEGO.....	08
CAPITULO 3 - <u>Conceito Geral de Mão Única</u>	11
<u>RUAS DE MÃO ÚNICA</u>	
I - <u>História</u>	11
II - <u>Finalidade</u>	11
III - <u>Desvantagens do Sistema de Mão Única</u>	14
IV - <u>Ruas de Mão Única Reversíveis</u>	16
V - <u>Capacidade de Interseção de ruas de mãos única.</u>	16
VI - <u>Projeto de Sistemas de Mão Única</u>	18
VII - <u>Estudo da Viabilidade de Mão Única</u>	21
VIII - <u>Condições Especiais Garantindo o uso de ruas de</u> <u>Mão Única</u>	22
IX - <u>Apresentação de Resultados obtidos com ruas de</u> <u>mao unica</u>	23
CAPITULO 4 - <u>Modelo para Determinar a Capacidade de Rede Viária</u>	26
I - <u>Método da Divisão</u>	26
II - <u>Algoritmo para o Método da Divisão</u>	27
III - <u>Ideia do Procedimento do Método da Divisão</u>	28
IV - <u>Exemplos Numéricos de Introdução de Sistemas de</u> <u>mao unica</u>	39
IV.1 - <u>REDE VIARIAS ESTUDADAS</u>	39
- A N E X O	40
CAPITULO 5 - <u>CONCLUSÃO</u>	50
CAPITULO 6 - <u>SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS</u>	52

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
Coordenação Setorial de Pós-Graduação
Rua Aprígio Veloso, 882 - Tel (083) 321 7222-R 355
58.100 - Campina Grande - Paraíba

CAPÍTULO 1

I N T R O D U Ç Ã O

Como sabemos a demanda de tráfego em áreas urbanas, cresce continuamente. Tornando-se assim um problema.

No Brasil, como na maioria dos países, a maioria das cidades não são planejadas, conseqüentemente, não estão aptas a absorver as demandas de tráfego existente. Daí surgem grandes dificuldades de movimento. Aumentando o número de acidentes, envolvendo veículos e pedestres e o tempo de viagem para realizar uma OD (Origem-Destino). Acarretando prejuízos financeiros como o desperdício de combustível.

É portanto, de extraordinária importância, a discussão do limite superior da demanda de tráfego, para o qual uma rede viária possa funcionar em boas condições. Este problema é relacionado ao da capacidade da rede.

Em busca de uma melhora para a rede viária, os departamentos competentes procuravam introduzir mudanças na rede, com a finalidade de reduzir congestionamentos e demoras no tráfego e aumentar a capacidade da rede. Entre estas mudanças está a introdução de um sistema de mão única.

Em geral estes departamentos introduzem sistema de mão única a uma rede sem avaliar o aumento na capacidade. Se este aumento não é obtido, procura-se realizar outras modificações. Estas mudanças confundem os motoristas, já familiariza-

zados com o sistema anterior, causando vários transtornos.

Estamos apresentado neste trabalho, uma maneira de avaliar a capacidade da rede ao se introduzir sistemas de mão única, antes de por em práticas tais introduções. O que nos permite optar pela modificação que apresenta maior capacidade, fazer uma campanha publicitária sobre a modificação, para que os motorista tomem conhecimento, e então executá-la.

No cálculo do volume de tráfego de OD para a capacidade é usado o Método da Divisão ou Método de Atribuição Incremental. Este método admite inicialmente que a demanda de tráfego é nula e que o tempo de viagem é determinado nesta situação. Após a escolha da melhor rota de OD (aquela de menor tempo de viagem), é atribuído tráfego aos arcos usados nesta rota.

O processo de cálculo estará concluído quando houver impossibilidade de realizar ao menos uma OD, sem passar por algum arco saturado.

Apresentamos duas redes viárias - Em uma delas não conseguimos através da introdução de sistema de mão única aumentar a capacidade além daquela apresentada quando toda a rede trabalha em mão dupla. Na segunda ao se introduzir sistema de mão única conseguimos, num único caso, uma capacidade superior a de mão dupla.

O objetivo deste trabalho é através do computador, utilizar o Método da Divisão para avaliar se ao introduzir um sistema de mão única, estamos beneficiando ou não a rede viária existente. Estes benefícios são observados através do aumento da capacidade da rede viária e avaliados pelo aumento do volume de tráfego para a capacidade.

CAPITULO 2

CAPACIDADE DE REDE VIÁRIA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
Coordenação Setorial de Pós-Graduação
Rua Aprígio Veloso, 832 - Tel (083) 321 7222-R 355
68.100 - Campina Grande - Paraíba

I - DEFINIÇÃO

É o número máximo de veículos que podem passar sobre uma dada seção de uma faixa ou de uma rodovia, em uma ou em ambas direções para uma estrada de duas faixas, durante um da do período de tempo de acordo com as condições gerais da rodovia e do tráfego. Um estudo de capacidade de rede viária, é um estu do quantitativo e qualitativo, o qual permite a avaliação da qua lidade e conveniência do serviço que está sendo provido pela via aos veículos(1). Até agora muitas pesquisas foram realizadas pa ra conseguir-se com exatidão a capacidade de tráfego. Na etapa i nicial (1920-1930) a capacidade obtida, foi baseada na relação da velocidade (km/hora) com o Headway mínimo dessa velocidade.

Mas, a capacidade assim obtida, às vezes exce dia o valor observado praticamente, então, serviu apenas como uma informação para o planejamento.

Por outro lado, baseado no conteúdo das obser vações do fenômeno de tráfego, foi descoberto que, quando a den

sidade de tráfego, é pequena e a velocidade alta, a relação entre a capacidade e a velocidade é linear. Essas pesquisas foram feitas nos E.U.A., onde o tráfego de automóveis desenvolveu-se bastante. Com essas pesquisas, foram colecionados muitas informações e com elas, foi publicado em 1949 o Higaw Capacity Manual, (H.C.M) o qual foi usado para planejamento de estradas e manejo do tráfego.

As análises de Capacidade são dados iniciais de avaliação para muitos engenheiros de transportes, mostrando:

1. Deficiências no sistema viário existente, podem ser analisadas comparando-se os volumes de tráfego com a capacidade das vias existentes.
2. Mudanças propostas num sistema de ruas existentes, tais como: Mudanças no traçado geométrico, sinalização, sentido único, devem todos serem avaliados por seus efeitos na capacidade.
3. O projeto de novas vias, deve geralmente ser baseado em análises da capacidade, justamente com as demandas projetadas.

II - CAPACIDADES UTILIZADAS

O H.C.M. original utiliza três termos de capacidade:

1. **Capacidade Básica** - era o número máximo de veículos que podiam passar num ponto dado, em uma faixa ou rodovia, sob tráfego e condições da rodovia, ambas ideais, em uma hora.

Condição da rodovia refere-se as características físicas da estrada, a qual não muda. Condições de tráfego refere-se as características do tráfego usando a rodovia, o qual pode mudar de hora em hora.

2. **Capacidade Possível** - Como anteriormente definida, para condições de tráfego e rodovia, eficazes.

3. **Capacidade Prática** - referia-se ao número máximo de veículos que podia passar em um ponto, em uma hora, sem causar razoável atraso, restrição ou perigo de acidentes.

O novo H.C.M. modificou o termo Capacidade Básica para Capacidade sob Condições Ideais. As condições ideais de tráfego da estrada, predominantes, são caracterizadas por:

1. Fluxo interrompido, livre de interferências laterais de veículos e pedestres.
2. Somente veículos na corrente de tráfego
3. Faixas de tráfego de 6 metros com acostamento e a não existência de obstruções laterais, dentro de 1,8 metros da borda do pavimento.
4. Para rodoviárias rurais, o alinhamento horizontal e vertical (greide) deve ser satisfatório para velocidades de 112 km/h, ou maiores, e não deve haver proibições de ultrapassagem.

O termo Capacidade Prática foi mudado para nível de serviço. Nível de serviço está associado a diferentes condições de operação que ocorre em uma via quando ela acomoda vários volumes de tráfegos. É uma medida qualitativa do serviço que é oferecido ao motorista, de acordo com as condições apresentadas pela estrada. Portanto o nível de serviço expressa a influência dos seguintes elementos.

1. Velocidade e tempo de viagem
2. Interrupções de tráfego
3. Liberdade de manobras
4. Segurança (acidente de tráfego e possibilidade de acidente)
5. Conforto e facilidade de viagem
6. Economia de viagem

Praticamente não podemos considerar todos os

elementos, inclui-se apenas elementos de grande influência. No Comitê de H.C.M., escolheu-se principalmente velocidade, tempo de viagem e obstáculo para o tráfego como os elementos que tem grande relação com o nível de serviço. (1)

Seis níveis de serviço foram estabelecidos, designados pelas letras A, B, C, D, E, F, mostrando do melhor ao pior serviço em termos da satisfação do motorista. Para uma dada via, diferentes níveis de serviços serão selecionados para prover as características apropriadas de operação dos componentes da via. Divisão dos níveis de serviço.

1. Nível "A" de Serviço - A condição do tráfego apresenta pouco volume de tráfego e fluxo livre com velocidade alta, então a densidade de tráfego é baixa e a velocidade determina-se através da vontade do motorista e da limitação da velocidade ou condições física da estrada.
2. Nível "B" de Serviço - Condição do tráfego dentro da condição estabelecida e a velocidade começa a ser limitada, dependendo da condição do tráfego.
3. Nível "C" de Serviço - Condição do tráfego dentro da condição estabelecida mas, a velocidade e liberdade de performance são limitadas quase que totalmente.
4. Nível "D" de Serviço - A condição fica instabilizada e recebe influência através da variação da condição de operação na estrada, mas, o motorista ainda pode manter a velocidade.
5. Nível "E" de Serviço - Esse nível de serviço não pode expressar-se somente através da velocidade e mostra a condição de operação na estrada com velocidade mais baixa do que no caso do nível "D".
6. Nível "F" de Serviço - Este nível apresenta velocidade baixa e densidade alta de tráfego, mostrando fluxo restrito, então o volume de tráfego é menor do que a capacidade de tráfego. (2)

III - FATORES QUE INFLUENCIAM A CAPACIDADE DO TRÁFEGO

Praticamente a condição atual da estrada e do tráfego não se enquadra na condição ideal; então quando determinamos a capacidade do tráfego, temos que modificar o valor da capacidade sob condições ideais do tráfego, de acordo com a condição prática dessa estrada.

Os fatores que influenciam a capacidade do tráfego classificam-se em duas classes, como fatores da estrada e fatores do tráfego, mas na prática eles influenciam conjuntamente.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
Coordenação Setorial de Pós-Graduação
Rua Aprício Veloso, 822, Tel. (33) 321 7222-R 355
58 100 - Camp. Ufpa - Paraíba

III.1 - FATORES DA ESTRADA

1. Largura da faixa - Determina-se os coeficientes de modificação, da mesma maneira como mostrado no quadro a seguir:

LARGURA DA FAIXA (Pé)	PROPORÇÃO DA CAPACIDADE DA FAIXA DA ESTRADA INDICADA, COM A CAPACIDADE DE FAIXA DE 12 PÉS	
	ESTRADA COM DUAS FAIXAS	AUTO-ESTRADA
12	100	100
11	88	97
10	81	91
9	76	81

2. Acostamento - A largura do acostamento deve ser suficiente, a fim de se obter um fluxo de tráfego com capacidade contínua.
3. Condição da plataforma da estrada - A má condição da plataforma influencia no conforto, características econômicas e segurança da viagem, mas desde que a velocidade do veículo não seja menor que a velocidade crítica (30 milhas/hora), pode-se ignorar a influência da plataforma da estrada.

4. Greide da estrada - Uma seção com Greide acentuado, influencia a capacidade do tráfego, da seguinte maneira:
- a) As chances de ultrapassagem decrescem, causadas pela falta de distância visual.
 - b) A distância de frenagem é diferente da distância em uma seção plana. Portanto, os intervalos mínimos entre os veículos para manter uma certa segurança, é também diferente.
 - c) A velocidade de um veículo numa seção com rampa ascendente, é menor do que a velocidade numa seção plana, quando a seção de rampa ascendente é longa.

A influência de Greide é em especial grande para o caso de caminhões e ônibus. Para automóveis, quando esse Greide tem inclinação menor que 7%, a influência na capacidade pode ser ignorada, porque é muito pequena.

III.2 - FATORES DE TRÁFEGO

Os fatores do tráfego tem relação com: espécies de veículos e suas porcentagens, costumes do motorista e controle do tráfego. Os fatores são:

1. Caminhões e ônibus - Caminhões e ônibus ocupam espaços em uma estrada e suas velocidades decrescem, quando estão em uma seção com rampa em ascensão, decrescendo portanto, a capacidade. Essa influencia depende da proporção dos veículos perante o total de veículos, o número de faixas e a inclinação do Greide. (3).

A função capacidade (ou função tempo de viagem), designa a habilidade do tráfego na seção da estrada, por unidade de tempo e é apresentada na figura 1. Esta função é chamada função capacidade porque a capacidade da seção da estrada esta representada em termos de tempo de viagem, associado com o volume de tráfego.

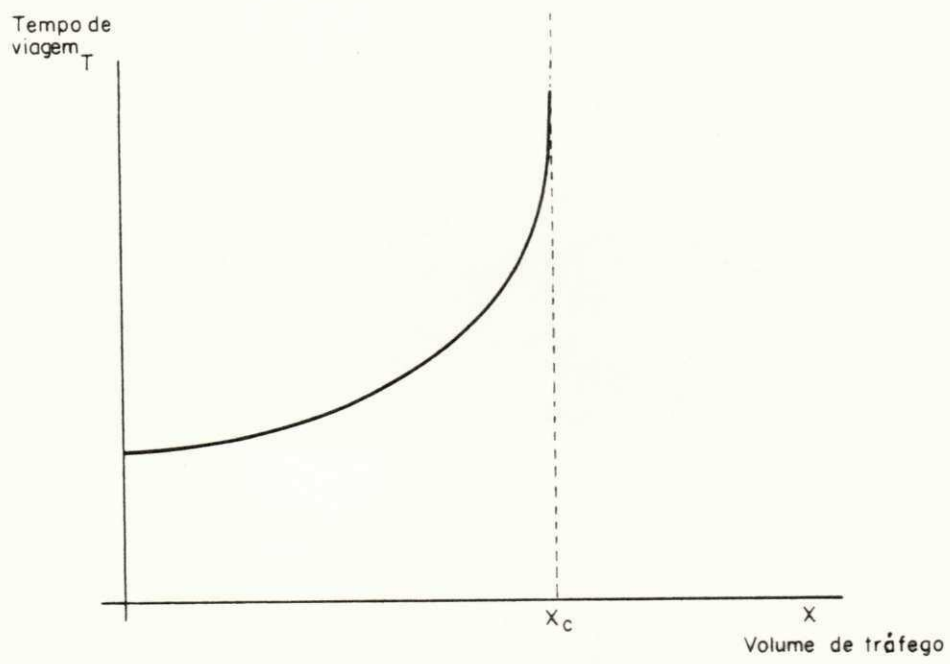


Fig. 1- Função capacidade.

Devemos notar que, a alocação de tráfego descreve somente uma expectativa do fenômeno de tráfego repetir-se muitas vezes na rede viária. Conforme mostrado na fig. 1, os tempos de viagens T , aumentar com o crescimento do volume de tráfego X , e torna-se infinitamente grande, se o volume de tráfego excede o valor de X_c .

X_c (capacidade de tráfego da seção da estrada) é definido como o máximo volume de tráfego, para o qual todas as viagens na seção podem ser realizadas sem demoras. Em outras palavras, X_c pode ser considerado como a capacidade prática definida em engenharia de tráfego.

Volumes de tráfego de Origem-Destino (OD) podem ser representados pelo produto da tabela unitária de OD (ou OD padrão) P , e o número total de viagens de OD, N . se N é suficientemente grande na alocação, algumas demandas de tráfego, nas seções da estrada, irão ultrapassar suas capacidades. Então se qualquer sub-conjunto de seções saturadas da estrada faz um cat-set na rede viária, na qual fluxos não são orientados, podemos dizer que N (ou $N.P$) está além da capacidade da rede, porque em situação semelhante, levamos um tempo exorbitantemente grande para realizar as viagens OD separadas pelo cat-set. Portanto, não podemos viajar através daquela seção. Daí, podemos definir N_c (ou $N_c.P$), o qual faz um cat-set aparecer primeiro no processo de aumento de N , como sendo a capacidade da rede viária. Em outras palavras, N_c é o número total máximo de viagens OD, para o qual toda viagem OD pode ser realizada regularmente sob todas as capacidades das rotas. (4)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
Coordenação Setorial de Pós-Graduação
Rua Aprígio Veloso, 882 Tel (830) 321-7222-R 355
58 100 - Campina Grande - Paraíba

CAPÍTULO 3

CONCEITO GERAL DE MÃO ÚNICA

RUAS DE MÃO ÚNICA

I - HISTÓRIA

Arqueologistas descobriram que ruas de mão única foram usadas na antiga Pompeii, fazendo esta, a mais antiga forma de controle de tráfego. Nos dias atuais da América, as primeiras ruas de mão única, foram instaladas na Philadelphia em 1906, seguida de perto por New York em 1907 e Boston em 1908. No moderno manuseamento de tráfego, ruas de mão única são geralmente a medida mais importante num sistema compreensivo para uma área onde fatores como: retornos ou dobras não são permitidos, restrições de carregamento e espera são impostas, há sinais de tráfegos ligados e cruzamento de pedestres sinalizados ou não, estão incluídos.

II - FINALIDADE

O estabelecimento de ruas de mão única, é

uma técnica operacional usada para aumentar capacidade, reduzir congestionamentos e demoras pela facilidade de movimento, dentro e através de uma rede viária existente. Experiências em Londres, mostram que sistema de mão única também reduzem acidentes.

A maioria das atuais áreas urbanas, utilizam algumas ruas de mão única, para acarretar melhoramentos ao fluxo de tráfego e a segurança. Tais melhoramentos são acarretados como segue:

1. O número de pontos de conflitos, entre veículos nas interseções, é reduzido. Por exemplo, como é mostrado na figura 2 na junção de duas ruas de mão dupla, há 16 pontos de conflitos entre veículos. São reduzidos para 7 se uma das ruas é feita mão única e para 4 se ambas as ruas forem feitas de mão única. Redução de conflitos reduz demoras, aumentando a capacidade e torna a junção mais segura, para veículos e pedestres.

A tabela 1, apresenta uma comparação dos conflitos entre as rotas dos veículos sobre várias combinações de operações de mão única e mão dupla e número variantes de vias.

Em caso favorável, por exemplo junções em T e junções em Y, os conflitos de veículos podem ser completamente removidos, permitindo a junção correr descontrolada ou ser controlada somente para pedestres como ilustrado na figura 3. Desde que, a capacidade de ruas em áreas urbanas é geralmente dependente da capacidade das interseções, operações de mão única em uma ou mais ruas, é uma maneira disponível de reduzir o número de possíveis movimentos de tráfego, particularmente quando os sinais de controle são obedecidos.

2. O fluxo de tráfegos em ruas de mão única permite maiores velocidades operacionais. Isto é adicionado pela possibilidade de ligar os sinais, relacionando essas velocidades maiores aos espaços irregulares entre as interseções. Um resultado típico em Londres dobrou a velocidade média de 8-10 milhas/h, para 16-20 milhas/h.
3. Veículos estacionados, incluindo paradas de ônibus, são geral

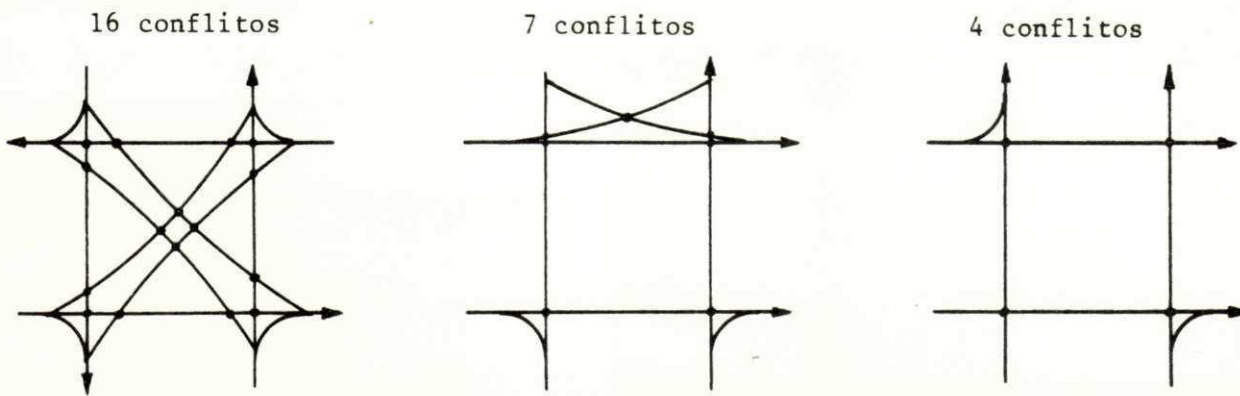


FIG. 2 - REDUÇÃO DE CONFLITOS DE VEICULOS EM UM CRUZAMENTO DE RUAS

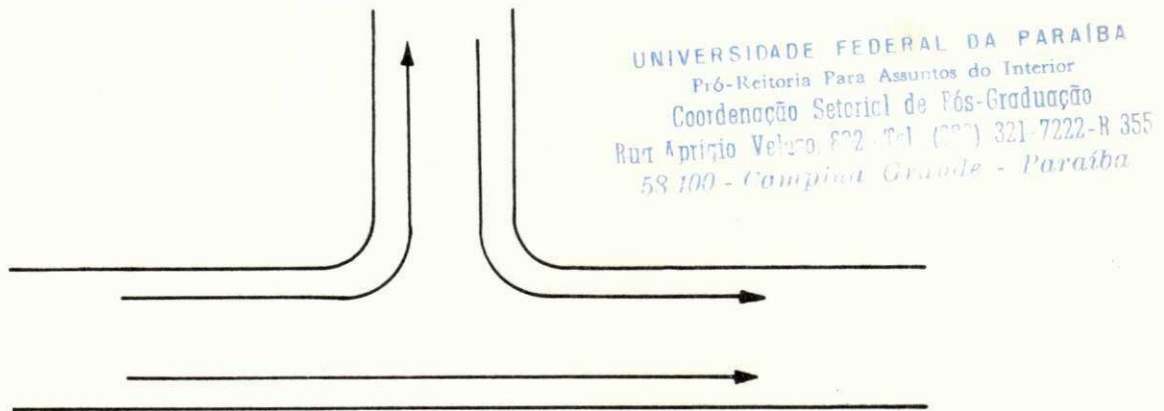


FIG. 3 - ELIMINAÇÃO DE CONFLITOS DE VEICULOS EM UMA JUNÇÃO em T

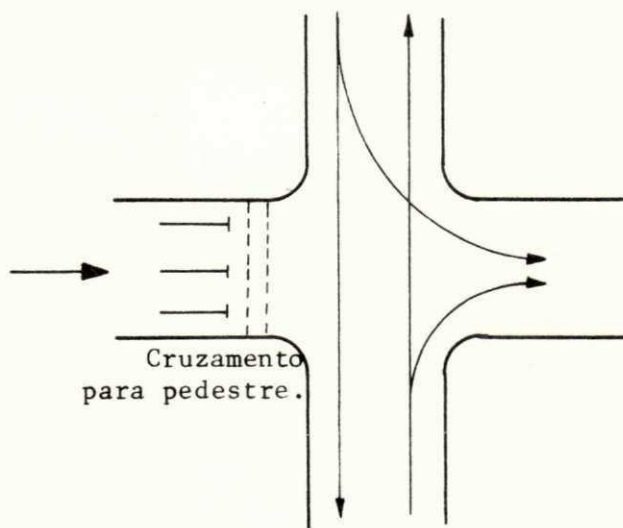


FIG. 4 - CRUZAMENTO PROTEGIDO PARA PEDESTRE ENQUANTO O TRÁFEGO FLUI DE UM LADO DA RUA.

mente menos trabalhosos, quando a largura total é disponível para uma direção de viagem do que quando somente é permitido trafegar em uma faixa.

4. Pedestres podem fazer um cruzamento completamente protegidos em uma rua de mão única, enquanto que o tráfego flui de um lado da rua sem perda de tempo de sinal, como mostrado na figura 4.
5. Manobras de estacionamento tendem a ser menos perigosas e obstrutivas, quando todos os veículos estão trafegando em uma mesma direção.

Os resultados que foram obtidos de um sistema de mão única em Londres, apresentam os seguintes pontos importantes: (6)

- a) Acidentes, em particular acidentes envolvendo pedestres, foram reduzidos após a introdução do sistema.
 - b) Geralmente maiores volumes de tráfego foram manuseados após a introdução do sistema.
 - c) Comparada ao custo da introdução do sistema, a redução na demora dos veículos, proporcionada pelo retorno econômico, foi extremamente alta. Em média, o capital empregado em um sistema leva 6 meses de operação para retornar.
6. Elimina praticamente a possibilidade de colisões frontais, e totalmente o inconveniente farol dos veículos, que trafegam em sentido contrário.

III - DESvantagens DO SISTEMA DE MÃO ÚNICA

Um sistema de mão única tem o número de desvantagens que devem ser cuidadosamente calculadas contra as vantagens, quando um sistema está sendo planejado. As desvantagens mais importantes são: (6)

1. Embora o trabalho de mão única aumente a capacidade da rede,

fluxos extras são gerados por tráfegos locais que necessitam cruzar ambas as ruas complementares, para realizar o objetivo da viagem. Se este tráfego local é predominante, o fluxo extra gerado pode cancelar o aumento na capacidade.

2. Muitos veículos tem que viajar maiores distâncias em um sistema de mão única. Estes, como os ônibus, que não podem desenvolver grandes velocidades, levam um tempo maior para atravessar o sistema, embora a maioria dos veículos levem menos tempo, apesar da distância extra.
3. Alguns ônibus podem ser retirados de seus principais objetivos, tais como estações ferroviárias ou centro de lojas, forçando os passageiros andarem maiores distâncias para os locais de parada. Entretanto, outros podem ser beneficiados pela rerotinação. A perda ou ganho líquido de uma rede, dependerá, se os ônibus estão primitivamente servindo premissas de determinadas ruas ou a uma área como um todo.
4. Operações de mão única as vezes envolvem o uso de ruas residenciais, acarretando transtornos. Isto pode ser sério, quando veículos pesados são divergidos para essas ruas a noite. Hospitais e escolas podem ser eventualmente afetados.
5. A eliminação dos movimentos de dobra em algumas interseções, aumenta o volume do tráfego de dobra em outras. Isto pode criar novos problemas de controle, ou mover velhos problemas para novos locais.
6. A instalação inicial requer extensiva publicidade para alterar os hábitos dos motoristas. Após novos padrões de tráfego serem estabelecidos, grandes dificuldades são experimentadas pelos motoristas familiarizados com o anterior tráfego da área.
7. Turistas na área ficam frequentemente confusos, principalmente em área com extensivo sistema de mão única, desprovido de padrão uniforme. Ajuda adicional na forma de sinalização de guia e mapas atuais, são necessários para reduzir a confusão.

8. Reclamações são as vezes feitas sobre a possível perda de comércio resultante da operação de mão única. Mas não há evidências positivas disto.

IV - RUAS DE MÃO ÚNICA REVERSÍVEIS

Quando uma artéria tem um extremo desbalanceado em fluxo direcional, durante as horas de pico, e não há rua adjacente capaz de ser utilizada como uma de um par de ruas de mão única, operação reversível pode ser útil, quando:

- a) O fluxo em uma direção excede 80% do fluxo total
- b) O fluxo menor pode ser acomodado por outras ruas
- c) É necessário a operação sob mão única, durante os períodos de pico e mão dupla durante os períodos de não pico.
- d) Ruas estão sendo reconstruídas e ambas as direções de tráfegos não podem ser acomodadas durante os períodos de pico.

V - CAPACIDADE DE INTERSEÇÃO DE RUAS DE MÃO ÚNICA

- 1 - A capacidade de ruas de mão única foi estudada em Worthington na interseção da rua 13 N-W com várias ruas menores de mão única e mão dupla (7). A rua 13 opera em mão única em direção ao centro pela manhã e em direção a periferia, à noite. Em outros tempos, ela opera sob mão dupla. O estacionamento é permitido em um lado, quando ela assim está operando. Os resultados dos estudos das capacidades estão ilustrados na fig. 5.

A capacidade do cruzamento de ruas, quer seja mão única ou mão dupla, é maior quando a rua 13 opera em mão única do que quando opera em mão dupla, por causa da redução nos conflitos de dobras.

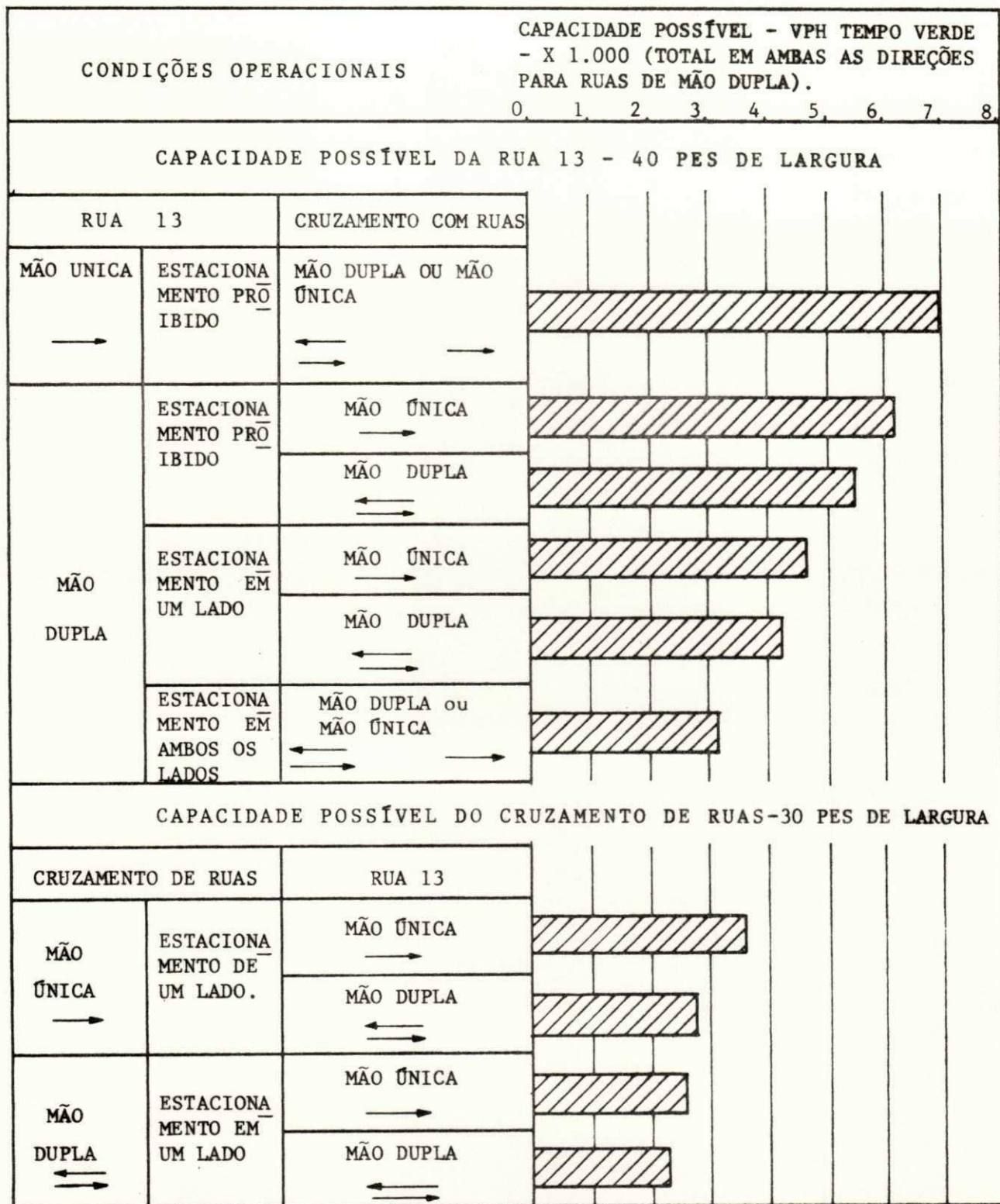


FIG. 5 - CAPACIDADE DE RUAS COM CONTORNOS DE SINAL RELACIONADOS COM A OPERAÇÃO DIRECIONAL E CONDIÇÕES DE ESTACIONAMENTO (5)

VI - PROJETOS DE SISTEMA DE MÃO ÚNICA

O primeiro requerimento óbvio, antes de uma rua de mão única ser trazida em operação, é que deverá existir uma rua complementar para levar o tráfego deslocado. Com um padrão uniforme de ruas isto é automaticamente usado, mas, com um padrão irregular, como na maioria das cidades, algumas vezes não encontra-se uma alternativa razoável. A rua complementar deverá ter capacidade suficiente para fluir o tráfego deslocado, e para realizar isto, ela também é feita mão única. Assim ruas de mão única, geralmente são encontradas aos pares. Dificuldades podem ainda ocorrer se a rua complementar é mais estreita do que a rua principal, conforme ilustrado na fig. 6. Mesmo quando a rua complementar tem a mesma largura da rua principal, sobrecarregamento de uma rua e alívio da outra pode eventualmente acontecer nas horas de pico, se o fluxo estiver desbalanceado como mostra a fig. 7. Provavelmente as maiores dificuldades em estabelecer um sistema de mão única, ocorre nos terminais. Idealmente, as ruas deveriam convergir para formar junção em Y, conforme ilustrado a fig. 8. Se alguns terminais de ruas complementares forem em cruzamento de ruas, a posterior será solicitada por um considerável tráfego extra e a junção terá que manejar muito mais tráfego de dobra, fig. 9.

Se o terminal, como frequentemente ocorre, é sobre uma rua principal, a dificuldade pode ser muito grande. Interligação entre duas ruas complementares também pode criar problemas. Elas não deverão estar muito afastadas entre si (geralmente não mais que 1/4 de milha, e de preferência menos) nem trafegar com diferentes volumes de tráfego. Desde que a distância extra imposta no tráfego tem que ser compensada pelo aumento de velocidade, o projeto deverá ter como finalidade um mínimo de retorno. (5)

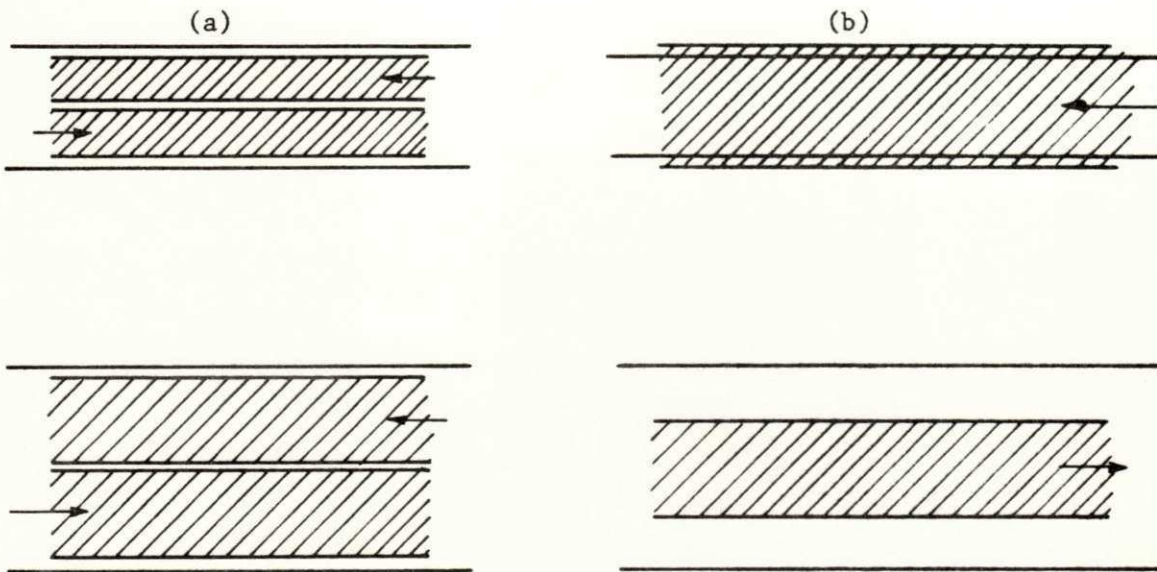


FIG. 6 - (a) RUAS DE LARGURAS DIFERENTES USANDO MÃO DUPLA
(b) MESMAS RUAS COM MESMO VOLUME DE TRAFEGO USANDO MÃO UNICA.

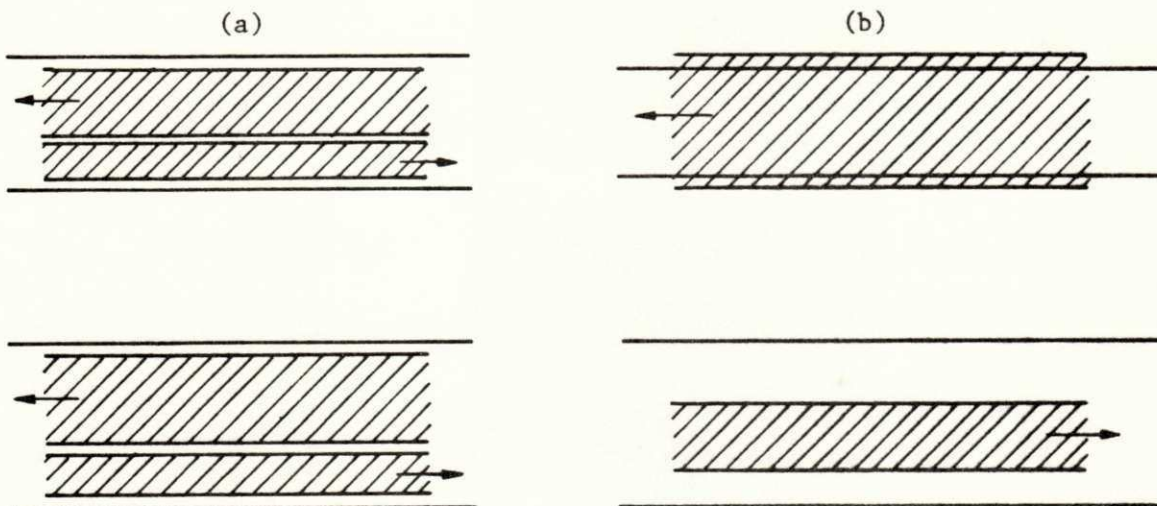


FIG. 7 - (a) RUAS DE MÃO DUPLA COM FLUXO PERIÓDICO
(b) MESMA RUAS COM MESMO FLUXO PERIODICO OPERANDO EM MÃO UNICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Pr.6-Reitoria Para Assuntos do Interior
Coordenação Setorial de Pós-Graduação
Rua Aprígio Veloso 852 Tel (81) 321-7222-R 355
58.100 - Campina Grande - Paraíba



FIG. 8 - ARRANJO IDEAL PARA RUAS DE MÃO ÚNICA.

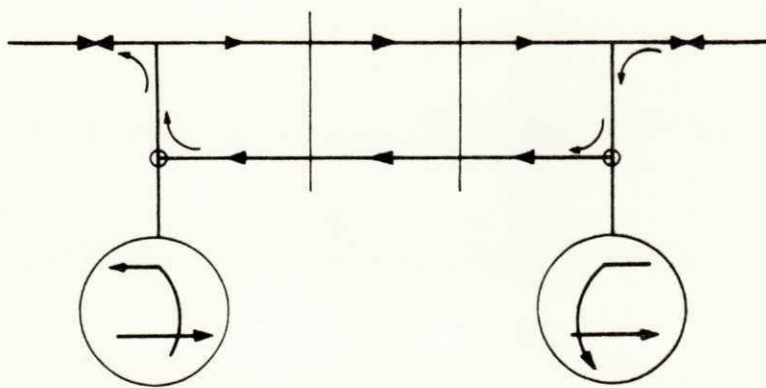


FIG. 9 - TRÁFEGO EXTRA DE DOBRA ADICIONADO A UMA JUNÇÃO DE CRUZAMENTO DE RUAS.

VII - ESTUDO DA VIABILIDADE DE MÃO ÚNICA

Em avaliação de engenharia, é necessário para determinar a viabilidade de operação em mão única de uma dada rede viária:

- 1 - Inventário físico para determinar:
 - 1.1 - Largura e adaptabilidade para operação de mão única.
 - 1.2 - Pontos terminais onde a conexão possa ser providenciada como necessário.
 - 1.3 - Operações de trânsito por dentro da rede.
 - 1.4 - Existência de dispositivos de controle de tráfego.
- 2 - Estudo do volume de tráfego em cada rua envolvida, incluindo:
 - 2.1 - Contagem direcional de tráfegos de hora em hora.
 - 2.2 - Contagem do movimento de dobra durante as horas de pico nas interseções criticadas.
 - 2.3 - No caso de um único par de ruas, ser considerado para operação de mão única, contagem adicional em outras ruas paralelas, são desejáveis, se algum tráfego divergiu em consequência do congestionamento existente.
- 3 - Estudo de velocidade e demoras nos períodos de pico e não pico, para providenciar informações sobre o completo tempo de viagem e as localizações e causas de maiores demoras.
- 4 - Estudo de estacionamento para determinar viabilidade de proibições em um ou em ambos os lados, durante todo o tempo, ou somente nas horas de pico para cada rua de rede existente.
- 5 - Estudo de sinais de tráfego para avaliar o melhoramento que pode ser ganho de uma operação de mão única.

- 6 - Análise de capacidades para obter capacidades comparativas das várias formas de alternativas de operação:
 - 6.1 - Restrições da capacidade do sistema existente.
 - 6.2 - Capacidade da rede existente.
 - 6.3 - Capacidade da rede com mão única
 - 6.4 - Capacidade com proibições de estacionamento.
 - 6.4.1 - Sistema existente
 - 6.4.2 - Sistema de mão única
- 7 - Estimativas da distância adicional de viagem e aumento no total de viagem na rede.
- 8 - Completo estudo da rotação de trânsito e localização de paradas.
- 9 - Investigação do efeito provável do movimento de veículos de emergência. (polícia, bombeiro, ambulância e etc).
- 10 - Análise da frequência, severidade e tipos de acidentes ao longo das ruas de mão única, com estimativas e possíveis de clínios ou aumentos.
- 11 - Avaliação econômica de custos dos tipos de operações em relação aos benefícios que são antecipados.

VIII - CONDIÇÕES ESPECIAIS GARANTINDO O USO DE RUAS DE MÃO ÚNICA

- 1 - Como parte de um desenho de uma Free-way
- 2 - Ruas muito estreitas, onde o movimento de mão dupla é impraticável.
- 3 - Movimento rotativo em torno de uma praça pública ou círculo de tráfego.

- 4 - Interseções complexas onde uma ou mais vias de acesso são feitas mão única longe da interseção. Este procedimento reduz o movimento de conflitos e simplifica a operação de sinalização.

IX - APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS OBTIDOS COM RUAS DE MÃO ÚNICA

- 1 - Sacramento, Califórnia, (8). Nove ruas Norte-Sul e dez ruas Este-Oeste feitas mão únicas em área central.
 - 1.1 - Aumento no volume de tráfego - 35 %
 - 1.2 - Aumento da velocidade média:
 - 1.2.1 - Hora de pico - 25 %
 - 1.2.2 - Hora de não pico - 62 %
- 2 - Los Angeles - Califórnia (8). Duas ruas principais feitas mão única.
 - 2.1 - Volumes com direção a Este, subiu 17%
Velocidade média subiu - 36 %
 - 2.2 - Velocidade com direção a Oeste subiu - 17%
Velocidade média subiu - 15 %
- 3 - New York (8). Mão única estabelecida na primeira e segunda avenida.
 - 3.1 - Tempo de viagem médio reduzido - 33 %
 - 3.2 - Número de paradas em avenidas transversas reduzido - 80 %
- 4 - Hollywood, Flórida (9). Distritos comerciais mudados para mão única em 1956.
 - 4.1 - Acidentes decresceram de 143 em 1956 para 70 em 1957.
 - 4.2 - Policiamento necessário para o controle durante os períodos de pico, foi reduzido 75% no ano seguinte.

4.3 - Reclamações de motoristas, recebidas pela divisão de tráfego sobre congestionamento, decresceram cerca de 60% no primeiro ano de operação.

5 - Houston, Texas (10). Mudanças na demora do tráfego e velocidade dos veículos após a implantação dos regulamentos de mão única em porcentagem

	DEMORAS DE VEÍCULOS	VELOCIDADE MÉDIA	VELOCIDADE TOTAL
Movimento de tráfego fora da hora de pico:			
• Todas as ruas	- 14	+ 7	+ 13
• Ruas de mão dupla	+ 1	+ 5	+ 4
• Ruas de mão única	- 35	+ 10	+ 26
Movimento de tráfego na hora de pico:			
• Todas as ruas	+ 6	+ 5	+ 8
• Ruas de mão dupla	- 3	+ 2	+ 4
• Ruas de mão única	- 13	+ 9	+ 20

6 - Modesto, Califórnia (11). Oito ruas totalizando uma extensão de 5 milhas convertidas em mão única em 1957. Segue comparação feita com o último ano priori a conversão:

	1º ANO	2º ANO
Tempo de viagem	Baixou 50%	Baixou 50%
Nº de acidentes	Baixou 10%	Baixou 28%
Pedestres acidentados	Baixou 57%	Baixou 29%

7 - CALAMAZOO, Michigan (12). Duas ruas principais convertidas em mão única em 1964. As velocidades de viagem aumentaram de 18.1 para 23.5 milhas/h. A demora média foi reduzida mais que 50%. Situação de acidentes melhorada.

8 - Portland, Oregon.

8.1 - 21 milhas postas em feito como mão única na área do centro da cidade que tem quadras de 200 pés quadrados.

8.2 - Os volumes de tráfego aumentaram de 12% a 105%, dependendo da rua.

8.3 - A velocidade de viagem de 6 mph, passou para 14 mph.

8.4 - Apresentou alguns problemas no movimento dos veículos de emergência.

8.5 - Foi bem sucedido e bem aceito.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
Coordenação Setorial de Pós-Graduação
Rua Adolpho Vellozo, 802 - Tel. (383) 321-7222-R 355
58.100 - Campina Grande - Paraíba

CAPITULO 4

MODELO PARA DETERMINAR A CAPACIDADE DE REDE VIÁRIA

I - MÉTODO DA DIVISÃO

Observando-se como um padrão de fenômenos sociais muda, podemos, de maneira geral, dizer que o comportamento do tempo de viagem em um arco na próxima etapa, depende da informação do comportamento do tempo de viagem na etapa atual. Exemplificando, se existe mesma demanda de tráfego na rede viária, alguns viajantes escolherão sua rota, a qual lhe parece mais desejável ou curta. Julgamento este, feito das condições de tráfego causada pela presente demanda de tráfego.(4).

O Método da Divisão ou Método da Atribuição Incremental, é o método no qual este conceito é considerado. A escolha deste método e sua conseqüente aplicação neste trabalho, deve-se as diversas vantagens oferecidas pela sua aplicação. Como também, a exatidão dos resultados por ele oferecidas. Citamos a seguir três vantagens oferecidas por este método:

1. Simplicidade do procedimento de cálculo.
2. Facilidade de usar o método em qualquer princípio de alocação de tráfego.

3. A exatidão dos resultados pode ser facilmente controlada, diminuindo o volume de tráfego atribuído e aumentando o valor do expoente da função capacidade.

Os demais métodos de alocação de tráfego existentes, restringem sua aplicação a um ou outro princípio de alocação de tráfego. Além de requerer grande tempo na realização dos cálculos, apresentam seu procedimento computacional mais complicado.

II - ALGORITMO PARA O MÉTODO DA DIVISÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
Coordenação Setorial de Pós-Graduação
Rua Aprígio Veloso, 822 - T. 1 (387) 321 7222-R 355
58 100 - Campina Grande - Paraíba

Fazendo:

NN - número de nós da rede viária.

N - número de arcos da rede.

DN - incremento de tráfego.

A(i), B(i), C(i) - constantes da estrada, para cada arco

X(i,j) - volume de tráfego a ser atribuído aos arcos usados em cada etapa.

T(i) - tempo de viagem nos arcos

Ja1 - número de etapas

LST(i,j) - matriz indicativa do número dos arcos entre dois nós adjacentes.

P(i,j) - matriz do volume de tráfego unitário de OD.

1. INICIALIZAÇÃO
Entrada dos valores de N , NN , DN , $A(i)$, $B(i)$, $C(i)$, LST .
2. CALCULO DO VOLUME DE TRÁFEGO
O volume de tráfego é atribuído a matriz $X(i,j)$.
3. ENCONTRAR O TEMPO DE VIAGEM ANTES DA PRIMEIRA ATRIBUIÇÃO
Sendo a demanda de tráfego igual a zero, atribui-se que $T(i) = B(i)$ e que $J_{a1} = 0$.
4. ATRIBUIÇÃO DE TRÁFEGO AOS ARCOS DE MENOR TEMPO DE VIAGEM
 $J_{a1} = J_{a1} + 1$.
5. PESQUISA POSSIBILIDADE DE VIAGEM
Indicando essa possibilidade em $KW(i,j) = 1$ é possível fazer viagem. Se não va para 9.
6. CALCULA O TEMPO DE VIAGEM DAS ROTAS DE OD E ESCOLHE A DE MENOR TEMPO DE VIAGEM.
7. CALCULA PARA CADA ARCO USADO, A DEMANDA DE TRÁFEGO DA ETAPA ATUAL E O TEMPO DE VIAGEM PARA ESTA ETAPA.
8. PARA CADA ARCO, TESTAR A DEMANDA COM A CAPACIDADE
Se for maior, fazer o tempo de viagem igual a 10^9 . Volte para 4.
9. SAIDA DOS RESULTADOS OBTIDOS NA ULTIMA ETAPA:
Demanda de tráfego e tempo de viagem para esta etapa.
10. SAIDA DO VOLUME DE TRÁFEGO PARA A CAPACIDADE DE CADA ARCO E DO VOLUME TOTAL DE TRÁFEGO PARA A CAPACIDADE.

Neste método se o uso de uma via é mudado de mão dupla para mão única, a capacidade do arco que concorda com o sentido da mão única é aumentado em 25%.

III - IDEIA DO PROCEDIMENTO DO MÉTODO DIVISÃO

O procedimento do Método de Divisão pode ser facilmente visualizado, através do exemplo que passaremos a mostrar. Consideremos a rede viária da Fig. 10, cujas constantes da estrada estão apresentadas na TABELA - 2.

As Fig. 11 e 12, apresentam a capacidade e o tempo de viagem dos arcos da rede. Este tempo de viagem é encontrado na condição de fluxo zero, ou seja, no estágio inicial da atribuição de tráfego.

A TABELA - 3 mostra o volume de tráfego de OD durante uma hora específica, entre cada par de nós. A TABELA - 4 é feita a partir da TABELA - 3 dividindo-se cada elemento desta tabela pelo total de viagem, $M=756$.

D \ 0	1	2	3	4	TOTAL
1		87	21	92	200
2	63		93	17	173
3	22	96		89	207
4	82	30	64		176
TOTAL	167	213	178	198	756

TABELA - 3 - VOLUME DE TRÁFEGO DE OD DURANTE UMA HORA ESPECÍFICA.

D \ 0	1	2	3	4	TOTAL
1		0.114	0.028	0.122	0.264
2	0.083		0.123	0.023	0.229
3	0.029	0.127		0.118	0.274
4	0.108	0.040	0.085		0.233
TOTAL	0.220	0.281	0.236	0.263	1.000

TABELA - 4 - VOLUME DE TRÁFEGO UNITÁRIO DE OD FEITA DA TABELA -3.

Passaremos agora aos cálculos das etapas de atribuição incremental de tráfego. Sendo a rota, escolhida em cada OD, pelo menor tempo de viagem. Por exemplo para realizar a OD 1→4 (1ª etapa) escolheu-se a rota 1-2-4, pelo fato desta rota apresentar o menor tempo de viagem.(4).

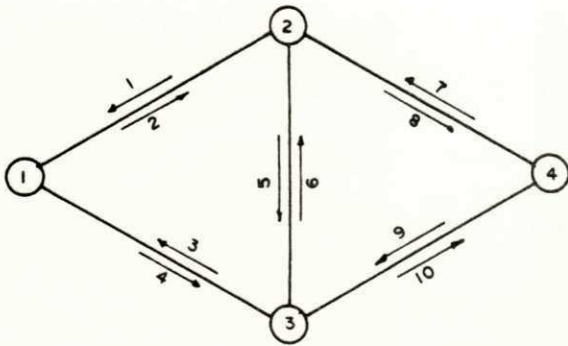


Fig. 10 - Rede viaria utilizada.

ARCO	A	B	C
1	1.5×10^{-2}	10.0	1000
2	1.5×10^{-2}	10.0	1000
3	1.1×10^{-2}	11.0	1000
4	1.1×10^{-2}	11.0	1000
5	1.8×10^{-2}	16.0	900
6	1.8×10^{-2}	16.0	900
7	1.6×10^{-2}	9.0	800
8	1.6×10^{-2}	9.0	800
9	1.0×10^{-2}	10.0	1000
10	1.0×10^{-2}	10.0	1000

TABELA - 2 - CONSTANTES DE ESTRADA.

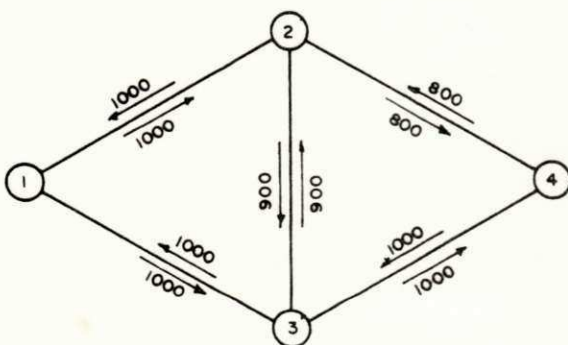


Fig. 11 - Capacidade da seção da estrada 6 carros (hora).

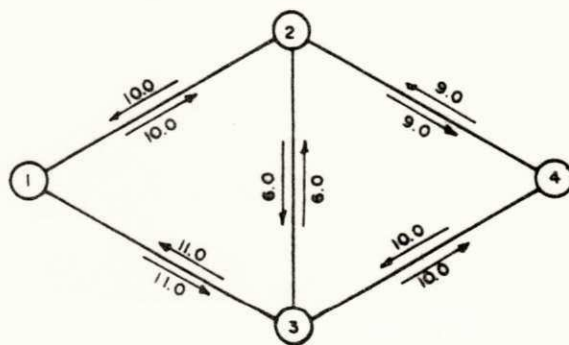


Fig. 12 - Tempo de viagem na seção da estrada na situação de fluxo zero (minutos.)

Em cada etapa é incrementado 2000 carros, sendo o volume de tráfego atribuído em cada OD, obtido pelo produto da tabela unitária e o incremento. As Fig. 13 e 14 apresentam os resultados da primeira etapa. A demanda de tráfego atual, $X_k^{(1)}$, é a soma da demanda anterior, $X_k^{(0)}$, com o volume atribuído, $\Delta X_k^{(1)}$. O tempo de viagem é obtido por:(4)

$$T_k = A_k \cdot X_k + B_k + \left(\frac{X_k}{C_k}\right)^{50}$$

onde:

- T_k - Tempo de viagem do arco k da rede (minutos)
- X_k - Volume de tráfego no arco k (carros)
quando $X_k = 0$, $T_k = B_k$
- A_k - Gradiente da função capacidade
(minutos/carros/horas)
- B_k - Tempo de viagem quando a demanda é zero
(minutos)
- C_k - Capacidade do arco k da rede C (carros/horas)

Quando a relação:

$$\frac{X_k}{C_k} < 1(\text{um})$$

(DESPRESA-SE ESTA RELAÇÃO).

PRIMEIRA ETAPA - A tabela abaixo mostra a atribuição de tráfego aos arcos usados na OD.

OD \ Arco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VOLUME DE OD A SER ATRIBUÍDO
1 - 2		228									$0.114 \times 2000 = 228$
1 - 3				56							$0.028 \times 2000 = 56$
1 - 4		244						244			$0.122 \times 2000 = 244$
2 - 1	166										$0.083 \times 2000 = 166$
2 - 3					246						$0.123 \times 2000 = 246$
2 - 4								46			$0.023 \times 2000 = 46$
3 - 1			58								$0.029 \times 2000 = 58$
3 - 2						254					$0.127 \times 2000 = 254$
3 - 4										236	$0.118 \times 2000 = 236$
4 - 1	216						216				$0.108 \times 2000 = 216$
4 - 2							80				$0.04 \times 2000 = 80$
4 - 3									170		$0.085 \times 2000 = 170$
$\Delta X_k^{(1)}$	382	472	58	56	246	254	296	290	170	236	
$X_k^{(0)}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$X_k^{(1)}$	382	472	58	56	246	254	296	290	170	236	
$T_k^{(1)}$	15.7	17.0	11.6	11.6	20.4	20.6	13.7	13.6	11.7	12.4	

Resultados obtidos na primeira etapa.

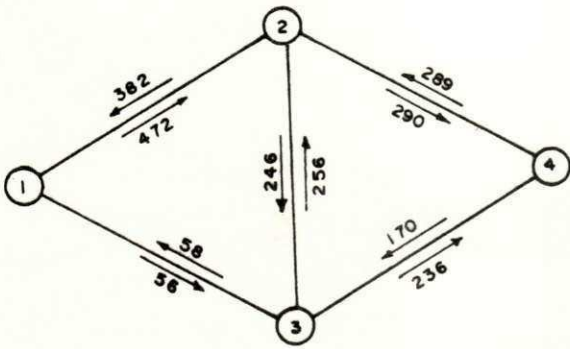


Fig. 13 - Demanda de tráfego nos arcos da estrada.

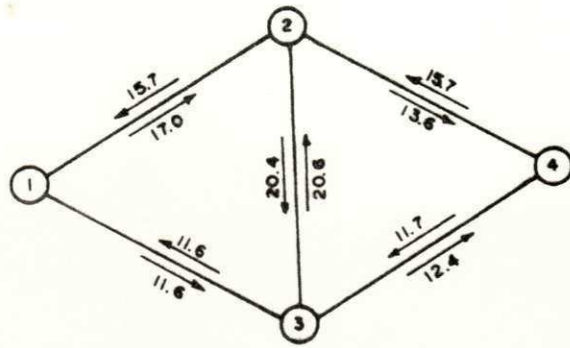
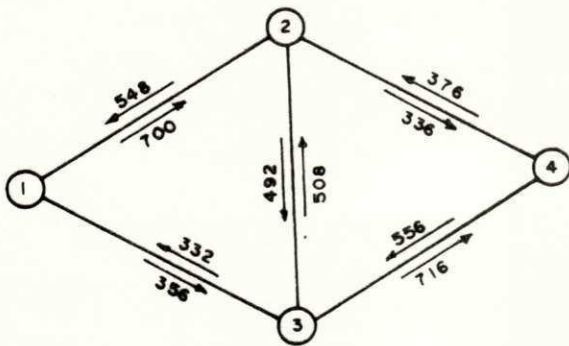
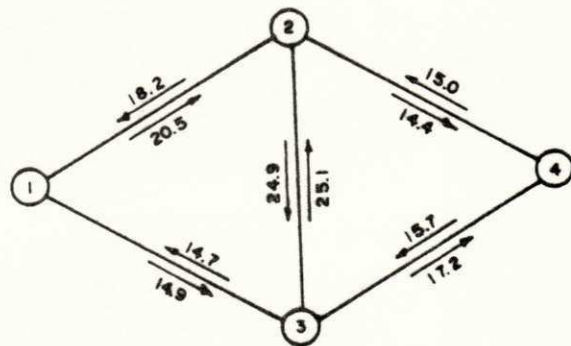


Fig. 14 - Tempo de viagem nos arcos da estrada.

Resultados obtidos na segunda etapa.



Demanda de Tráfego.



Tempo de Viagem.

SEGUNDA ETAPA

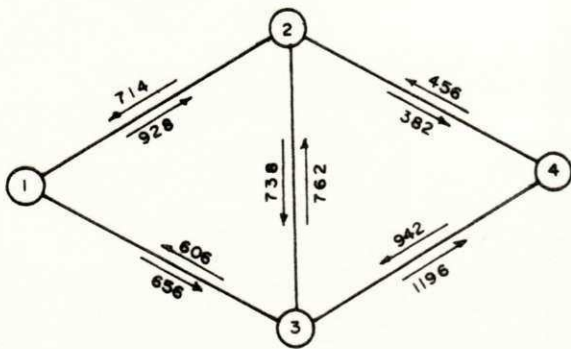
OD \ Arco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VOLUME ATRIBUIDO
1 - 2		228									228
1 - 3				56							56
1 - 4				244						244	244
2 - 1	166										166
2 - 3					246						246
2 - 4								46			46
3 - 1			58								58
3 - 2						254					254
3 - 4										236	236
4 - 1			216						216		216
4 - 2							80				80
4 - 3									170		170
$\Delta x_k^{(1)}$	166	228	274	300	246	254	80	46	386	480	
$x_k^{(1)}$	382	472	58	56	246	254	296	290	170	236	
$x_k^{(2)}$	548	700	332	356	492	508	376	336	556	716	
$T_k^{(2)}$	18.2	20.5	14.7	14.9	24.9	25.1	15.0	14.4	15.7	17.2	

TERCEIRA ETAPA - Nesta etapa aparece o primeiro arco saturado e demanda de trafego maior que a capacidade do arco), o arco 10. Torna-se portanto impraticavel uma viagem OD u utilizando este arco, pois seu tempo de viagem é grande. Em decorrência a partir desta etapa não sera atribuido mais trafego a este arco.

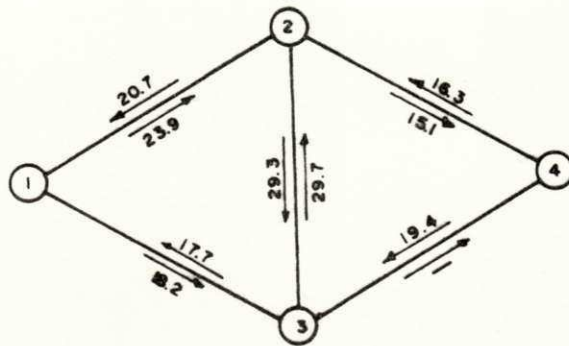
Arco OD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VOLUME ATRIBUIDO
1 - 2		228									228
1 - 3				56							56
1 - 4				244						244	244
2 - 1	166										166
2 - 3					246						246
2 - 4								46			46
3 - 1			58								58
3 - 2						254					254
3 - 4										236	236
4 - 1									216		216
4 - 2							80				80
4 - 3									170		170
$\Delta X_k^{(3)}$	166	228	274	300	246	254	80	46	386	480	
$X_k^{(2)}$	548	700	332	356	492	508	376	336	556	716	
$X_k^{(3)}$	714	918	606	656	738	762	456	382	942	1196	
$T_k^{(3)}$	20.7	23.9	17.7	18.2	19.3	19.7	16.3	15.1	19.4	-	

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
 Pró-Reitoria Para Assuntos do Tolerio
 Coordenação Setorial de Pós-Graduação
 Rua Aprígio Veloso, 882 - Tel (053) 321-7222 - II 355
 58.100 - Campina Grande - Paraíba

Resultados obtidos na terceira etapa.

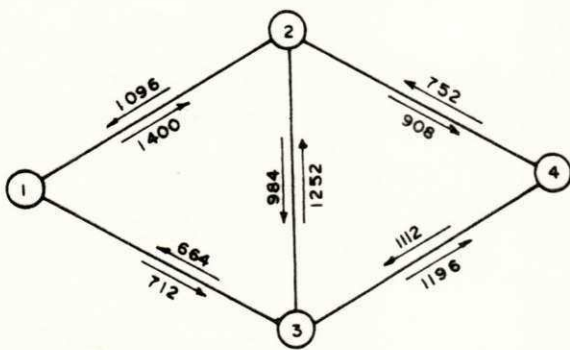


Demanda de Tráfego.

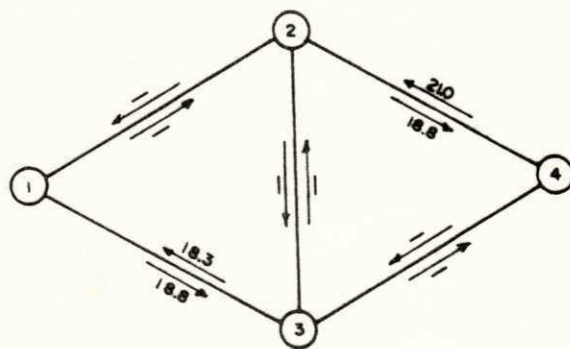


Tempo de Viagem.

Resultados obtidos na quarta etapa.



Demanda de Tráfego.



Tempo de Viagem.

QUARTA ETAPA

- O Método da Divisão para de atribuir tráfego nesta etapa. Os resultados mostram que as OD 1→2, 1→4, 2→1, 2→3, 2→4, 3→2, 3→4, 4→1 e 4→3 não podem ser realizadas sem passar por algum arco saturado. E que as OD 1→3, 3→1 e 1→4 podem fazer suas viagens vagarosamente. (O MÉTODO DA DIVISÃO ESTÁ CONCLUÍDO QUANDO NÃO SE PODE REALIZAR A OD DE PELO MENOS DOIS NOIS. NESTA ETAPA SEIS OD CHEGAM A SATURAÇÃO).

OD \ Arco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VOLUME ATRIBUIDO
1 - 2		228									218
1 - 3				56							56
1 - 4		244						244		244	244
2 - 1	116										166
2 - 3					246						246
2 - 4								46			46
3 - 1			58								58
3 - 2						254					254
3 - 4						236		236		236	236
4 - 1	216						216		216		216
4 - 2							80				80
4 - 3											170
$X_k^{(4)}$	332	472	58	56	246	490	296	526	170	0	
$X_k^{(2)}$	714	928	606	656	738	762	456	387	942	1196	
$X_k^{(4)}$	1096	1400	664	712	984	1252	752	908	1112	1196	
$T_k^{(4)}$	-	-	18.3	18.8	-	-	21.0	-	-	-	

Neste exemplo o número total de carros é dado por 2000 (número de carros incrementado em cada etapa vezes o número de etapas), e a demanda de OD para a capacidade da rede viária é obtida por $8000 \times P_{ij}$ como apresentado na TABELA - 5, onde P_{ij} é o elemento da OD i para j da TABELA - 4.

0 \ D	1	2	3	4	Σ
1		912	224	976	2112
2	664		984	184	1832
3	232	1016		944	2192
4	864	320	680		1864
Σ	1760	2248	1888	2104	8000

TABELA - 5 - TABELA DE OD PARA A CAPACIDADE DA REDE VIARIA.

(Volume total de tráfego para a capacidade=8000carros)

O Volume total de tráfego para a capacidade usado na prática é o volume apresentado acima menos o incremento de tráfego.(4).

Neste exemplo o volume usado na pratica é igual a 6.000 carros.

IV - EXEMPLOS NÚMERICOS DE INTRODUÇÃO DE SISTEMAS DE MÃO ÚNICA

Em ambas as redes que iremos operar, estamos admitindo que atualmente todos os arcos estão trabalhando em mão dupla.

Calculamos o volume total de tráfego para a capacidade da rede viária atual, e repetimos o cálculo toda vez que efetuamos modificações no sentido de introduzir sistemas de mão única. Lembramos que a capacidade dos arcos cujos sentidos concorda com o da mão única, é aumentada em 25%.

IV.1 - REDE VIARIAS ESTUDADAS (Vê ANEXO)

A Primeira rede viária, incrementamos em cada etapa 1500 carros. E apesar de serem efetuadas sete modificações não conseguimos obter um volume de tráfego para a capacidade, superior aquele obtido para a rede em seu estado atual.

A segunda rede viária, incrementamos 500 carros em cada etapa. Conseguimos na terceira modificação um volume de tráfego superior aquele apresentado quando toda a rede trabalha em mão dupla.

A N E X O

TABELA UNITARIA DO VOLUME TOTAL DE TRÁFEGO PARA A PRIMEIRA REDE VIÁRIA

0 \ D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0.0000	0.0069	0.0070	0.0077	0.0039	0.0034	0.0035	0.0056	0.0049	0.0059	0.0021	0.0029	0.0028	0.0021
2	0.0056	0.0000	0.0063	0.0034	0.0053	0.0038	0.0022	0.0031	0.0021	0.0014	0.0028	0.0033	0.0035	0.0043
3	0.0077	0.0070	0.0000	0.0062	0.0048	0.0066	0.0072	0.0056	0.0053	0.0042	0.0020	0.0024	0.0073	0.0065
4	0.0021	0.0014	0.0007	0.0000	0.0033	0.0050	0.0062	0.0070	0.0046	0.0055	0.0062	0.0051	0.0036	0.0063
5	0.0084	0.0057	0.0051	0.0034	0.0000	0.0041	0.0066	0.0100	0.0110	0.0084	0.0070	0.0028	0.0022	0.0045
6	0.0071	0.0086	0.0093	0.0067	0.0070	0.0000	0.0014	0.0024	0.0050	0.0056	0.0046	0.0034	0.0036	0.0028
7	0.0066	0.0060	0.0053	0.0045	0.0049	0.0029	0.0000	0.0027	0.0022	0.0043	0.0039	0.0030	0.0058	0.0055
8	0.0022	0.0034	0.0090	0.0079	0.0066	0.0051	0.0043	0.0000	0.0036	0.0051	0.0074	0.0076	0.0070	0.0062
9	0.0019	0.0035	0.0034	0.0060	0.0058	0.0063	0.0051	0.0023	0.0000	0.0053	0.0057	0.0077	0.0079	0.0073
10	0.0065	0.0060	0.0069	0.0065	0.0071	0.0076	0.0060	0.0050	0.0022	0.0000	0.0054	0.0058	0.0084	0.0076
11	0.0076	0.0074	0.0069	0.0070	0.0076	0.0088	0.0077	0.0069	0.0070	0.0053	0.0000	0.0029	0.0036	0.0064
12	0.0083	0.0088	0.0070	0.0066	0.0061	0.0055	0.0058	0.0062	0.0065	0.0079	0.0058	0.0000	0.0044	0.0053
13	0.0081	0.0076	0.0078	0.0074	0.0069	0.0062	0.0029	0.0048	0.0054	0.0071	0.0063	0.0062	0.0000	0.0046
14	0.0083	0.0076	0.0062	0.0069	0.0070	0.0082	0.0062	0.0055	0.0049	0.0065	0.0058	0.0061	0.0056	0.0000

CONSTANTES DA ESTRADA

A(1)	= 0.01700/B(1)	= 13./C(1)	= 1050.
A(2)	= 0.01700/B(2)	= 13./C(2)	= 1050.
A(3)	= 0.01800/B(3)	= 14./C(3)	= 1100.
A(4)	= 0.01800/B(4)	= 14./C(4)	= 1100.
A(5)	= 0.01500/B(5)	= 12./C(5)	= 950.
A(6)	= 0.01500/B(6)	= 12./C(6)	= 950.
A(7)	= 0.02000/B(7)	= 15./C(7)	= 1150.
A(8)	= 0.02000/B(8)	= 15./C(8)	= 1150.
A(9)	= 0.02100/B(9)	= 17./C(9)	= 1200.
A(10)	= 0.02100/B(10)	= 17./C(10)	= 1200.
A(11)	= 0.01900/B(11)	= 14./C(11)	= 1020.
A(12)	= 0.01900/B(12)	= 14./C(12)	= 1020.
A(13)	= 0.01400/B(13)	= 11./C(13)	= 900.
A(14)	= 0.01400/B(14)	= 11./C(14)	= 900.
A(15)	= 0.01500/B(15)	= 12./C(15)	= 950.
A(16)	= 0.01500/B(16)	= 12./C(16)	= 950.
A(17)	= 0.01300/B(17)	= 8./C(17)	= 800.
A(18)	= 0.01300/B(18)	= 8./C(18)	= 800.
A(19)	= 0.01400/B(19)	= 9./C(19)	= 900.
A(20)	= 0.01400/B(20)	= 9./C(20)	= 900.
A(21)	= 0.01800/B(21)	= 13./C(21)	= 1100.
A(22)	= 0.01800/B(22)	= 13./C(22)	= 1100.
A(23)	= 0.01800/B(23)	= 13./C(23)	= 1100.
A(24)	= 0.01800/B(24)	= 13./C(24)	= 1100.
A(25)	= 0.01800/B(25)	= 13./C(25)	= 1100.
A(26)	= 0.01800/B(26)	= 13./C(26)	= 1100.
A(27)	= 0.01300/B(27)	= 8./C(27)	= 800.
A(28)	= 0.01300/B(28)	= 8./C(28)	= 800.
A(29)	= 0.01300/B(29)	= 8./C(29)	= 800.
A(30)	= 0.01300/B(30)	= 8./C(30)	= 800.
A(31)	= 0.01300/B(31)	= 8./C(31)	= 800.
A(32)	= 0.01300/B(32)	= 8./C(32)	= 800.
A(33)	= 0.01300/B(33)	= 8./C(33)	= 800.
A(34)	= 0.01300/B(34)	= 8./C(34)	= 800.
A(35)	= 0.01600/B(35)	= 12./C(35)	= 1000.
A(36)	= 0.01600/B(36)	= 12./C(36)	= 1000.
A(37)	= 0.01600/B(37)	= 12./C(37)	= 1000.
A(38)	= 0.01600/B(38)	= 12./C(38)	= 1000.
A(39)	= 0.01900/B(39)	= 14./C(39)	= 1120.
A(40)	= 0.01900/B(40)	= 14./C(40)	= 1120.
A(41)	= 0.01800/B(41)	= 14./C(41)	= 1100.
A(42)	= 0.01800/B(42)	= 14./C(42)	= 1100.
A(43)	= 0.01900/B(43)	= 14./C(43)	= 1180.
A(44)	= 0.01900/B(44)	= 14./C(44)	= 1180.

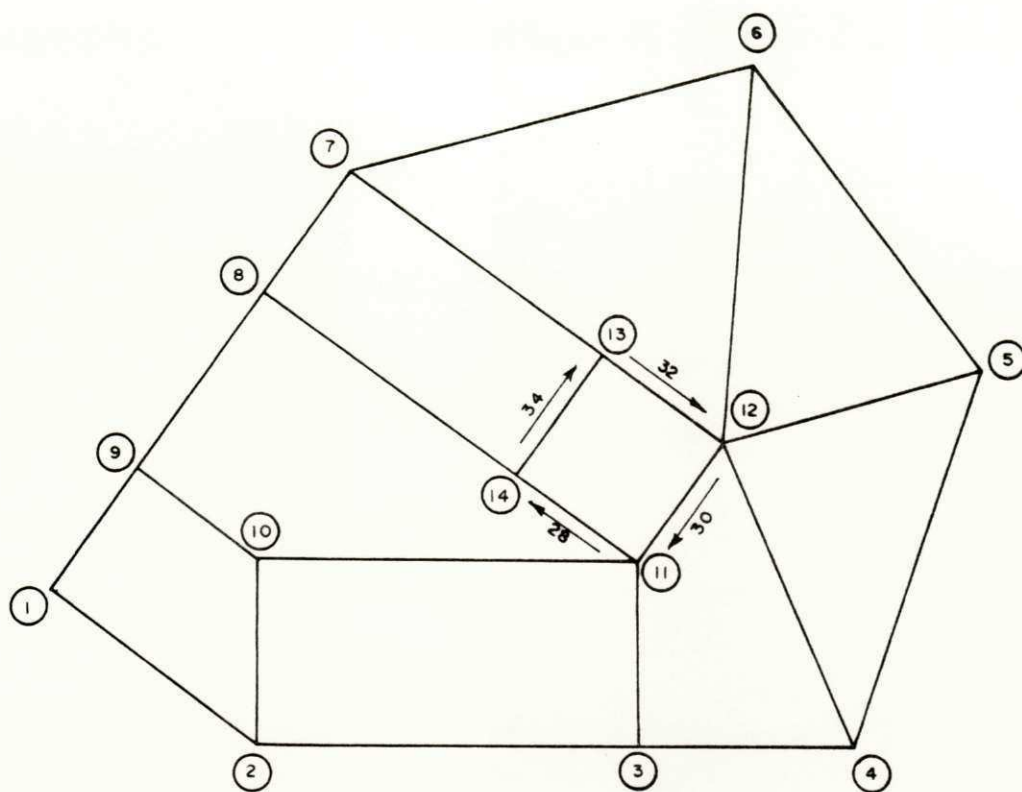


Fig. 3- Segunda modificação.

Volume total de tráfego para a capacidade = 155.379,00 carros.

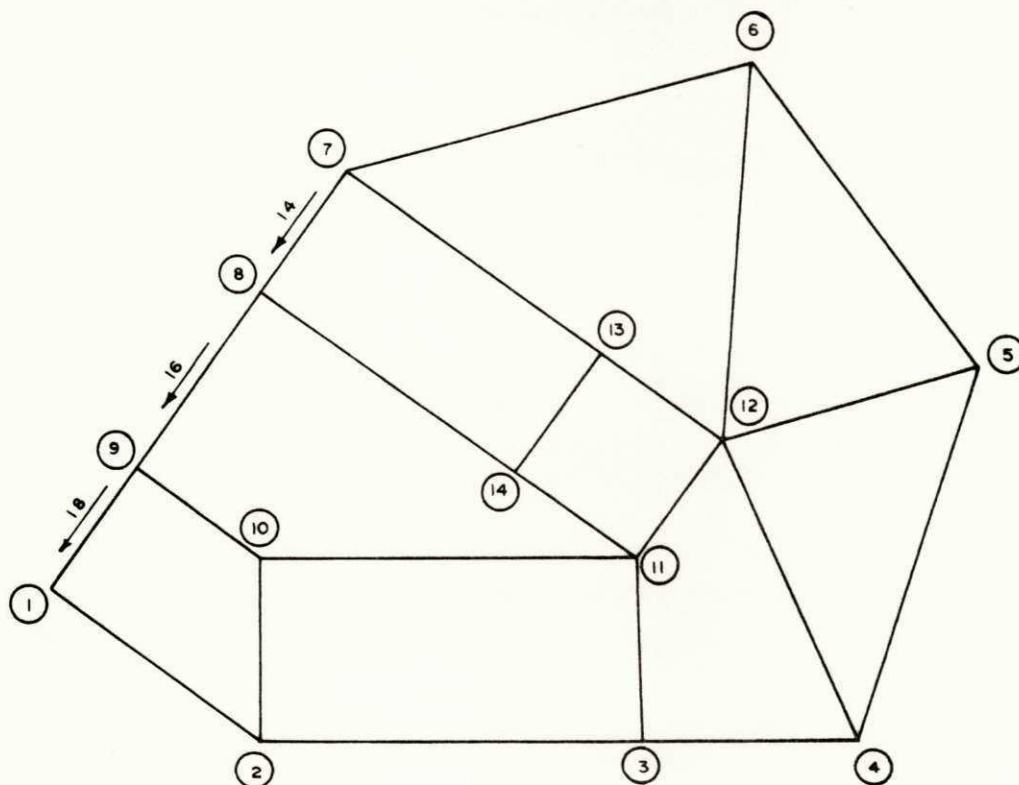


Fig. 4- Terceira modificação.

Volume total de tráfego para a capacidade = 155.379,00 carros.

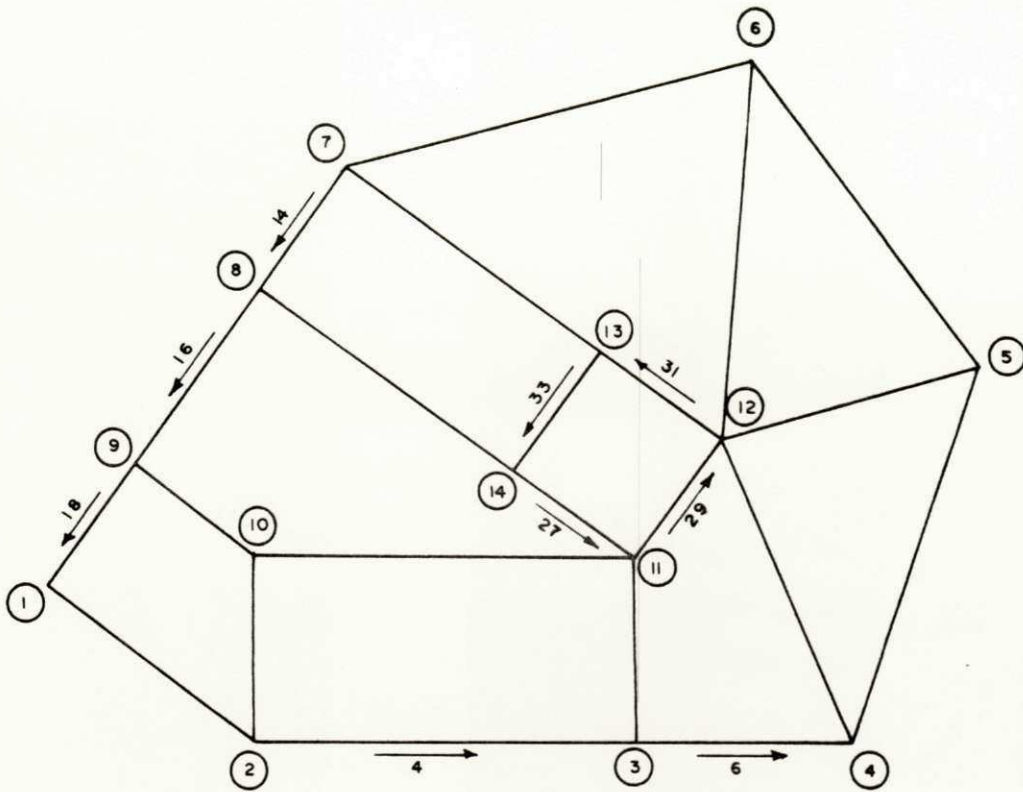


Fig. 5 - Quarta modificação.

Volume total de tráfego para a capacidade = 88.788,94 carros.

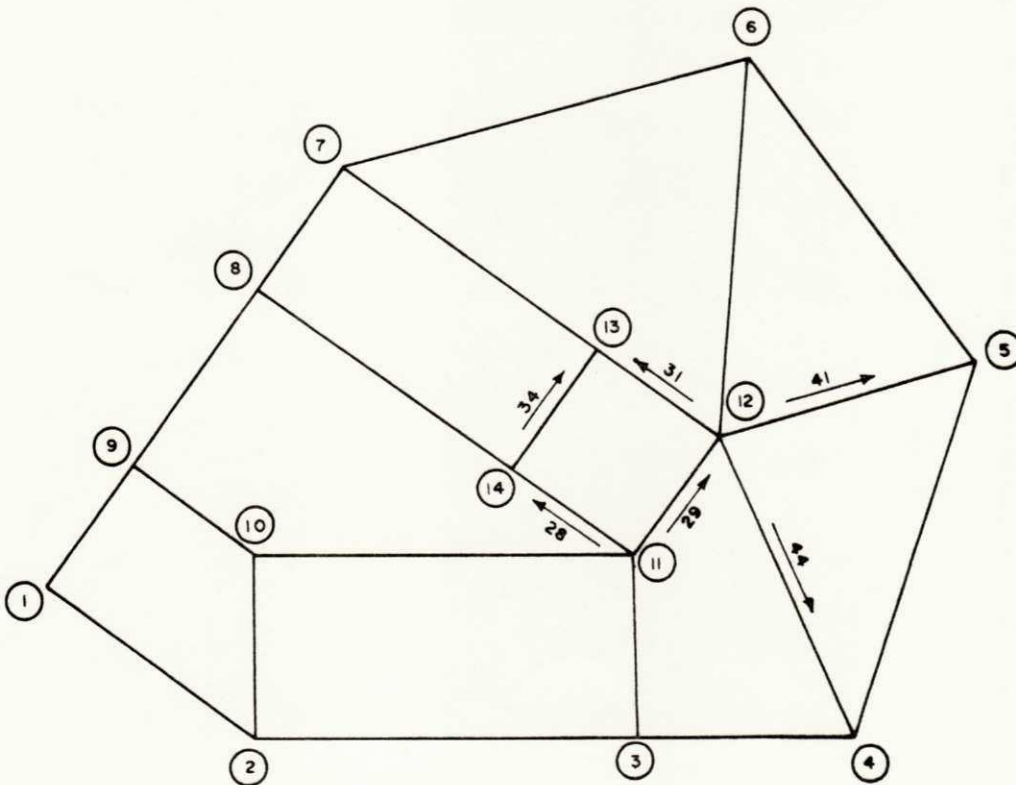


Fig. 6 - Quinta modificação.

Volume total de tráfego para a capacidade = 110.981,10 carros.

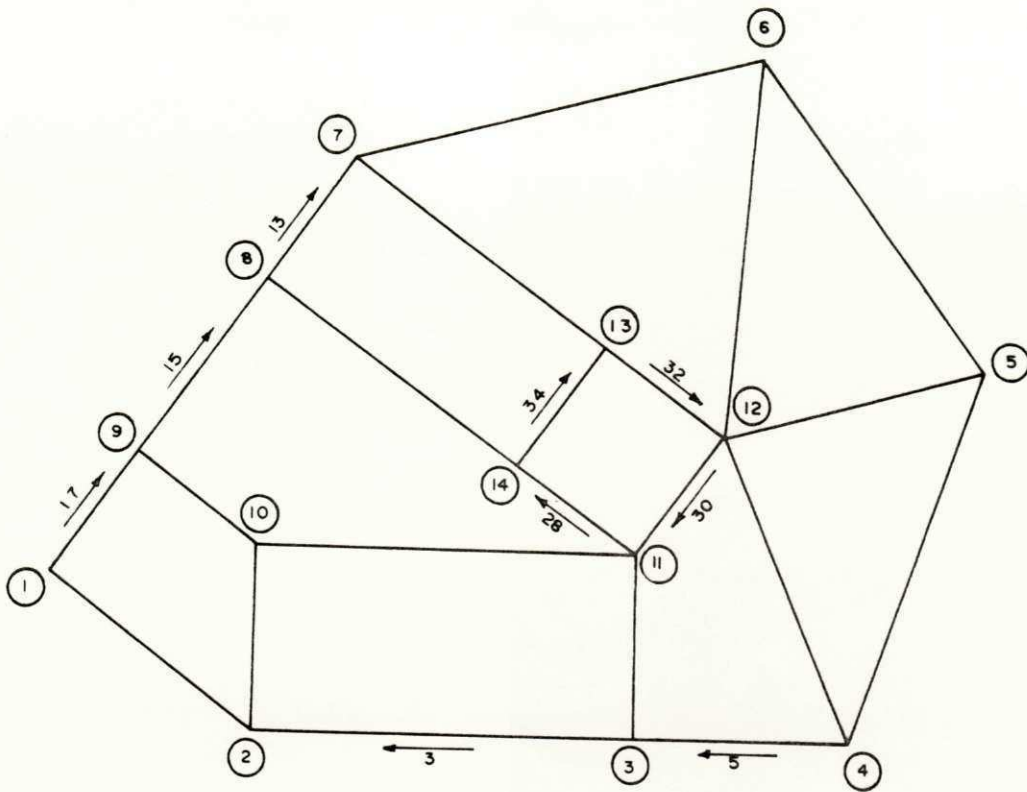


Fig. 7 - Sexta modificação.

Volume total de tráfego para a capacidade = 88.788,94 carros.

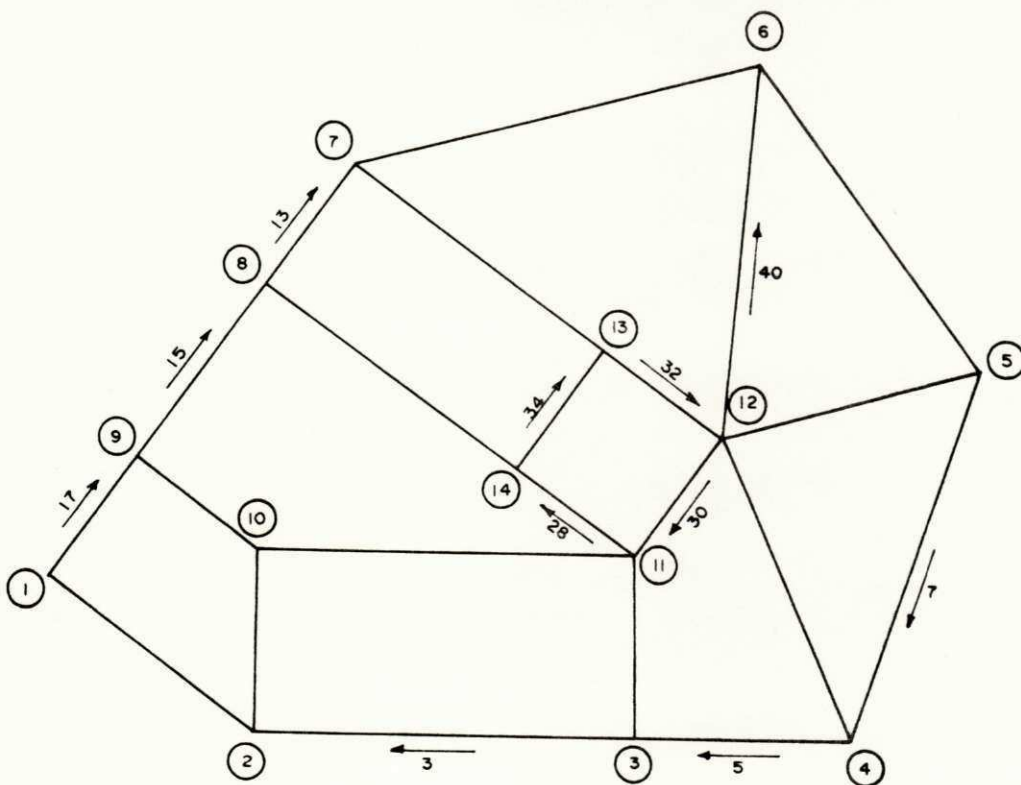


Fig. 8 - Sétima modificação.

Volume total de tráfego para a capacidade = 88.788,94 carros.

SEGUNDA REDE VIÁRIA

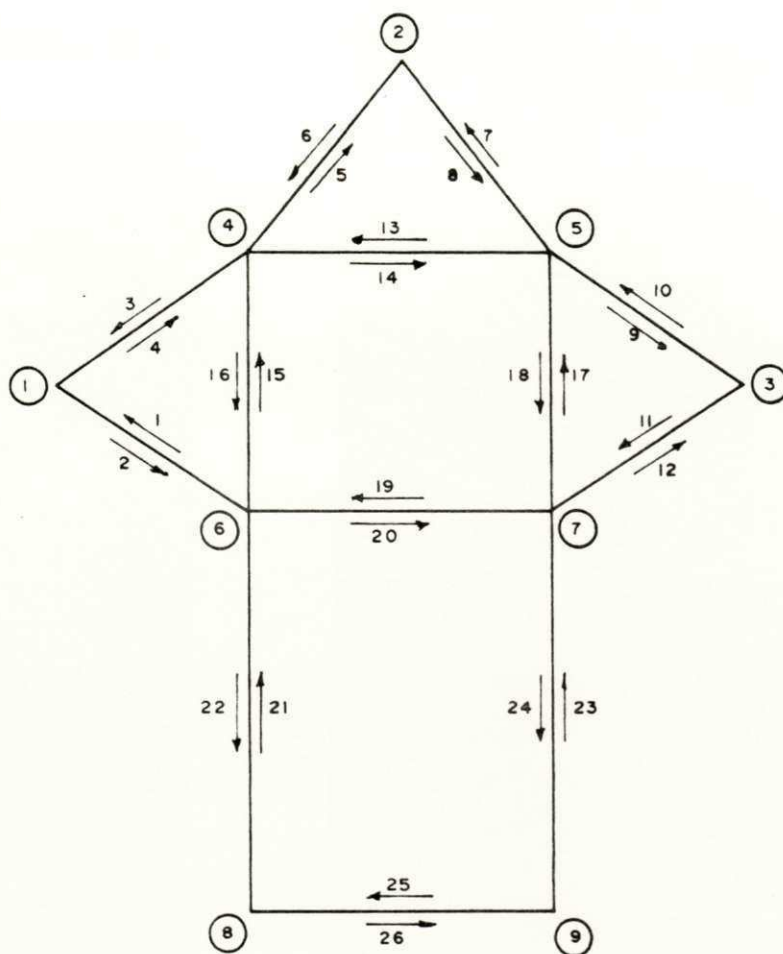


Fig. 9 - Segunda rede viaria em seu estado atual.
 Volume total de tráfego para a capacidade = 8.000 carros.

$\begin{matrix} D \\ \backslash \\ 0 \end{matrix}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.0000	0.0080	0.0068	0.0248	0.0267	0.0331	0.0313	0.0445	0.0494
2	0.0090	0.0000	0.0069	0.0254	0.0275	0.0340	0.0321	0.0457	0.0508
3	0.0077	0.0070	0.0000	0.0215	0.0231	0.0286	0.0270	0.0384	0.0428
4	0.0030	0.0026	0.0027	0.0000	0.0088	0.0109	0.0103	0.0145	0.0162
5	0.0029	0.0026	0.0021	0.0081	0.0000	0.0108	0.0101	0.0141	0.0159
6	0.0029	0.0024	0.0021	0.0079	0.0085	0.0000	0.0099	0.0138	0.0155
7	0.0027	0.0024	0.0021	0.0078	0.0083	0.0103	0.0000	0.0136	0.0152
8	0.0020	0.0018	0.0015	0.0054	0.0057	0.0072	0.0067	0.0000	0.0106
9	0.0023	0.0020	0.0017	0.0063	0.0068	0.0084	0.0079	0.0110	0.0000

Tabela 1 - Tabela unitária de OD da segunda rede viaria.

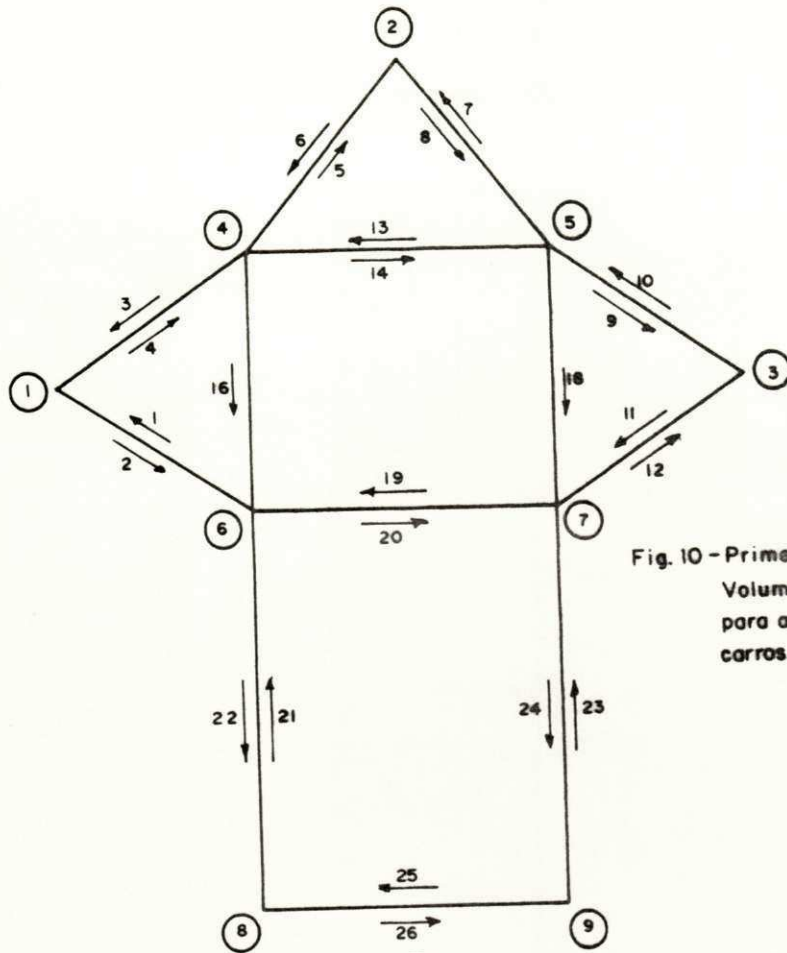


Fig. 10 - Primeira modificação.
Volume total de tráfego
para a capacidade=7.000
carros.

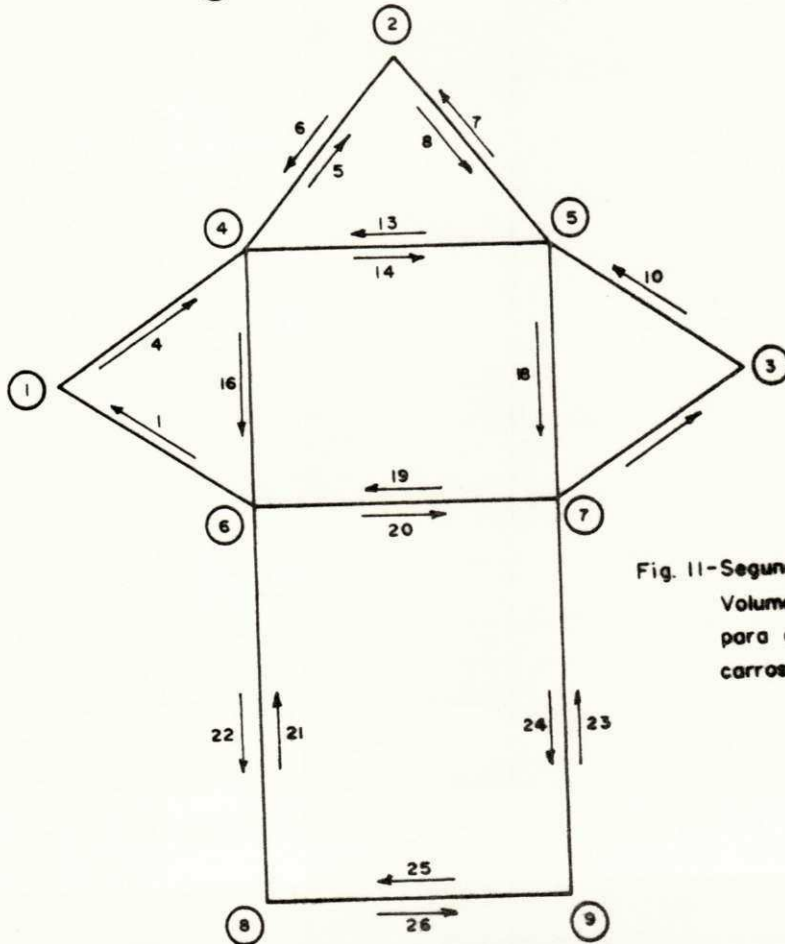


Fig. 11 - Segunda modificação.
Volume total de tráfego
para a capacidade=8.000
carros.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
Coordenação Setorial de Pós-Graduação
Rua Aprígio Veloso, 882 - Tel (083) 321-7222-R 355
58.100 - Campina Grande - Paraíba

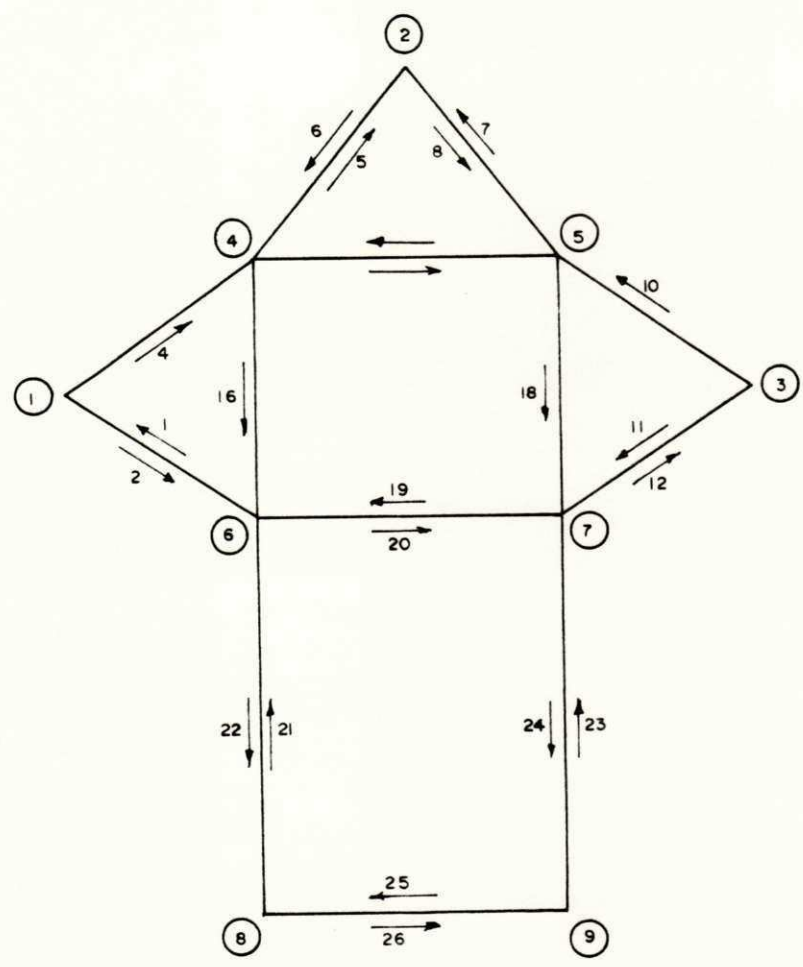


Fig 12 - Terceira modificação.
Volume de tráfego para a capacidade = 8.500 carros.

CAPITULO 5

C O N C L U S Ã O

Este trabalho tratou da aferição de sistema de mão única levando em consideração a capacidade da rede viária, com particular interesse na pesquisa do sistema de mão única de maior capacidade.

CONCLUIMOS DESTE TRABALHO QUE:

1. Quando a tabela unitaria de OD é uniforme, não é recomendavel a introdução de sistema de mão única a rede viária.
2. Quando a OD padrão tem uma direção predominante, provalvelmen te a introdução de sistema de mão única trará bom resultado, se os arcos em mão única tiverem o mesmo sentido da direção predominante.
3. Quando a distribuição de viagens é randomica, a introdução de sistema de mão única não é recomendavel.
4. Quando o padrão da rede é disregular, torna-se dificil encon trar um sistema de mão única (que incremente a capacidade) eficaz.

5. Quando a rede apresenta um padrão uniforme ou seja grande parte dos quadros com formas quadrangular, muitas vezes podemos encontrar bom resultado.
6. Quando se tem mão única em uma via, devemos ter outra em direção contrária.
7. Como implementar sistema de mão única a uma rede de forma que aumente sua capacidade é um problema, pois não existe normas neste sentido.
8. Quando aplicamos o Método da Divisão surge o problema de superar a memória do computador, se a área em estudo é grande.
9. Quando se tem verba disponível deve-se determinar a capacidade de cada arco. Evitando consultar o H.C.H., pois as condições da estrada e do tráfego local são diferentes daquelas usadas pelo H.C.M para encontrar a capacidade.
10. Se a Tabela de OD não é constante, ou seja, varios elementos apresentam grande variações nas horas de pico, nos diferentes dias em que a tabela foi obtida. A função capacidade não é significativa, pois ela é calculada para a condição em que a atribuição de demandas é constante.

CAPITULO 6

SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

A metodologia empregada na obtenção dos volume total de trafego para a capacidade da rede viária é nova. Assim sendo, acredita-se ser possível introduzir algumas modificações, de modo a obter-se melhor refinamento da mesma.

Segue algumas sugestões para a continuação deste trabalho:

1. Verificar os itens 2 e 3 da conclusão através de exemplos numéricos.
2. Fazer um algoritmo para encontrar o sistema ótimo de mão única pelo computador. Aparecera como maior obstaculo o problema de combinações dos arcos a serem modificadas.

B I B L I O G R A F I A

- 1 - Pignataro, Louis J., "TRAFFIC ENGINEERING", Theory and Practice", Prentice - Hall, Inc., 1973, U.S.A.
- 2 - Haruna Mamoru, "VOLUME DE TRÁFEGO E NIVEL DE SERVIÇO", C.C.T. UFPb., 1974.
- 3 - Highway Research Board Special Report 87, "HIGHWAY CAPACITY MANUAL", 1965, U.S.A.
- 4 - Iida, Yasunori - "Fundamental Studies on flows in road network", PhD Thesis, present to Kyoto University, 1972, March.
- 5 - Davies, Ernest, "TRAFFIC ENGINEERING PRATICE", E & F.N.SPON LTD, 1968 - LONDON.
- 6 - Kennedy, Norman; Kell, James H.; Homburger, Wolfgang S. Fundamentals of Traffic Engineering", 7th Edition, Itte, 1969, U.S.A.
- 7 - French, Alexandre. "CAPACITIES OF ONE-WAY and TWO WAY, streets with signals and with stop signs", Public Roads, Fl. 28, Nº12 February 1956. Also Published in Highway, Research Board Bulletin Nº 112.
- 8 - Chamber of Commerce of the United States - ONE-WAY BUSINESS STREETS. Washington: July 1954.
- 9 - Spagna, Neno J., "When Business Streets to One-Way". Street Engineering, Vol. 2 n. 8, August 1957.
- 10 - Matson T.M.W.S. Smith W.W. Hurd. TRAFFIC ENGINEERING. New York, Vol.5, No. 3, March 1960.

- 11 - Carmody, Douglas J., "MODESTO'S ONE-WAY STREETS", Streets Engineering, Vol. 5. no. 3 , March 1960.

- 12 - Enustun, Nejad - STUDY OF THE OPERATIONAL ASPECTS OF ONE-WAY and TWO-WAY STREETS, Lansing: Michigan Dept. of State Highways, Traffic and Safety Division, 1969.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
Pró-Reitoria, Praça Augusto de Albuquerque
Coordenação Setorial de Pós-Graduação
Rua Aprígio Veloso, 882 - 1.º andar - 50.700-0
58.100 - Campina Grande - Paraíba

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS

ALOCAÇÃO DE TRÁFEGO - processo que consiste em determinar os percursos das viagens e alocar as viagens entre zonas a este percurso.

ARCO SATURADO - linha orientada entre dois nós, cujo volume de tráfego é superior a capacidade.

CAT-SET - conjunto de arcos saturado isolando um ou mais nós. É formado em rede viária desorientada ou constituída de arcos de mão única.

CORRENTE DE TRÁFEGO - é a medida de uma estrada para acomodar tráfego.

DENSIDADE DO TRÁFEGO - número de veículos em unidade de distancia.

FREE-WAY - via de fluxo livre permitindo maiores velocidade.

HEADWAY - intervalo de tempo entre dois veículos, medido a partir da frente do primeiro a frente do segundo, conforme eles passam por um ponto dado.

HORA DE PICO - é o periodo de uma hora durante o qual ocorre o volume maximo de tráfego.

NÓ - interseção entre duas ou mais vias.

REDE VIÁRIA - é constituída de arcos e nós representa uma área de estudo.

SISTEMA DE MÃO ÚNICA - rede viária a qual foi introduzida um ou mais arcos trabalhando em mão única.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
Coordenação Setorial de Pós-Graduação
Rua Aprígio Veloso, 882 - Tel. (083) 321-7222-R 355
58 100 - Campina Grande - Paraíba