



ANÁLISE E SUGESTÕES PARA PROJETOS GEOMÉTRICOS DE RÓTULAS
MODERNAS EM VIAS URBANAS

Marcelo Daniel Coelho

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes.

Orientador: Walter Porto Junior

Rio de Janeiro

Maio de 2012

ANÁLISE E SUGESTÕES PARA PROJETOS GEOMÉTRICOS DE RÓTULAS
MODERNAS EM VIAS URBANAS

Marcelo Daniel Coelho

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Examinada por:

Prof. Walter Porto Junior, Dr.-Ing.

Prof. Hostilio Xavier Ratton Neto, Dr.

Prof. Oswaldo Cavalcanti da Costa Lima Neto, Dr.-Ing.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MAIO DE 2012

Coelho, Marcelo Daniel

Análise e Sugestões para Projetos Geométricos de Rótulas Modernas em Vias Urbanas / Marcelo Daniel Coelho. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2012.

XII, 109 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Walter Porto Junior

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes, 2012.

Referências Bibliográficas: p. 79-84.

1. Rótulas Modernas. 2. Projeto Geométrico. 3. Vias Urbanas. I. Porto, Walter Junior. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes. III. Título.

DEDICATÓRIA

A Deus acima de tudo,
aos meus pais que nos deixaram durante este trabalho e
a minha família Arilene, Matheus e Daniel

AGRADECIMENTOS

Ao professor Walter Porto Jr., não só pela orientação para elaboração desta tese, mas pelas dicas e conselhos pessoais em momentos difíceis.

A todo departamento do PET-COPPE, e em especial ao Professor Paulo Cezar Martins Ribeiro, pelo incentivo e apoio para elaboração de artigo publicado.

Ao Mestre em Transportes Rodolpho Barbosa Moreira pela valiosa contribuição na parte de modelagem para este trabalho.

Ao Arquiteto Marcelo Pereira de Quadros pelas figuras e ilustrações.

À minha esposa Arilene, e meus filhos Matheus e Daniel, pela paciência e apoio incondicional para a elaboração desta dissertação.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

ANÁLISE E SUGESTÕES PARA PROJETOS GEOMÉTRICOS DE RÓTULAS
MODERNAS EM VIAS URBANAS

Marcelo Daniel Coelho

Maio/2012

Orientador: Walter Porto Junior

Programa: Engenharia de Transportes

Este trabalho, inicialmente, apresenta as características das chamadas Rótulas Modernas no contexto dos ambientes urbanos, a partir da macroanálise de sua inserção no sistema viário. Para tanto, destaca-se o histórico do desenvolvimento das rotatórias, com base nas normas e documentações técnicas disponíveis. Além disso, foi aplicada uma pesquisa de opinião com técnicos, envolvidos no planejamento e projeto do sistema viário urbano, com o objetivo de identificar possíveis questionamentos, no que diz respeito ao escasso emprego de rótulas em interseções viárias da cidade do Rio de Janeiro. Com base nesta pesquisa foram estabelecidos alguns princípios de dimensionamento geométrico para o ambiente urbano e, em seguida, os quais foram aplicados em um estudo de caso numa interseção da cidade do Rio de Janeiro.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

ANALYSIS AND SUGGESTIONS FOR GEOMETRIC DESIGN STANDARDS OF
MODERN ROUNDABOUTS FOR URBAN ROADS

Marcelo Daniel Coelho

May/2012

Advisor: Walter Porto Junior

Department: Transportation Engineering

This paper aims to characterize the modern roundabouts in urban environments, from the macro-analysis of their insertion in the road system through the historical development of roundabouts, based on standards and technical documentation available about urban roundabouts. In addition, was applied a survey with the technicians involved in urban road system planning and design, with the aim of identifying possible questions about the low frequency of this intersections design solution in Rio de Janeiro City. Based on this research were established some roundabout geometric design principles, and demonstrates them in a case study of intersection in the city of Rio de Janeiro.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS:.....	x
ÍNDICE DE TABELAS:	xii
1 INTRODUÇÃO.....	01
1.1 OBJETIVO	01
1.2 IMPORTÂNCIA	02
1.3 JUSTIFICATIVA	02
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	03
2 CARACTERIZAÇÃO GERAL	05
2.1 PLANEJAMENTO DA CIRCULAÇÃO URBANA	05
2.2 PLANEJAMENTO DA REDE VIÁRIA	06
2.2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS	07
2.2.2 PROJETO GEOMÉTRICO URBANO	09
2.2.3 CONFLITOS NAS INTERSEÇÕES DA MALHA VIÁRIA URBANA	10
2.3 MANUAIS DE PROJETO DE VIAS URBANAS	11
2.4 PROJETO DE INTERSEÇÕES COM RÓTULAS	13
2.4.1 CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS	15
2.4.2 MODERAÇÃO DE TRÁFEGO.....	19
2.4.3 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DAS RÓTULAS MODERNAS	20
2.5 PESQUISA DE OPINIÃO SOBRE RÓTULAS	25
2.5.1 METODOLOGIA	25
2.5.2 RESULTADOS	26
2.5.3 RESUMO DAS OPINIÕES E SUGESTÕES.....	30

3	RÓTULAS MODERNAS	32
3.1	CARACTERIZAÇÃO	32
3.2	PLANEJAMENTO	33
3.3	OPERAÇÃO DE TRÁFEGO	36
3.4	PRINCÍPIOS GEOMÉTRICOS	39
3.5	CONSIDERAÇÃO DE CAPACIDADE.....	52
4	MODELAGEM DO PROJETO GEOMÉTRICO	56
4.1	DESCRIÇÃO DO LOCAL	56
4.1.1	DADOS COLETADOS	58
4.1.2	PLANEJAMENTO DE IMPLANTAÇÃO DA RÓTULA	60
4.1.3	DETALHAMENTO DO PROJETO DA RÓTULA	63
4.2	ESCOLHA DO SIMULADOR	65
4.3	METODOLOGIA DE MODELAGEM	66
4.3.1	MONTAGEM DA REDE	66
4.3.2	CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO	69
4.3.3	SIMULAÇÃO DOS CENÁRIOS	70
4.4	ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS	70
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	75
5.1	SUGESTÃO DE PRINCÍPIOS GEOMÉTRICOS DE PROJETO	75
5.2	RECOMENDAÇÕES	78
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
	ANEXOS	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Mapa Comparativo de Concentração de Monóxido de Carbono em Interseções	14
Figura 2.2: Ilustração da Interseção Giratória das "Grands Boulevards" em Paris..	16
Figura 2.3: Pontos de Conflitos entre Veículos em Interseções	19
Figura 2.4: Pontos de Conflitos entre Veículos e Pedestres em Interseções	20
Figura 2.5: Ilustração em 3D de Rótula Moderna Inserida em Ambiente Urbano .	22
Figura 2.6: Elementos Físicos das Rótulas Modernas	23
Figura 2.7: Esfera de Atuação e Experiência em Projetos de Rótulas	27
Figura 2.8: Situações Problemáticas nos Projetos de Interseções	27
Figura 2.9: Gráfico de Justificativas para Emprego das Rótulas	28
Figura 2.10: Gráficos Relativos às Publicações Técnicas	28
Figura 2.11: Gráfico de Avaliação dos Tópicos a Serem Melhorados nas Publicações	29
Figura 2.12: Gráfico de Ajustes de Projeto para o Ambiente Urbano	30
Figura 2.13: Gráfico dos Aspectos Específicos do Ambiente Urbano	31
Figura 2.14: Gráficos Relativos ao Manual de Rótulas Urbanas	31
Figura 3.1: Comparação Física entre uma Rótula Urbana Compacta e Semáforos	35
Figura 3.2: Comparação Física entre uma Rótula Urbana de Duas Faixas e Semáforos	36
Figura 3.3: Movimentos Típicos nas Rótulas	38
Figura 3.4: Dimensões de Giro Necessárias para Rótulas Urbanas de uma Faixa .	41
Figura 3.5: Rótulas Urbanas de Duas Faixas em Ambiente Urbano	42
Figura 3.6: Detalhes Geométricos da Entrada das Rótulas Urbanas	43
Figura 3.7: Detalhes Geométricos da Ilha Divisora das Rótulas Urbanas	45
Figura 3.8: Critérios de Visibilidade em Rótulas Modernas	46
Figura 3.9: Seção Transversal em Rótulas Urbanas	48
Figura 3.10: Travessias de Pedestres em Rótulas	49
Figura 3.11: Campanha da CET-Santos de Prioridade de Pedestres	50
Figura 3.12: Tratamento com Ciclovias Segregadas	52
Figura 4.1: Situação Atual da Interseção Estudada	57

Figura 4.2: Estudo de Acidentes na Interseção	59
Figura 4.3: Situação dos Fluxos na Interseção com Rótula após a Fase de Planejamento	62
Figura 4.4: Montagem da Rede do Cenário sem a Rótula	67
Figura 4.5: Montagem da Rede do Cenário com a Rótula	68
Figura 4.6: Rotas Analisadas na Simulação de Cenários	71
Figura 4.7: Dimensionamento Final da Rótula Projetada na Interseção	74

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1: Exemplos de Hierarquização Viária Urbana	07
Tabela 2.1: Elementos Físicos – Características e Funções	24
Tabela 3.1: Características Básicas dos Tipos de Rotulas	32
Tabela 3.2: Aplicabilidade das Rótulas na Hierarquia Viária da Cidade do Rio de Janeiro	34
Tabela 3.3: Distância de Parada em Vias de Aproximação	47
Tabela 3.4: Fatores de Equivalência em Unidades de Carros de Passeio (UCP) ...	53
Tabela 3.5: Relações entre Geometria e Capacidade de Rótulas Urbanas	55
Tabela 4.1: Volumes Totais e de Pico na Interseção	60
Tabela 4.2: Características da Geometria das Pistas de Entrada	63
Tabela 4.3: Características da Geometria das Pistas de Saída	64
Tabela 4.4: Resultado dos Tempos de Percurso nas Rotas Seleccionadas	72
Tabela 4.5: Resultado das Velocidades Médias nas Rotas Seleccionadas	72

1 INTRODUÇÃO

1.1 OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar e sugerir adaptações para as normas empregadas em Projetos Geométricos de Rótulas nas interseções em vias urbanas, tendo como um cenário de estudo a cidade do Rio de Janeiro. Até o momento de elaboração deste trabalho, a Prefeitura do Rio de Janeiro não dispunha de uma publicação normativa própria, ou orientação oficial, sobre a utilização de normas para projeto geométrico das interseções de suas vias urbanas. Por falta desta referência normativa municipal, em geral, os técnicos e projetistas consultavam as normas nacionais estabelecidas pelo DNER, atual DNIT (Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes), e outras normas internacionais, para emprego em seus projetos viários, e mais especificamente nos projetos de rótulas. Cabe acrescentar que muitas destas publicações normativas foram desenvolvidas para interseções de características rodoviárias, sendo sua aplicabilidade para projeto de vias urbanas, é comumente questionada.

Este trabalho, mesmo que dirigido às interseções com rótulas, teve o propósito de contribuir como referência para posterior elaboração de um Manual, ou de um documento oficial com normas e orientações, para a elaboração de projetos geométricos viários urbanos, ajustado às características ambientais e às condições de tráfego das interseções em ambientes urbanos.

Os produtos desta pesquisa foram:

- Esclarecimento sobre a escassa utilização das rótulas modernas, a partir de uma pesquisa de opinião com técnicos envolvidos em projetos de interseções viárias urbanas;
- Avaliação das dimensões das rótulas modernas, a partir de considerações sobre capacidade de tráfego e sua aplicabilidade nas vias urbanas;
- Aplicação dos princípios de dimensionamento geométrico sugeridos, em um estudo de caso, no qual foi possível avaliar e comparar os cenários atual e projetado, utilizando uma simulação em computador.

1.2 IMPORTÂNCIA

Pelas malhas viárias urbanas, como a do Rio de Janeiro, se realizam uma parte substancial dos transportes que visam locomover entre os diversos centros, pessoas ou bens, para realização das atividades de produção, comércio, serviços, lazer, política etc. Entretanto estas vias urbanas estão se tornando ambientes desagradáveis e degradantes devido aos acidentes, conflitos e congestionamentos gerados pela atividade de transporte, transformando as vias urbanas em um risco para a vida dos seus usuários, sejam estes motorizados ou não, ou até mesmo dos moradores lindeiros.

Este ambiente urbano poderia estar em melhores condições se os projetos geométricos das vias urbanas, e suas interseções, pudessem estar adaptados às características locais, contemplando aspectos próprios da cidade, seja pela sua composição do tráfego, tipos de veículos, características físicas, presença de pedestres e ciclistas etc. Um sistema viário urbano, onde suas vias e interseções estejam adequadamente dimensionadas e projetadas, permite que as ações de transportes realizadas alcancem em plenitude seus objetivos.

Na periferia das cidades o tráfego rodoviário se mistura com o tráfego urbano. Nesse perímetro de transição do ambiente rural para o urbano é preciso conciliar as demandas conflitantes desses dois tipos de tráfego. As interseções são os locais onde se concentram os conflitos mais graves, necessitando, portanto de atenção especial. Nesse caso, existe a necessidade de estabelecer uma adaptação das características geométricas da infraestrutura de rodovia para via urbana, possibilitando garantir fisicamente a transição entre os ambientes, e reduzir a eventualidade de acidentes, aumentando a segurança do trânsito.

Cabe ressaltar que diante dessas questões, este trabalho procurou atuar dentro do âmbito das interseções das vias urbanas, avaliando a possibilidade de implantação das rótulas modernas neste contexto.

1.3 JUSTIFICATIVA

Os entrelaçamentos das correntes dos fluxos geram interrupções com riscos de acidentes e congestionamentos no trânsito. Estas interrupções podem variar de um pequeno atraso

até uma retenção considerável. Portanto, o tipo de solução a empregar e o dimensionamento geométrico da interseção viária são de grande relevância para garantir a capacidade de fluxo do tráfego e aumento da segurança viária no local.

Esta escolha do tipo de solução, e seu dimensionamento, encontra-se em constante questionamento pela falta de um documento normativo por parte das autoridades públicas municipais. Na cidade do Rio de Janeiro, os questionamentos são promovidos não só pelo próprio corpo técnico municipal, bem como, por profissionais projetistas externos, os quais contestam, de um modo geral, a tipologia, o formato e o tamanho de determinadas soluções de interseções.

O emprego de retornos em “U” em vias urbanas é um exemplo típico de questionamento em relação aos dimensionamentos propostos. Neste caso, o efeito de desaceleração, espera e aceleração dos veículos durante a manobra de retorno provocam, geralmente, conflitos e retenções localizadas, comprometendo a fluidez da via.

Por outro lado, também, há discussões frequentes sobre o dimensionamento das faixas de aceleração e desaceleração em vias urbanas, uma vez que os valores utilizados como referência pertencem ao Manual do DNIT (DNIT, 2005), o qual não é apropriado para o ambiente urbano e sim para o rodoviário interurbano.

Nessas condições, faz-se necessário desenvolver estudos para superar essa demanda, com objetivo de disponibilizar um material de consulta e garantir projetos de interseções mais apropriados às condições existentes. Além deste fato, também existe certa resistência dentro do meio dos profissionais projetistas viários em utilizar as rótulas como a alternativa mais adequada para determinadas situações de interseções de vias urbanas.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho ora apresentado foi dividido em cinco capítulos, conforme descritos a seguir:

Capítulo 1: O atual capítulo introdutório está subdividido em 4 itens, respectivamente: Objetivo; Importância; Justificativa e Estrutura do Trabalho;

Capítulo 2: Apresenta uma macroanálise do sistema viário predominante nas cidades brasileiras, o que inclui o histórico do desenvolvimento das rotatórias urbanas e a pesquisa opinião com técnicos projetistas viários sobre o emprego de rótulas em interseções viárias;

Capítulo 3: Trata-se de questões sobre o emprego de rótulas modernas em vias urbanas, mais especificamente no que se refere ao planejamento, dimensionamento e capacidade. São apresentados, também, sugestões de princípios de dimensionamento a ser empregar;

Capítulo 4: Desenvolve um estudo de caso numa interseção viária da cidade do Rio de Janeiro. O objetivo é o de comparar o desempenho do tráfego na referida interseção em duas situações distintas, quais sejam: a atual sem rótula e em uma situação hipotética com a implantação da rótula. Para tanto, o projeto e desempenho da rótula foi simulado em computador. No final, apresenta-se o resultado da análise entre o cenário existente e o projetado.

Capítulo 5: Neste último capítulo, destacam-se as principais conclusões e recomendações para novas pesquisas sobre o tema.

2 CARACTERIZAÇÃO GERAL

A utilização de rótulas num ambiente urbano não pode ser tratada isoladamente por estar inserida num contexto mais amplo da cidade, da circulação geral e do planeamento geral do sistema viário. Neste sentido, este capítulo apresenta aspectos gerais que, no entanto, são determinantes para os rumos da análise e delimitação da pesquisa como: o planeamento da circulação urbana e da rede viária, a situação dos manuais de projeto de vias urbanas, o histórico de utilização das soluções com rótulas e por fim uma pesquisa direcionada aos técnicos sobre o nível atual de projeto das rótulas.

2.1 PLANEJAMENTO DA CIRCULAÇÃO URBANA

Constata-se na prática que o planeamento da circulação urbana, é primeiramente traçado a partir de eixos de longo percurso, até chegar às vias de acesso ao tráfego local. Entretanto, a situação das interseções, sejam das vias de hierarquia superior ou das vias locais, não são pensadas ou solucionadas nesta fase, deixando na maioria das vezes para uma etapa posterior de dimensionamento, a solução técnica para os conflitos de fluxos da malha viária planejada.

Constata-se também que, durante esta etapa de planeamento são previstos os espaços públicos a serem reservados para implantação da malha viária urbana prevista. Neste sentido, o estudo da solução técnica das interseções deveria ser mais aprofundado, onde o urbanista deve procurar subtrair ou minimizar os obstáculos futuros através do alargamento, ou reserva de espaço no entorno das interseções.

Neste contexto, torna-se recorrente a falta de reserva adequada do espaço urbano necessário para a implantação de determinadas soluções técnicas para as interseções e conexões do sistema viário, dentre os quais podemos destacar as soluções em rótulas e viadutos. Esta dificuldade da falta de espaço público urbano também é observada não somente nas interseções, como também para soluções técnicas em relação aos transportes não motorizados (pedestres e ciclistas), quando da necessidade de calçadas dimensionadas para atenderem aos fluxos de pedestres e a implantação de ciclovias e ciclofaixas.

O técnico responsável pelo planejamento de um sistema de circulação urbana deve estar consciente que seu plano deverá considerar a reserva do espaço público necessário, que não desestimule, ou impeça, futuras soluções técnicas para as interseções/conexões, bem como os modos de transporte não motorizados, independente da escala da cidade. Segundo D'ANDREA e URBANI (2003) *“O espaço disponível tem que ser organizado de acordo com os diferentes requisitos de cada tipo dos usuários da via. Um projeto consistente deve induzir os usuários a comportamentos legais, previsíveis e ao mesmo tempo confortáveis e seguros.”*

2.2 PLANEJAMENTO DA REDE VIÁRIA

O espaço físico para o projeto do sistema viário urbano deve estar previsto e reservado dentro da área da cidade, pois o uso do solo tem um valor comercial que está diretamente ligado à acessibilidade daquela região. Esta reserva deve estar preconizada num Plano Diretor Viário ou no Plano de Parcelamento do Uso do Solo da cidade.

Neste plano deverão estar classificados e hierarquizados os corredores viários da cidade em questão, segundo suas duas funções básicas: proporcionar acesso às atividades de trabalho, compras, recreação e moradia, e proporcionar a mobilidade entre os centros de atividades urbanas, onde se busca a separação destas duas funções para alcançar um sistema de transporte mais eficiente (DNER, 1974). Porém, ao se hierarquizar as vias, normalmente é realizado um pré-dimensionamento de alguns componentes de projeto para formar a “Caixa” da Via (Pistas+Canteiros+Calçadas+Ciclovia) que pode estimular ou restringir a circulação de pedestres, ciclistas, pois por vezes os veículos motorizados ainda assumem o papel principal neste processo.

O Plano Diretor Viário de uma cidade deve preconizar um equilíbrio para a malha urbana sugerida que venha promover os diferentes meios de transporte gerando condições de atratividade, de conforto, de segurança e operacionalidade ao conjunto dos modos de transporte sejam motorizados ou não. A importância do Plano Viário reside no fato que este pode interferir na valorização ou desvalorização de áreas ao longo das vias (lotes e edificações) quando promove ou dificulta o desempenho das atividades econômicas e sociais em função da maior ou menor acessibilidade e mobilidade.

2.2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS

Nos diversos manuais e livros pesquisados a classificação mais comum, utilizada pelos engenheiros de tráfego, para a hierarquização das vias urbanas consiste na divisão em: Vias Locais, Vias Coletoras, Vias Arteriais e Vias Expressas, cada qual com suas funções e características geométricas. Entretanto, podem haver subdivisões nesta classificação, conforme apresentado na tabela 1.1, em função do tamanho e grau de detalhamento do Plano Viário de cidade.

Tabela 1.1 – Exemplos de Hierarquização Viária Urbana

Bibliografia	Rio de Janeiro	São Paulo
Vias Locais	Via Local	Via Local Residencial
Vias Coletoras	Via Coletora	Via Coletora Principal
		Via Coletora Secundária
Vias Arteriais	Via Arterial Primária	Via Arterial
	Via Arterial Secundária	
Vias Expressas	Via Estrutural	Via Arterial Principal ou Expressa

Fontes: RJ: Hierarquização Viária do Município do Rio de Janeiro – PCRJ / 2006

SP: Instrução de Projeto Geométrico – PMSP / 2004

Também podem ser inseridas, nesta classificação, as vias paisagísticas, as vias de pedestres e as vias mistas.

Portanto os sistemas viários urbanos são hierarquizados tendo como base as características operacionais das suas vias. Esta hierarquização viária irá gerar diferenças físicas e geométricas para atender na plenitude a funcionalidade específica de cada via, promovendo a circulação de veículos, pedestres e bicicletas conforme parâmetros e regras pré-definidas.

- **Vias Locais** – Vias de tráfego de caráter essencialmente local, cuja finalidade é o acesso às propriedades as margens da via. O volume de tráfego tem menor influência no dimensionamento das vias, garantindo mais espaço para a circulação de pedestres e uma menor demanda por estacionamento. A velocidade máxima desejável é de 30km/h e deve ser desencorajado o tráfego de passagem por estas vias. Em alguns bairros residenciais de cidades antigas pode

haver uma carência maior por vagas de estacionamento nas vias locais, uma vez que não era comum a previsão de vagas nas edificações;

- **Vias Coletoras** – Coletam e distribuem o tráfego das vias locais para as Vias Arteriais, ou por vezes interligam duas arteriais. Indicadas prioritariamente para o itinerário de ônibus e caminhões, atendendo a circulação de pessoas e a um volume maior de tráfego. A velocidade máxima desejável é de 50km/h e absorvendo parte do tráfego de passagem. Devido a passagem dos transportes coletivos e maior circulação de pedestres, observa-se a tendência de implantação do comércio e os serviços que atraem ainda mais os pedestres, ciclistas e usuários de automóveis gerando a necessidade de calçadas confortáveis, infraestrutura para bicicletas e estacionamentos.
- **Vias Arteriais** – Interconectam as Vias Coletoras absorvendo grande parte do tráfego de passagem, atendendo principalmente as viagens de média distância entre regiões geradoras de viagens. O volume de tráfego é pesado e composto por vários tipos de veículos, gerando grande influência no dimensionamento destas vias por garantir mais espaço para a circulação do fluxo viário, não sendo permitido o estacionamento ao longo da via, a não ser em baias ou recuos da calçada. A velocidade máxima desejável é de 70km/h. Em áreas urbanas consolidadas, o uso do solo lindeiro das vias arteriais é caracterizado por grande número de estabelecimentos de comércio e serviços que geram um grande fluxo de ônibus e automóveis, ao que se associa o trânsito de pedestres e também bicicletas. (PMF, 1991 apud GODIN, 2001, p.27)
- **Vias Expressas** – Interconectam os grandes centros de atividades da região metropolitana atendendo principalmente as viagens de longa distância. Observa-se que na grande maioria, estas vias são de duplo sentido de tráfego, com pistas de rolamento separadas por canteiro central, com acesso por pistas laterais paralelas de hierarquia inferior. A velocidade média de operação desejada situa-se entre 80-90 km/h e apresentam a característica especial de controle dos acessos. As vias expressas não são adequadas para o tráfego não motorizado, não permitem estacionamento e a travessia de pedestres deve ser facilitada por soluções que não interrompam o fluxo viário.

As vias paisagísticas são vias que dão acesso, ou são lindeiras, a um recurso natural de caráter turístico e que podem ser hierarquizadas de acordo com suas respectivas funções no sistema viário: local, coletora ou arterial. Porém, sobretudo, estas vias devem promover a circulação de pedestres em detrimento ao fluxo viário, com calçadas confortáveis, infraestrutura para bicicletas e estacionamentos.

2.2.2 PROJETO GEOMÉTRICO URBANO

O projeto geométrico urbano trata-se de um conjunto de elementos físicos necessários para a definição geométrica de uma via ou interseção urbana.

Este projeto geométrico deverá considerar a função de cada via e sua hierarquização na malha urbana de seu entorno, devendo também ser adequado para o volume futuro estimado, considerando o tráfego diário e da hora de pico. Outras características técnicas são fundamentais para um projeto da geometria, tais como as características dos veículos e a velocidade de projeto. Em resumo o projeto geométrico urbano:

- deve atender a funcionalidade da via;
- deve estar compatível com a característica do tráfego e volumes esperados;
- deve ser seguro para os motoristas, pedestres e ciclistas;
- deve ser tecnicamente consistente, para evitar situações especiais como mudanças bruscas de alinhamentos, larguras, greide etc;
- deve estar em harmonia com as características de zoneamento da região, valorizando os imóveis em seu entorno;
- ser econômico (em relação ao custos iniciais e custos de manutenção);
- ser esteticamente agradável para os motoristas, pedestres e ciclistas, favorecendo novos benefícios sociais para o entorno; e
- não agredir, ou impactar o mínimo possível, o meio ambiente.

Dentro desse contexto, as interseções das vias na malha urbana são um ponto importante para o projeto geométrico urbano. Nas interseções estão situados os grandes conflitos viários, sejam eles motorizados ou não. Basicamente, um bom projeto geométrico urbano deverá considerar a resolução ou mitigação desses conflitos, evitando a redução

da capacidade da via, em função de retenções ou congestionamentos, derivados de soluções geométricas equivocadas nas interseções.

2.2.3 CONFLITOS NAS INTERSEÇÕES DA MALHA VIÁRIA URBANA

Nas interseções viárias temos a confluência, entrocamento ou cruzamentos de duas ou mais correntes de tráfego, podendo ser no mesmo nível, ou em níveis diferentes. As interseções são elementos de descontinuidade na malha viária, e nas interseções em mesmo nível são verificadas as maiores condições críticas de conflitos.

O tipo da interseção e seu projeto geométrico deverão assegurar a circulação ordenada dos veículos e manter a capacidade e nível de serviço das vias urbanas envolvidas, garantindo a segurança viária nos locais onde as correntes de tráfego sofrem a interferência de outras correntes, sejam internas ou externas, não deixando de lado a presença dos pedestres e de sua necessidade de travessia, conflitando com as correntes de tráfego. Outro elemento a ser considerado é o ciclista que poderá estar junto com as correntes de tráfego, ou segregado, em uma ciclovia ou ciclofaixa.

Cada ponto de conflito de tráfego em uma interseção demandará uma forma adequada de tratamento para a escolha da melhor solução em termos de fluência e segurança viária. Em um projeto de interseção frequentemente são apresentados diversos tipos de pontos de conflito, onde, logicamente, a melhor alternativa será uma combinação das soluções correspondentes a cada ponto de conflito. Outra dificuldade das interseções urbanas está na geometria irregular da malha viária, que propicia ângulos de interseção das vias diferenciados e não uniformes.

O projeto geométrico das interseções urbanas requer uma uniformidade no trato dos conflitos de tráfego, sendo importante que os motoristas saibam o que esperar pelo simples aspecto da interseção, seja semaforizada ou não. Sempre que possível, devem ser eliminadas as surpresas ou pontos especiais, de forma que o motorista não tenha dificuldade em saber que direção vai tomar em cada interseção. Este fato também é importante para o pedestre, pois ao se deparar com uma interseção, o pedestre também não deve ter dúvidas da localização da sua travessia segura.

Considerando todos os pontos levantados acima, questiona-se qual o melhor tipo de interseção a ser considerada numa via urbana.

Até a presente data, não foi desenvolvido um procedimento capaz de auxiliar na identificação do tipo de configuração da infraestrutura mais apropriada para uma determinada interseção em função das condições do ambiente e das características do tráfego local. Existem apenas algumas metodologias de seleção sugeridas em manuais e normas estrangeiras.

A inexistência de um procedimento determinativo para definir o tipo de interseção mais adequado às características do tráfego local vem do fato de que esta escolha, depende da interação de uma série de fatores resultando num problema complexo e de difícil solução, pois envolve não só o volume, a velocidade e a composição do tráfego em cada via de acesso à interseção, mas também a presença de pedestres e ciclistas, bem como, aspectos topográficos, disponibilidade de espaço físico, entre outros.

As *Normas Suecas* e *Inglesas* apresentam condições gerais que podem justificar a adoção de um ou outro tipo específico, dependendo de fatores listados acima. O exame desses fatores conduz a uma série de critérios de seleção para o tipo de interseção a adotar em cada caso.

As *Normas Suecas* (Vägutformning 94), foram publicadas em 2002, orientam por meio de fórmulas, gráficos e recomendações diversas, quais os tipos de solução a adotar, uniformizando os projetos em suas linhas gerais. Porém é recomendável que sejam considerados estes mesmos critérios em todas as interseções de um sistema viário urbano para gerar uma uniformidade de soluções.

No caso das *Normas Inglesas*, o critério orientador é o volume de tráfego entre as vias que se interceptam, relacionado com os tipos básicos de interseções. Os estudos relativos às soluções a adotar em interseções urbanas está apresentado na publicação (Roads and Traffic in Urban Areas, Institution of Highways and Transportation, Her Majesty's Stationery Office, England, 1987).

2.3 MANUAIS DE PROJETO DE VIAS URBANAS

Desde a transição dos veículos de tração animal para os veículos automotores, os manuais de projeto em diversos países vêm sendo aperfeiçoados e adaptados aos sistemas viários, características veiculares e condicionantes do comportamento humano ao dirigir. Estas publicações eram primeiramente direcionadas às rodovias, entretanto ao longo do tempo, estes manuais foram adaptados para inserir os ambientes urbanos, e novas publicações direcionadas ao tema surgiram.

As publicações nacionais e internacionais consideradas relevantes, e comumente difundidas nos meios acadêmicos e técnicos brasileiros, são:

- Manual Americano de Projeto: Publicado inicialmente em 1940, o manual da AASHO, foi atualizado e complementado em 1954, 1965 e 1971. Em 1984, foi publicado o manual “Policy on Geometric Design of Highways and Streets”, já sob a associação – AASHTO - “American Association of State Highway and Transportation Officials” com revisões em 1990, 1994 e 2004. Outras publicações importantes desta associação para o ambiente urbano foram: “Guide for the Development of Bicycle Facilities, 3rd Edition”, publicado em 1999, e o “Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities” publicado em 2004;
- Manual Americano de Capacidade: Publicado inicialmente em 1950, o manual da Transportation Research Board – TRB, intitulado HCM – “Highway Capacity Manual” vem sendo atualizado e complementado com diversas edições em 1966, 1985, 1994, 1997, 2000 e 2010. Apesar de tratar e analisar os contextos de capacidade e fluxo, suas informações são úteis a quem projeta uma via ou interseção urbana;
- Manual Inglês: “Roads and Traffic in Urban Areas, Institution of Highways and Transportation, Her Majesty’s Stationery Office”, publicado na Inglaterra em 1987, trazendo os estudos de soluções a adotar em interseções de vias urbanas;
- Manuais Alemão e Sueco: “Richtlinien für die Anlage von Strassen” – RAS, publicado em 1988/1996, com as diretrizes para implantação de vias, e as normas suecas de projeto “Vägutformning 94” publicadas em 2002;

- Manual Português: “Manual do Planejamento de Acessibilidades e Transportes”, publicado em 2003 pela Universidade do Porto em Portugal, trazendo um capítulo exclusivo sobre rótulas modernas;
- Manual Nacional do DNER: Uma das primeiras publicações sobre vias urbanas foi desenvolvida pelo DNER (Departamento Nacional de Estrada de Rodagem) para o Programa Especial de Vias Expressas – PROGRES, “Normas para Projeto de Vias Urbanas”, de 1974. Porém esta publicação é direcionada para vias expressa urbanas e não do conjunto total de vias urbanas;
- Notas Técnicas da CET-SP: A CET – Companhia de Engenharia de Tráfego da cidade de São Paulo vem, desde 1977 até os dias de hoje, emitindo notas técnicas relacionadas com o sistema viário urbano da cidade de São Paulo. Uma coleção rica de informações técnicas urbanas e sua evolução ao longo dos anos;
- Manual do Denatran: O “Manual de Semáforos” do DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito), publicado em 1984, direcionado a travessias semaforizadas urbanas. Este manual se encontra desatualizado, mas foi referencia durante alguns anos para tratamento deste tipo de interseção urbana; e
- Manuais do DNIT: Os Manuais do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), publicados desde 1999, compõe um arcabouço técnico para o projeto geométrico de rodovias e estradas rurais no Brasil. Entretanto alguns manuais começam a incorporar a transição do ambiente rodoviário para ambiente urbano, dentre as quais se destacam: “Manual de Projeto de Interseções – 2005” e o “Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas – 2010”.

2.4 PROJETO DE INTERSEÇÕES COM RÓTULAS

O movimento rotatório em interseções é caracterizado pela convergência de diversas vias de sentido único ou não, numa ilha central de forma geralmente circular, em torno da qual é estabelecido um sentido único de circulação, normalmente no sentido anti-horário, considerado prioritário em relação aos fluxos de entrada. As rótulas se bem projetadas têm capacidade adequadas, mantém a circulação contínua, provocam pouca retenção nos períodos de pico e não precisam de manutenção especializada. Apresentam melhor desempenho quando os volumes de tráfego são moderados e balanceados.

As rótulas são particularmente vantajosas em interseções com mais de quatro acessos, embora sejam frequentes as rótulas com três ou quatro acessos. Elas reduzem os números de pontos de conflitos aumentando a segurança viária, diminuem de forma natural a velocidade na interseção, além de reduzir o consumo de combustível e a emissão de gases poluentes, pela eliminação da rápida aceleração e desaceleração das interseções semaforizadas, e a pela diminuição do tempo dos veículos parados. (Lima *et al*, 2009) A figura 2.1 foi retirada de estudo específico, desenvolvido em 2009, comparando a emissão de monóxido de carbono em (PPM CO₂) de uma interseção semaforizada, substituída posteriormente por solução com rótula.

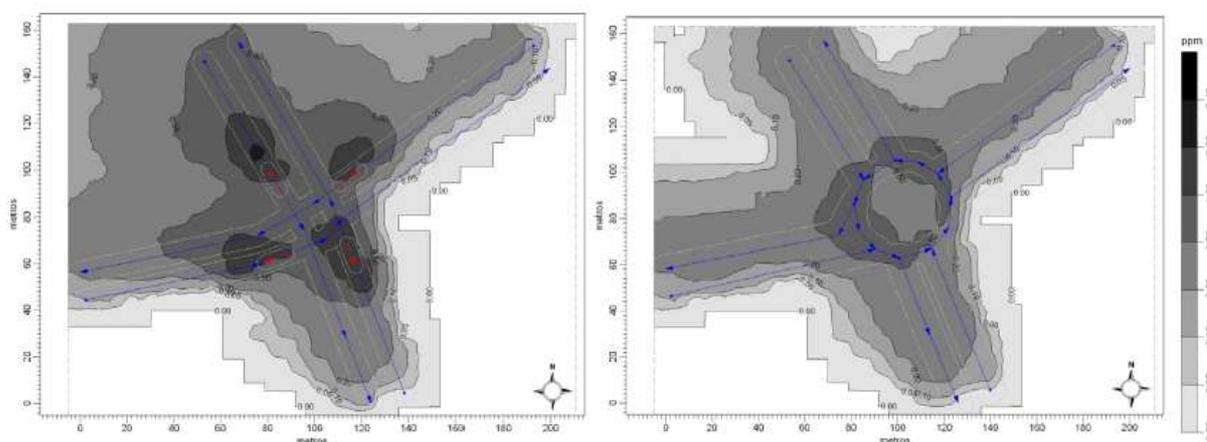


Figura 2.1 – Mapa Comparativo de Concentração de Monóxido de Carbono em Interseções

Fonte: Lima *et al*, 2009

Outro ponto interessante é o fato possibilitar uma integração com o tratamento urbanístico do entorno, devido ao aproveitamento paisagístico da ilha central e das ilhas canalizadoras.

Entretanto o funcionamento das rótulas pode ficar comprometido por diferenças muito significativas em relação aos volumes de tráfego das vias de acesso. Longos tempos de espera podem ser o resultado das grandes diferenças nos volumes nas vias. O fluxo de um ramo de acesso não deve predominar sobre os demais, provocando demoras excessivas e decisões errôneas por parte dos motoristas.

Pode existir uma ineficiência operacional nas rotatórias, caso os motoristas não cedam à preferência de tráfego aos veículos que circulam pela rótula. As velocidades elevadas

dos veículos que entram podem causar acidentes, entre estes e os que circulam na rótula, bem como uma fiscalização insuficiente ou permissiva das regras de prioridade pode elevar o número de acidentes.

As rotatórias necessitam de mais espaço físico, e normalmente, são mais onerosas que as interseções tradicionais na sua implantação. Devem ser construídas em sua capacidade final, pois devido a sua conformação geométrica, são de difícil ampliação depois de implantadas. No entanto seu custo de manutenção é menor, além de observar uma redução de custos associados aos acidentes, e às vítimas destas ocorrências, devido ao fato de moderação de tráfego das rótulas.

Em relação ao projeto geométrico os cuidados devem girar em torno dos ângulos de convergência, evitando os muito agudos, visibilidade de entrada, rampas fortes, rotatórias não circulares, e sinalizações horizontais e verticais mal projetadas. Os pedestres devem ter atenção especial com a garantida da travessia de forma segura e protegida por ilhas canalizadoras, além de sinalização eficiente. Estes tópicos estão detalhados no capítulo 3 deste trabalho.

Os subtópicos a seguir apresentarão a história das interseções com características giratórias, considerações sobre a moderação de tráfego nas rótulas e por fim as características geométricas de uma rótula moderna.

2.4.1 CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS

A construção de interseções com características giratórias remonta à Idade Média, antes do aparecimento do veículo automóvel. Nessa altura a sua utilização era meramente associada à renovação da malha urbana das cidades, tendo sido adotadas nos planos de urbanização de algumas cidades da Europa e Américas.

A função de circulação viária regulamentar apenas lhe foi atribuída no início do Séc. XX pelo arquiteto francês Hénard que desenvolveu o conceito de “rótula”, onde grandes avenidas convergiam a um ponto central, sendo então estabelecido um sentido único de circulação em torno de uma ilha central. Este conceito foi usado em Paris em 1907.

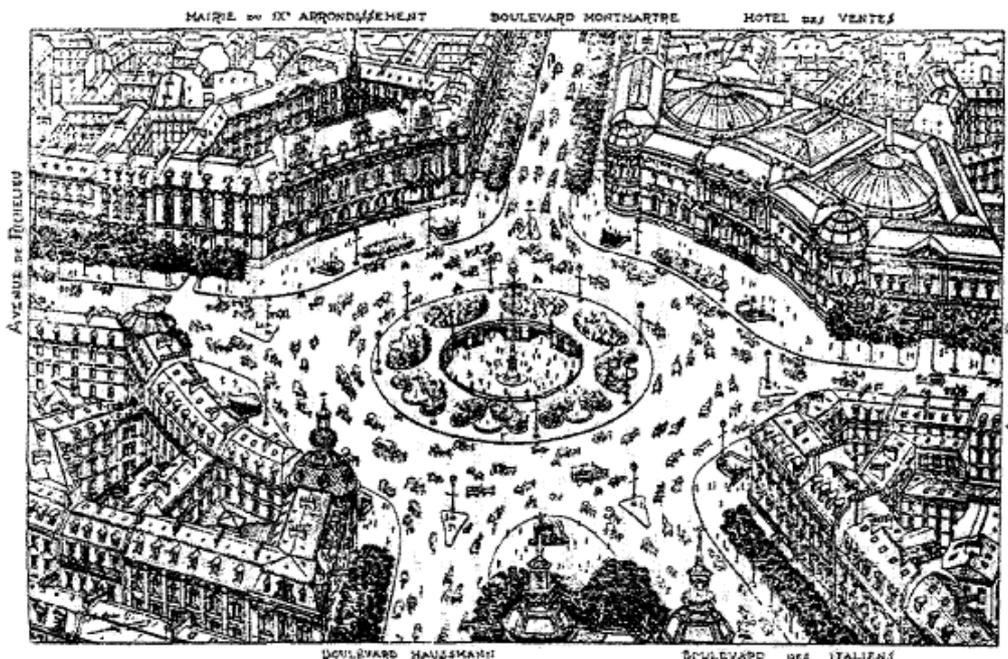


Figura 2.2 – Ilustração da Interseção Giratória das "Grands Boulevards" em Paris

Fonte: Henard E., 1906, "Carrefours a giration," in *Etudes sur lês Transformations de Paris*

Este modo de circulação começou a cair em desuso em razão dos problemas de capacidade causados pelos movimentos de entrecruzamento. A utilização da “regra de prioridade à direita”, de uso praticamente generalizado em todo o mundo, foi o principal motivo do abandono das rótulas em muitos países durante a década de 20. A constante interrupção do fluxo dos veículos no interior da rótula traduzia-se em retenções acentuadas à circulação geral, resultando no pior dos cenários: o bloqueio total da rótula.

Surge na Inglaterra, em 1967, a regra da “prioridade de quem circula pela rótula”, obrigando os veículos dos acessos, a cederem o direito de passagem aos veículos que circulam no anel da rótula. Esta nova regra trouxe resultados extremamente positivos com reflexos, quer no nível de capacidade, quer no nível de segurança. Esta regra de prioridade é uma das bases da nova concepção de rótulas denominadas “rótulas modernas”.

A capacidade da rótula deixa de depender da extensão dos trechos de entrecruzamento, uma vez que os mesmo foram diminuídos drasticamente, para passar a depender essencialmente da geometria de cada acesso, passando o seu funcionamento a ser

comparável a uma sucessão de cruzamentos em “T”. A disseminação destes resultados suscitou o interesse de diferentes países da América e Europa, assim como da Austrália e Nova Zelândia, os quais adotaram o novo conceito e promoveram o desenvolvimento de pesquisas aplicadas, com a elaboração de manuais de projeto para sua implantação.

A implicação das rótulas em diversas interseções no exterior começou a ganhar força a partir de 1990, porém apenas recentemente no Brasil, as rótulas com nova concepção de circulação (rótula moderna), começaram a ser empregadas.

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB, 1997), instituído pela Lei N° 9.503, de 23 de setembro de 1997, estabeleceu esta regra de prioridade para o caso específico das rotatórias, no Capítulo III, Artigo 29, inciso III, onde especifica:

III - Quando veículos, transitando por fluxos que se cruzem, se aproximarem de local não sinalizado, terá preferência de passagem:

a) no caso de apenas um fluxo ser proveniente de rodovia, aquele que estiver circulando por ela;

b) no caso de rotatória, aquele que estiver circulando por ela;

c) nos demais casos, o que vier pela direita do condutor.

O estágio atual da implantação de rótulas modernas indica um crescimento constante em países da América do Norte e Europa, mas um crescimento abaixo do previsto no Brasil. A Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (CET-SP) implantou diversas interseções com mini-rótulas (ilhas com raios variando de 1 a 8 metros), cujas primeiras avaliações registraram redução de 20% a 30% na velocidade de aproximação e de 83% no número geral de acidentes. (DNIT, 2005)

A classificação atual das interseções com características rotatórias encontra-se dividida em:

- Movimentos Rotatórios – Constituem-se de várias vias que formam um movimento circulatório em um único sentido em torno de uma quadra, geralmente grande o suficiente para interceptar várias vias (ex. Campo de São Cristovão – Rio de Janeiro);
- Rótulas Convencionais – Solução ultrapassada de rotatória, restringindo sua utilização a situações pontuais e específicas de alguns países europeus, onde a

preferência do tráfego continua na regra anterior pela direita, assim os acessos à rótula terão preferência sobre o tráfego que vem pela pista rotatória. Estas rótulas não devem ser empregadas a nível nacional, uma vez que o CTB determina a utilização das rótulas modernas;

- Mini-Rótulas Modernas – Sob o conceito de prioridade para o tráfego que está circulando na rotatória, e giro no sentido anti-horário, sua característica principal é o diâmetro reduzido da ilha central, variando de 2 a 16 metros. A ilha central pode ser materializada em pintura ou de elementos fixos, porém tem a limitação de giro para veículos grandes;
- Rótulas Modernas Compactas – Com diâmetro da ilha central, variando de 16 a 30m. A característica principal é a possibilidade de galgamento de parte da ilha central por veículos grandes, além de ângulos de entrada mais próximos de 90°;
- Rótulas Modernas Normais – Com diâmetro da ilha central, variando de 30 a 150m. Estas rótulas de diâmetros grandes podem ser aplicáveis tanto em ambientes urbanos quanto rurais, mas os diâmetros superiores a 50m são mais recomendadas para os ambientes rurais e interseções de rodovias com a malha viária urbana;
- Rótulas Modernas em dois Níveis – A grande característica desta rótula é privilegiar um determinado fluxo de uma via principal, deslocando para sua passagem direta por cima (viaduto) ou sob a rótula (passagem inferior). Utilizada principalmente quando um dos volumes é muito superior as demais vias da interseção. Também muito utilizada na interseção entre o ambiente rodoviário e a malha urbana, onde a rodovia separa-se do fluxo local evitando retenções e congestionamentos devido a saídas e acessos para a malha urbana;
- Rótulas “Furadas” e Rótulas Semaforizadas – Estes movimentos rotatórios desviam-se do conceito principal de não interrupção do fluxo interno da rótula, portanto não sendo considerados como rótulas plenas. Sua utilização irá depender de condições específicas de fluxo veicular e de fluxo de pedestres que podem impedir a aplicação de uma rótula moderna;
- Rótulas Duplas e Disposta em Anel – São outros tipos de rotatórias menos utilizadas em ambientes urbanos pela sua complexidade de situações e alternativas de fluxo, que contribuem para o não entendimento de alguns movimentos pelos motoristas e pedestres. As Duplas equivalem a duas rótulas

compactas dispostas ao lado, interligadas por um separador central de dimensões reduzidas. As dispostas em anel permitirão a circulação nos dois sentidos do anel, através de composição de mini-rótulas nas conexões das vias.

2.4.2 MODERAÇÃO DE TRÁFEGO

Os estudos mostram que rótulas reduzem o número e severidade dos acidentes nas interseções. A redução dos acidentes nas rótulas pode ser atribuída à redução dos pontos de conflito numa comparação entre as rótulas e uma interseção com prioridade de movimentos. Em uma interseção de 4 ramos com vias de sentido duplo, pode-se reduzir de 32 pontos de conflitos para apenas 8 pontos, quando se compara com uma rotatória com uma única faixa de tráfego (Ver figura 2.3).

São reduzidos em 40% os acidentes mais severos relacionados aos choques frontais e traseiros, permanecendo os choques laterais relacionados aos movimentos de entrecruzamentos (convergentes e divergentes), considerados de menor grau de severidade. (IOWA, 2008)

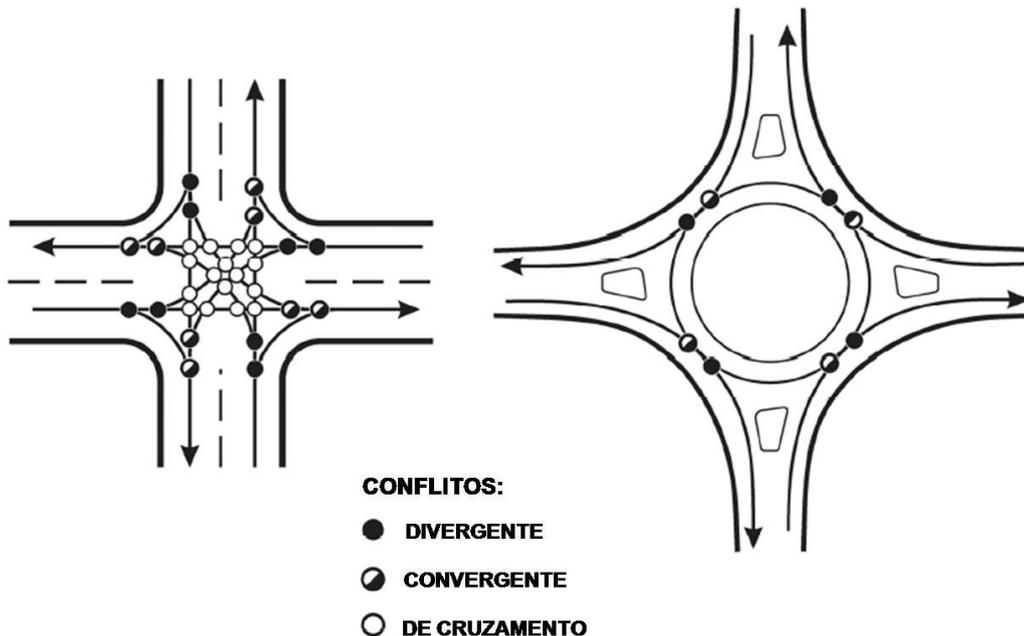


Figura 2.3 – Pontos de Conflitos entre Veículos em Interseções

Fonte: FHWA, 2000, com modificações

Considerando que o objetivo geral das técnicas de moderação de tráfego é melhorar a qualidade ambiental das vias, com intervenções físicas na estrutura viária para obter a

redução dos riscos de acidentes e dos níveis de ruído e poluição, as rótulas se inserem perfeitamente neste contexto, e cumprem seu papel tanto no controle do volume e da velocidade do tráfego (SMOV, 2010), quanto na redução da emissão de monóxido de carbono nas interseções (LIMA *et al*, 2009).

Estudos holandeses (SMOV, 2010) e americanos (NCHRP - 572, 2007) permitem afirmar que os efeitos de melhoria na segurança viária com a implementação de rótulas de faixa única, em substituição de uma interseção de quatro ramos, reduzem em cerca 40% os números de acidentes, e de 75-80% o número total de vítimas graves. Entre os ciclistas e motoqueiros a redução de vítimas graves é menor, em torno de 60%.

A redução dos acidentes entre veículos e pedestres nas rótulas também é significativa girando em torno de 70% (NCHRP - 572, 2007), e igualmente pode ser atribuída à redução dos pontos de conflitos e redução da velocidade. Na figura 2.4 é possível analisar que, em uma interseção de 4 ramos com vias de sentido duplo, são reduzidos de 16 pontos de conflitos entre veículos e pedestres para apenas 8 pontos.

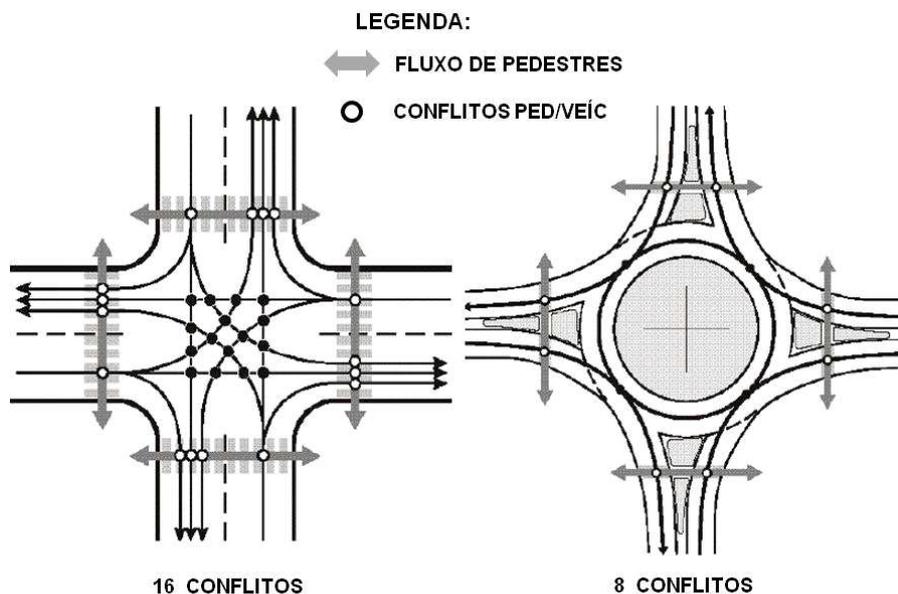


Figura 2.4 – Pontos de Conflitos entre Veículos e Pedestres em Interseções

Fonte: FHWA, 2000, com modificações

2.4.3 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DAS RÓTULAS MODERNAS

Torna-se importante compreender as características geométricas de projeto de uma rótula moderna para entender como funciona uma rotatória e sua operação dentro do

sistema viário onde estará inserida. Estas características devem também estar claras aos motoristas, ciclistas e pedestres, enquanto eles estão se aproximando ou transitando pela interseção. Por exemplo, as deflexões de entrada da rótula, forçadas pelas ilhas divisórias/canalização são importantes para a prevenção de movimentos impróprios, mas podem retardar o tráfego de entrada e gerar filas.

A sinalização vertical e horizontal também contribui para o bom funcionamento da rótula, mas as características geométricas concorrerão para garantir fisicamente o cumprimento das prerrogativas de projeto, tendo como base a diminuição das velocidades nas interseções, portanto o projeto geométrico de uma rótula deve estar focado em manter uma velocidade consistente e reduzida ao longo da rotatória nos seus diversos movimentos, sem atrasos ou diminuição da capacidade da interseção.

Para isso, detalhes de projeto de pontos específicos devem ter atenção especial, tais como: a definição do diâmetro da ilha central, do diâmetro inscrito da rotatória, largura de pistas, ângulo de entrada, canteiros pavimentados etc. Um projeto geométrico deficiente pode vir a incentivar o emprego de velocidades mais altas ou traçados menos uniforme dos veículos, e com isso causar mais confusão aos usuários da via não familiarizados com rótulas.

As figuras 2.5 e 2.6, além da tabela 2.1, apresentam os elementos físicos de uma rótula moderna, suas características e funções, no próximo capítulo serão detalhados os princípios de dimensionamento geométrico das rótulas.



Figura 2.5 – Ilustração em 3D de Rótula Moderna Inserida em Ambiente Urbano

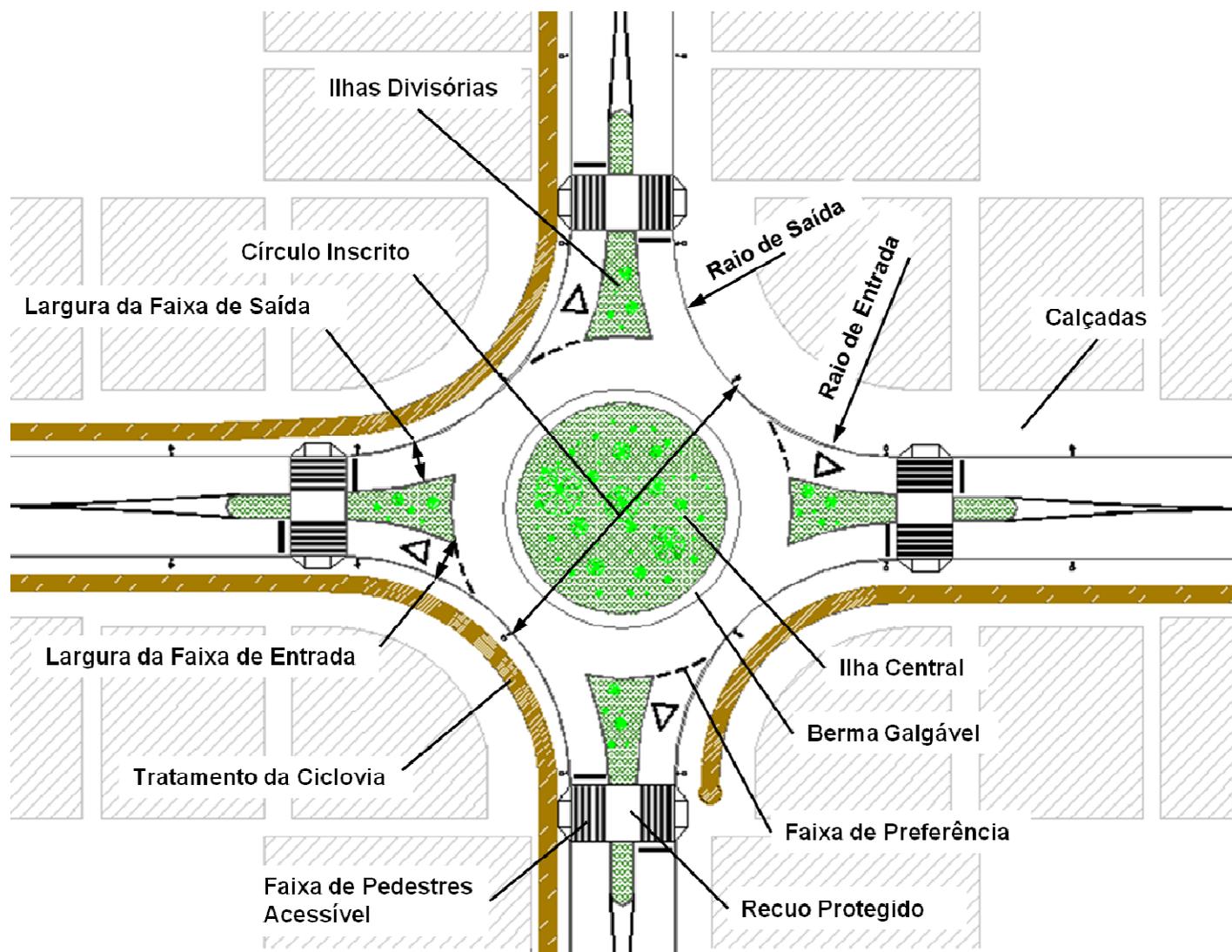


Figura 2.6 – Elementos Físicos das Rótulas Modernas

Tabela 2.1 – Elementos Físicos – Características e Funções

ELEMENTO	CARACTERÍSTICA E FUNÇÃO
Ilha Central	Área elevada no centro de uma rótula em torno da qual o tráfego circula. Deve ser dimensionada de modo a causar a deflexão do tráfego, impedindo que os veículos cruzem direto pela interseção.
Ilhas Divisórias / Canalizadoras	Divisor físico para separar os fluxos de entrada e saída da rótula, podendo ser elevada ou pintada. O objetivo é canalizar e desviar o tráfego proporcionando a redução da velocidade, além de proporcionar espaço de armazenamento para os pedestres que atravessam.
Berma Galgável	Área rebaixada junto à ilha central que permite o galgamento se necessário por veículos grandes durante o giro, sem maiores restrições ou complicações operacionais. Utilizada em rótulas menores de uma faixa.
Círculo Inscrito	O diâmetro do círculo inscrito é o parâmetro de base utilizado para definir o tamanho de uma rótula. Ele é medido entre as bordas exteriores da pista circulatória.
Largura da Faixa de Entrada	A largura da faixa de entrada contribui para redução da velocidade de acesso à rótula. Trata-se de um dos fatores determinantes da capacidade e condições operacionais das rótulas modernas.
Largura da Faixa de Giro	Largura da pista giratória em torno da ilha central. Esta largura não inclui a berma galgável e está diretamente ligada ao tipo de veículo previsto na rótula.
Largura da Faixa de Saída	A largura da faixa de saída contribui para fluxo constante dos veículos na rótula. Trata-se também de um dos fatores determinantes da capacidade e condições operacionais das rótulas modernas.
Raio de Entrada	Raio mínimo da curvatura do bordo de cada pista de acesso. Tem a função de garantir que os movimentos de giro sejam realizados com facilidade por todos os tipos de veículos.
Raio de Saída	Raio mínimo da curvatura do bordo de cada pista de saída da rótula. Sua função também é garantir que os movimentos de giro sejam realizados com facilidade por todos os tipos de veículos.
Faixa de Pedestres Acessível	Faixas para a travessias de pedestres acessíveis em todas as vias de acesso à rótula. O local da travessia deve ser afastado da “faixa de preferência”, com rampas de acessibilidade nas calçadas para a passagem de pedestres, cadeiras de rodas, carrinhos e bicicletas.
Faixa de Preferência	Faixa interrompida de “Dê a Preferência”, situada nas pistas de acesso a rótula, indicando que a preferência é do movimento circulatório.
Recuo Protegido	Recuo rebaixado nas ilhas divisórias/canalizadas para espera e acúmulo de pedestres, cadeirantes, carrinhos e bicicletas, para completarem a travessia em duas etapas com segurança.
Calçada	Espaço existente entre as pistas da rótula e as edificações do entorno, que devem estar livres e desimpedidas para a circulação de pedestres, e melhoria da visibilidade da interseção.
Tratamento da Ciclovias	Vias de aproximação com ciclofaixas e ciclovias deverão ter um tratamento especial para a condução do ciclista para as travessias previstas. Ressaltando que, os ciclistas também podem percorrer a rotatória pelas pistas, se posicionando a direita, e sinalizando seus movimentos aos demais veículos, conforme previsto no CTB.

2.5 PESQUISA DE OPINIÃO SOBRE RÓTULAS

Tendo em vista a baixa utilização de rótulas modernas no sistema viário da cidade do Rio de Janeiro, este trabalho realizou entrevistas técnicas para conhecer as opiniões dos técnicos especializados no planejamento e projeto de interseções urbanas, além de solicitar uma avaliação sobre os manuais e instruções de projeto, utilizados na realização de suas atividades profissionais.

Esta pesquisa procurou identificar, na opinião dos entrevistados, quais as maiores situações problemáticas para elaboração de um projeto geométrico de interseções em vias urbanas, se eles utilizavam a solução de rótulas nestes projetos, se os manuais existentes atendiam as expectativas, e quais os tópicos que poderiam ser melhorados nas publicações, bem como identificar se houve a necessidade de adaptações nas normas, por estar em um ambiente urbano, durante a elaboração de algum projeto de interseções com rótula. Aproveitando da experiência prática dos entrevistados, os mesmos foram estimulados a apresentar sugestões para projeto de interseções com rótulas, a identificar algum aspecto específico urbano que poderia influenciar nos projetos geométrico, além de manifestar sua opinião quanto a necessidade de elaboração de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas.

O objetivo geral desta pesquisa foi entender os motivos e questionamentos dos técnicos envolvidos no planejamento e projeto do sistema viário urbano da cidade do Rio de Janeiro, sobre a baixa aplicabilidade da solução de projeto de interseções com rótulas, bem como entender se de algum modo, a documentação técnica disponível desestimula a solução por rótula. Outro objetivo, mais específico, foi identificar possíveis limitações e atualizações, além de contribuições para a elaboração e o aperfeiçoamento de procedimentos mais adequados, como base para incentivar as soluções de projetos com rótulas para o ambiente urbano.

2.5.1 METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi a entrevista não presencial de técnicos da área que se manifestaram através de um roteiro padronizado de entrevista. Para tanto, o roteiro elaborado contém perguntas previamente formuladas sobre o tema, onde os profissionais responderam as mesmas de forma livre, e sem direcionamento de um entrevistador.

Estes profissionais foram selecionados pelo seu envolvimento com o planejamento do sistema viário e/ou com desenvolvimento de projetos viários para a cidade do Rio de Janeiro. Foram incluídos profissionais dos órgãos do governo municipais e estadual, além de engenheiros, arquitetos e projetistas do setor privado. Tendo sido enviados um total de 50 roteiros para os profissionais escolhidos, dos quais 19 deles foram respondidos no prazo estipulado de aproximadamente três meses.

A análise dos resultados foi baseada nos 19 roteiros respondidos pelos profissionais, onde se destacam diversas formações: 13 engenheiros civis, 5 arquitetos e 1 cartógrafo, bem como níveis de formações diversos na área com 1 PhD, 4 mestres e 1 doutor em ciências de transportes.

2.5.2 RESULTADOS

Os resultados a seguir foram compilados e organizados a partir dos roteiros de entrevistas padronizados respondidos, os quais se encontram no anexo deste trabalho. Basicamente a pesquisa se divide em dois grandes blocos: a investigação e coleta de informações e as opiniões e sugestões dos participantes. Neste item trataremos do primeiro bloco de informações.

Para conhecer os profissionais participantes alguns dados foram solicitados quanto a sua experiência em projetos de sistemas viários, em projeto envolvendo rótulas e se desenvolviam suas atividades profissionais no setor público ou privado. Todos responderam ter experiência em projetos viários, 63,2% afirmaram ter experiência com projetos de rótulas modernas e 68,4% informaram atuar no setor público, divididos entre município, estado e universidade pública.

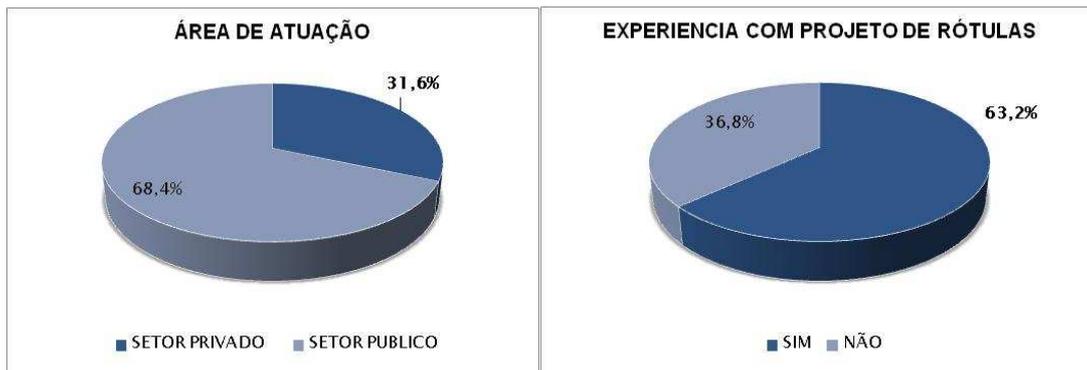


Figura 2.7 – Esfera de Atuação e Experiência em Projetos de Rótulas

A próxima pergunta versou sobre qual era a situação mais problemática em relação ao projeto de uma interseção urbana. Neste tópico tivemos várias respostas que foram agrupadas em 5 tópicos, onde podemos destacar a falta de espaço físico com principal situação enfrentada no desenvolvimento de projetos de interseções em vias urbanas indicado por 42,1% dos participantes, e a preocupação de adequação da interseção ao volume de tráfego existente e futuro.

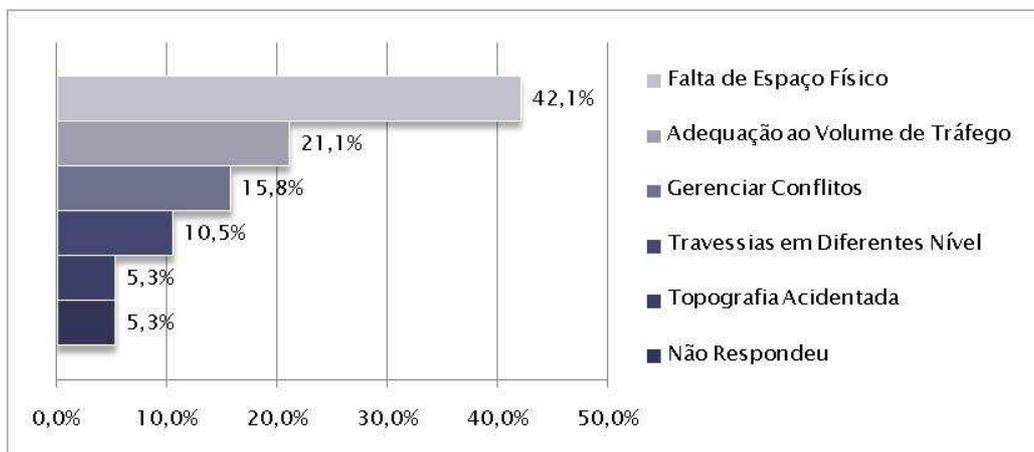


Figura 2.8 – Situações Problemáticas nos Projetos de Interseções

Sobre a utilização da solução em rótula em uma interseção urbana, 68,4% dos técnicos confirmaram que já planejaram ou desenvolveram um projeto de rótula, tendo como principais justificativas a melhoria na fluidez do tráfego (30,8%) e a melhor distribuição dos fluxos (23,1%). Estas justificativas são pertinentes e se completam mostrando um grande preocupação com a melhoria da circulação viária local.

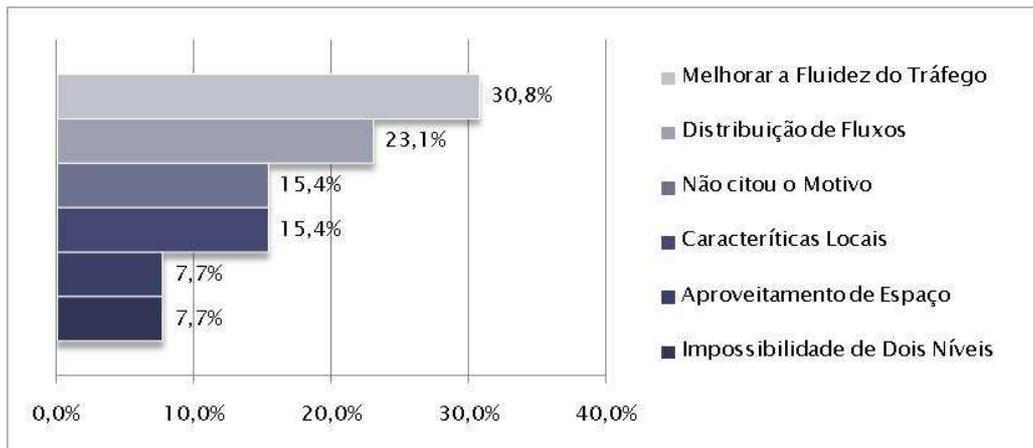


Figura 2.9 – Gráfico de Justificativas para Emprego das Rótulas

Sobre as publicações técnicas utilizadas como base para elaboração de projetos de rótulas em interseções urbanas, destaca-se que a maioria dos profissionais citou mais de uma publicação, e entre elas, os manuais do DNIT (Manual de Projeto Geométrico, Manual de Interseções e Manuais de Travessias Urbanas) foram os mais citados, seguidos pelas normas da AASHTO (A Policy on Geometric Design of Highways and Streets). Outras publicações técnicas nacionais e internacionais foram citadas, mas de forma mais reduzida e pontual. Também foi solicitada uma avaliação sobre a aplicabilidade das publicações utilizadas, relativas aos projetos de rótulas, e a maioria dos profissionais (68,4%) considerou satisfatória.

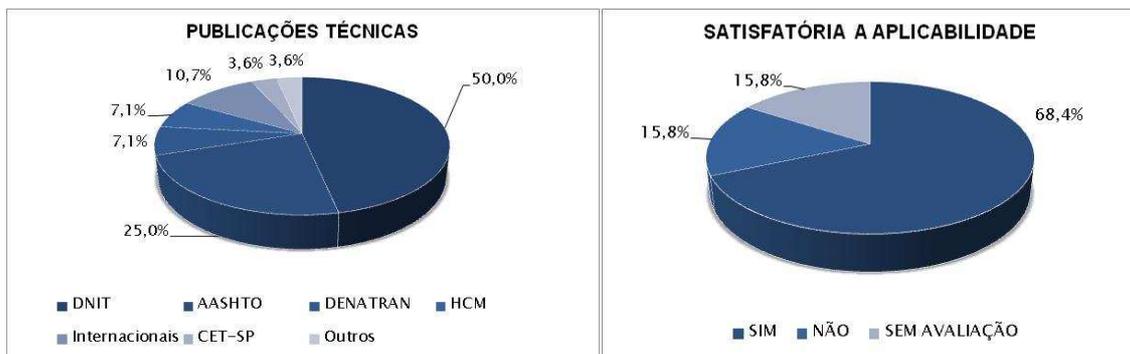


Figura 2.10 – Gráficos Relativos às Publicações Técnicas

A próxima pergunta solicitava a indicação de quais tópicos que poderiam ser melhorados nas publicações técnicas, em relação às interseções urbanas, e mais especificamente em relação às rótulas. As respostas similares foram agrupadas em 6 tópicos chaves, onde destaca-se com 26,7% a falta de pesquisa específica para o ambiente urbano e a inserção da questão da capacidade, hierarquização viária e o uso e

ocupação do solo lindeiro com 20%. Outro ponto citado, com também 20% das respostas, foi a necessidade de considerar os pedestres e ciclistas como usuários da interseção urbana, além da garantia de segurança e acessibilidade para pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

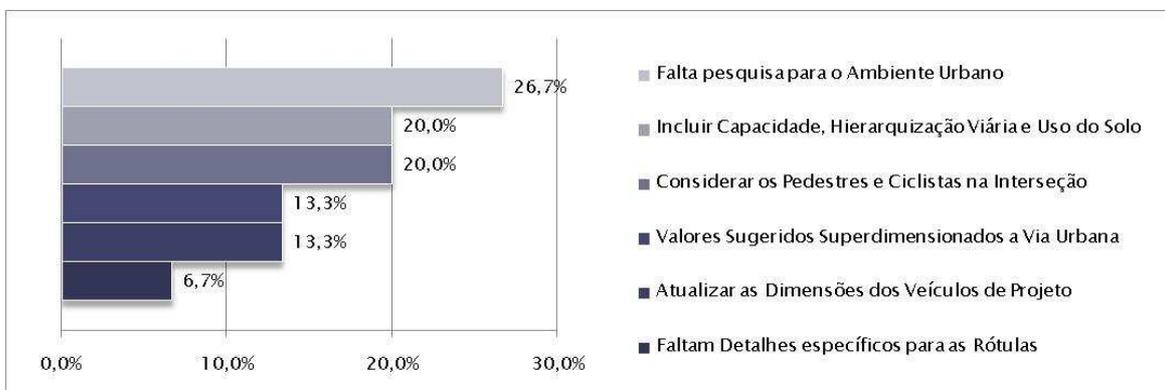


Figura 2.11 – Gráfico de Avaliação dos Tópicos a Serem Melhorados nas Publicações

Concluindo o bloco de pesquisa de informações, foi questionado se o participante, durante a elaboração de algum projeto de interseções com rótula, sentiu a necessidade de adaptações das normas, basicamente de características rodoviárias, para o ambiente urbano. As respostas foram também agrupadas em 5 tópicos chaves onde foi ressaltado, com 36,4% das respostas, que o projeto teve que ser adaptado às características do sistema viário ao qual estava sendo inserido. Em segundo, com 27,3% das respostas, foi citada a redução das dimensões propostas nas publicações, e conseqüente diminuição de espaço físico utilizado, por questões de desapropriação ou adaptação ao espaço disponível.

Outra observação foi a adequação dos projetos para o ambiente urbano, principalmente relativas à presença de pedestres e ciclistas, aparecendo em 18,2% das respostas. Também foram citados ajustes realizados em raios de curvas, padrões de velocidade de veículos e tipo dos veículos.

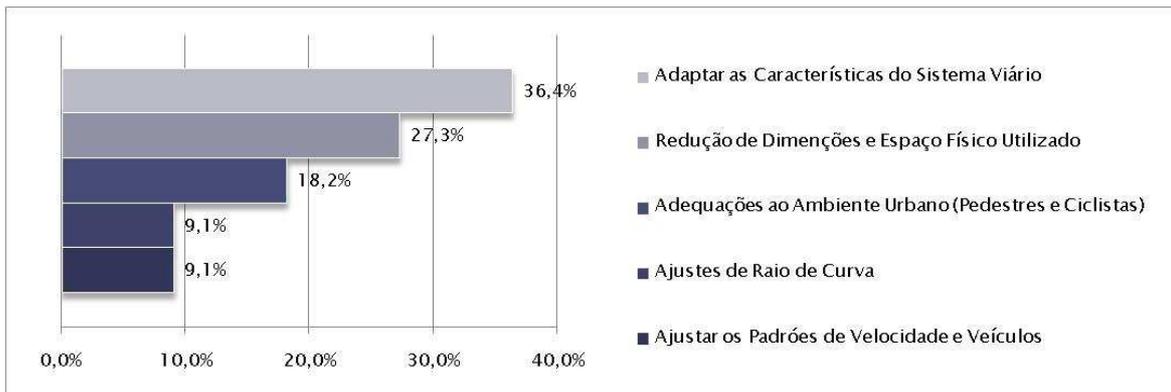


Figura 2.12 – Gráfico de Ajustes de Projeto para o Ambiente Urbano

2.5.3 RESUMO DAS OPINIÕES E SUGESTÕES

O segundo bloco do roteiro padronizado estimulava os participantes a emitir opiniões e sugestões sobre adequações nas publicações técnicas existentes, relativas aos projetos de interseções com rótulas, e identificar algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no projeto geométrico.

Inicialmente foi perguntado se, baseados em suas experiências de projetos, teriam alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas, e mais especificamente em relação às rótulas urbanas. Alguns não responderam a esta questão e as demais respostas foram diversificadas, tornando-se pouco produtivo serem agrupadas em tópicos chaves. Nesta caso, o trabalho apresenta as sugestões listadas a seguir:

- Diminuir o numero de faixas de rolamento em determinadas interseções, bem como diminuir o uso indiscriminado de semáforos, e o giro retido a esquerda;
- Adequação da velocidade aos níveis observados no ambiente urbano;
- Prever a interação do fluxo com elementos que não existem normalmente em rodovias, tais como baias de ônibus, faixas de travessia de pedestres, estacionamentos, acessos veiculares etc;
- Caso a situação não esteja prevista nos manuais nacionais, buscar apoio em publicações americanas e européias que tratam das vias urbanas;
- Procurar um tratamento individualizado das soluções especiais e padrão para as interseções em sequência;
- Buscar aumentar o raio das rótulas para acomodar um tráfego moderado; e
- Adaptar o projeto de interseção ao fluxo viário atual e previsto.

Uma das perguntas desta série buscava identificar, na opinião dos participantes, algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas. As respostas foram agrupadas em 6 tópicos chaves onde foi ressaltado, por 25% dos técnicos, que a falta de espaço físico nas vias urbanas é a principal aspecto urbano a ser considerado. Em segundo, empatados com 18,8% das respostas, foram citados os aspectos ambientais, paisagísticos, acessibilidade, acessos às edificações, segurança viária e características de tráfego das vias estudadas. As travessias e a presença de pedestres foram citadas por apenas 12,5% dos participantes.

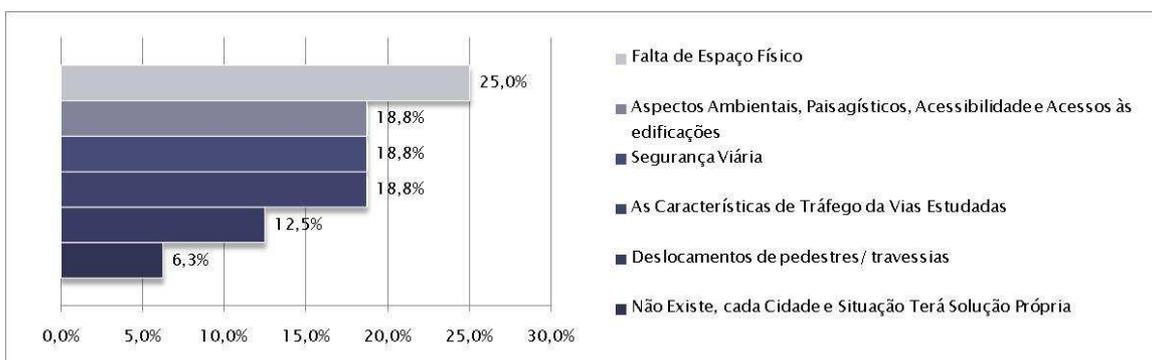


Figura 2.13 – Gráfico dos Aspectos Específicos do Ambiente Urbano

Para fechar este bloco, foi questionado se o participante considerava necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas, e se os mesmos estariam dispostos a contribuir num comitê técnico para elaboração do mesmo. A maioria (89,5%) entendeu ser necessário o desenvolvimento de uma publicação voltada para o projeto de rótulas urbanas, mas apenas 57,9% mostrou interesse em participar de um comitê ou grupo de trabalho para colaborar na elaboração do documento.

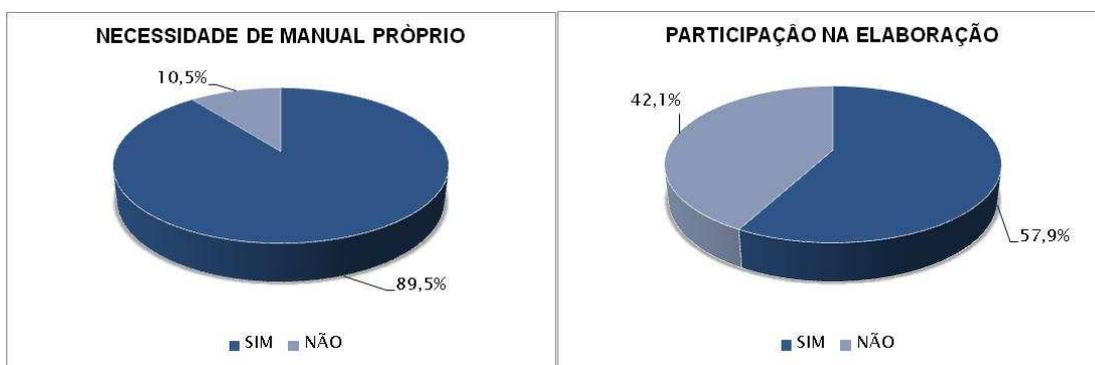


Figura 2.14 – Gráficos Relativos ao Manual de Rótulas Urbanas

3 RÓTULAS MODERNAS

3.1 CARACTERIZAÇÃO

Como explicitado no capítulo 2, as rótulas modernas são aquelas que adotam a regra da “prioridade de quem circula pela rótula”, obrigando os veículos dos acessos a cederem o direito de passagem aos veículos que circulam no anel da rótula. A capacidade da rótula deixa de depender da extensão dos trechos de entrecruzamento, uma vez que os mesmos foram diminuídos drasticamente, para passar a depender essencialmente da geometria de cada acesso, passando o seu funcionamento a ser comparável a uma sucessão de cruzamentos em “T”.

Basicamente existem quatro tipos de rótulas modernas que são aplicáveis aos ambientes urbanos, as mini-rótulas, rótulas compactas e rótulas normais (com 1 ou 2 faixas). As características básicas de cada tipo estão apresentadas na tabela 3.1, elaborada a partir de recomendações das publicações citadas nas fontes referenciais.

Tabela 3.1 – Características Básicas dos Tipos de Rotulas

Tipos de Rótulas Urbanas	Número de Faixas em cada Acesso	Velocidade de Projeto Máxima nos Acessos	Diâmetro do Círculo Inscrito	Diâmetro da Ilha Central	Volume de Serviço Típico (4 Acessos)
Mini-Rótulas	1	25 km/h	13 a 25 m	2 a 16 m	15.000 veic./dia
Rótulas Compactas	1	25 km/h	25 a 38 m	16 a 30 m	15.000 veic./dia
Rótulas (1 faixa)	1	35 km/h	38 a 58 m	30 a 50 m	20.000 veic./dia
Rótulas (2 faixas)	2	40 km/h	46 a 66 m	30 a 50 m	40.000 a 50.000 veic./dia

Fontes Referenciais: FHWA, 2000; IOWA, 2008; INIR, 2009 e COSTA, 2010.

A aplicabilidade de cada tipo vai depender do ambiente envolvente, hierarquização viária, volume de tráfego, tipologia dos veículos e do espaço físico disponível. Apesar da gama de possibilidades, seu emprego não deve ser considerado generalizado para todas as situações. O uso indiscriminado, ou por vezes em situações inadequadas, pode gerar atrasos significativos nas interseções, comprometendo o desempenho global da mesma. Os diferentes níveis de desempenho das rótulas serão influenciados pelas

características dos locais, somadas ao tipo e características das vias urbanas, bem como as características das correntes do tráfego afluyente. (INIR, 2009)

3.2 PLANEJAMENTO

Neste sentido, o planejamento para implantação de uma rótula torna-se uma peça fundamental para o bom desempenho da interseção, caso seja uma alternativa viável, a fase de projeto seguirá com o detalhamento das características geométricas da rótula.

Uma das grandes vantagens das rótulas é que sua simplicidade geométrica se ajusta a interseções de vias geometricamente complexas e com ângulos irregulares, garantindo uma homogeneidade na acomodação dos fluxos e no tratamento de cada via interceptada.

As publicações internacionais apresentam resultados que confirmam o excelente desempenho das rótulas em áreas urbanas e em áreas suburbanas, sendo inclusive um elemento para enfatizar as zonas de transição, relativas aos acessos às zonas urbanas ou aos espaços residenciais, onde a alteração das características viárias envolvem alterações no comportamento dos motoristas, principalmente relativas à redução de velocidade que, de uma forma física, é imposta aos motoristas que acessam a rótula. (FHWA, 2000; STAMATIADIS, 2003; F.H., 2007)

Nas áreas urbanas, as rótulas são soluções eficientes embora seu desempenho esteja relacionado às características do fluxo e dos tipos de usuários envolvidos. A presença de um alto fluxo de pedestres e/ou ciclistas, usuários mais vulneráveis da interseção, irá demandar determinadas soluções e medidas específicas para promover o convívio seguro de todos os usuários da interseção, sejam motorizados ou não. Caso estas soluções e medidas previstas não sejam suficientes, ou não apresentem o resultado desejado para o local, alternativas semaforizadas podem ser a solução indicada para aquela determinada interseção.

A hierarquia viária das vias em questão é um indicativo importante para o planejamento e a decisão de implantação de uma interseção com rótula. As rótulas são indicadas para interseções de vias com a mesma hierarquia viária, apesar de ter seu desempenho confirmado no tratamento de interseções com vias de hierarquias diferenciadas. A

Tabela 3.2 apresenta a aplicabilidade dos tipos de rótulas em função da classificação funcional das vias dentro da hierarquia viária urbana, inclusive foram inseridas as rótulas em dois níveis. Esta tabela foi desenvolvida com recomendações de publicações internacionais, adaptada a classificação viária hoje utilizada na cidade do Rio de Janeiro.

Tabela 3.2 – Aplicabilidade das Rótulas na Hierarquia Viária da Cidade do Rio de Janeiro

Tipos de Rotatórias	Locais	Coletoras	Arteriais		Estrutural
			Secundária	Primária	
Mini-Rótulas	A	D	N	N	N
Rótulas Compactas	D	A	A	N	N
Rótulas Urbanas (1 Faixa)	N	A	A	N	N
Rótulas Urbanas (2 Faixas)	N	N	A	D	N
Rótulas Urbanas em 2 Níveis	N	N	D	A	A

A – Adequada na maioria dos casos;
 D - Depende de outros fatores;
 N – Normalmente não adequada.

Fontes Referenciais: FHWA, 2000; Delaware, 2000;
 IOWA, 2008 e INIR, 2009.

As rotatórias tendem a tratar todos os movimentos em uma interseção de forma igual. Todos os movimentos têm prioridade igual, independente de sua hierarquia no sistema viário. Este fato pode resultar em atrasos significativos aos grandes fluxos em detrimento a outros de vias de menor fluxo. Este problema é mais agudo em interseções entre vias arteriais e coletoras, ou até mesmo locais. Portanto, o sistema de hierarquização da via urbana deve ser considerado antes de planejar a implantação de uma rótula em comparação com outros tipos de interseção e de controle.

A topografia do local é um fator importante no planejamento da implantação de uma rótula. A percepção antecipada da interseção em rotatória irá contribuir para o reconhecimento da presença da interseção e a consequente redução da velocidade de aproximação, melhorando o nível de segurança global. Os locais mais adequados para a implantação de uma rótula são aqueles que asseguram os bons níveis de visibilidade desde a aproximação até a frenagem. Portanto as zonas planas ou terrenos em

depressão, desde que não muito acentuada, poderão se revelar ideais. Em contrapartida terrenos em topo de colinas e locais com curvas verticais convexas, ou curvas horizontais acentuadas, poderão resultar em zonas de visibilidade deficiente. Prioritariamente devem ser evitados locais com declividade longitudinal acentuada (acima de 10%), caso não seja possível, deve-se garantir geometricamente os indispensáveis níveis de visibilidade, através do dimensionamento das concordâncias verticais associadas a rampas de declividade amenizadas. (INIR, 2009)

Outro fator importante no planejamento para implantação de rótulas nos ambientes urbanos é o espaço físico disponível, item recorrentemente citado na pesquisa realizada com os técnicos (ver capítulo 2). Excetuando-se as mini-rotatórias, que em sua maioria podem ser implementadas sem a necessidade de espaço adicional, normalmente as rótulas requerem espaço físico adicional se comparadas com o espaço retangular dos cruzamentos tradicionais. (ver figuras 3.1 e 3.2)

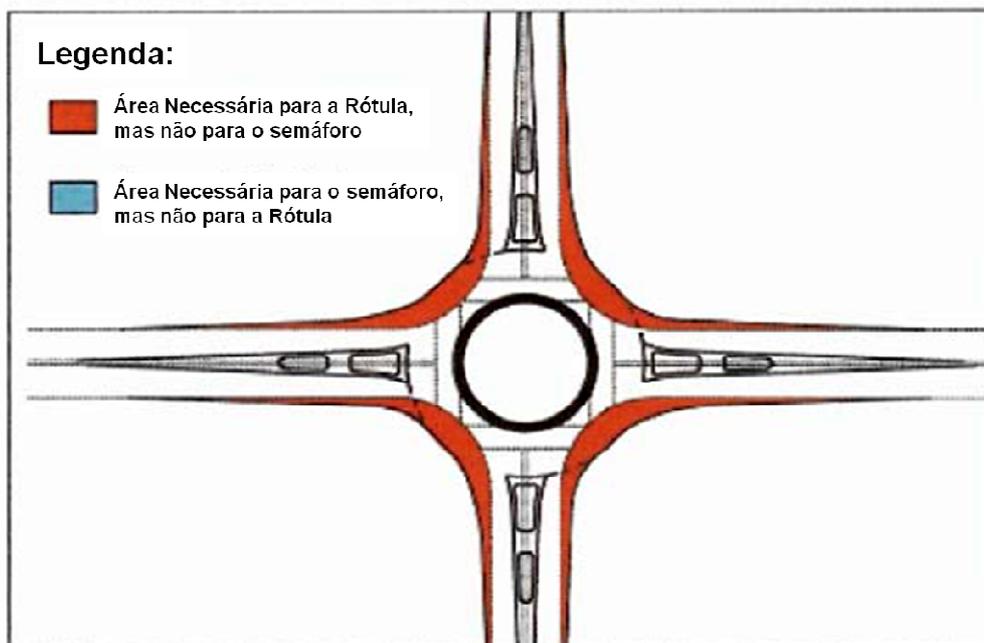


Figura 3.1 – Comparação Física entre uma Rótula Urbana Compacta e Semáforos

Fonte: FHWA, 2000, com modificações

Este fato impacta diretamente nas propriedades do entorno e na definição das áreas públicas e privadas da interseção. Em alguns casos, a eliminação da faixa de acumulação de giro a esquerda, gera uma sobra de área nas vias de aproximação que podem ser adicionadas a urbanização do ambiente do entorno (figura 3.2). O urbanista

deve ao planejar uma interseção com rótula, sempre que possível, reservar espaço necessário dentro de um pré-dimensionamento da rótula. O problema encontra-se em ambientes urbanos consolidados, onde por vezes, as dificuldades e custos envolvidos em desapropria es de particulares, podem inviabilizar a soluço em compara o com outros tipos de interse es.

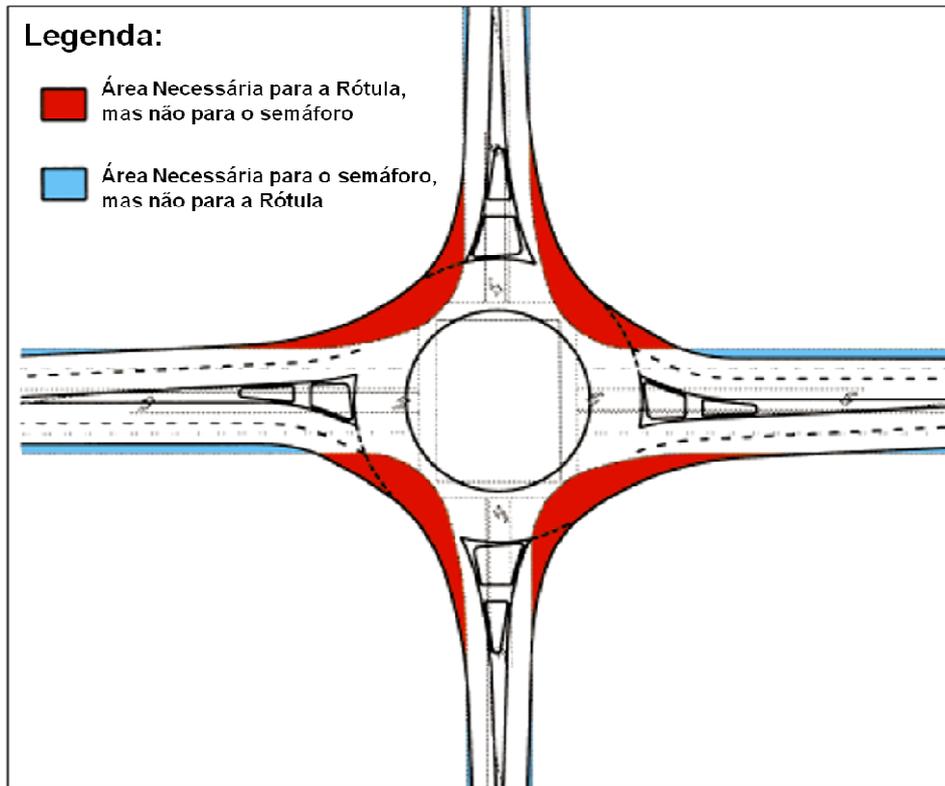


Figura 3.2 – Compara o Física entre uma Rótula Urbana de Duas Faixas e Semáforos

Fonte: FHWA, 2000, com modifica es

3.3 OPERA O DE TRÁFEGO

A inser o de uma rótula em opera es coordenadas de tráfego pode gerar ajustes, principalmente em vias principais, onde   comum a prática de coordenar sinais semaforicos para minimizar paradas e atrasos formando pelotões. A introdu o de um movimento não controlado de uma rótula, poderá gerar uma desorganiza o dos pelotões no caso de existir outros fluxos conflitantes significativos, reduzindo assim o movimento progressivo. Para minimizar o atraso global do sistema, o indicado   dividir o sistema de sinais semaforicos coordenados em subsistemas separados entre as rotatórias, atribuindo a cada subsistema seu próprio ciclo. (FHWA, 2000)

A combinação de interseções semaforizadas e rótulas deve ser analisada num contexto amplo, e se possível com simulações prévias, para determinar os possíveis ajustes em tempos de ciclos nas demais interseções do entorno. Normalmente, nos sistemas viários onde são verificados uma quantidade significativa de giros à esquerda em vias de mão dupla, é um bom indicativo de implantação de rótulas, pois normalmente este sistema diminuirá significativamente o atraso global, principalmente nos caso em que não existir a faixa de acumulação para este giro.

Quando estão operando dentro de sua capacidade, interseções com rótulas tipicamente operam com atrasos inferiores se comparadas às demais interseções com tipos de controle. O fluxo de entrada não fica parado completamente, apenas desacelera até que surja uma brecha “gap” para a inserção no fluxo giratório, com isso as possíveis filas nos acesso continuam a mover-se. O desempenho das rótulas durante períodos fora de pico é normalmente bom, com pequenos atrasos, ao se comparar com os atrasos das demais interseções semaforizadas.

Para que os conceitos possam funcionar é necessário que os movimentos de uma rótula sejam conhecidos e entendidos. Os movimentos típicos de uma rótula são ao todo quatro, com pequenas diferenciações para as rótulas de duas faixas. Na figura 3.3 são apresentados os movimentos típicos que devem ser muito bem sinalizados para que qualquer motorista tenha condição de decidir qual o movimento adotar, antes de começar a dirigir pela rótula.

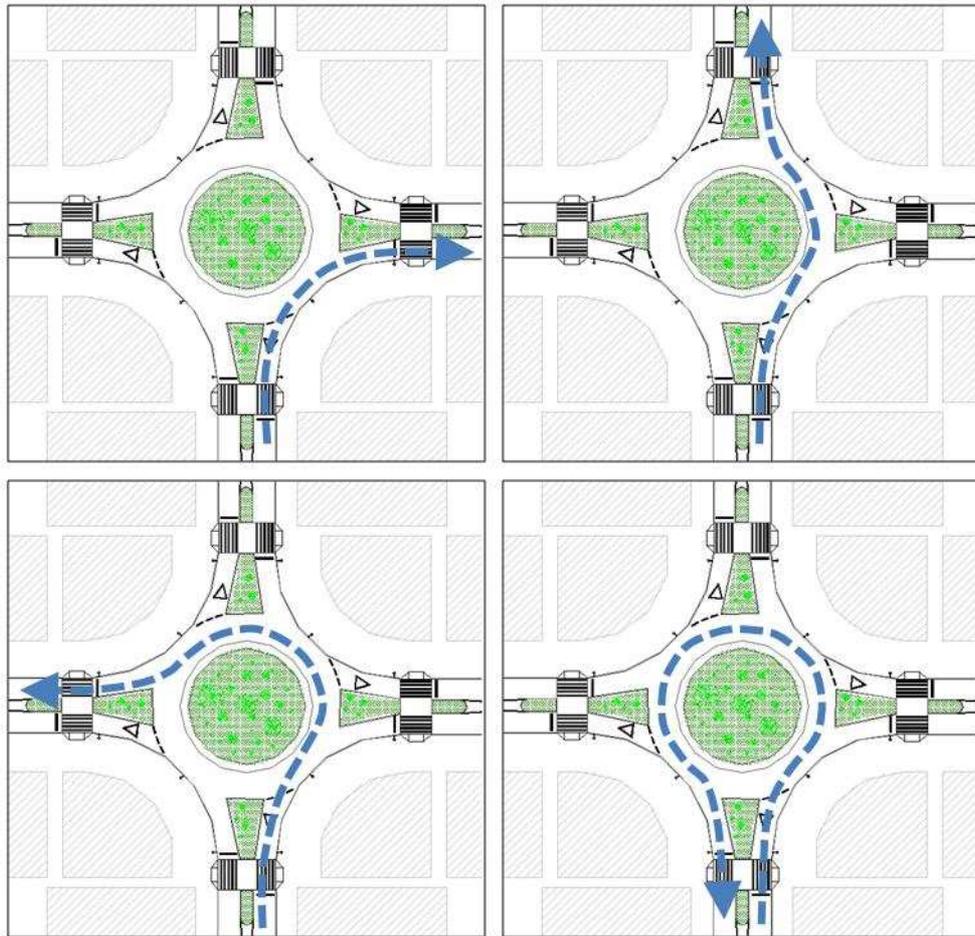


Figura 3.3 – Movimentos Típicos nas Rótulas

As publicações mais recentes sobre o tema apontam para o conceito de homogeneidade do traçado. Este conceito atenta para o fato que os níveis de acidentes em uma rótula tende a diminuir quando são respeitadas as expectativas dos motoristas, e garantidas as velocidades constantes ao longo do giro pela rótula, amortecidas pela geometria de cada entrada. Ou seja, após a frenagem inicial e sua inserção no fluxo giratório, o mesmo deverá percorrer a rótula em velocidade constante até sua saída, seguindo uma trajetória de “mínimo esforço”. (FHWA, 2000 e INIR, 2009)

Outro fato a ser destacado na operacionalidade de uma rótula é sua continuidade de funcionamento mesmo quando há uma queda de fornecimento de energia elétrica na região. Apesar dos prejuízos na visibilidade pela perda da iluminação, não existe a perda do controle da interseção. Estas situações costumam gerar confusão no trânsito pela perda do controle semafórico nas interseções.

Em relação à manutenção, se comparada com as interseções semaforizadas, uma rótula não requer nenhum equipamento consumidor de energia constante, lâmpada e manutenção periódica. No entanto as rotatórias podem ter maiores custos de manutenção com o paisagismo e arborização empregado na ilha central e ilhas divisoras ou de canalização.

3.4 PRINCÍPIOS GEOMÉTRICOS

Neste item do trabalho são apresentados os princípios e parâmetros geométricos para dimensionamento de interseções urbanas com rótulas, como forma de apoio e sugestões para urbanistas e projetistas da área. Estes princípios e parâmetros são derivados de pesquisa bibliográfica sobre o tema, agregando diversos manuais nacionais e internacionais de vias urbanas, ou específicos para projeto de rótulas.

Como já foram citados ao longo deste trabalho, diversos fatores condicionantes impactaram direta, ou indiretamente, no dimensionamento de uma rótula urbana, porém todos se concentram na garantia de um nível de serviço adequado, com segurança aos diversos usuários da interseção, compatibilizando o espaço físico possível com o desejado.

As publicações trazem entre si uma semelhança na metodologia proposta, baseadas em características desejáveis de cada parâmetro geométrico, mas torna-se importante ressaltar que em um ambiente urbano existe um número considerável de situações que podem dificultar a adoção de um dimensionamento desejável. Para tanto este trabalho se propõe a abrir uma gama de possibilidades para abranger as necessidades locais, associadas a um conjunto de regras que possibilitem o dimensionamento compatível para cada situação.

O desejável é que os motoristas, pedestres e ciclistas tenham as suas expectativas atendidas de forma mais simples e segura possível, utilizando da interseção seguindo as regras mínimas de convívio entre os entes, promovida pela solução geométrica utilizada. Busca-se então a compatibilização entre os elementos do traçado, as condições gerais de visibilidade e o espaço físico, resultando em uma solução fluida, e capaz de canalizar, sem atrasos significativos, os diferentes movimentos direcionais.

- DIMENSÃO GERAL DA RÓTULA E ILHA CENTRAL

A dimensão geral da rótula depende de uma série de fatores já citados, devendo-se preferencialmente procurar soluções compactas para um ambiente urbano, sem condicionar significativamente as manobras associadas aos veículos longos.

As ilhas centrais devem ser preferencialmente circulares, embora se aceitem formas elipsoidais de baixa excentricidade, ligeiramente alongadas ou ovais. Seu posicionamento deve garantir a deflexão dos movimentos em todos os ramos da rotatória, sendo um obstáculo físico ao tráfego direto, que deve obrigatoriamente contorná-la.

A dimensão a adotar neste elemento é função direta do valor do DCI (Diâmetro Circular Inscrito), do número de faixas de circulação no anel e a existência de veículos longos. Nas Mini-rótulas a ilha central pode ser executada com pintura reflexiva e/ou materiais alternativos que permitem o galgamento completo em rotas com transporte público.

Para as demais rótulas, a ilha central deve ser elevada em relação ao anel de circulação, com a berma galgável para os veículos longos, sendo aceitáveis alturas de meio-fio de 15 a 20 cm na ilha central, e um mini-degrau entre 0,5 a 1,5 cm junto a borda da berma galgável. A figura 3.4 relaciona as dimensões da ilha central, da berma galgável e do DCI para a passagem de um veículo longo por uma rótula urbana, considerada situação mais crítica nos ambientes urbanos. Este figura foi adaptada dos manuais internacionais para um veículo de projeto “tipo O” (veículos comerciais: ônibus, ônibus de turismo e caminhões urbanos) padrão do DNIT. (DNIT, 2005)

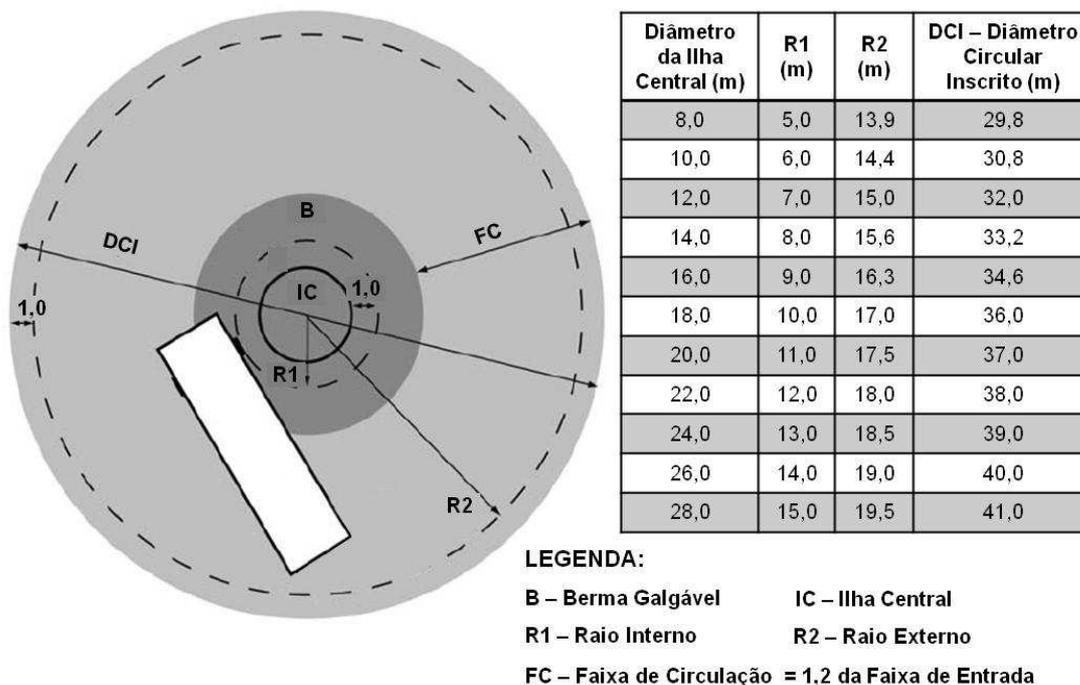


Figura 3.4 – Dimensões de Giro Necessárias para Rótulas Urbanas de uma Faixa
 Fonte: FHWA, 2000; AASHTO, 2004; DNIT, 2005; TS, 2007; INIR, 2009 e Costa, 2010; com modificações

A Faixa de Circulação (FC) mantém uma relação de 1,2 vezes da maior largura de entrada da rótula na maioria das publicações consultadas.

Nas rótulas urbanas com duas faixas de circulação, o diâmetro da ilha central é geralmente superior a 30,0m e os veículos longos se acomodarão nas duas faixas existentes, não necessitando da berma galgável. A Pista de Circulação terá a largura total igual ao dobro da largura da FC calculada para rótulas de uma faixa.

Esta solução com duas faixas deve ser utilizada quando se pretende otimizar a capacidade, e evitar atrasos e congestionamentos nas entradas. Caso não existam problemas de capacidade, indica-se optar pelas rótulas com faixa única, onde os níveis de segurança tenderão a ser mais elevados que nas soluções com duas faixas.



Figura 3.5 – Rótulas Urbanas de Duas Faixas em Ambiente Urbano

- **GEOMETRIA DA PISTA DE ENTRADA**

A geometria da entrada influencia diretamente o desempenho global da rótula, onde temos como parâmetros a largura, o raio de curvatura e o ângulo de entrada. O número de faixas de entrada, também é um fator importante na capacidade, mas está diretamente ligado ao número de faixas disponível dentro da rótula. Não é recomendável a conjugação de faixas duplas de entrada com uma única faixa de circulação. (FHWA, 2000)

A Largura da Entrada (LE) é a medida na perpendicular à faixa de entrada, medida da ponta da ilha divisória até a linha de meio fio. Normalmente representada pela simbologia “e” nas publicações, a LE deve ser compatibilizada com as larguras das faixas de tráfego das vias de aproximação, que geralmente variam de 3,5 a 4,0 m, acrescidas do espaço necessário pelos meios-fios intransponíveis da canalização. Para uma única entrada o valor de LE deve ser de 4,0 a 5,0 metros, e para duas entradas o valor mínimo deve ser 6,0 metros, compreendendo as duas faixas com 3,0 metros de largura.

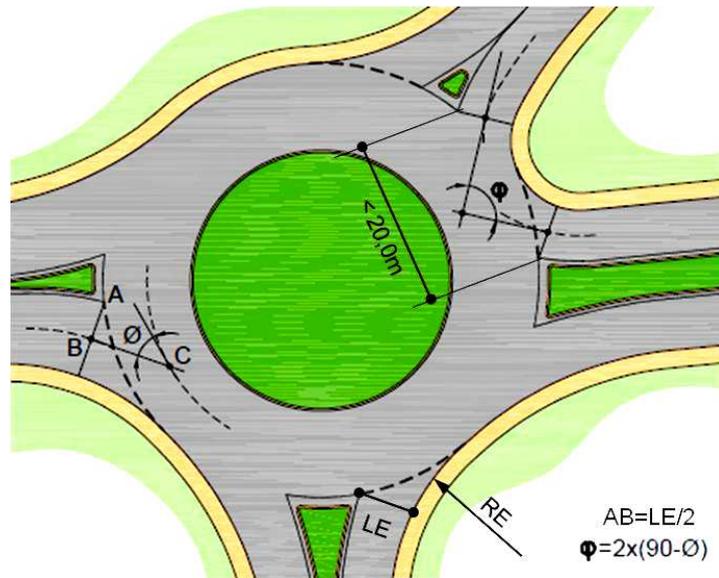


Figura 3.6 – Detalhes Geométricos da Entrada das Rótulas Urbanas

Fonte: INIR, 2009 com modificações

O ângulo de entrada (Φ na Figura 3.6) está relacionado com a segurança da entrada e conforto da condução, uma vez que garante a redução da velocidade de aproximação, igualando a velocidade de circulação da rótula. Ângulos pequenos associam-se a entradas tangenciais que permitem uma velocidade maior na entrada, entretanto os ângulos maiores, apesar da redução da velocidade, podem gerar conflitos veiculares de maior gravidade e reduzir o desempenho global da rótula. O recomendável é a adoção de ângulos entre 20° a 50° . O ângulo de entrada também pode ser obtido de forma indireta em casos onde a entrada e saída consecutivas são muito próximas ($< 20,0m$). Neste caso, o ângulo de entrada (Φ) é obtido pela medição do ângulo (ϕ) entre a entrada e saída consecutiva, aplicando a equação:

$$\Phi = 2 \times (90 - \phi) \quad (1)$$

O Raio de Entrada (RE) corresponde ao raio da curva circular de concordância junto ao meio-fio de cada entrada. Assim como o ângulo de entrada, este raio também condiciona a velocidade escolhida pelos motoristas para ingresso no fluxo circulatório. Valores elevados induzem a velocidades elevadas, entretanto valores baixos podem comprometer o giro de veículos longos. Para ambientes urbanos o valor ideal do RE deve estar compreendido entre 10 a 30 metros, associados de forma harmônica aos raios de saída da próxima via de acesso. Este valor pode chegar a 6 metros nas mini-rótulas

em locais onde não são verificados volumes significativos de veículos pesados. (FHWA, 2000 e INIR, 2009)

- **GEOMETRIA DA PISTA DE SAÍDA**

A geometria da saída deve ter como parâmetros iniciais os valores da geometria das entradas, pois deve assegurar níveis de capacidade superiores aos assegurados em cada entrada. Também deve existir um cuidado especial para evitar o bloqueio do fluxo circulatório da rótula, passando por assegurar o mesmo número de faixas em cada saída do projetado no anel da rótula.

A Largura da Saída (LS) deve permitir a passagem de dois veículos em paralelo, minimizando, desta forma, a possibilidade de bloqueio do movimento circulatório na rótula, face a um eventual acidente, estacionamento indevido, ou qualquer outro tipo de ocupação transitória da saída. Esta largura ideal para uma faixa de saída deve estar entre 6,0 e 7,0 metros, podendo em determinadas situações no ambiente urbano chegar a 4,0 metros, ajustando-se a metade da largura normal da via. Em situações de duas faixas de saída, é recomendada uma LS entre 8,0 e 9,0 metros. Esta largura deve ser mantida ao longo na ilha divisória/canalização para evitar o bloqueio da saída.

O Raio de Saída (RS) corresponde ao raio da curva circular de concordância junto ao meio-fio de cada saída, devendo os mesmos ser superiores aos raios adotados nas entradas. Para ambientes urbanos o valor ideal do RS deve estar compreendido entre 20 a 40 metros, desaconselhando-se a adoção de raios inferiores a 15 ou superiores a 50 metros. No caso específico das mini-rótulas os raios de saída estarão condicionados a concordância com geometria da via. (FHWA, 2000 e INIR, 2009)

- **ILHAS DIVISÓRIAS OU CANALIZADORAS**

As principais funções das Ilhas Divisórias são separar e canalizar as correntes de tráfego de entrada e saída nas vias de acesso. Outra importante função é servir de proteção aos pedestres durante as travessias, normalmente realizada em dois estágios, além de servir de local de instalação das sinalizações verticais (placas) e mobiliários urbanos.

As concepções geométricas das entradas e saídas, apresentadas nos itens anteriores, devem permitir a implantação das ilhas divisórias fisicamente materializadas, com

características e dimensões adequadas. Estas ilhas devem ser bem visualizadas pelos motoristas para que a canalização dos movimentos seja eficiente, não devendo ter dimensões que proporcione áreas inferiores a 1,5 m² (DNIT, 2005). No caso específico das mini-rótulas, e dependendo das dimensões das vias, as ilhas não serão materializadas fisicamente, mas pintadas no pavimento e/ou com tachões, para garantir o ordenamento do sentido de movimento obrigatório. (COSTA, 2010)

Nas rótulas urbanas, onde a velocidade de tráfego é menor que nas rodovias, a geometria das ilhas divisoras pode ser simplificada, composta pelo prolongamento da curva circular que concorda tangencialmente o bordo externo da faixa de entrada e a borda interna da Faixa de Circulação, junto a ilha central ou a berma galgável (Austroads, 1993 apud INIR 2009). Os valores do raio externo (REe ou RSe) deve ser igual ou superior ao Raio de Entrada (RS) ou Raio de Saída (RS), somados respectivamente com as larguras de entrada e saída. (ver figura 3.7).

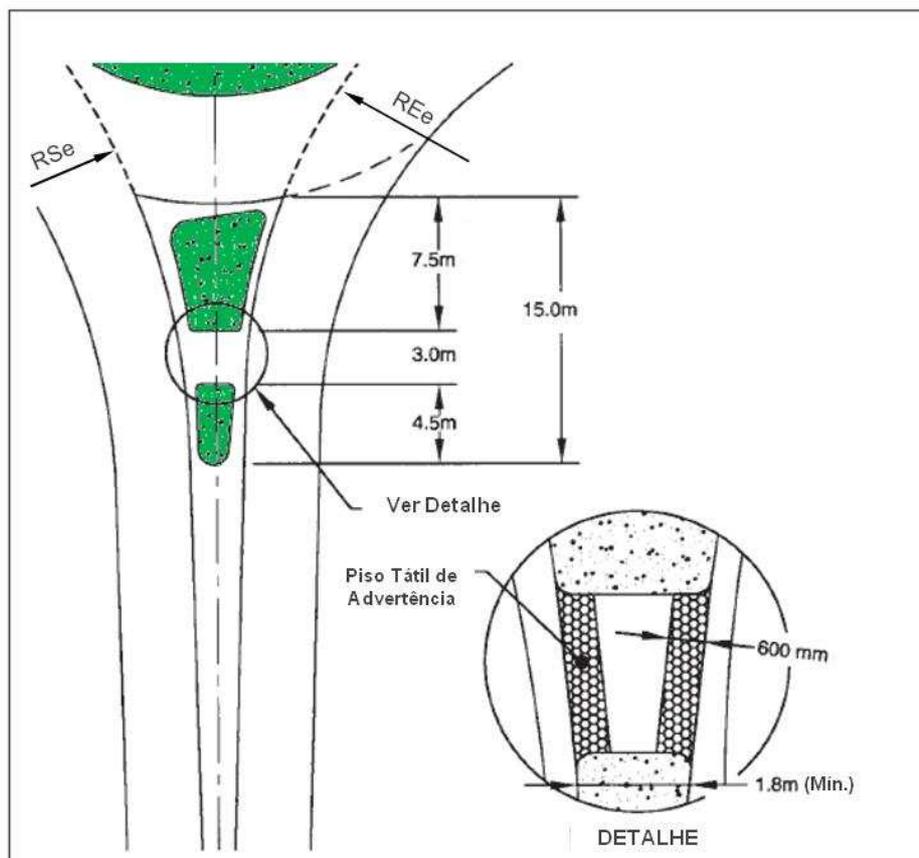


Figura 3.7 – Detalhes Geométricos da Ilha Divisora das Rótulas Urbanas

Fonte: FHWA, 2000, com modificações

- CRITÉRIOS DE VISIBILIDADE

A boa visibilidade da rótula deve ser garantida tanto em relação aos elementos físicos da interseção, quanto em relação aos veículos e pedestres. Como já foi ressaltado nos itens anteriores, as ilhas centrais e divisórias devem ser visíveis aos motoristas e pedestres durante a realização de qualquer movimento. Os obstáculos devem ser removidos, ou minimizados, para que os motoristas que se aproximem da rótula possam ver os veículos do fluxo circulatório e decidir qual a melhor brecha “gap” de inserção no movimento. Para isso a posição da faixa de “Dê a Preferência” deve ser visível e bem sinalizada, acompanhando a angulação da entrada. (DNIT, 2005)

A bibliografia cita quatro critérios de visibilidade que devem ser observados durante o dimensionamento de uma rótula, são eles: Visibilidade de Parada, visibilidade de entrada à esquerda, visibilidade de entrada no anel e visibilidade do anel. A Figura 3.8 apresenta as áreas de visibilidade que devem ser garantidas livres de obstáculos e mobiliários urbanos (bancas de jornais, telefones públicos, placas de propaganda etc).

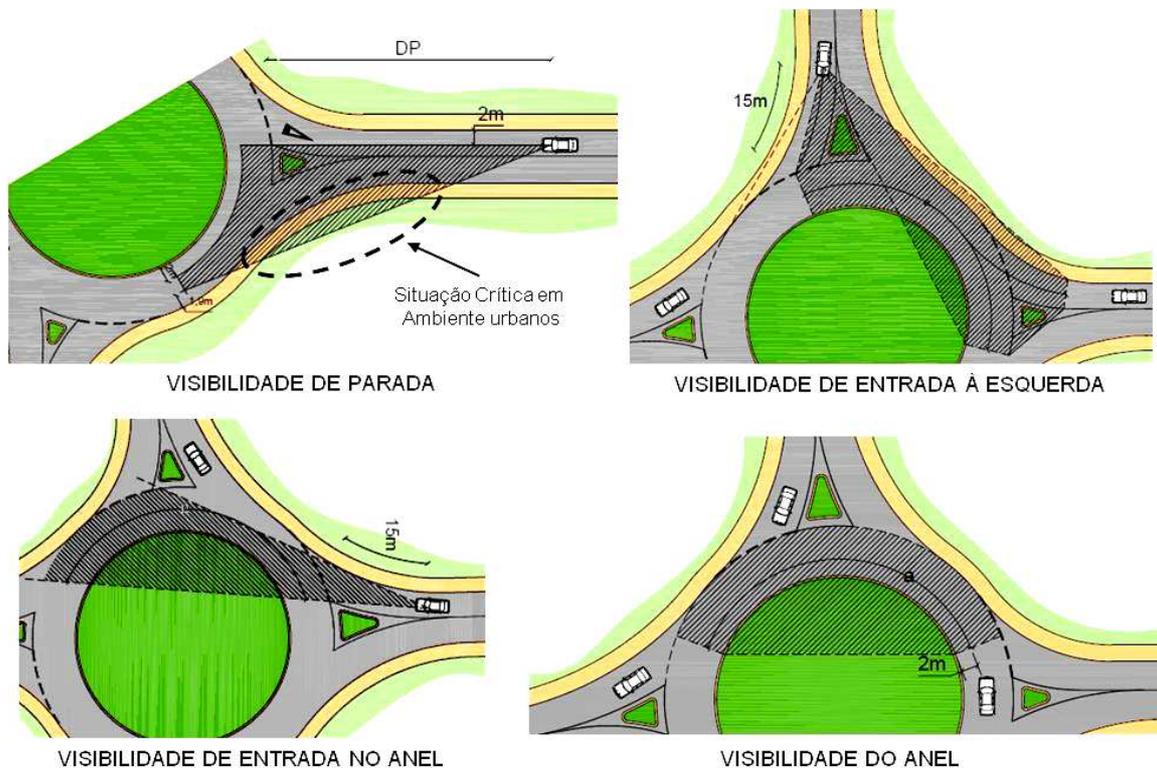


Figura 3.8 – Critérios de Visibilidade em Rótulas Modernas

Fonte: INIR, 2009, com modificações

A visibilidade de parada está diretamente relacionada com a capacidade do motorista em visualizar a interseção e demais elementos físicos, e reduzir a velocidade do veículo até a parada, caso não seja possível inserir-se no fluxo circulatório. A Distância de Parada (DP) está relacionada com a velocidade de aproximação do veículo. (ver tabela 3.3). Este critério é considerado mais crítico em relação aos ambientes urbanos devido à ocupação físicas do entorno da rótula, que podem até inviabilizar a implantação da solução em determinadas situações (INIR, 2009). Os demais estão associados a áreas internas das rótulas que podem ser previamente trabalhadas para a garantia dos critérios mencionados, como por exemplo, a escolha de espécies de plantas que não ultrapassem a altura de 60cm nas ilhas divisórias.

Tabela 3.3 – Distância de Parada em Vias de Aproximação

Velocidade de Aproximação (km/h)	40	50	60	70	80
DP - Distância de Parada (m)	40	60	80	100	120

Fonte: INIR, 2009, com modificações

Ressalta-se apenas o critério de Visibilidade do Anel para as rótulas urbanas, onde os motoristas que circulam pelo anel, devem visualizar a faixa de circulação até a distância “a”, indicada na figura 3.8. Esta distância de visualização está associada ao Diâmetro Circular Inscrito, onde o DCI igual ou inferior a 40m todo o anel deve estar livre, e entre 40-60m esta distância “a” deverá ser de 40m. Este critério impõe restrições a colocação de qualquer elemento físico ou mudanças de nível no terreno na ilha central, que possam impedir a visualização da interseção (COSTA, 2010). Também por critério de segurança, não é aconselhável que sejam implementados na ilha central, mobiliários urbanos que possam atrair os pedestres.

- **GEOMETRIA VERTICAL**

Conforme já exposto no item 3.2 deste capítulo, as rótulas devem ser implementadas em locais planos ou com topografia suave. As inclinações longitudinais, tanto no interior da faixa circulatória quanto nos acessos e saídas, devem estar limitadas a 5% para os ambientes urbanos (DNIT, 2005). A concordância entre os perfis longitudinais das pistas deve ser harmônica através de curvas verticais sem trechos de mudanças abruptas de inclinação.

Quanto às seções transversais das pistas, mais especificamente a superelevação da pista rotatória, as recomendações são que sejam inclinadas transversalmente para fora, evitando as inclinações para o centro da rótula, por quatro razões específicas aplicáveis às soluções com rótulas (FHWA, 2000 e DNIT, 2005):

- a) Promove segurança através do aumento da elevação da ilha central e melhorando a sua visibilidade;
- b) Promove a manutenção de velocidades mais baixas na faixa de circulação;
- c) Minimiza as quebras nas inclinações transversais das pistas de entrada e saída, e
- d) Contribui para o escoamento da drenagem de superfície para o exterior da rótula.

A inclinação transversal deve estar compreendida entre 1,5% a 2,0%, valores adequados para condução das águas pluviais para os dispositivos de drenagem, que devem estar posicionados no bordo externo da pista circulatória. A figura 3.9 apresenta a seção transversal indicada para as rótulas urbanas, indicando também a inclinação transversal da berma galgável para veículos longos, recomendando valores entre 3% a 4%.

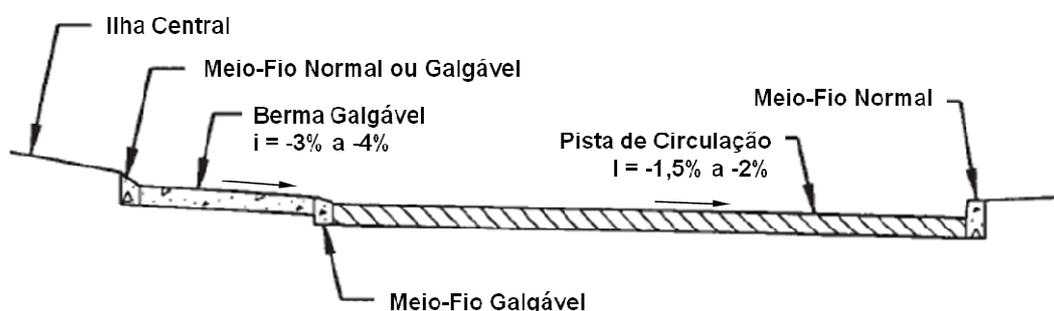


Figura 3.9 – Seção Transversal em Rótulas Urbanas

Fonte: FHWA, 2000, com modificações

Este dimensionamento também resultará em rampas positivas nas entradas na rotatória, melhorando a visibilidade do veículo que circula pela rótula daquele que se aproxima pela pista de entrada.

- **TRAVESSIA DE PEDESTRES**

Os caminhos indicados para os pedestres, normalmente são poucos atrativo por envolverem desvio das calçadas com aumento do percurso a pé. A Travessia pela Ilha

Central, seja qual for seu tamanho, ou pela Faixa de Circulação, é um conceito inaceitável para o projeto de rótulas modernas, tanto por questões de segurança quanto por desempenho. Portanto o posicionamento e dimensionamento correto das travessias de pedestres, associadas a uma integração urbanística, contribuirão para o convencimento do local correto da travessia pelos pedestres.

A solução mais comum são as travessias em nível posicionadas nas vias de acesso, transversalmente às ilhas divisórias, com prioridade para os pedestres em relação aos veículos, conforme apresentada na figura 3.10. As ilhas divisórias devem ser disponibilizar um refúgio seguro e rebaixado aos pedestres, para possibilitar a travessia em dois estágios, devendo esta medida ser obrigatória quando o comprimento da travessia total ultrapasse os 9,0 metros. Na figura 3.6 são apresentadas as dimensões típicas das ilhas divisoras com o refúgio dos pedestres, onde está recomendada a largura mínima de 1,80 metros.

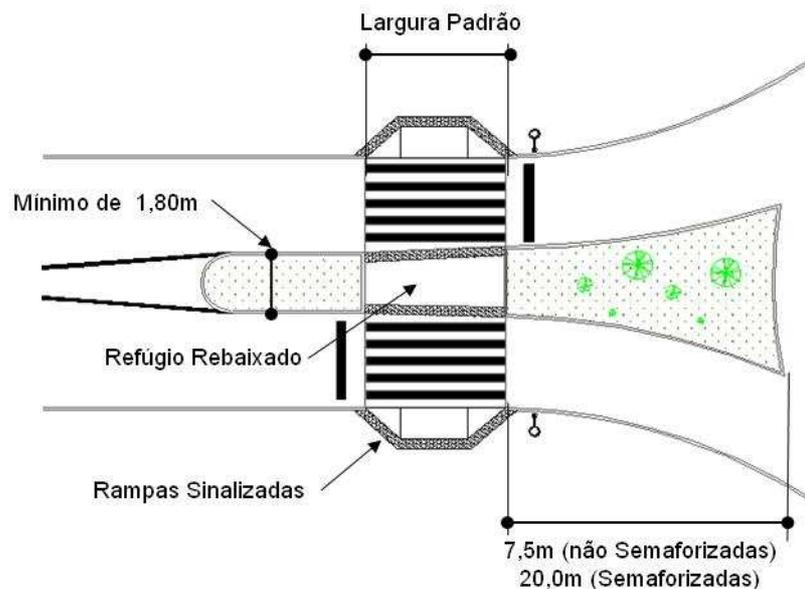


Figura 3.10 – Travessias de Pedestres em Rótulas

A largura total da faixa de pedestres deve seguir os padrões normais de cálculo em função do fluxo de pedestres, além de estar providas de rampas de acessibilidade em suas extremidades para pessoas com mobilidade reduzida, cadeirantes, carrinhos diversos e bicicletas, bem como o piso tátil para sinalização dos deficientes visuais.

Podem ser utilizadas as travessias elevadas (speed table) desde que a velocidade de aproximação não seja superior a 50km/h. A utilização deste dispositivo pode acarretar em travamentos do fluxo circulatório devido às retenções nas saídas, mesmo que não existirem pedestres atravessando. (FHWA, 2000)

Cabe um parêntese quanto às questões de prioridades para pedestres. Muitas cidades brasileiras não dispõem da cultura de priorização dos pedestres em faixas de travessia sem semáforo, incluído a cidade do Rio de Janeiro. A preferência do pedestre numa faixa de travessia onde não há semáforos está prevista no artigo 70 do Código de Trânsito Brasileiro:

“Os pedestres que estiverem atravessando a via sobre as faixas delimitadas para esse fim terão prioridade de passagem, exceto nos locais com sinalização semafórica, onde deverão ser respeitadas as disposições deste Código”. (CTB, 1997)

Exemplos positivos existem como da cidade de Brasília, onde a implementação da prioridade ao pedestre desde 1997 vem reduzindo ao longo dos anos os acidentes em faixas de pedestres. Outras cidades estão em processo de implementação do sistema, como é o caso de Santos, onde a Companhia de Tráfego local está em campanha de conscientização dos motoristas e pedestres. (ver figura 3.11)



Figura 3.11 – Campanha da CET-Santos de Prioridade de Pedestres

Fonte: http://www.cetsantos.com.br/educacao/faixa_viva.htm

Em determinadas situações onde a segurança dos pedestres pode ficar comprometida, são recomendadas as travessias semaforizadas, preferencialmente com controle por

acionamento (botoeiras), ou com controle por fases onde a travessia será determinada em função do plano de temporização adotado. Nestes casos, a travessia deverá estar a uma distância de 20,0 metros do bordo externo da faixa de circulação. (INIR, 2009)

- TRATAMENTO DE CICLISTAS

Com relação ao tratamento dado aos ciclistas, este se resume a considerar a bicicleta como um veículo na rótula ou como um pedestre. Normalmente, os ciclistas preferem ser tratados como veículos, mas deve ser considerada a possibilidade dos ciclistas utilizarem as travessias de pedestres.

Caso a via urbana de aproximação seja provida de ciclofaixa, esta deve ser terminada antes de chegar à rótula, aproximadamente 30m da faixa de preferência, e incentivar os ciclistas a se misturarem com o tráfego de veículos. Este tratamento é recomendado para rótulas de uma faixa com velocidades de circulação até 25km/h, onde a diferença das velocidades entre bicicletas e os veículos são mais próximas. A maioria das colisões com bicicletas em rótulas envolvem veículos acessando a rótula com bicicletas circulando pela mesma, reforçando a necessidade de reduzir as velocidades nas entradas e a obrigação dos veículos de darem preferência ao tráfego que circula na rótula mesmo que seja uma bicicleta.

Nas rótulas de duas faixas ou com velocidades superiores, são recomendados os tratamentos de ciclistas como pedestres, tais como calçadas alargadas ou compartilhadas com os pedestres. O ciclista que está na via será incentivado a subir na calçada através de rampas próprias para utilizarem as travessias de pedestres previstas. A localização e concepção das rampas de bicicletas devem ser claras e distintas das rampas para travessias para que não sejam mal interpretadas como pontos de travessia. Outro cuidado está relacionado ao final da rampa, que deve ser bem sinalizado para indicar o início do trecho de calçada compartilhado, evitando o desenvolvimento de velocidades excessivas nesta área. (FHWA, 2000)

O tratamento considerado ideal e mais seguro, porém de aplicabilidade restrita nas áreas urbanas devido ao espaço físico, é a separação total dos fluxos, com ciclovias segregadas e sinalizadas no contorno do anel da rótula, conforme apresentado na figura 3.12. (INIR, 2009)

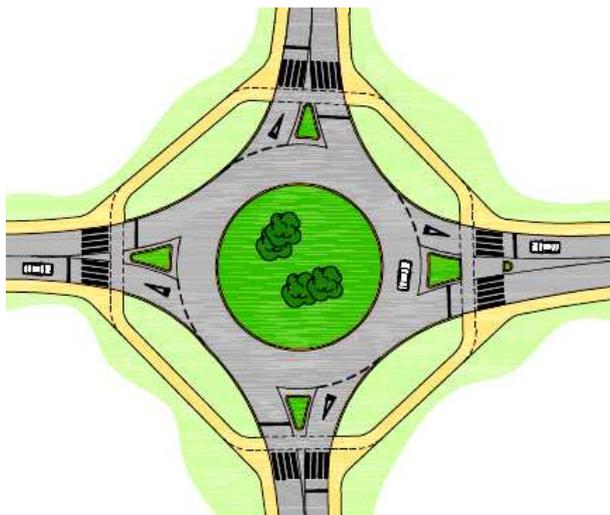


Figura 3.12 – Tratamento com Ciclovias Segregadas

Fonte: INIR, 2009

- **ACESSOS A EDIFICAÇÕES**

O acesso às edificações a partir do anel de circulação deve ser evitado na maioria dos casos, normalmente a geometria desses acessos impõe desacelerações bruscas, incompatíveis com o princípio de manutenção de uma velocidade consistente e constante ao longo da rotatória. No caso de empreendimentos comerciais relevantes, a via de acesso ao estacionamento poderá ser projetada uma via adicional a interseção, tendo o tratamento semelhante aos demais acessos da rótula. Entretanto este acesso, bem como o próprio empreendimento, devem estar dimensionados para absorver a demanda veicular, evitando retenções e filas de espera que possam repercutir na circulação do anel da rótula.

3.5 CONSIDERAÇÃO DE CAPACIDADE

A capacidade das rótulas está diretamente associada a sua geometria, sendo o desempenho geral da rótula uma função de absorção e distribuição direcional do tráfego. O nível de desempenho geral da rótula é avaliado em função da capacidade esperada em cada uma das entradas. Este conceito é difundido em diversas publicações, sendo que este trabalho tecerá alguns comentários sobre a capacidade de entrada, apresentando no final uma tabela com faixas de capacidade em função de parâmetros geométricos, elaborada com base das publicações consultadas.

Define-se como (Q_e) a capacidade de entrada correspondente ao valor máximo de corrente que, de forma continuada, consegue se inserir na corrente de fluxo do anel da rótula ao longo de um determinado período de tempo, com a formação de fila de espera contínua neste acesso. Normalmente é expressa em UCP (Unidade de Carros de Passeio) onde os veículos maiores da corrente de fluxo são expressos através de valores equivalentes aos carros de passeios. Estes valores são variáveis em cada publicação internacional. O DNIT publicou em 2005 a tabela 3.4 com valores dos fatores de equivalência, em função dos tipos de veículos considerados em âmbito nacional.

Tabela 3.4 - Fatores de Equivalência em Unidades de Carros de Passeio (UCP)

Tipo de veículo	CP	CO/O	SR/RE	M	B	SI
Fator de equivalência	1,0	1,5	2,0	1,0	0,5	1,1

CP – Carros de passeio; CO/O – Veículos Médios Urbanos;

Fonte: DNIT, 2005

SR/RE – Veículos Longos Rodoviários; M – Motos;

B – Bicicletas; SI – Veículos sem classificação

O Highway Capacity Manual, edição 2010, apresenta metodologia para determinação de capacidade de entrada (Q_e) de cada faixa de rolamento de rótulas modernas com uma ou duas faixas de tráfego, apenas em função do fluxo conflitante do anel, considerando uma geometria padrão. Estas equações foram obtidas por regressão linear de pontos obtidos em observações de diversas rótulas nos EUA. Entretanto esta metodologia não parece adequada por não considerar a geometria de cada entrada. Pelo modelo, se o fluxo conflitante do anel for zero, todas as entradas, sejam de uma ou duas faixas, ou com geometrias diferentes, terão a capacidade igual a 1130 UCP/hora.

Ao nível nacional, não foi elaborada nenhuma publicação que apresente uma metodologia própria de cálculo de capacidade de rótulas, sejam rodoviárias ou urbanas. O Manual de Interseções do DNIT recomenda a utilização das normas alemãs (Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen - HBS, Forschungsgesellschaft für Strassen – und Verkehrswesen, 2001), que apresenta uma metodologia para estimativa da capacidade e dos níveis de serviço para uma e duas faixas, tanto na rotatória quanto nos acessos. Entretanto também não consideram a geometria da entrada nos cálculos dessa capacidade.

O método das Normas Alemãs apresenta resultados de volumes diários em torno de 15.000 veículos por dia para as rótulas urbanas compactas de uma faixa de tráfego, e 25.000 veículos por dia, para rótulas com duas faixas de circulação. Nestas rótulas com duas faixas, pode-se esperar valores de até 35.000 veículos por dia, quando existe a predominância de giros para saídas à direita. (DNIT, 2005)

Os ingleses, australianos e alguns países europeus, utilizam o método do TRL (Kimber, R.M., TRL Laboratory Report 942 – Transport and Road Research Laboratory, England, de 1980, constantemente atualizado, para avaliação de capacidade para rótulas em geral, considerando além do fluxo conflitante, os parâmetros geométricos, tais como: largura, ângulo e raio de entrada, número de faixas circulantes e diâmetro do círculo inscrito.

Em 1997 os portugueses calibraram o método do TRL através de observação de 11 entradas de rótulas implantadas em Portugal (SILVA, 1998). Este estudo determinou alguns parâmetros específicos para o país, além de constatar que o modelo do TRL, foi o que mais se aproximou dos valores da capacidade geométrica observados, entretanto tendendo a apresentar resultados superdimensionados em cerca de 25%.

A tabela seguir apresenta valores da aplicação do método TRL adaptado para a realidade portuguesa, que compara os valores capacidades para variações máximas e mínimas dos parâmetros de projeto para cada tipo de rótula urbana. (SILVA, 2008) Foram calculadas a capacidade geométrica da entrada (Q_e), baseada numa interseção com 4 entradas e saídas, onde a repartição dos fluxos dominante e secundário é de 70% e 30%.

Torna-se desejável que, a nível nacional, seja realizada uma pesquisa semelhante em rótulas implantadas em ambientes urbanos, tendo como resultado adaptações da metodologia para a nossa realidade.

Tabela 3.5 – Relações entre Geometria e Capacidade de Rótulas Urbanas

Rótula	Valores Básicos da Rótula	Valores Mínimos	Valores Máximos
Mini-Rótula DCI = 20,0 m	LE = 4,5 m	LE = 4,0 m	LE = 7,0 m
	RE = 15,0m	RE = 6,0m	RE = 50,0m
	$\Phi = 25^\circ$	$\Phi = 60^\circ$	$\Phi = 20^\circ$
	Capacidade Geométrica da Entrada:		
	Qe = 1340 UCP/hora	Qe = 725 UCP/hora	Qe = 2310 UCP/hora
	Influência dos Parâmetros Geométricos na Capacidade, mantendo os demais iguais aos Valores Básicos:		
	LE = 4,0 a 7,0 m	Qe = 1225 UCP/hora	Qe = 1500 UCP/hora
	RE = 6,0 a 30,0 m	Qe = 1340 UCP/hora	Qe = 1420 UCP/hora
$\Phi = 60^\circ$ a 20°	Qe = 1260 UCP/hora	Qe = 1350 UCP/hora	
Rótula	Valores Básicos da Rótula	Valores Mínimos	Valores Máximos
Rótula Compacta DCI = 30,0 m	LE = 6,5 m	LE = 4,0 m	LE = 8,0 m
	RE = 20,0m	RE = 10,0m	RE = 50,0m
	$\Phi = 30^\circ$	$\Phi = 60^\circ$	$\Phi = 20^\circ$
	Capacidade Geométrica da Entrada:		
	Qe = 1770 UCP/hora	Qe = 1030 UCP/hora	Qe = 2804 UCP/hora
	Influência dos Parâmetros Geométricos na Capacidade, mantendo os demais iguais aos Valores Básicos:		
	LE = 4,0 a 8,0 m	Qe = 1330 UCP/hora	Qe = 1900 UCP/hora
	RE = 10,0 a 50,0 m	Qe = 1465 UCP/hora	Qe = 1950 UCP/hora
$\Phi = 60^\circ$ a 20°	Qe = 1680 UCP/hora	Qe = 1800 UCP/hora	
Rótula	Valores Básicos da Rótula	Valores Mínimos	Valores Máximos
Rótula Normal DCI = 50,0 m	LE = 7,0 m	LE = 4,0 m	LE = 10,50 m
	RE = 20,0m	RE = 15,0m	RE = 50,0m
	$\Phi = 25^\circ$	$\Phi = 60^\circ$	$\Phi = 20^\circ$
	Capacidade Geométrica da Entrada:		
	Qe = 1835 UCP/hora	Qe = 1180 UCP/hora	Qe = 3480 UCP/hora
	Influência dos Parâmetros Geométricos na Capacidade, mantendo os demais iguais aos Valores Básicos:		
	LE = 4,0 a 10,50 m	Qe = 1345 UCP/hora	Qe = 2055 UCP/hora
	RE = 15,0 a 50,0 m	Qe = 1525 UCP/hora	Qe = 2020 UCP/hora
$\Phi = 60^\circ$ a 20°	Qe = 1730 UCP/hora	Qe = 1850 UCP/hora	

Fonte: SILVA, 2008 – com adaptações

4 MODELAGEM DO PROJETO GEOMÉTRICO

Durante a realização deste trabalho, surgiu no setor onde o autor exerce suas funções de engenheiro civil na Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro (PCRJ), uma demanda de intervenção viária em interseção, onde em uma primeira avaliação, poderia ser implementada uma rótula moderna urbana. Depois de alguns debates entre os técnicos envolvidos, foi indicado o desenvolvimento da solução em rótula como um estudo preliminar da intervenção viária na região. Entretanto dúvidas ainda residiram em alguns técnicos envolvidos, tendo sido decidida a continuidade dos estudos em conjunto com uma modelagem computacional com os recursos próprios da PCRJ.

Esta modelagem é apresentada neste trabalho como uma aplicação prática da utilização de solução com rotatória, passando pelo planejamento, dimensionamento do projeto geométrico e simulação em computador, com a respectiva comparação entre o cenário atual e o projetado.

4.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL

A demanda foi projetar uma intervenção viária na interseção das vias: Avenida Rotary Internacional, Avenida do Exército e Rua Dom Meirado, próximo ao acesso da Quinta da Boa Vista. Além do aspecto viário, foram identificadas duas condicionantes extras para o projeto: eliminar o conflito existente de um movimento irregular para acesso a Avenida do Exército e possibilitar um novo sistema viário de acesso a entrada do estacionamento existente que permitisse o acesso de ônibus de turismo ao respectivo estacionamento sem manobras extras.

O entorno do local conta com alguns equipamentos municipais destacando a própria entrada de pedestres e estacionamento da Quinta da Boa Vista, a Escola Municipal Portugal e as quadras esportivas, pólos atrativos de pedestres diferenciados ao longo do dia. Nos dias especiais de eventos a Quinta da Boa Vista recebe um volume considerável de pedestres, quando o controle de travessias é feito por agentes de trânsito. A figura 4.1 apresenta a situação atual das vias da interseção e seu entorno imediato.

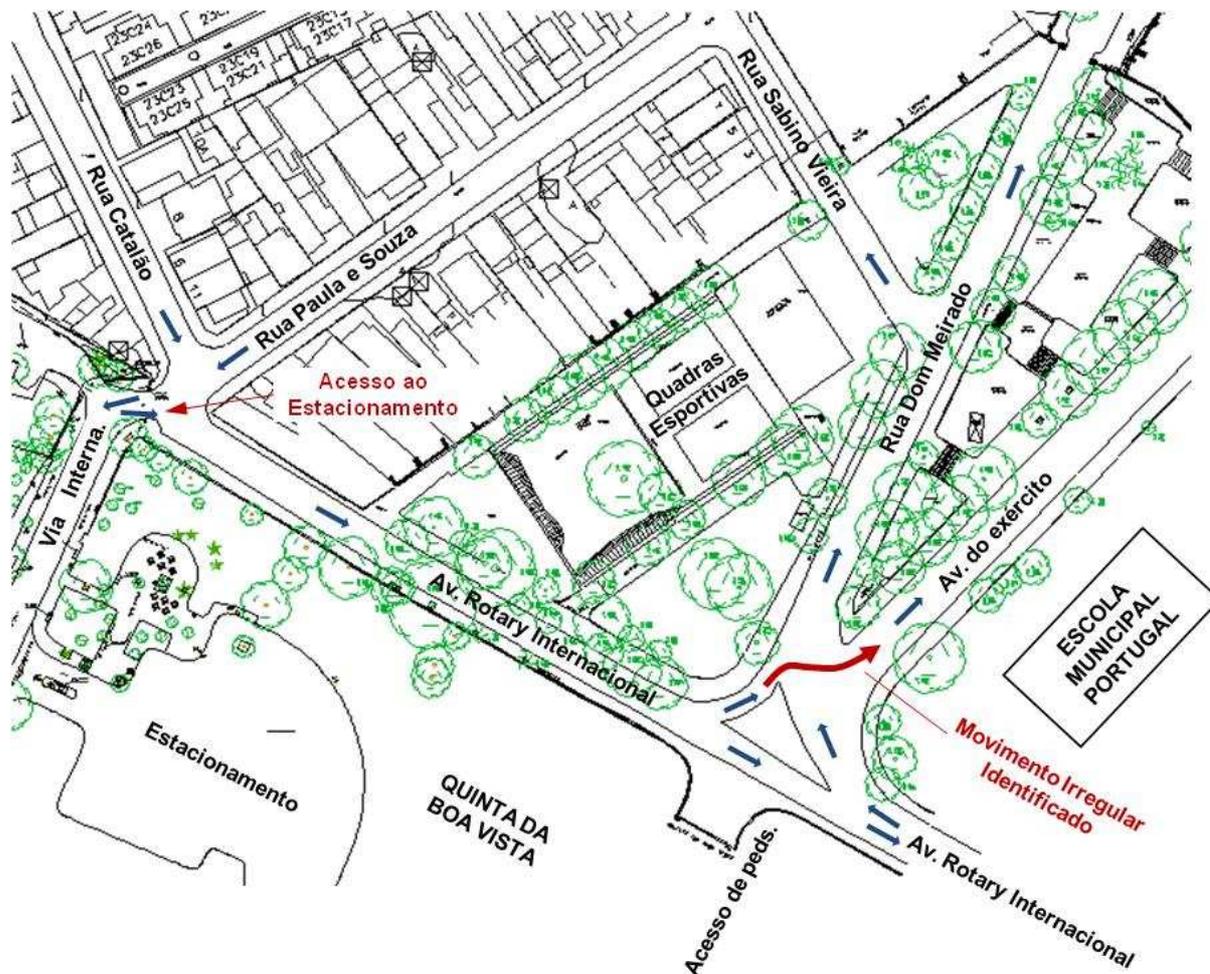


Figura 4.1 – Situação Atual da Interseção Estudada

Em termos viários a Avenida Rotary Internacional é uma Arterial Secundária em mão dupla (ver tabela 1.1) que contorna a Quinta da Boa Vista até a rotatória existente na Avenida Pedro II. A Rua Dom Meirado é uma via Coletora de mão única que interliga a Avenida Rotary Internacional ao Largo da Cancela, um dos centros comerciais do bairro. A Avenida do Exército é uma Arterial Secundária de mão única que interliga a Avenida Rotary Internacional ao Campo de São Cristovão, pólo de entretenimento e gastronômico, que atrai um número considerável de viagens veiculares. Existe apenas uma rota regular de ônibus de linha (Linha 665 – Saens Pena / Pavuna) neste trecho das vias citadas, entretanto a presença de ônibus é constante pela proximidade do acesso a Quinta da Boa Vista. As demais vias são predominantemente de acesso local.

A travessia de pedestres é considerada precária em todo o entorno do local sem um disciplinamento para acesso seja para a Quinta da Boa Vista, nem para a Escola Municipal, induzindo aos pedestres atravessarem nas brechas “gaps” existentes nos

fluxos veiculares. A presença de ciclistas foi verificada no local, porém sem uma infraestrutura própria (ciclovias ou ciclofaixas) nas vias. A grande maioria dos ciclistas se dirigem a Quinta da Boa Vista para a prática de lazer, acessando o parque pela entrada de pedestres junto a Interseção.

O movimento irregular identificado é realizado por veículos que estão na Avenida Rotary Internacional, sentido centro, que desejam seguir pela Avenida do Exército. Estes veículos cruzam de forma irregular o fluxo que entra para a Rua Dom Meirado, sentido Largo da Cancela (Ver figura 4.1). Nesta configuração, os ônibus de turismo e veículos longos acessam o estacionamento da Quinta da Boa Vista pela Rua Paula e Silva, cruzando perigosamente o fluxo da Rua Catalão e do início da Avenida Rotary Internacional, uma vez que pela própria Rua Catalão, não é possível o giro destes veículos.

4.1.1 Dados Coletados

O levantamento topográfico do local é a base para o início do traçado, ele foi obtido através de terceiros que já tinham levantado o local para atendimento de outras demandas. Este levantamento datava de 1998 e após uma visita no local verificou-se que o levantamento topográfico atendia ao objetivo inicial, uma vez que as alterações eram mínimas e foram compatibilizadas com um levantamento complementar no local.

Os volumes de fluxos viários foram obtidos junto ao órgão responsável por esses dados (CET-RIO) e datavam de outubro de 2004, sem ter havido nenhuma outra contagem no local ou próximo deste. Dados sobre os fluxos de pedestres no local não existiam no Órgão. A tabela 4.1 apresenta os volumes obtidos.

Informações sobre os acidentes viários foram obtidos através do banco de dados da CET-RIO, onde constamos 17 acidentes registrados nos últimos 4 anos, sendo que 16 sem vítimas e 1 com vítima. Estes dados podem ser visualizados na figura 4.2.

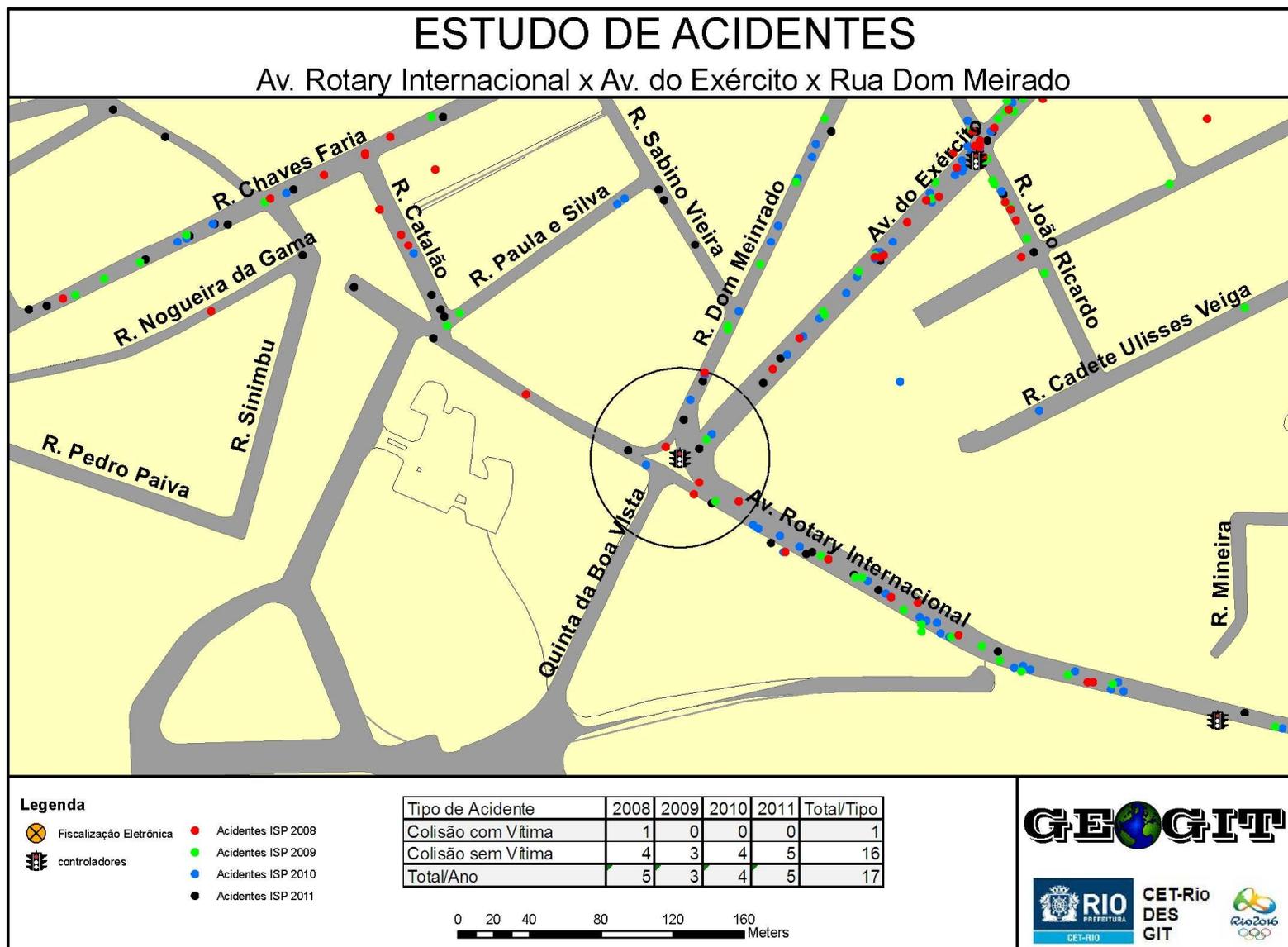


Figura 4.2 – Estudo de Acidentes na Interseção

Tabela 4.1 – Volumes Totais e de Pico na Interseção

Vias	Volume da Hora de Pico (Manhã)	Volume da Hora de Pico (Tarde)	Volume Total Diário
Av. Rotary Internacional (sentido Centro)	957 UCP/hora	1.124 UCP/hora	12.534 UCP/dia
Av. Rotary Internacional (sentido Cancela)	1.001 UCP/hora	1.020 UCP/hora	20.747 UCP/dia
Rua Dom Meirado	600 UCP/hora	780 UCP/hora	12.855 UCP/dia
Av. do Exército	495 UCP/hora	352 UCP/hora	9.116 UCP/dia

Fonte: Dados de Contagem de Outubro/2004 – CET-RIO

Os demais dados necessários ao projeto foram obtidos com visitas ao local, realizadas em horários diferenciados ao longo do dia, destacando duas visitas a cada um dos dois horários de pico da manhã (7:30 a 8:30hs) e da tarde (17:30 a 18:30hs) em dias diferentes.

4.1.2 Planejamento de Implantação da Rótula

A geometria da interseção é composta por vias de sentido duplo e único, formando quatro ramos, mas de forma irregular e com ângulos irregulares. Uma das grandes vantagens das rótulas é que sua geometria se ajusta a interseções de vias com ângulos irregulares, garantindo uma homogeneidade na acomodação dos fluxos e no tratamento de cada via interceptada.

Nas visitas realizadas foi confirmada a presença de pedestres e ciclistas, usuários mais vulneráveis da interseção, indicando que serão necessárias medidas que permitam o convívio seguro de todos os usuários da interseção. Por não existir contagem oficial, foi realizada uma estimativa dos itinerários mais frequentes, feita por observação visual, tanto para os pedestres quanto para os ciclistas.

Pela hierarquia viária das vias em questão, foi realizado um pré-dimensionamento da rótula. Nesta interseção são observadas duas vias classificadas como “Arterial Secundária” e uma como “Coletora”. Considerando as indicações da tabela 3.2, aplica-se a implementação de três tipos de rótulas: Compacta, urbana de uma faixa e urbana de duas faixas. Outra forma de obter a indicação do tipo de rótula a implantar foi pela capacidade diária, onde pela tabela 4.1 observa-se um volume diário de 33.281 veículos que chegam na interseção, fato que pela tabela 3.1, restringe a utilização das rótulas

compactas e urbana de uma faixa, prevalecendo o indicativo de implantação de uma Rótula Urbana de duas faixas de circulação.

Quanto à distribuição do fluxo viário atual, observa-se um maior fluxo veicular na Avenida Rotary Internacional em detrimento às demais. Este fato pode gerar atrasos nesta via uma vez que as rótulas são indicadas para interseções de vias com volumes semelhantes, apesar de ter seu desempenho confirmado no tratamento de interseções com volumes diferenciados. Este fato deverá ser considerado e tratado na fase de detalhamento com medidas que evitem possíveis atrasos significativos.

A topografia do local é plana com uma leve depressão ao centro. Verifica-se a existência de um aclive de 4% no greide da Avenida do Exército, mas que somente se inicia após a interseção. O local também garante bons níveis de visibilidade nas vias desde a aproximação até a frenagem. Foi verificada a presença de algumas árvores no local que poderiam contribuir para o não atendimento dos critérios de visibilidade.

Outro fato importante no planejamento desta rótula é a existência do espaço físico disponível, aparentemente livre de possíveis desapropriações de imóveis de terceiros. Pela indicação do tipo de rotatória, podemos concluir pelos dados da tabela 3.1 que a rótula terá um diâmetro circular inscrito variando de 46,0 a 66,0 metros, dependendo do diâmetro da ilha central. Este espaço físico necessário é observado relativamente livre de construções e edificações no entorno da interseção.

Uma das condicionantes de projeto é a modificação do sistema viário atual para possibilitar o acesso seguro de veículos maiores ao estacionamento da Quinta da Boa Vista. Para tanto, nesta fase de planejamento, foram feitas algumas alternativas de inversão de mão das vias existentes, tendo como resultado que o acesso ao estacionamento seria realizado por um movimento de sentido duplo em trecho da Avenida Rotary Internacional limitado da portaria do estacionamento até a Rua Dom Meirado, com o tráfego hoje existente na Rua Catalão sendo desviado para a Rua Sabino Vieira com inversão de seu sentido de fluxo. Esta solução foi amplamente discutida com os técnicos da CET-RIO e inicialmente aprovada, onde a modelagem proposta assumiu grande importância para a ratificação da proposta.

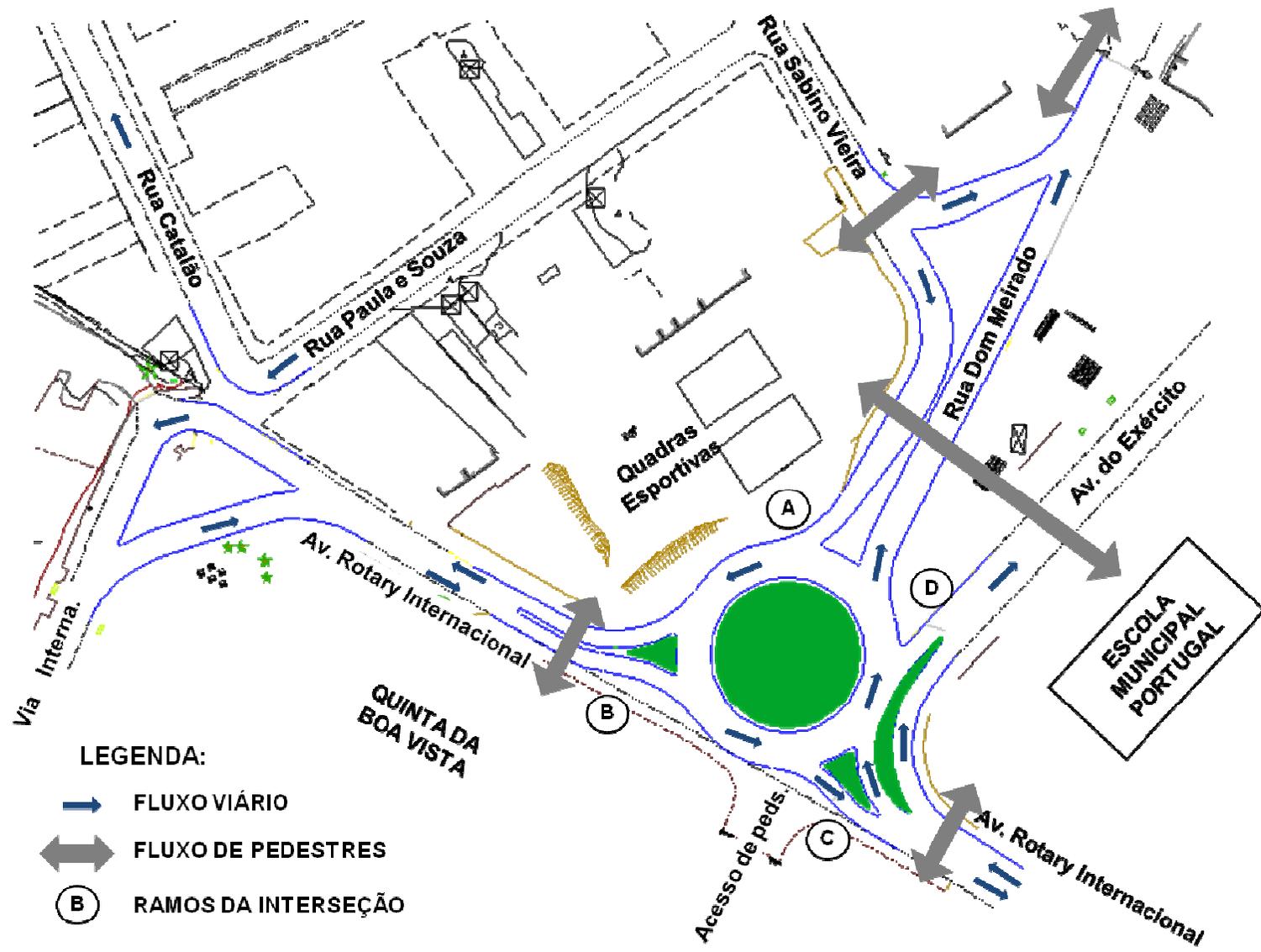


Figura 4.3 – Situação dos Fluxos na Interseção com Rótula após a Fase de Planeamento

4.1.3 Detalhamento do Projeto da Rótula

Tendo como base o planejamento realizado (figura 4.3), onde foi indicada a possibilidade de implantação de uma interseção em rótula com duas faixas, bem como as premissas de projeto citadas anteriormente, incluindo as modificações do sistema viário, foi realizado o dimensionamento geométrico da rótula urbana proposta, seguindo as sugestões deste trabalho.

O veículo de Projeto considerado foi do “tipo O”, referente a veículos comerciais: ônibus, ônibus de Turismo e caminhões urbanos de extensão até 12,20 metros (DNIT, 2005). A velocidade de projeto desejável no entorno da interseção é de 35 km/h tendo em vista a presença de pedestres, incluindo um numero significativo de crianças.

- Dimensão Geral da Rótula e Ilha Central: A dimensão geral passa pela definição a utilização 2 faixas de circulação no interior da rótula. Primeiramente em função do desempenho global da rótula e espaço disponível, foi considerada uma rótula com duas faixas de circulação de 4,50 metros cada, e uma ilha central com 32 metros de diâmetro, perfazendo um DCI de 50 metros. Entretanto este dimensionamento inicial deverá ser confirmado na modelagem. Nesta configuração não existe a necessidade da instalação da berma galgável para passagem do veículo de projeto;
- Geometria das Pistas de Entrada: O numero de faixas de acesso, largura das entradas, ângulos e raios estão indicados na tabela 4.2. O Ramo D de acesso a Avenida do Exército não tem faixa de entrada;

Tabela 4.2 – Características da Geometria das Pistas de Entrada

RAMOS	A	B	C	D
Faixas de Acesso	2	1	1	--
Largura da Pista (m)	7,0	4,50	4,50	--
Ângulo de Entrada (°)	36	20	33	--
Raio de Entrada (m)	22,0	25,0	16,0	--

- Geometria das Pistas de Saída: O numero de faixas de saída, largura das saídas e raios estão indicados na tabela 4.3;

Tabela 4.3 – Características da Geometria das Pistas de Saída

RAMOS	A	B	C	D
Faixas de Acesso	2	1	1	1
Largura da Pista (m)	7,0	5,0	5,0	5,0
Raio de Saída (m)	20,0	20,0	20,0	20,0

- Geometria das Ilhas Divisórias/Canalizadoras: A geometria das Ilhas Divisórias foi determinada seguindo as recomendações deste trabalho, inclusive com a implementação de refúgio para pedestres em duas situações. Também foi projetada uma pista canalizadora para giro à direita no Ramo C, com o objetivo de permitir o acesso direto da Avenida Rotary Internacional para a Avenida do Exército, sem a necessidade de mesclar com os veículos em circulação na rótula, uma vez que este ramo está geometricamente muito próximo do Ramo C (14,50m), o que poderia gerar conflitos com a saída para este Ramo.
- Critérios de Visibilidade: A velocidade permitida nas vias de aproximação da interseção é de 50km/h, fato que pela tabela 3.3 gera uma Distância de Parada prevista de 60,0m. Ao se traçarem as áreas de visibilidade, percebe-se que não existe obstáculos, construção permanente ou edificação que impeça de garantir a visibilidade. Algumas árvores de maior porte estão dentro desta área, mas já deverão ser retiradas ou remanejadas para a implantação física da rótula, não necessitando de remoções extras pelos critérios de visibilidade.
- Geometria Vertical: Em todas as pistas de entrada e saída, bem como na pista de circulação estão garantidas inclinações de greides inferiores a 5%. A seção da pista de circulação está com 2% de inclinação transversal no sentido da borda externa da rótula.
- Travessias de Pedestres: Tendo como base os trajetos dos pedestres, indicados na figura 4.3, foram previstas duas travessias de pedestres nos acessos da rótula e uma na Rua Sabino Vieira. Estas travessias permitirão um disciplinamento do

fluxo de pedestres, através de travessias sinalizadas e mais seguras que a atual situação observada no local. A travessia da Avenida Rotary Internacional (Ramo B), será realizada sem semáforo, uma vez que o fluxo neste ramo será menor e direcionado apenas ao estacionamento da Quinta da Boa Vista, e as demais travessias serão com semáforos acionados por botoeiras. Não foi implementada uma travessia no Ramo C, na Avenida Rotary Internacional, devido ao redirecionamento proposto aos pedestres que implicará no aumento de segurança institucional, uma vez que este trecho da Avenida Rotary Internacional é desocupado e inóspito, sendo propenso a ação de criminosos.

- Tratamento aos Ciclistas: As rotas cicloviárias identificadas são, em sua maioria, consideradas irregulares, pois são realizadas no contra fluxo viário, infringindo as normas do CTB (artigo 58). O tratamento considerado nesta interseção é considerar o ciclista como pedestres, capacitando as calçadas para que permitam o compartilhamento das mesmas com os pedestres e a utilização das mesmas travessias propostas. A velocidade esperada na rótula também é um impeditivo para considerar o ciclista na rótula junto com os demais veículos, pois as diferenças de velocidades são significativas.

4.2 ESCOLHA DO SIMULADOR

Os modelos de simulação macroscópica e microscópica de tráfego atingiram uma ampla utilização a partir da evolução tecnológica dos computadores. Entretanto ainda existem poucos programas desenvolvidos especificamente para análise de rótulas. A bibliografia indica três modelos já adaptados às características das rótulas e sua operacionalidade:

- RODEL – “ROundabout DELay”, desenvolvido pelo Highways Department of Staffordshire County Council da Inglaterra;
- SIDRA – “Signalized & unsignalized Intersection Design and Research Aid“, desenvolvido pelo ARRB Transport Research da Australia;
- VISSIM - Desenvolvido na década de 70 na Alemanha, pela Universidade de Karlsruhe, atualizado e comercializado até hoje pela Planung Transport Verkehr.

Estes programas computacionais modelam veículo a veículo, suas interações entre o fluxo de entrada e o fluxo circulatório prioritário do anel, em intervalos de tempo

determinados. Entretanto a PCRJ não possui estes programas computacionais adaptados as rótulas, possuindo apenas o modelo de simulação microscópica de tráfego TSIS - “Traffic Software Integrated System”.

Este programa é um conjunto de ferramentas integrado que gerência a utilização do módulo CORSIM, projetado para análise de vias expressas, vias urbanas e redes de tráfego, simulando os movimentos dos veículos de acordo com as “Leis de Perseguição”, modelando assim o escoamento das filas, mudanças de faixa e a determinação da velocidade, aceleração e posição de cada veículo da rede. Este modelo foi desenvolvido em 1986 pela FHWA - Federal Highway Administration.

Como a demanda refere-se a um processo formal da PCRJ, este trabalho procurou utilizar a ferramenta disponível dentro do ente público, para que seus resultados pudessem ser ratificados como oficiais dentro dos procedimentos formais, contribuindo assim para solução da demanda apresentada.

4.3 METODOLOGIA DE MODELAGEM

4.3.1 Montagem da Rede

A rede primária já havia sido montada pela CET-RIO, com os dados de fluxos de 2004, com o objetivo de analisar e estudar modificações em tempos semafóricos, bem como propor mudanças geométricas, no Largo da Cancela, região próxima ao local da interseção estudada. Parte desta rede primária está apresentada na figura 4.4, que será utilizada como a estrutura de nós básica para o cenário sem a rótula, simulando parcialmente a “situação atual”, uma vez que os dados na realidade são de 2004.



Figura 4.4 – Montagem da Rede do Cenário sem a Rótula

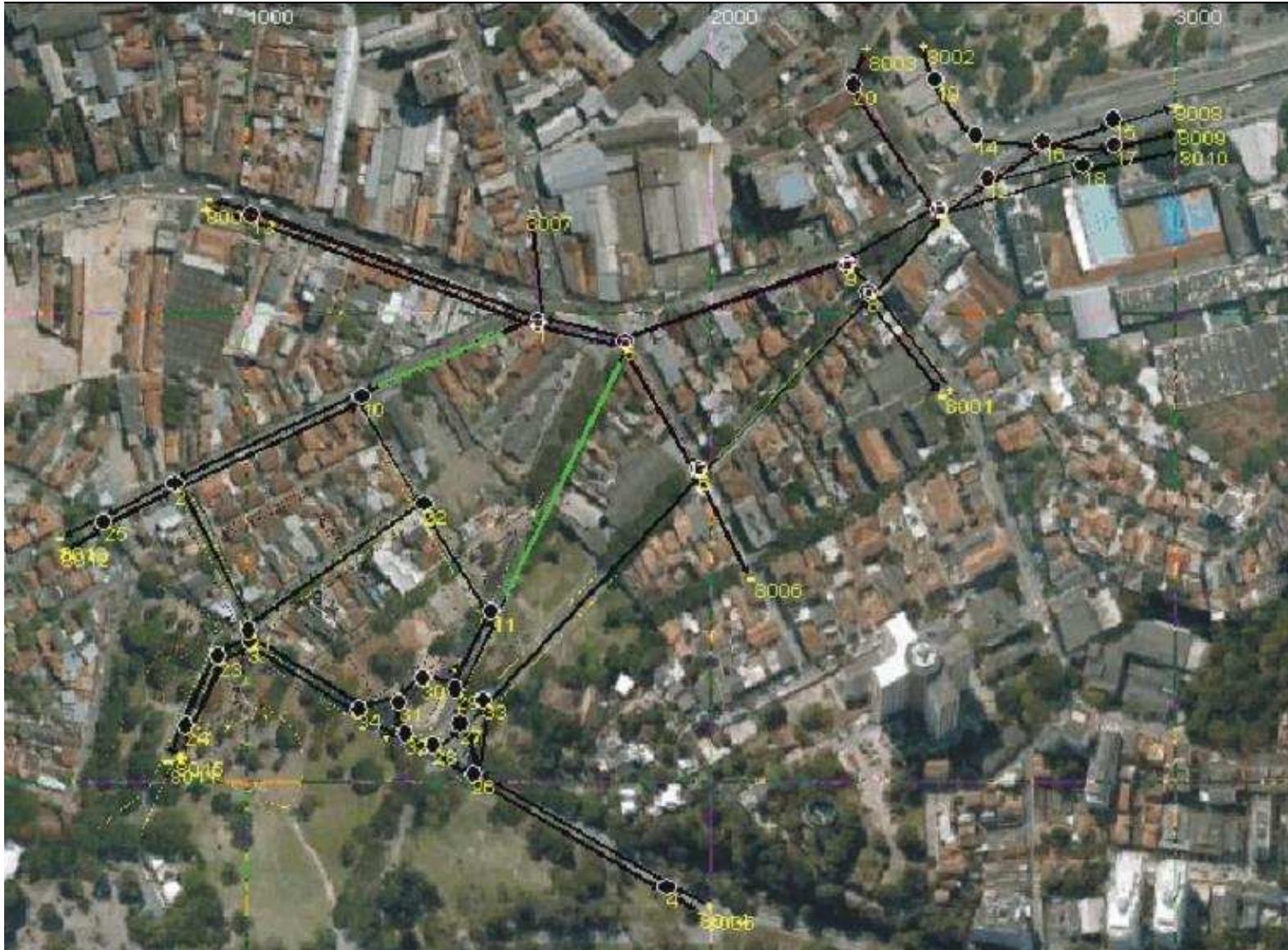


Figura 4.5 – Montagem da Rede do Cenário com a Rótula

Esta rede foi modificada para simular o novo sistema viário local e a configuração geométrica da rótula na interseção do Nó 4, permitindo a comparação entre os dois cenários. A rótula foi simulada como uma sucessão de nós, onde foram inseridos os parâmetros geométricos, de ocupação do espaço da via e de controle de tráfego dos trechos e dos nós, bem como as partições do tráfego que chega em cada nó. Cabe ressaltar que somente foi modificado o trecho da rede correspondente a região estudada, e que os demais nós e parâmetros continuaram os mesmos. A figura 4.5 apresenta a nova rede de modelagem do cenário com a rótula.

4.3.2 Calibração e Validação

A calibração e validação de um modelo matemático de simulação consiste em testar se a rede proposta e seus parâmetros estão representando a realidade, comparado com os dados coletados no campo.

O processo de calibração e validação do modelo de toda a região está apresentado na publicação de MOREIRA - 2005 - “Uma Contribuição para Avaliação do Modelo CORSIM em Simulações de Tráfego Urbano no Rio De Janeiro”, onde está explicitada a metodologia para calibrar o modelo do cenário sem a rótula.

O critério proposto para aceitação da calibração e validação da modelagem foi que a média da diferença entre fluxos simulados e medidos em campo de seções da rede fosse menor 5 %. Para chegar a este valor houve a necessidade de mudanças nos parâmetros característicos do comportamento dos motoristas, tais como: brechas “gaps” mínimas aceitáveis, taxa de aceleração e desaceleração, parâmetros para manobras de mudança de faixas para valores mais agressivos e o percentual de motoristas familiarizados com a rede modelada. Também foram necessários ajustes na rede como a adição de nós em paralelos e canalizações para giros á esquerda.

Esta calibragem não foi alterada na modelagem para este trabalho, apenas foi gerada uma nova rede com os mesmos parâmetros, alterando-se a configuração para o novo sistema viário proposto com a rótula. Também foi inserida uma porcentagem de 3% de veículos “tipo O” na modelagem dos trechos nos dois cenários.

4.3.3 Simulação dos Cenários

A modelagem foi gerada para os dois cenários com e sem a rótula, considerando os horários de pico da manhã (7:30 a 8:30hs) e da tarde (17:30 a 18:30hs), separadamente.

Foram analisados os tempos de percurso e velocidade média de três rotas distintas, que podem ser visualizadas na figura 4.6:

Rota 1 – Da Rua Chaves de Faria para a Avenida Rotary Internacional (sentido centro)

Rota 2 – Da Avenida Rotary Internacional (sentido Cancela) para o Largo da Cancela

Rota 3 – Da Avenida Rotary Internacional (sentido Cancela) para o Estacionamento da Quinta da Boa Vista

No Cenário sem a Rótula, estas rotas não sofrem nenhum tipo de controle semaforico, ou preferencial, e foram escolhidas por representarem as linhas de desejo dos movimentos veiculares mais importantes, por exemplo, a única linha regular de ônibus percorre a Rota 2.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

Quando uma rótula é inserida num sistema viário sem nenhum tipo controle, deve-se esperar que o mesmo tenha algum atraso nos horários de pico. Neste caso específico não existia num tipo de controle no cenário sem a rótula, onde inclusive existia um movimento irregular e perigoso. Uma das vantagens do cenário com rótula é justamente a moderação do tráfego com a redução da velocidade na interseção.

O que deve ser verificado é se a rótula projetada está operando dentro de sua capacidade, com atrasos pequenos, em média menores que 20%, se comparados ao cenário sem nenhum tipo de controle, e cumpre seu papel de moderação de tráfego diminuindo a velocidade média se comparada ao cenário sem controle. As tabelas 4.4 e 4.5 apresentam os resultados comparativos da modelagem das rotas selecionadas para o dimensionamento da rótula.

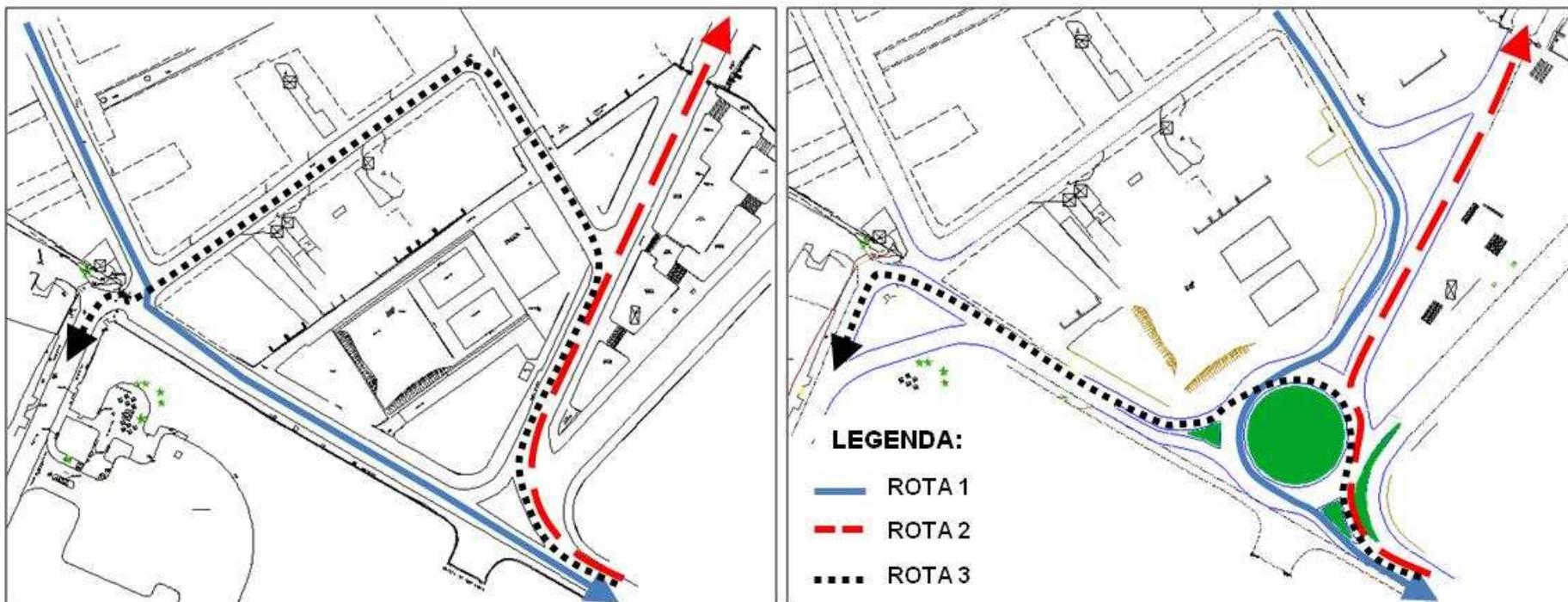


Figura 4.6 – Rotas Analisadas na Simulação de Cenários

Tabela 4.4 – Resultado dos Tempos de Percurso nas Rotas Seleccionadas

Rotas	Tempos de Percurso (minutos)					
	Cenário Pico Manhã		%	Cenário Pico Tarde		%
	Sem Rótula	Com Rótula		Sem Rótula	Com Rótula	
1	0,75	1,01	35	0,74	0,99	+34
2	1,14	1,48	30	1,59	1,73	+9
3	0,76	0,60	-21	0,77	0,61	-21
	Média Manhã		+15	Média Tarde		+7

Tabela 4.5 – Resultado das Velocidades Médias nas Rotas Seleccionadas

Rotas	Velocidades Médias (km/h)					
	Cenário Pico Manhã		%	Cenário Pico Tarde		%
	Sem Rótula	Com Rótula		Sem Rótula	Com Rótula	
1	43,32	24,36	-44	42,96	22,92	-47
2	36,32	26,66	-27	34,99	20,70	-41
3	44,32	30,04	-32	43,00	29,08	-32
	Média Manhã		-34	Média Tarde		-40

O desempenho global da rótula está dentro do esperado com 15% de atraso no pico da manhã e 7% de atraso no pico da tarde. No caso específico da Rota 3, referente ao acesso ao estacionamento da Quinta da Boa Vista, existe uma redução de cerca de 21% no tempo de percurso.

O desempenho referente a moderação de tráfego rótula mostra que haverá uma redução de 34% na velocidade média no pico da manhã e 40% no pico da tarde. No caso específico da Rota 1, referente ao acesso da Rua Chaves de Faria para a Avenida Rotary Internacional (sentido centro), existe uma redução de cerca de 44% pela manhã e 47% a tarde, muito pela implementação da reflexão da ilha central em um percurso retilíneo no cenário sem a rótula. A principal travessia de pedestres para acesso a Quinta da Boa Vista era realizada justamente em conflito com a Rota 1 no cenário sem a rótula.

Os dados demonstram que o dimensionamento proposto implementará uma rótula moderna que melhorará a interseção existente por torná-la mais segura, sem com isso comprometer o sistema viário local.

Como exercício de dimensionamento, foram alterados alguns parâmetros geométricos iniciais com objetivo de verificar o impacto no desempenho geral da rótula. Primeiro foi reduzida para uma faixa de circulação em torno do anel, verificando um aumento de 90% nos atrasos já computados. Partindo novamente da situação inicial foi reduzida para uma faixa a entrada do “Ramo A” (Nó 29), gerando atrasos da ordem de 150% na Rota 1 com formação de filas pela Rua Sabino Vieira. Estes exercícios confirmam que o dimensionamento inicial está de acordo com os parâmetros estabelecidos.

O resultado final do dimensionamento pode ser visualizado na figura a seguir.



Figura 4.7 – Dimensionamento Final da Rótula Projetada na Interseção

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 SUGESTÃO DE PRINCÍPIOS GEOMÉTRICOS DE PROJETO

Um dos resultados da pesquisa de opinião revelou que a escassa disponibilidade de espaço físico é um dos aspectos limitadores para a implantação das rótulas em ambientes urbanos, sendo apontado como o mais problemático e com maior influência na decisão sobre a possibilidade de implantação de um projeto geométrico de rótula.

Considerando este aspecto, este trabalho aponta no capítulo 3 a importância da fase de planejamento para a obtenção de um pré-dimensionamento de uma solução em rótula, em função de sua inserção na hierarquia viária da malha urbana e de sua capacidade de absorver os volumes de tráfego previstos, através das tabelas desenvolvidas para ambientes urbanos. Com base neste dimensionamento inicial torna-se possível identificar a disponibilidade do espaço físico necessário para implantação da rótula que atenderá plenamente as expectativas viárias da interseção.

Após esta fase, com a definição inicial da rótula a ser projetada, os princípios geométricos propostos para cada elemento físico de uma rótula moderna, contribuem diretamente para o detalhamento final da solução, garantindo o nível de serviço adequado, com segurança aos diversos usuários da interseção, compatibilizando o espaço físico possível com o desejado.

Quando os técnicos entrevistados foram solicitados a avaliar se os manuais e publicações normativas utilizadas eram apropriadas ao dimensionamento de interseções com rótulas, a maioria considerou satisfatória num primeiro momento. Entretanto, quando solicitados a indicar quais os tópicos que poderiam ser melhorados nestas publicações técnicas, as respostas apresentadas abaixo, não correspondem aparentemente a aceitação das publicações disponíveis, conforme pode ser constatado nas respostas a seguir:

- a) 89,5% dos entrevistados entenderam ser necessário o desenvolvimento de uma publicação específica voltada para o projeto de rótulas urbanas;
- b) Enquanto, 66,7% citaram a necessidade de adaptar para o ambiente urbano as orientações de dimensionamento de rótulas sugeridas nas referidas publicações.

Diante destas respostas, foi realizada uma pesquisa sobre a possibilidade dos dimensionamentos de rótulas – apresentados pelas publicações técnicas disponíveis – serem passíveis de adaptação para a aplicabilidade nos ambientes urbanos. Os princípios e parâmetros de dimensionamento de cada elemento físico das rótulas modernas urbanas são resultados desta pesquisa bibliográfica sobre o tema, agregando diversos manuais nacionais e internacionais de vias urbanas, ou específicos para projeto de rótulas.

Neste aspecto, também, foram formulados alguns comentários no que se refere à capacidade de tráfego e sua relação com a geometria da rótula, principalmente com as características físicas das entradas de cada acesso, concluindo que, a nível nacional, é necessária a realização de pesquisas e monitoramento de rótulas implantadas nos ambientes urbanos, como forma de obter parâmetros adaptados a nossa realidade, para que possam ser utilizados nas metodologias existentes que relacionam a capacidade com geometria da rótula.

Os princípios de dimensionamento geométrico para cada elemento físico, apresentados no capítulo 3, contribuem também para a elaboração de um compêndio normativo nacional sobre o tema. Estes princípios geométricos, principalmente o relativo a dimensão geral da rótula e ilha central, bem como da geometria da pista de entrada, ainda aliados aos demais 7 princípios, foram extraídos das publicações existentes - muitas delas, baseadas em observações e monitoramento de rótulas em pleno funcionamento no exterior, onde podemos destacar os manuais: “Roundabouts: An Informational Guide” (FHWA, 2000), “Geometric Design of Roundabouts” (TS, 2007), “Dimensionamento de Rotundas – Documento Síntese” (INIR, 2009) etc.

Estes princípios servirão de consulta preliminar aos técnicos envolvidos em um projeto geométrico de rótula urbana, até que seja desenvolvida uma publicação específica sobre o tema, inclusive com pesquisas baseadas no monitoramento do funcionamento de rótulas efetivamente implantadas nos ambientes urbanos de cidades ou áreas urbanas brasileiras.

Contribuindo para ilustrar, e dar números as sugestões, a modelagem apresentada no Capítulo 4 tornou-se uma aplicação prática das sugestões de dimensionamento deste trabalho para planejamento e projeto de uma solução com rótula em um ambiente urbano, tendo em vista a demanda real da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Esta aplicação prática foi realizada seguindo as orientações citadas para a fase de planejamento, dimensionamento do projeto geométrico e simulação em computador utilizando o TSIS - “Traffic Software Integrated System”, com a respectiva comparação entre o cenário atual e o projetado.

Neste exercício foram aplicados os princípios geométricos sugeridos neste trabalho, onde foi demonstrado que o dimensionamento proposto implementará uma rótula moderna que melhorará a interseção existente por torná-la mais segura com a redução de 37% na velocidade média das rotas viárias analisadas, sem com isso comprometer o sistema viário local com atrasos superiores a 11% no tempo médio de percurso.

A conclusão final é que as rótulas modernas devem ser consideradas com uma solução viável para interseções urbanas na cidade do Rio de Janeiro, entretanto sua utilização deve obedecer a critérios de inserção na malha viária urbana, que levem em consideração as características ambiente envolvente, hierarquização viária, volume de tráfego, tipologia dos veículos e do espaço físico disponível dos locais onde serão implementadas, somadas as características das correntes do tráfego afluyente. A utilização de rótulas em situações inadequadas, pode gerar atrasos significativos nas interseções, comprometendo o desempenho global da mesma.

Ressalte-se que, a implantação da solução viária com rótula passa obrigatoriamente pelas fases de planejamento urbanístico e dimensionamento de projeto, para que atinja a plenitude de seu funcionamento dentro dos sistemas viários urbanos. Por sua importância na moderação de tráfego, na segurança e conforto dos usuários de uma interseção viária, sejam motorizados ou não, as rótulas modernas devem estar presentes nos ambientes urbanos de nossas cidades.

5.2 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se a continuidade dos estudos neste tema com pesquisas de campo, monitoramentos e análises das rótulas urbanas implantadas na cidade do Rio de Janeiro, e/ou em outros ambientes urbanos, com o objetivo de obter características específicas dos motoristas, pedestres e ciclistas urbanos brasileiros na utilização deste tipo de interseção.

Este trabalho traz uma motivação maior para a elaboração de um manual normativo a nível nacional de projeto de rótulas em vias urbanas, tendo como base os princípios de dimensionamento sugeridos nesta pesquisa, complementado por um comitê específico, montado para tratar do tema, com a inclusão de profissionais ligados à área de estudo, os quais possam contribuir para desenvolver o manual, inclusive absorvendo os estudos das pesquisas de campo, monitoramentos e análises das rótulas urbanas implantadas, citados anteriormente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials. **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets**. 5th Edition, Washington D.C., EUA, 2003. 896 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050/2004: Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos**. Rio de Janeiro, Brasil, 2004. 97 p.
- BARANOWSKI, Bill. **Pedestrian Crosswalk Signals at Roundabouts: Where are they Applicable?**. Artigo da TRB Roundabout Conference, Vail, Colorado, EUA, 2005. 15 p.
- BESSA JÚNIOR, José Elievam e OLIVEIRA NETO, Francisco Moraes de. **Avaliação de Intervenções em Interseção do Tipo Rotatória Usando o Simulador Integration**. Artigo do XX Congresso da ANPET, Brasília, Brasil, 2006. 9 p.
- CAMPOS, Mônica Maria. **Uma Análise da Relação entre Acidentes de Tráfego e Variáveis Sociais, Econômicas, Urbanas e de Mobilidade na Cidade do Rio de Janeiro**, Dissertação M.Sc., Engenharia de Transportes, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2005. 131 p.
- COSTA, João Paulo Barbosa da. **Mini-rotatórias: Contribuição na Redução de Conflitos em Interseções Urbanas**. Dissertação M.Sc., Área de Transportes e Gestão das Infra-estruturas Urbanas, Centro de Tecnologia e Geociências/UFPE, Recife, Brasil, 2010. 107 p.
- CTB – Código de Trânsito Brasileiro. **Lei nº. 9.503**, de 23.09.97 (DOU 24.09.97 – Retif. DOU 25.09.97, Brasília, DF, Brasil, 1997.

CUPOLILLO, Maria Teresa Araujo. **Estudo das Medidas Moderadoras do Tráfego para Controle da Velocidade e dos Conflitos em Travessias Urbanas**. Dissertação M.Sc., Engenharia de Transportes, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 277 p.

D'ANDREA, Antonio, e URBANI, Luca. **Urban Street Design: A New Engineering Approach**. In: WALK 21 VI Conferences, Portland, Oregon, EUA, 2003. 15 p.

DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Manual de Normas para Projeto Geométrico de Vias Urbanas**. Rio de Janeiro, Brasil, 1974a. 94 p.

_____. **Problemas Fundamentais no Planejamento de Vias Urbanas**. Rio de Janeiro, Brasil, 1974b. 131 p.

DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **Manual de Projeto de Interseções**. IPR – Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Publicação 718, 2ª. Edição, Rio de Janeiro, Brasil, 2005. 532 p.

_____. **Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas**. IPR – Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Publicação 740, 1ª. Edição, Rio de Janeiro, Brasil, 2010. 392 p.

FHWA – Federal Highway Administration. **Roundabouts: An Informational Guide**, No. FHWA-RD-00-067, Virginia, EUA, 2000. 284 p.

_____. **TSIS - Traffic Software Integrated System - Users Guide**. Version 5.0, McTrans, Department of Transportation - FHWA, Virginia, EUA, 2001. 27 p.

F.H. van Renssen, C.R Tichauer e W. Silbernagl. **The Modern Roundabout – Transition From Rural To Urban Environment?**. Artigo da 26th Southern African Transport Conference (SATC 2007), Pretoria, África do Sul, 2007. 10 p.

- GONDIM, M. F. **Transporte Não Motorizado na Legislação Urbana no Brasil.** Dissertação M.Sc., Engenharia de Transportes, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2001. 185 p.
- GUAN, Fang, LU, George X. e NOYCE, David A. **A Simulation-Based Accessibility Study of Modern Urban Roundabouts Signalized with Common Pedestrian Signals.** Artigo do Mid-Continent Transportation Research Forum, Wisconsin, EUA, 2010. 22 p.
- ICT – Illinois Center for Transportation. **Roundabout Evaluation And Design: A Site Selection Procedure.** Research Report ICT-09-051 - Illinois Center for Transportation Series, Illinois, EUA, 2009. 65 p.
- INIR – Instituto de Infra-estruturas Rodoviárias. **Dimensionamento de Rotundas – Documento Síntese.** Disposições Normativas InIR, Lisboa, Portugal, 2009. 48 p.
- IOWA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. **Planning-Level Guidelines for Modern Roundabouts.** CTRE - Center for Transportation Research and Education - Project 06-255 Technical Memorandum, Iowa, EUA, 2008. 30 p.
- ISAACS, Beatrice e BARRETT, Jill P. **Use Of Roundabouts In An Urban Setting.** Artigo do 2nd Urban Street Symposium, Anaheim, California, EUA, 2003. 12 p.
- JOERGER, Mark. **Adjustment Of Driver Behavior To An Urban Multi-Lane Roundabout.** Final Report SPR 041 for Oregon Department of Transportation, Salem, Oregon, EUA, 2007. 26 p.
- LIMA, Ed Pinheiro; BERTONCINI, Bruno Vieira e GIMENES, Marcelino Luiz. **Estudo do Uso de Rotatórias na Redução da Concentração de Monóxido de Carbono de Origem Veicular,** Artigo do Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Maringá, Brasil, 2009. 12 p.

MOREIRA, Rodolpho Barbosa. **Uma Contribuição para Avaliação do Modelo “CORSIM” em Simulações de Tráfego Urbano no Rio De Janeiro.** Dissertação M.Sc., Engenharia de Transportes, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2005. 139 p.

OREGON DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. **Highway Design Manual – English.** Oregon, EUA, 2003. 554 p.

PORTUGAL, Flávia Campos. **A Influência da Legislação no Transporte Urbano de Carga na Cidade do Rio de Janeiro.** Dissertação M.Sc., Engenharia de Transportes, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2007. 90 p.

PORTUGAL. Licínio da Silva. **Simulação de Tráfego: Conceitos e Técnicas de Modelagem.** Rio de Janeiro, Editora Interciência, Brasil, 2005. 198 p.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **Manual para Elaboração de Projetos de Alinhamento na Cidade do Rio de Janeiro.** Secretaria Municipal de Urbanismo, IBAM, Rio de Janeiro, Brasil, 1996. 71 p.

_____. **Plano Diretor de Transportes da Cidade do Rio de Janeiro.** SMTR - Secretaria Municipal de Transportes, (Versão Preliminar), Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 144 p.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **IP-03 - Instrução de Projeto Geométrico de Vias Urbanas.** Secretaria de Infra-estrutura Urbana, São Paulo, Brasil, 2004. 20 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA. **Projetos de Apoio ao PDDU/FOR - Setor de Transportes, Classificação Funcional das Vias.** IPLAM, ASTEF, Fortaleza, Brasil, 1991.

- SGARBI, Danilo Awazu. **Técnicas Construtivas Aplicadas nas Vias Urbanas Para Melhoria na Segurança do Trânsito do Município de São Paulo.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para a obtenção do título de Graduação do Curso de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, Brasil, 2007. 79 p.
- SETRA - Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes. **Carrefours Giratoires – Les Carrefour Plans sur Routes Interurbaines Guide Technique.** Division des Liaisons Interurbaines, Bagneux, França, 1984. 45 p.
- SILVA, Ana Maria Bastos, et al. **O Dimensionamento e Projecto de Rotundas - O Estado da Arte.** Relatório desenvolvido no âmbito do Acordo-Programa FCTUC/JAE - Edição FCTUC, Coimbra, Portugal, 1998. 78 p.
- SILVA, Ana Maria Bastos e SECO, Álvaro Jorge da Maia. **Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes – Capítulo 06 – Rotundas.** CCDRN – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, Coimbra, Portugal, 2008. 85 p.
- SPIRN, Anne Whiston. **O Jardim de Granito: A Natureza do Desenho da Cidade.** São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, Brasil, 1995. 360 p.
- SWOV – INSTITUTE FOR ROAD SAFETY RESEARCH. **SWOV Fact sheet: Roundabouts.** SWOV, Leidschendam, Holanda, 2010. 6 p.
- STAMATIADIS, Nikiforos e KIRK, Adam. **Modern Roundabouts: A Guide For Application.** Community Transportation Innovation Academy, Kentucky, EUA, 2005. 15 p.
- THE SOUTHEASTERN TRANSPORTATION CENTER. **The Effects of Roundabouts on Pedestrian Safety.** University of Tennessee, Tennessee, USA, 2002. 42 p.

TRANSPORT SCOTLAND. **Geometric Design of Roundabouts.** The Department for Regional Development Northern Ireland - TD 16/07, Irlanda, Grã-Bretanha, 2007. 51 p.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. **Roundabouts In The United States.** NCHRP REPORT 572 - National Cooperative Highway Research Program, Washington D.C, EUA, 2007. 193 p.

_____. **HCM 2010 - Highway Capacity Manual 2010 – Chapter 21: Roundabouts.** Washington D.C, EUA, 2010. 39 p.

ANEXOS

ROTEIRO DE ENTREVISTA TÉCNICA

DADOS DO ENTREVISTADO:

Nome: Amarilio Carvalho de Oliveira

Formação: Engenheiro Civil pela Escola Nacional de Engenharia da Universidade do Brasil (atual UFRJ)

Instituição que Trabalha: Aposentado como Professor das universidades UFRJ e UFF

Cargo que Ocupa no Momento: Trabalho como Consultor em caráter particular

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS VIÁRIOS:

Quantos Projetos Viários participou nos Últimos 5 Anos: _ Vários Projetos

Trabalhou diretamente com Projeto Geométrico Urbano: Sim Não

Trabalhou com Projeto Geométrico Rótulas Modernas com diâmetro central superior a 30m: Sim Não

Qual o Último Projeto Viário que Participou? Cite local e nível de participação:

Projeto Viário dos Pátios do Centro Industrial de Viana (República de Angola).

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E SUGESTÕES:

Em sua Experiência Profissional, encontrou alguma situação problemática para elaboração de projeto geométrico de Interseções em vias urbanas, principalmente nas vias arteriais? Sim Não **Quais?**
Dificuldades de elaborar travessias em diferentes níveis.

Dentre elas, a solução foi elaboração de um Projeto Geométrico de Rótula? Sim Não **Qual motivo?** Motivo já exposto.

Ao elaborar o projeto, utilizou algum manual específico para projeto de vias? Sim Não **Quais foram utilizados?**

Manual de Projeto de Interseções – DNIT – 2005

Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas – DNIT - 2010

Considerou satisfatória a aplicabilidade desses manuais? Sim Não

Quais os tópicos que poderiam ser melhorados, nestes manuais, em relação às interseções urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas?

No Manual de Projeto de Interseções devem ser atualizadas as dimensões de alguns veículos de projeto, posteriormente modificadas pela legislação em vigor e apresentadas no Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas.

Existiu algum projeto de interseções com rótula onde houve a necessidade de adaptações das normas rodoviárias por estar em um ambiente urbano? Sim Não **Caso positivo Cite e dê exemplo:**
Em um projeto urbano sempre tem-se que atender as características do sistema viário da cidade.

Baseados nos projetos elaborados em seu dia a dia, teria alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas urbanas?

Os manuais do DNIT cobrem razoavelmente as necessidades. Deve-se procurar também o apoio de manuais americanos (AASHTO), europeus e australianos.

ASPECTOS RELATIVOS ÀS RÓTULAS:

Existe algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas em vias arteriais?

Cada cidade pode apresentar características próprias a serem consideradas.

Considera necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas?

A idéia nos parece conveniente.

CONTRIBUIÇÃO FUTURA:

Estaria disposto a Participar de um Comitê de Desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas para as vias urbanas? Sim Dependendo das condições. Não

Qual a sua Contribuição que poderia ser adicionada a este Comitê de Desenvolvimento?

Tendo trabalhado em diversos manuais de projetos viários, tenho bastante experiência no assunto.

Qual a sua Disponibilidade de Tempo para Participação?

Depende das condições e nível de participação desejada.

ROTEIRO DE ENTREVISTA TÉCNICA

DADOS DO ENTREVISTADO:

Nome: Annibal Espinola Rodrigues Coelho

Formação: Engenheiro Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC).

Instituição que Trabalha: Engenheiro Consultor de diversas empresas de engenharia.

Cargo que Ocupa no Momento: Engenheiro Consultor

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS VIÁRIOS:

Quantos Projetos Viários participou nos Últimos 5 Anos: Inúmeros projetos

Trabalhou diretamente com Projeto Geométrico Urbano: Sim Não

Trabalhou com Projeto Geométrico Rótulas Modernas com diâmetro central superior a 30m: Sim Não

Qual o Último Projeto Viário que Participou? Cite local e nível de participação:

Projeto de Aumento de Capacidade da Linha Amarela, Projeto Viário Conceitual do Porto Maravilha.

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E SUGESTÕES:

Em sua Experiência Profissional, encontrou alguma situação problemática para elaboração de projeto geométrico de Interseções em vias urbanas, principalmente nas vias arteriais? Sim Não **Quais?**

Dificuldades em atender às características técnicas desejadas, tendo em vista as restrições urbanas.

Dentre elas, a solução foi elaboração de um Projeto Geométrico de Rótula? Sim Não **Qual motivo?**

Foi a melhor solução encontrada para atender as características locais.

Ao elaborar o projeto, utilizou algum manual específico para projeto de vias? Sim Não **Quais foram utilizados?**

Manual de Projeto de Interseções – DNIT – 2005

Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas – DNIT - 2010

Manual Alemãs de Capacidade (Handbuch für die Bermessung von Strassenverkehrsanlagen) – FGSV – 2001

Roundabouts: An Informational Guide – FHWA – 2000

Considerou satisfatória a aplicabilidade desses manuais? Sim Não

Quais os tópicos que poderiam ser melhorados, nestes manuais, em relação às interseções urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas?

No Manual de Projeto de Interseções devem ser atualizadas as dimensões de alguns veículos de projeto, posteriormente modificadas pela legislação em vigor e apresentadas no Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas.

Existiu algum projeto de interseções com rótula onde houve a necessidade de adaptações das normas rodoviárias por estar em um ambiente urbano? Sim Não **Caso positivo Cite e dê exemplo:**

Em um projeto urbano sempre tem-se que atender as características do sistema viário da cidade.

Baseados nos projetos elaborados em seu dia a dia, teria alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas urbanas?

Os manuais do DNIT cobrem razoavelmente as necessidades. Deve-se procurar também o apoio de outras publicações técnicas e manuais americanos, europeus e australianos, tais como:

A Policy on Geometric Design of Highways and Streets – AASHTO – 2004

Roundabouts: An Informational Guide – FHWA – 2000

Publicações do TRB

ASPECTOS RELATIVOS ÀS RÓTULAS:

Existe algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas em vias arteriais?

Características específicas da via arterial considerada.

Considera necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas?

A idéia é certamente conveniente, tendo em vista a sua crescente aplicação nas grandes cidades.

CONTRIBUIÇÃO FUTURA:

Estaria disposto a Participar de um Comitê de Desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas para as vias urbanas? Sim , dependendo das condições. Não

Qual a sua Contribuição que poderia ser adicionada a este Comitê de Desenvolvimento?

A experiência adquirida em diversos projetos viários bem como na elaboração de manuais técnicos tratando de tráfego, projeto geométrico e de segurança.

Qual a sua Disponibilidade de Tempo para Participação?

Será função do nível de participação desejada e das condições de trabalho.

ROTEIRO DE ENTREVISTA TÉCNICA

DADOS DO ENTREVISTADO:

Nome: Arnaldo de Magalhães Lyrio Filho
Formação: Arquiteto Urbanista, MSc
Instituição que Trabalha: CET Rio
Cargo que Ocupa no Momento: Supervisor de Projetos

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS VIÁRIOS:

Quantos Projetos Viários participou nos Últimos 5 Anos: Cerca de 10 Projetos
Trabalhou diretamente com Projeto Geométrico Urbano: Sim Não
Trabalhou com Projeto Geométrico Rótulas Modernas com diâmetro central superior a 30m: Sim Não
Qual o Último Projeto Viário que Participou? Cite local e nível de participação:
Entorno do Engenho. Articulação com projetistas CAU, Apoio ao Engenheiro.

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E SUGESTÕES:

Em sua Experiência Profissional, encontrou alguma situação problemática para elaboração de projeto geométrico de Interseções em vias urbanas, principalmente nas vias arteriais? Sim Não **Quais?**
Transposição de via férrea próx. Engenho.

Dentre elas, a solução foi elaboração de um Projeto Geométrico de Rótula? Sim Não. **Qual motivo?**
No projeto citado houve a criação de 2 rótulas, com objetivos diferentes e envolvia indiretamente vias arteriais. A primeira visava organizar e dirigir o fluxo vindo da Linha Amarela com o fluxo advindo da Suburbana, ligando ambos com uma via canal proposta com função coletora. Outra pequena rótula também envolvia a via canal coletora, mas tinha a função de ajustar o sentido do fluxo de dois outros logradouros.

Ao elaborar o projeto, utilizou algum manual específico para projeto de vias? Sim Não **Quais foram utilizados?**

Considerou satisfatória a aplicabilidade desses manuais? Sim Não

Quais os tópicos que poderiam ser melhorados, nestes manuais, em relação às interseções urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas? Desconsiderar eventuais movimentos de pedestres no local, circunstância relativamente comum em ambientes urbanos.

Existiu algum projeto de interseções com rótula onde houve a necessidade de adaptações das normas rodoviárias por estar em um ambiente urbano? Sim Não **Caso positivo Cite e dê exemplo:**

Baseado nos projetos elaborados em seu dia a dia, teria alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas urbanas? Não.

ASPECTOS RELATIVOS ÀS RÓTULAS:

Existe algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas em vias arteriais? Deslocamentos de pedestres/ travessias, velocidade/ fluxos.

Considera necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas? Importante. Principalmente por tratar-se de um esforço para melhoria no entendimento do sistema para aplicação, e de padronização.

CONTRIBUIÇÃO FUTURA:

Estaria disposto a Participar de um Comitê de Desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas para as vias urbanas? Sim Não

Qual a sua Contribuição que poderia ser adicionada a este Comitê de Desenvolvimento? Conceitual e prática. Interesse extrapola o assunto Rótulas, estendendo-se a padronização na construção de soluções viárias.

Qual a sua Disponibilidade de Tempo para Participação? Meio expediente por semana.

ROTEIRO DE ENTREVISTA TÉCNICA

DADOS DO ENTREVISTADO:

Nome: Catia Nunes Poyares

Formação: Engenheira Civil – ênfase em estruturas e Mestrado em engenharia de transportes

Instituição que Trabalha: CET-Rio

Cargo que Ocupa no Momento: Coordenadora de Tráfego

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS VIÁRIOS:

Quantos Projetos Viários participou nos Últimos 5 Anos: _____ vários _____ Projetos

Trabalhou diretamente com Projeto Geométrico Urbano: Sim Não

Trabalhou com Projeto Geométrico Rótulas Modernas com diâmetro central superior a 30m: Sim Não

Qual o Último Projeto Viário que Participou? Cite local e nível de participação:

Rotula da Pavuna. Avaliação do projeto desenvolvido pela SMO/CGP e desenvolvimento da sinalização horizontal e vertical da rotula e acessos

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E SUGESTÕES:

Em sua Experiência Profissional, encontrou alguma situação problemática para elaboração de projeto geométrico de Interseções em vias urbanas, principalmente nas vias arteriais? Sim Não **Quais?**
Gerenciar os conflitos

Dentre elas, a solução foi elaboração de um Projeto Geométrico de Rótula? Sim Não **Qual motivo?** Melhorar a fluidez do tráfego; Local “perigoso” com desrespeito ao sinal de trânsito.

Ao elaborar o projeto, utilizou algum manual específico para projeto de vias? Sim Não **Quais foram utilizados?** Manual de projeto de interseções – DNIT 2005

Considerou satisfatória a aplicabilidade desses manuais? Sim Não

Quais os tópicos que poderiam ser melhorados, nestes manuais, em relação às interseções urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas?

Existiu algum projeto de interseções com rótula onde houve a necessidade de adaptações das normas rodoviárias por estar em um ambiente urbano? Sim Não **Caso positivo Cite e dê exemplo:**

Baseados nos projetos elaborados em seu dia a dia, teria alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas urbanas?
não

ASPECTOS RELATIVOS ÀS RÓTULAS:

Existe algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas em vias arteriais?

Considera necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas?
Sim

CONTRIBUIÇÃO FUTURA:

Estaria disposto a Participar de um Comitê de Desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas para as vias urbanas? Sim Não

Qual a sua Contribuição que poderia ser adicionada a este Comitê de Desenvolvimento?

Qual a sua Disponibilidade de Tempo para Participação?

ROTEIRO DE ENTREVISTA TÉCNICA

DADOS DO ENTREVISTADO:

Nome: Claudio Luiz dos Santos
Formação:
Instituição que Trabalha: SMTR
Cargo que Ocupa no Momento:

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS VIÁRIOS:

Quantos Projetos Viários participou nos Últimos 5 Anos: cinco _____ Projetos
Trabalhou diretamente com Projeto Geométrico Urbano: Sim Não
Trabalhou com Projeto Geométrico Rótulas Modernas com diâmetro central superior a 30m: Sim Não
Qual o Último Projeto Viário que Participou? Cite local e nível de participação:
Corredor BRT TransOeste, como Gerente de Projetos de Transportes

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E SUGESTÕES:

Em sua Experiência Profissional, encontrou alguma situação problemática para elaboração de projeto geométrico de Interseções em vias urbanas, principalmente nas vias arteriais? Sim Não Quais?
Falta de espaço para desenvolver projetos adequados e em conformidade com as normas de projeto.

Dentre elas, a solução foi elaboração de um Projeto Geométrico de Rótula? Sim Não Qual motivo?

O tráfego esperado para a idade do projeto era atendido pelo tipo de projeto.

Ao elaborar o projeto, utilizou algum manual específico para projeto de vias? Sim Não Quais foram utilizados?

Todas as bibliografias disponíveis através do DNIT, e o green book da AASHTO, voltadas às limitações de segurança para traçado viário.

Considerou satisfatória a aplicabilidade desses manuais? Sim Não

Quais os tópicos que poderiam ser melhorados, nestes manuais, em relação às interseções urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas?

Em alguns casos, as dimensões aplicadas parecem ser superdimensionadas. Novas pesquisas sobre características técnicas viárias e seus efeitos na qualidade do tráfego de veículos e de pedestres, gerando base de dados em quantidade suficiente para definir diferentes cenários. Tais dados devem ser manipulados por técnicos especializados no tema, de forma acadêmica ou por experiência adquirida profissionalmente ao longo dos tempos, com o devido suporte estatístico especializado.

Existiu algum projeto de interseções com rótula onde houve a necessidade de adaptações das normas rodoviárias por estar em um ambiente urbano? Sim Não Caso positivo Cite e dê exemplo:

Não me lembro onde. Provavelmente para o DERMAT. Mas foram projetos em que o tráfego esperado era aquém do mínimo, e não cabia reservar tanto espaço construído para tal.

Baseados nos projetos elaborados em seu dia a dia, teria alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas urbanas?

A descontinuidade na capacidade viária é hoje o que considero como principal problema. Locais com excessivo número de faixas de tráfego, acessando locais com menor capacidade, além de links curtos entre interseções. Em se tratando de semáforos, o uso indiscriminado de giros retidos.

ASPECTOS RELATIVOS ÀS RÓTULAS:

Existe algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas em vias arteriais?

Creio que o uso do espaço interno à rótula. É algo que deve ser discutido. Criar locais de uso neste espaço pode ser bom, por um lado, e pode ser péssimo por outro lado. Cabe a discussão. E projetos rodoviários as áreas remanescentes entre ramos e pistas têm a função de permitir fuga do condutor de veículo que se vê em situação crítica de segurança, em risco de acidente.

Considera necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas?

Não. É necessário que algum órgão governamental produza tais manuais voltados às questões já citadas, e outras mais, como já o faz o DENIT para as rodovias. A rótula, ou rotatória, é só um dos dispositivos viários que merecem preocupação.

CONTRIBUIÇÃO FUTURA:

Estaria disposto a Participar de um Comitê de Desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas para as vias urbanas? Sim x Não

Qual a sua Contribuição que poderia ser adicionada a este Comitê de Desenvolvimento?

Toda que couber em 36 anos voltados a projetos viários e rodoviários.

Qual a sua Disponibilidade de Tempo para Participação?

Indefinida.

ROTEIRO DE ENTREVISTA TÉCNICA

DADOS DO ENTREVISTADO:

Nome: Ely Emerson Santos da Costa

Formação: Doutorado em Engenharia de Transportes

Instituição que Trabalha: CET-Rio

Cargo que Ocupa no Momento: Assistente Técnico - Engenheiro

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS VIÁRIOS:

Quantos Projetos Viários participou nos Últimos 5 Anos: _____ vários _____ Projetos

Trabalhou diretamente com Projeto Geométrico Urbano: Sim Não

Trabalhou com Projeto Geométrico Rótulas Modernas com diâmetro central superior a 30m: Sim Não

Qual o Último Projeto Viário que Participou? Cite local e nível de participação:

Projeto geométrico do retorno na Rua Pará, entre a Rua Teixeira Soares e Av. Pres. Castelo Branco

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E SUGESTÕES:

Em sua Experiência Profissional, encontrou alguma situação problemática para elaboração de projeto geométrico de Interseções em vias urbanas, principalmente nas vias arteriais? Sim Não **Quais?**
Adequação do projeto ao volume de tráfego e características do local.

Dentre elas, a solução foi elaboração de um Projeto Geométrico de Rótula? Sim Não **Qual motivo?**
A rótula não era a solução mais adequada.

Ao elaborar o projeto, utilizou algum manual específico para projeto de vias? Sim Não **Quais foram utilizados?** Manual de Projeto Geométrico do DNIT e o Green Book

Considerou satisfatória a aplicabilidade desses manuais? Sim Não

Quais os tópicos que poderiam ser melhorados, nestes manuais, em relação às interseções urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas?

Adequação a realidade brasileira, uma vez que a maioria dos manuais brasileiros de projeto geométrico é uma cópia do Green Book.

Existiu algum projeto de interseções com rótula onde houve a necessidade de adaptações das normas rodoviárias por estar em um ambiente urbano? Sim Não **Caso positivo Cite e dê exemplo:**

Baseados nos projetos elaborados em seu dia a dia, teria alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas urbanas?

ASPECTOS RELATIVOS ÀS RÓTULAS:

Existe algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas em vias arteriais?

É necessário que o projetista entenda todas as características e tenha elementos para desenvolver o seu projeto adaptando a solução ao que está sendo visto in loco.

Considera necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas?

Acho que seria um bom instrumento para os profissionais da área

CONTRIBUIÇÃO FUTURA:

Estaria disposto a Participar de um Comitê de Desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas para as vias urbanas? Sim Não

Qual a sua Contribuição que poderia ser adicionada a este Comitê de Desenvolvimento?

A experiência adquirida durante minha vida profissional.

Qual a sua Disponibilidade de Tempo para Participação?

A minha disponibilidade será de acordo com as demandas do Comitê.

ROTEIRO DE ENTREVISTA TÉCNICA

DADOS DO ENTREVISTADO:

Nome: *João Paulo Alves*

Formação: *Arquiteto*

Instituição que Trabalha: *Prefeitura Rio*

Cargo que Ocupa no Momento: *Arquiteto*

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS VIÁRIOS:

Quantos Projetos Viários participou nos Últimos 5 Anos: *cerca de 50 Projetos*

Trabalhou diretamente com Projeto Geométrico Urbano: Sim Não

Trabalhou com Projeto Geométrico Rótulas Modernas com diâmetro central superior a 30m: Sim Não

Qual o Último Projeto Viário que Participou? Cite local e nível de participação:

Acesso ao Porto do Rio no Caju - gerencia de topografia e gerencia de projeto

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E SUGESTÕES:

Em sua Experiência Profissional, encontrou alguma situação problemática para elaboração de projeto geométrico de Interseções em vias urbanas, principalmente nas vias arteriais? Sim Não Quais? *Inúmeras e naturais. Desde as questões relativas à geometria, à mediação junto aos moradores e a questões ligadas à execução da obra.*

Dentre elas, a solução foi elaboração de um Projeto Geométrico de Rótula? Sim Não Qual motivo?

Ao elaborar o projeto, utilizou algum manual específico para projeto de vias? Sim Não Quais foram utilizados?

Manuais do DNIT e AASHTO

Considerou satisfatória a aplicabilidade desses manuais? Sim Não

Quais os tópicos que poderiam ser melhorados, nestes manuais, em relação às interseções urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas?

Vários tópicos podem ser melhorados pois os manuais existentes são voltados para o projeto de rodovias cujo contexto na maioria das vezes é diferente do urbano.

Existiu algum projeto de interseções com rótula onde houve a necessidade de adaptações das normas rodoviárias por estar em um ambiente urbano? Sim Não Caso positivo Cite e dê exemplo:

Um exemplo é o projeto da Praça dos Escolares, em Cosmos, onde uma rótula foi criada na interseção de uma via coletora com outra local.

Baseados nos projetos elaborados em seu dia a dia, teria alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas urbanas?

Deve haver adequação da velocidade de tráfego, e prevista a interação do fluxo com elementos que não existem normalmente em rodovias como baias de ônibus, faixas de travessia, estacionamentos etc...

ASPECTOS RELATIVOS ÀS RÓTULAS:

Existe algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas em vias arteriais?

Valem as observações acima.

Considera necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas? *Sim*

CONTRIBUIÇÃO FUTURA:

Estaria disposto a Participar de um Comitê de Desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas para as vias urbanas? Sim Não

Qual a sua Contribuição que poderia ser adicionada a este Comitê de Desenvolvimento? *Não sei.*

Qual a sua Disponibilidade de Tempo para Participação? *Infelizmente não há disponibilidade no momento*

ROTEIRO DE ENTREVISTA TÉCNICA

DADOS DO ENTREVISTADO:

Nome: José Carlos Rocha Borsari

Formação: Engenheiro Civil - UFF

Instituição que Trabalha: SERPEN – Serviços e Projetos de Engenharia Ltda

Cargo que Ocupa no Momento: Diretor Técnico

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS VIÁRIOS:

Quantos Projetos Viários participou nos Últimos 5 Anos: 15 Projetos

Trabalhou diretamente com Projeto Geométrico Urbano: Sim Não

Trabalhou com Projeto Geométrico Rótulas Modernas com diâmetro central superior a 30m: Sim Não

Qual o Último Projeto Viário que Participou? Cite local e nível de participação:

Duplicação da Estrada do Mato Alto, numa extensão de 15 km, no Município do Rio de Janeiro, na função de coordenador

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E SUGESTÕES:

Em sua Experiência Profissional, encontrou alguma situação problemática para elaboração de projeto geométrico de Interseções em vias urbanas, principalmente nas vias arteriais? Sim Não **Quais?**
Exigüidade de espaço, aliado aos altos custos de desapropriação.

Dentre elas, a solução foi elaboração de um Projeto Geométrico de Rótula? Sim Não **Qual motivo?**

Ao elaborar o projeto, utilizou algum manual específico para projeto de vias? Sim Não **Quais foram utilizados?** Manual de Projeto de Interseções, 2ª Edição – 2005 - DNIT

Considerou satisfatória a aplicabilidade desses manuais? Sim Não

Quais os tópicos que poderiam ser melhorados, nestes manuais, em relação às interseções urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas? O Manual atendeu satisfatoriamente.

Existiu algum projeto de interseções com rótula onde houve a necessidade de adaptações das normas rodoviárias por estar em um ambiente urbano? Sim Não **Caso positivo Cite e dê exemplo:**

Baseados nos projetos elaborados em seu dia a dia, teria alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas urbanas?
Não existe solução geral, cada caso tem que ser tratado individualmente.

ASPECTOS RELATIVOS ÀS RÓTULAS:

Existe algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas em vias arteriais? Como já dito, o principal aspecto é a exigüidade de espaço

Considera necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas?
Sim

CONTRIBUIÇÃO FUTURA:

Estaria disposto a Participar de um Comitê de Desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas para as vias urbanas? Sim Não

Qual a sua Contribuição que poderia ser adicionada a este Comitê de Desenvolvimento?

Qual a sua Disponibilidade de Tempo para Participação?

ROTEIRO DE ENTREVISTA TÉCNICA

DADOS DO ENTREVISTADO:

Nome: Luiz Arruda

Formação: Engenheiro Cartógrafo / Técnico de Estradas

Instituição que Trabalha: Furnas / M2A Engenharia e Consultoria

Cargo que Ocupa no Momento: Engenheiro / Consultor

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS VIÁRIOS:

Quantos Projetos Viários participou nos Últimos 5 Anos: _____ 10 _____ Projetos

Trabalhou diretamente com Projeto Geométrico Urbano: Sim Não

Trabalhou com Projeto Geométrico Rótulas Modernas com diâmetro central superior a 30m: Sim Não

Qual o Último Projeto Viário que Participou? Cite local e nível de participação: Rodovia de acesso a Parque Gusa, Marabá/PA

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E SUGESTÕES:

Em sua Experiência Profissional, encontrou alguma situação problemática para elaboração de projeto geométrico de Interseções em vias urbanas, principalmente nas vias arteriais? Sim Não Quais? Principalmente, em situações dessa natureza, ocorrem problemas de capacidade das vias.

Dentre elas, a solução foi elaboração de um Projeto Geométrico de Rótula? Sim Não Qual motivo? Uso da rotula foi aplicável no caso da via secundaria ser de menor capacidade e em área rural

Ao elaborar o projeto, utilizou algum manual específico para projeto de vias? Sim Não Quais foram utilizados? Manual de projeto geométrico DNIT, boletins técnicos da CET-SP

Considerou satisfatória a aplicabilidade desses manuais? Sim Não

Quais os tópicos que poderiam ser melhorados, nestes manuais, em relação às interseções urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas?

Creio que os manuais editados no país são mais voltados a rodovias. Existem poucas publicacoes voltados para a problemática urbana brasileira

Existiu algum projeto de interseções com rótula onde houve a necessidade de adaptações das normas rodoviárias por estar em um ambiente urbano? Sim Não Caso positivo Cite e dê exemplo:

Baseados nos projetos elaborados em seu dia a dia, teria alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas urbanas?

ASPECTOS RELATIVOS ÀS RÓTULAS:

Existe algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas em vias arteriais? Sim. Capacidade das vias

Considera necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas? sim

CONTRIBUIÇÃO FUTURA:

Estaria disposto a Participar de um Comitê de Desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas para as vias urbanas? Sim Não x

Qual a sua Contribuição que poderia ser adicionada a este Comitê de Desenvolvimento?

Qual a sua Disponibilidade de Tempo para Participação?

ROTEIRO DE ENTREVISTA TÉCNICA

DADOS DO ENTREVISTADO:

Nome: LUIZ CLAUDIO S. VIDAL
Formação: ARQUITETO / ENG. SEGURANÇA
Instituição que Trabalha: PREF. DO RIO DE JANEIRO
Cargo que Ocupa no Momento: ARQUITETO/ASSISTENTE

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS VIÁRIOS:

Quantos Projetos Viários participou nos Últimos 5 Anos: _____ Projetos
Trabalhou diretamente com Projeto Geométrico Urbano: Sim Não
Trabalhou com Projeto Geométrico Rótulas Modernas com diâmetro central superior a 30m: Sim Não
Qual o Último Projeto Viário que Participou? Cite local e nível de participação:
Estudo Prelim. Rótula na Estrada do Engenho c/ Min. Ary Franco e Estr. Guandu do Sena, Bangu. Autor.

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E SUGESTÕES:

Em sua Experiência Profissional, encontrou alguma situação problemática para elaboração de projeto geométrico de Interseções em vias urbanas, principalmente nas vias arteriais? Sim Não Quais?
Avs Olof Palm/Abraão Jabour

Dentre elas, a solução foi elaboração de um Projeto Geométrico de Rótula? Sim Não Qual motivo? Falta de espaço físico para um raio de giro adequado

Ao elaborar o projeto, utilizou algum manual específico para projeto de vias? Sim Não Quais foram utilizados?

Considerou satisfatória a aplicabilidade desses manuais? Sim Não

Quais os tópicos que poderiam ser melhorados, nestes manuais, em relação às interseções urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas?

Existiu algum projeto de interseções com rótula onde houve a necessidade de adaptações das normas rodoviárias por estar em um ambiente urbano? Sim Não Caso positivo Cite e dê exemplo:

Baseados nos projetos elaborados em seu dia a dia, teria alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas urbanas?
As rótulas tem que ter raio acima de 13m para tráfego moderado ou acima. Mini-rotulas com raio de 6m ou 7m só para tráfego reduzido de veículos leves.

ASPECTOS RELATIVOS ÀS RÓTULAS:

Existe algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas em vias arteriais?

Nas rótulas, a saída da rótula de maior tráfego não pode ser logo após o acesso à rótula de maior tráfego. É o que ocorre na Av. Pedro II, onde há semáforos travando a rótula.

Considera necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas?
Sim.

CONTRIBUIÇÃO FUTURA:

Estaria disposto a Participar de um Comitê de Desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas para as vias urbanas? Sim Não

Qual a sua Contribuição que poderia ser adicionada a este Comitê de Desenvolvimento?

Qual a sua Disponibilidade de Tempo para Participação?

ROTEIRO DE ENTREVISTA TÉCNICA

DADOS DO ENTREVISTADO:

Nome: Lyllian Coelho

Formação: Arquiteta

Instituição que Trabalha: Secretaria Municipal de Obras

Cargo que Ocupa no Momento: Assistente II

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS VIÁRIOS:

Quantos Projetos Viários participou nos Últimos 5 Anos: _____ vários _____ Projetos

Trabalhou diretamente com Projeto Geométrico Urbano: Sim Não

Trabalhou com Projeto Geométrico Rótulas Modernas com diâmetro central superior a 30m: Sim Não

Qual o Último Projeto Viário que Participou? Cite local e nível de participação: Particpei como gerente e autor dos projetos de Interseção da rua Sapopemba com a Estrada da Fontinha, Rua Saúna em Senador Camará, Retorno na rua Laudelino Vieira em Campo Grande, para citar alguns.

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E SUGESTÕES:

Em sua Experiência Profissional, encontrou alguma situação problemática para elaboração de projeto geométrico de Interseções em vias urbanas, principalmente nas vias arteriais? Sim Não Quais? Os casos de topografia acidentada e as ocupações irregulares que tomam boa parte do logradouro público, o que dificulta o emprego de determinadas soluções estabelecidas pelos manuais.

Dentre elas, a solução foi elaboração de um Projeto Geométrico de Rótula? Sim Não Qual motivo?

Ao elaborar o projeto, utilizou algum manual específico para projeto de vias? Sim Não Quais foram utilizados?

Considerou satisfatória a aplicabilidade desses manuais? Sim Não

Quais os tópicos que poderiam ser melhorados, nestes manuais, em relação às interseções urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas? Considerar o pedestre e o ciclista.

Existiu algum projeto de interseções com rótula onde houve a necessidade de adaptações das normas rodoviárias por estar em um ambiente urbano? Sim Não Caso positivo Cite e dê exemplo:

Baseados nos projetos elaborados em seu dia a dia, teria alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas urbanas?

ASPECTOS RELATIVOS ÀS RÓTULAS:

Existe algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas em vias arteriais? Espaço físico.

Considera necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas? Sim, pois seria adaptado à realidade urbana, considerando outros elementos presentes nesses casos.

CONTRIBUIÇÃO FUTURA:

Estaria disposto a Participar de um Comitê de Desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas para as vias urbanas? Sim Não

Qual a sua Contribuição que poderia ser adicionada a este Comitê de Desenvolvimento? A inclusão do ciclista e do pedestre.

Qual a sua Disponibilidade de Tempo para Participação? A cada 15 dias, manhã ou tarde.

ROTEIRO DE ENTREVISTA TÉCNICA

DADOS DO ENTREVISTADO:

Nome: Marcos Alberto Pereira Motta
Formação: Engenheiro de Transportes
Instituição que Trabalha: M2A Consultoria
Cargo que Ocupa no Momento: Sócio

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS VIÁRIOS:

Quantos Projetos Viários participou nos Últimos 5 Anos: _____ >20 _____ Projetos
Trabalhou diretamente com Projeto Geométrico Urbano: Sim Não
Trabalhou com Projeto Geométrico Rótulas Modernas com diâmetro central superior a 30m: Sim Não
Qual o Último Projeto Viário que Participou? Cite local e nível de participação:
Rodovia Dedicada para abastecimento da planta da ALPA (nível projeto funcional) Projetista Responsável

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E SUGESTÕES:

Em sua Experiência Profissional, encontrou alguma situação problemática para elaboração de projeto geométrico de Interseções em vias urbanas, principalmente nas vias arteriais? Sim Não **Quais?**
As soluções técnicas são função direta do problema, logo se tratado adequadamente não há problema

Dentre elas, a solução foi elaboração de um Projeto Geométrico de Rótula? Sim Não **Qual motivo?** Projeto de baixa capacidade, visto que dificilmente está disponível toda a área necessária para a construção de uma rótula adequada a demanda e a velocidade

Ao elaborar o projeto, utilizou algum manual específico para projeto de vias? Sim Não **Quais foram utilizados?** Um bom projeto deve ser feito com base nas técnicas conhecidas. Os manuais variam de órgão para órgão, porém os parâmetros de projeto da AASHO, do HCM e dos manuais Canadense e Australiano de capacidade são via de regra a base de todos os manuais no Brasil

Considerou satisfatória a aplicabilidade desses manuais? Sim Não

Quais os tópicos que poderiam ser melhorados, nestes manuais, em relação às interseções urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas?
Os manuais deveriam incorporar a visão de engenharia de tráfego. Na verdade as rótulas devem antes de mais nada ser avaliadas do ponto de vista da capacidade. Existem ferramentas no SIDRA (Austrália) e da MCTrans capazes de avaliar as rótulas e assim auxiliar o projeto geométrico

Existiu algum projeto de interseções com rótula onde houve a necessidade de adaptações das normas rodoviárias por estar em um ambiente urbano? Sim Não **Caso positivo Cite e dê exemplo:**
A utilização de normas rodoviárias em ambiente urbano é um erro dado que o padrão de velocidade e concentração dos veículos é totalmente diferente! Sendo ainda outro aspecto importante a formação do tempo de viagem. Nas áreas urbanas este é ditado pela interseção e nas áreas rurais este é ditado pelos links, logo são concepções de solução muito diferentes!

Baseados nos projetos elaborados em seu dia a dia, teria alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas urbanas?
Não acho uma solução adequada para vias arteriais! Entendendo vias arteriais com real fluxo de tráfego de arterial e padrão de velocidade de via arterial. Para vias locais e arteriais secundárias a rótula é uma boa solução principalmente pela simplicidade de elaboração e compreensão para o motorista o que melhora a segurança

ASPECTOS RELATIVOS ÀS RÓTULAS:

Existe algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas em vias arteriais?

Considera necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas?
Mais importante é um manual de capacidade o qual deve orientar o manual de projeto

CONTRIBUIÇÃO FUTURA:

Estaria disposto a Participar de um Comitê de Desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas para as vias urbanas? Sim Não

Qual a sua Contribuição que poderia ser adicionada a este Comitê de Desenvolvimento?

Qual a sua Disponibilidade de Tempo para Participação?

ROTEIRO DE ENTREVISTA TÉCNICA

DADOS DO ENTREVISTADO:

Nome: MIRIAM VIEIRA SOARES

Formação: Engenheira Civil

Instituição que Trabalha: MVS – Consultoria de Engenharia de Transportes Ltda.

Cargo que Ocupa no Momento: Gerência

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS VIÁRIOS:

Quantos Projetos Viários participou nos Últimos 5 Anos: _____aprox. 20_____ **Projetos**

Trabalhou diretamente com Projeto Geométrico Urbano: **Sim** **Não**

Trabalhou com Projeto Geométrico Rótulas Modernas com diâmetro central superior a 30m: **Sim** **Não**

Qual o Último Projeto Viário que Participou? Cite local e nível de participação:

Projeto de acessos de veículos e pedestres ao lote de um empreendimento residencial e comercial na Av. Brasil

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E SUGESTÕES:

Em sua Experiência Profissional, encontrou alguma situação problemática para elaboração de projeto geométrico de Interseções em vias urbanas, principalmente nas vias arteriais? **Sim** **Não** **Quais?**

Dificuldade de projetar retornos e rótulas com raios adequados, no caso de pouca disponibilidade de espaço.

Numa determinada situação tive a experiência de ter espaço suficiente para implantar uma rótula com 3 chegadas de veículos em Irajá. Nesse caso, a escolha de uma rótula em vez de uma interseção tradicional, seria para melhor aproveitar o espaço existente, para oferecer um jardim na parte central da mesma, com plantio de vegetação, considerando que o local é extremamente árido. Neste sentido eu estava sugerindo, uma rótula sinalizada com semáforo, já que os volumes locais de veículos são altos.

Quando uma chegada de veículos num ramo tivesse o semáforo no verde, as chegadas dos outros ramos estariam no vermelho. Contudo houve receio do técnico de tráfego que estava gerenciando a aprovação do projeto, pois houve a preocupação de que as pessoas que estivessem atravessando as faixas de pedestres com a liberação do verde respectivo, poderiam estar correndo risco, já que um veículo estaria sendo liberado numa das fases de verde veicular, o qual estaria contornando a rótula (enquanto tal pedestre estaria atravessando uma seção em outro ramo). Para este caso a solução poderia ser um vermelho total, o que resolveria este problema. Contudo, o técnico de gerenciamento de tráfego não concordou, pelos acréscimos de atrasos envolvidos na solução de vermelho total.

Creio que há também um problema cultural na comunidade técnica com relação à utilização de rótulas em vias arteriais urbanas, não pela falta de experiência nessas implantações, como também pelas condições de volumes de tráfego nessas vias, assim como pela falta de educação dos motoristas brasileiros.

Estou associando sempre a sinalização semafórica a uma rótula situada em via arterial urbana, em virtude da possibilidade de ocorrência de volumes de tráfego mais altos, tendo-se portanto, que geram maior densidade de veículos.

Já tive oportunidade de projetar rótulas em via pública secundária (com pintura horizontal e tachões) no Recreio dos Bandeirantes.

Também, por opção minha, tive oportunidade de projetar rótula em interseção elevada (com todas as chegadas em rampa) em via interna para um projeto de condomínio de edificações comerciais na Barra da Tijuca.

Também projetei para vias públicas secundárias (para um projeto geométrico conceitual em Fortaleza), para os acessos de veículos a um determinado empreendimento comercial, rótulas do tipo D (classificação do Manual de Interseções-DNIT).

Dentre elas, a solução foi elaboração de um Projeto Geométrico de Rótula? **Sim** **Não** **Qual motivo?**

A resposta está acima.

Ao elaborar o projeto, utilizou algum manual específico para projeto de vias? **Sim** **Não** **Quais foram utilizados?** Manual de Projeto de Interseções – DNIT e A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.

Considerou satisfatória a aplicabilidade desses manuais? **Sim** **Não**

Quais os tópicos que poderiam ser melhorados, nestes manuais, em relação às interseções urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas?

A rótula moderna é quando se tem prioridade para o veículo que está circulando a mesma (para cuja interseção será fornecida uma capacidade maior do que para interseções sinalizadas com semáforos), o que pressupõe que para essa rótula não haveria sinalização semafórica. Contudo, para vias arteriais urbanas, se tem um volume de veículos mais altos, que em geral vão solicitar um controle para a interseção.

Temos também as vias urbanas secundárias e locais, para as quais caberia possivelmente a adoção de rótulas modernas. Contudo, creio que nesses casos, vai ser imperioso pensar na questão da segurança e acessibilidade para os moradores da área de entorno ou os usuários de empreendimentos comerciais que vão se deslocar a pé (ou de bicicleta), utilizando as passagens nas chegadas dos ramos.

Com relação às vias urbanas, tanto arteriais e secundárias, quanto locais, falta avançar no conceito urbanístico, ambiental e de segurança e acessibilidade, no fornecimento de critérios para se projetar em áreas urbanas, com grandes, baixos e médios volumes de tráfego, tendo-se como fator importante, a garantia de segurança acessibilidade para pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida. Gostaria de complementar com as seguintes considerações:

- a) Tendo-se espaço disponível, qual a vantagem em se adotar uma rótula, em vez de se adotar uma interseção convencional (seria avaliar os aspectos ambientais e urbanísticos);
- b) Se for vantajoso para os aspectos acima, dependendo dos níveis de solicitação das demandas veiculares e de pedestres, caberia fornecer critérios para os tipos de sinalização a adotar (semafórica ou somente sinalização gráfica vertical e horizontal, inclusive sinalização tátil), prevendo-se também soluções de “traffic calming”, bem como de travessias em nível com as rótulas elevadas;
- c) Para os casos de vias arteriais, secundárias e locais, fornecer critérios para adotar rótulas, com previsão da sinalização com piso tátil e diferenciação de textura e cor para os pisos.

Existiu algum projeto de interseções com rótula onde houve a necessidade de adaptações das normas rodoviárias por estar em um ambiente urbano? Sim Não **Caso positivo Cite e dê exemplo:** Foi preciso adotar rótula com diâmetros bem pequenos mas fornecendo larguras suficientes para permitir a circunscrição de um veículo tipo de tamanho maior (caminhões médios e ônibus tipo padron).

Baseados nos projetos elaborados em seu dia a dia, teria alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas urbanas? Respondido em questão anterior.

ASPECTOS RELATIVOS ÀS RÓTULAS:

Existe algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas em vias arteriais? Sim: respondido acima.

Considera necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas? Sim.

CONTRIBUIÇÃO FUTURA:

Estaria disposto a Participar de um Comitê de Desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas para as vias urbanas? Sim Não

Qual a sua Contribuição que poderia ser adicionada a este Comitê de Desenvolvimento? Creio que descrevi acima.

Qual a sua Disponibilidade de Tempo para Participação? Poderia ser uma manhã ou uma tarde durante a semana.

ROTEIRO DE ENTREVISTA TÉCNICA

DADOS DO ENTREVISTADO:

Nome: Paulo Cesar Gonçalves Fernandes
Formação: Engenheiro Civil
Instituição que Trabalha: Secretaria Municipal de Obras do Rio
Cargo que Ocupa no Momento:

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS VIÁRIOS:

Quantos Projetos Viários participou nos Últimos 5 Anos: _____ **Projetos**
Trabalhou diretamente com Projeto Geométrico Urbano: Sim Não
Trabalhou com Projeto Geométrico Rótulas Modernas com diâmetro central superior a 30m: Sim Não
Qual o Último Projeto Viário que Participou? Cite local e nível de participação: Interseção entre as estradas do Cafundá e do Catonho, em Jacarepaguá. Autor do estudo.

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E SUGESTÕES:

Em sua Experiência Profissional, encontrou alguma situação problemática para elaboração de projeto geométrico de Interseções em vias urbanas, principalmente nas vias arteriais? Sim Não **Quais?** Principalmente limitações de áreas para o desenvolvimento do projeto, de postes e dificuldade no levantamento topográfico.

Dentre elas, a solução foi elaboração de um Projeto Geométrico de Rótula? Sim Não **Qual motivo?**

Em zonas com alto risco de segurança, aonde se tem que manter a fluidez do tráfego de veículos.

Ao elaborar o projeto, utilizou algum manual específico para projeto de vias? Sim Não **Quais foram utilizados?** DNIT, CONTRAN e outros.

Considerou satisfatória a aplicabilidade desses manuais? Sim Não

Quais os tópicos que poderiam ser melhorados, nestes manuais, em relação às interseções urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas? Os manuais são direcionados para a área rodoviária. É necessário a criação do manual de interseção urbana.

Existiu algum projeto de interseções com rótula onde houve a necessidade de adaptações das normas rodoviárias por estar em um ambiente urbano? Sim Não **Caso positivo Cite e dê exemplo:** Ajuste de raio de curva.

Baseados nos projetos elaborados em seu dia a dia, teria alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas urbanas? A segurança dos veículos que estão a circular na rótula quando da entrada e saída de veículos e a proibição de se colocar semáforos.

ASPECTOS RELATIVOS ÀS RÓTULAS:

Existe algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas em vias arteriais? Segurança.

Considera necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas? Fundamental importância.

CONTRIBUIÇÃO FUTURA:

Estaria disposto a Participar de um Comitê de Desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas para as vias urbanas? Sim Não

Qual a sua Contribuição que poderia ser adicionada a este Comitê de Desenvolvimento?

Qual a sua Disponibilidade de Tempo para Participação? Uma vez por semana.

ROTEIRO DE ENTREVISTA TÉCNICA

DADOS DO ENTREVISTADO:

Nome: Paulo Cezar M Ribeiro
Formação: PhD
Instituição que Trabalha: PET-COPPE/UFRJ
Cargo que Ocupa no Momento: Professor

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS VIÁRIOS:

Quantos Projetos Viários participou nos Últimos 5 Anos: 0 _____ Projetos
Trabalhou diretamente com Projeto Geométrico Urbano: Sim Não
Trabalhou com Projeto Geométrico Rótulas Modernas com diâmetro central superior a 30m: Sim Não
Qual o Último Projeto Viário que Participou? Cite local e nível de participação:

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E SUGESTÕES:

Em sua Experiência Profissional, encontrou alguma situação problemática para elaboração de projeto geométrico de Interseções em vias urbanas, principalmente nas vias arteriais? Sim Não Quais?

Dentre elas, a solução foi elaboração de um Projeto Geométrico de Rótula? Sim Não Qual motivo?

Ao elaborar o projeto, utilizou algum manual específico para projeto de vias? Sim Não Quais foram utilizados? DNIT e AASHTO

Considerou satisfatória a aplicabilidade desses manuais? Sim Não

Quais os tópicos que poderiam ser melhorados, nestes manuais, em relação às interseções urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas? Não sei!

Existiu algum projeto de interseções com rótula onde houve a necessidade de adaptações das normas rodoviárias por estar em um ambiente urbano? Sim Não Caso positivo Cite e dê exemplo:

Baseados nos projetos elaborados em seu dia a dia, teria alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas urbanas? Não

ASPECTOS RELATIVOS ÀS RÓTULAS:

Existe algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas em vias arteriais?
A área disponível para implantação da Rotula

Considera necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas? Sim

CONTRIBUIÇÃO FUTURA:

Estaria disposto a Participar de um Comitê de Desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas para as vias urbanas? Sim Não

Qual a sua Contribuição que poderia ser adicionada a este Comitê de Desenvolvimento?

Qual a sua Disponibilidade de Tempo para Participação? 1 h / semana

ROTEIRO DE ENTREVISTA TÉCNICA

DADOS DO ENTREVISTADO:

Nome: Rui Felipe do Couto Pereira

Formação: Engenheiro Civil

Instituição que Trabalha: Ministério dos Transportes

Cargo que Ocupa no Momento: Especialista em Regulação de Transportes

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS VIÁRIOS:

Quantos Projetos Viários participou nos Últimos 5 Anos: _____diversos_____ Projetos

Trabalhou diretamente com Projeto Geométrico Urbano: Sim Não

Trabalhou com Projeto Geométrico Rótulas Modernas com diâmetro central superior a 30m: Sim Não

Qual o Último Projeto Viário que Participou? Cite local e nível de participação:

Em rodovias rurais que atravessam trechos urbanos nos últimos 05 anos. Anteriormente, em vias várias urbanas no rio de janeiro

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E SUGESTÕES:

Em sua Experiência Profissional, encontrou alguma situação problemática para elaboração de projeto geométrico de Interseções em vias urbanas, principalmente nas vias arteriais? Sim Não **Quais?**

Sim. Sempre é possível se encontrar uma solução geométrica adequada para o Projeto de [Interseções urbana, entretanto o maior obstáculo, nesse caso é a necessidade de desapropriação, por vezes de prédios de diversos pavimentos, o que as vezes inviabiliza a solução, optando-se, em consequência, por soluções intermediárias.

Dentre elas, a solução foi elaboração de um Projeto Geométrico de Rótula? Sim Não

Sim. Qual motivo?O projeto de rótula em particular , em vias urbanas, em locais de tráfego intenso tem a dificuldade de exigir comprimentos mínimos de entrelaçamento extensos, face a grandeza dos fluxos que se entrelaçam. Esse fato faz com que a área de ocupação da rótula fique grande (mais importante que o diâmetro mínimo de 30 metros), recaindo no caso anterior de necessitar desapropriações vultosas, por vezes

Ao elaborar o projeto, utilizou algum manual específico para projeto de vias? Sim Não **Quais foram utilizados?** Sim. Norma do DNIT para Projeto geométrico de vias urbanas.

Considerou satisfatória a aplicabilidade desses manuais? Sim Não

Considerei Sim , desde que fosse feita a adaptação por parte do Engº Projetista.

Quais os tópicos que poderiam ser melhorados, nestes manuais, em relação às interseções urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas?

No caso das rótulas , seriam importantes fórmulas melhores e mais claras para o cálculo de comprimento de entrelaçamento em função dos fluxos que se entrelaçam e da largura da pista em que o entrelaçamento está previsto.

Existiu algum projeto de interseções com rótula onde houve a necessidade de adaptações das normas rodoviárias por estar em um ambiente urbano? Sim Não **Caso positivo Cite e dê exemplo:**

Sim, devido ao problema de desapropriações inexequíveis, conforme relato anterior

Baseados nos projetos elaborados em seu dia a dia, teria alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas urbanas?

Não sendo rótulas. Melhorias nas metodologias de cálculos de tempos de sinais em semáforos. Nas rótulas urbanas – Como proceder face a inexistência de espaço disponível.

ASPECTOS RELATIVOS ÀS RÓTULAS:

Existe algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas em vias arteriais?

Além das desapropriações já citadas, a necessidade de remanejamento de grande número de redes de serviços públicos

Considera necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas? Considero

CONTRIBUIÇÃO FUTURA:

Estaria disposto a Participar de um Comitê de Desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas para as vias urbanas? Sim Não Infelizmente não, pois estou morando fora do Rio de Janeiro

Qual a sua Contribuição que poderia ser adicionada a este Comitê de Desenvolvimento?

Deve se considerar que a rótula é uma solução temporária que, dependendo do local com o aumento dos fluxos, deverá ser mudada para interseção a dois níveis , ou dependendo do caso para semaforizada.

Qual a sua Disponibilidade de Tempo para Participação?

Infelizmente não posso, pois estou morando fora do Rio de Janeiro

ROTEIRO DE ENTREVISTA TÉCNICA

DADOS DO ENTREVISTADO:

Nome: Ubiratan Pereira Soares

Formação: Engenheiro Civil e de Transporte

Instituição que Trabalha: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro - CET-RIO

Cargo que Ocupa no Momento: Engenheiro

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS VIÁRIOS:

Quantos Projetos Viários participou nos Últimos 5 Anos: _____ Mais de 60 Projetos _____

Trabalhou diretamente com Projeto Geométrico Urbano: (x) Sim () Não

Trabalhou com Projeto Geométrico Rótulas Modernas com diâmetro central superior a 30m: (x) Sim () Não

Qual o Último Projeto Viário que Participou? Cite local e nível de participação:

Adequação do Projeto TransOlimpico

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E SUGESTÕES:

Em sua Experiência Profissional, encontrou alguma situação problemática para elaboração de projeto geométrico de Interseções em vias urbanas, principalmente nas vias arteriais (X) Sim () Não Quais?

Principalmente de capacidade, entrelaçamentos e de desapropriação, além da circulação de coletivos.

Dentre elas, a solução foi elaboração de um Projeto Geométrico de Rótula? (x) Sim Não Qual motivo? A rotatória quase sempre é um bom dispositivo para receber e distribuir tráfego. O limite do emprego de rotatórias é a hierarquização da via e a conurbação do entorno.

Ao elaborar o projeto, utilizou algum manual específico para projeto de vias? (x) Sim () Não Quais foram utilizados?

Manual de Projeto Geométrico do DNIT, Manual de Projetos de Estradas da USP, Manual de Construção de Estradas, no eng. Mário Pacheco de Carvalho, Manual de Projetos de Rotatórias, o antigo Manual de Implantação do DNER, o Manual de Capacidade Rodoviária (Highway Capacity Manual) etc.

Considerou satisfatória a aplicabilidade desses manuais? (x) Sim Não

Quais os tópicos que poderiam ser melhorados, nestes manuais, em relação às interseções urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas?

Todos os manuais limitam-se a aplicação geométrica do projeto, mas não consideram a questão da capacidade e a hierarquização viária e o uso e ocupação do solo, a exceção do HCM.

Existiu algum projeto de interseções com rótula onde houve a necessidade de adaptações das normas rodoviárias por estar em um ambiente urbano? (x) Sim Não Caso positivo Cite e dê exemplo:

Todos os projetos de rotatória precisam de adequações ao ambiente urbano. Não existe no Brasil, manual específico para rotatórias urbanas. O que existe na literatura técnica são apropriações de rotatórias pela CET-SP para vias secundárias, locais e coletoras.

Baseados nos projetos elaborados em seu dia a dia, teria alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas urbanas?

O projeto de vias arteriais urbanas deve sempre considerar o volume veicular a ser atendido, identificando os volumes determinantes no dispositivo, o zoneamento da região. Em muitos casos comparar com a alternativa de interseções semaforizadas. Rotatórias de diâmetro interno muito grande (mais de 60 m) tendem a ser de operação problemática, além de tornar ermo o espaço urbano e desvalorizar o uso e a ocupação do solo. Em muitos casos, dentro de uma área urbana existem grandes espaços vazios onde é possível a apropriação de rotatórias, como distritos industriais, por exemplo.

ASPECTOS RELATIVOS ÀS RÓTULAS:

Existe algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas em vias arteriais?

Vias arteriais qualificam-se como de ligação entre centros de alcance metropolitano e, por serem arteriais, quase sempre atravessam zonas densamente habitadas e construídas. Então torna-se importante para o projeto de rotatórias a análise da segregação urbana, o obstáculo para a circulação de pedestres e a circulação viária.

Considera necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas?

Sim. Seria de muita utilidade para o desenvolvimento de projetos viários.

CONTRIBUIÇÃO FUTURA:

Estaria disposto a Participar de um Comitê de Desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas para as vias urbanas? Sim x Não

Qual a sua Contribuição que poderia ser adicionada a este Comitê de Desenvolvimento?

O conhecimento adquirido no tratamento de interseções em vias urbanas aliado aos projetos de interseções rodoviárias e pleno conhecimento da conceituação geométrica.

Qual a sua Disponibilidade de Tempo para Participação?

Não é possível precisar o tempo disponível a priori.

ROTEIRO DE ENTREVISTA TÉCNICA

DADOS DO ENTREVISTADO:

Nome: Vania Mendonça

Formação: Arquiteta

Instituição que Trabalha: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro

Cargo que Ocupa no Momento: Arquiteta

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS VIÁRIOS:

Quantos Projetos Viários participou nos Últimos 5 Anos: Diversos

Trabalhou diretamente com Projeto Geométrico Urbano: Sim Não

Trabalhou com Projeto Geométrico Rótulas Modernas com diâmetro central superior a 30m: Sim Não

Qual o Último Projeto Viário que Participou? Cite local e nível de participação:

Projeto conceitual para implantação de pistas laterais na Avenida Brasil, trechos Via Light - CEASA e Realengo - Deodoro. Como Gerente de Projetos Viários.

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E SUGESTÕES:

Em sua Experiência Profissional, encontrou alguma situação problemática para elaboração de projeto geométrico de Interseções em vias urbanas, principalmente nas vias arteriais? Sim Não **Quais?**

Questões como disponibilidade de espaço, compatibilização das demandas do tráfego com as questões do entorno urbano específico local, em áreas já consolidadas.

Dentre elas, a solução foi elaboração de um Projeto Geométrico de Rótula? Sim Não **Qual motivo?**
Custo, adequabilidade às necessidades dos fluxos e circulação viária do local, com menor impacto no ambiente.

Ao elaborar o projeto, utilizou algum manual específico para projeto de vias? Sim Não **Quais foram utilizados?** DNIT e AASHTO

Considerou satisfatória a aplicabilidade desses manuais? Sim Não

Quais os tópicos que poderiam ser melhorados, nestes manuais, em relação às interseções urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas?

Parâmetros de projeto considerando as necessidades, interferências e características típicas de áreas urbanas, relacionadas à velocidade, dimensões, mobilidade, circulação de pedestres, acessibilidade ao uso do solo lindeiro.

Existiu algum projeto de interseções com rótula onde houve a necessidade de adaptações das normas rodoviárias por estar em um ambiente urbano? Sim Não **Caso positivo Cite e dê exemplo:**

Cito como exemplo a proposta de uma rótula próxima ao estádio do Engenhão, ligando as vias de acesso ao estádio à Linha Amarela, à Av. Dom Helder Câmara, e às vias locais, e a um edifício garagem que seria implantado para atender ao estádio.

Baseados nos projetos elaborados em seu dia a dia teria alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas urbanas?

Elementos que permitam configurar uma melhor legibilidade das prioridades de fluxos e de controle de velocidade, considerando as distâncias para entrelaçamentos. Avaliação das possibilidades de utilização ou não das áreas centrais das rótulas.

ASPECTOS RELATIVOS ÀS RÓTULAS:

Existe algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas em vias arteriais?

Aspectos ambientais, paisagísticos, de acessibilidade e segurança do pedestre, acessos às edificações do entorno, evitar a segregação de áreas.

Considera necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas? Sim

CONTRIBUIÇÃO FUTURA:

Estaria disposto a Participar de um Comitê de Desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas para as vias urbanas? Sim Não

Qual a sua Contribuição que poderia ser adicionada a este Comitê de Desenvolvimento?

Talvez alguns dos aspectos mencionados na entrevista.

Qual a sua Disponibilidade de Tempo para Participação? Não tenho disponibilidade no momento.

ROTEIRO DE ENTREVISTA TÉCNICA

DADOS DO ENTREVISTADO:

Nome: Vera Bacelar Cantanhede de Sá

Formação: Eng. Civil

Instituição que Trabalha: Companhia de Engenharia de Tráfego – CET-RIO

Cargo que Ocupa no Momento: Supervisor de Projetos

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS VIÁRIOS:

Quantos Projetos Viários participou nos Últimos 5 Anos: vários. _ Projetos pontuais relacionados a PGV'S em diversos bairros

Trabalhou diretamente com Projeto Geométrico Urbano: Sim Não

Trabalhou com Projeto Geométrico Rótulas Modernas com diâmetro central superior a 30m: Sim Não

Qual o Último Projeto Viário que Participou? Cite local e nível de participação:

Projeto viário do Grupo de Trabalho para Santa Cruz; definição do traçado para o trecho 6 do Anel Viário; análise de projeto da Supervia para transposição da Linha Férrea em Santa Cruz, Retornos na Av. das Américas para implantação do BRT no canteiro Central.

Todos acima a participei com a verificação das condições de manobras, giros, greide, circulação, conflitos com pedestres e ciclistas.

Projeto de ampliação do Shopping Nova América – foi feita uma revisão do traçado da interseção da Av. Helder Câmara com Av. Martin Luther King, sob o Viaduto Emilio Baumgart, com e sem a implantação de rótula para ordenamento dos movimentos existentes, e aplicação de simulação de tráfego para os cenários antes, depois, com e sem rótula.

IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E SUGESTÕES:

Em sua Experiência Profissional, encontrou alguma situação problemática para elaboração de projeto geométrico de Interseções em vias urbanas, principalmente nas vias arteriais? Sim Não Quais?

Para estudar e ordenar movimentos, circulação, travessias e acessibilidade universal nas interseções:

- ✓ Av. das Américas X Salvador Allende,
- ✓ Av. Luiz Carlos Prestes X Av. das Américas
- ✓ Av. Brasil X Av. João XXIII
- ✓ BR-101 X Av. Brasil
- ✓ Av. das Américas X Ayrton Senna

Dentre elas, a solução foi elaboração de um Projeto Geométrico de Rótula? Sim Não Qual motivo?

Falta de espaço para comportar dimensões adequadas, alto volume veicular, distâncias de caminhada para pedestres, ocupação inadequada do espaço, etc

Ao elaborar o projeto, utilizou algum manual específico para projeto de vias? Sim Não Quais foram utilizados?

Manuais e instruções de projetos do DENATRAN, DER; MUTCD; HCM;

Considerou satisfatória a aplicabilidade desses manuais? Sim Não

Não sei avaliar, pois os manuais indicam soluções que talvez não tivessem espaço ou não seriam adequadas às características de movimentos nos locais de estudo

Quais os tópicos que poderiam ser melhorados, nestes manuais, em relação às interseções urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas?

Modernização e adequação às características urbanas, ou mesmo a criação de indicadores específicos de projetos com esse enfoque.

Existiu algum projeto de interseções com rótula onde houve a necessidade de adaptações das normas rodoviárias por estar em um ambiente urbano? Sim Não Caso positivo Cite e dê exemplo:

Todos os projetos ao longo da Av. das Américas, Salvador Allende, Benvindo de Novaes; Vias 4, Vias 11, Via 9, vias construídas com características de rodovias e que se tornaram vias urbanas com grande necessidade de transposição e travessia por ocupação do solo lindeiro.

Av. Brasil em diversos pontos devido à falta de dispositivos de retornos;

Vias expressas com saídas para vias locais, tais como Linha Vermelha e Linha Amarela.

Baseados nos projetos elaborados em seu dia a dia, teria alguma sugestão para projeto de interseções em vias arteriais urbanas? E mais especificamente em relação às rótulas urbanas?

Não, devido à falta de conhecimento específico para apresentar proposta.

Entretanto, ao observar as necessidades locais que cada projeto demanda, considero o uso de rótulas adequado para tratamento dos conflitos e também controle/monitoramento de velocidades, desde que o projeto da rótula tenha capacidade de giro para veículos de porte , sem obrigar a redução de capacidade devido ao uso de mais de uma faixa pelos veículos de maior dimensão.

Outro fator que considero importante é que o uso do espaço seja para passagem e que não haja ocupação da área central da rótula por atividade que atraia a travessia de pedestres para tal, como por ex: escola, parque, praça, igrejas, terminais de transportes, museus, etc,

ASPECTOS RELATIVOS ÀS RÓTULAS:

Existe algum aspecto específico urbano que poderia influenciar no Projeto Geométrico de Interseções com Rótulas em vias arteriais?

Sim, os raios de giro e sobrelarguras, para garantir que veículos de porte realizem o contorno da rótula sem invadir faixas laterais.

Considera necessário o desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas Urbanas?

Sim, com sugestão que seja acompanhado de volumes veiculares máx, ou ideais, medidos e comprovados para situações tipicamente brasileiras.

CONTRIBUIÇÃO FUTURA:

Estaria disposto a Participar de um Comitê de Desenvolvimento de um Manual de Projeto de Rótulas para as vias urbanas? Sim Não

Qual a sua Contribuição que poderia ser adicionada a este Comitê de Desenvolvimento?

A interface de planejamento das áreas com pólos geradores de viagens; condições de acessibilidade e estudo de capacidade viária.

Qual a sua Disponibilidade de Tempo para Participação?

Pouca, devido ao acúmulo de tarefas no setor que trabalho, mas com interesse sobre o tema.
