

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Wagner Fontanari Loch

**ESTUDO DE TRÁFEGO NA INTERSEÇÃO ENTRE A AV. JOÃO PESSOA E RUA
CORONEL OSCAR RAFAEL JOST NA CIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL/RS**

Santa Cruz do Sul

2014

Wagner Fontanari Loch

**ESTUDO DE TRÁFEGO NA INTERSEÇÃO ENTRE A AV. JOÃO PESSOA E RUA
CORONEL OSCAR RAFAEL JOST NA CIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil, da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Orientadora: MSc. Anelise Schmitz.

Santa Cruz do Sul

2014

Wagner Fontanari Loch

**ESTUDO DE TRÁFEGO NA INTERSEÇÃO ENTRE A AV. JOÃO PESSOA E RUA
CORONEL OSCAR RAFAEL JOST NA CIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL/RS**

Este trabalho de curso foi submetido à banca Examinadora, abaixo nomeada, do Curso de Engenharia Civil, da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Anelise Schmitz, MSc.
Professora Orientadora

João Rodrigo Mattos, Dr.
Professor Examinador - UNISC

Felipe Klaus Rauber, MSc.
Professor Examinador - UNISC

Santa Cruz do Sul
2014

*Dedico este trabalho a meus pais, que
sempre acreditaram em mim e torceram
por meu sucesso.*

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não teria sido possível sem a ajuda de algumas pessoas. Por isso, eu agradeço:

A DEUS com louvor, por mais esta vitória, pelas demais conquistas que me proporcionou e por sempre me dar forças para continuar lutando.

A Universidade de Santa Cruz do Sul, por reunir excelentes condições em material humano, através de seu corpo docente para apoio à realização desta dissertação.

À minha querida orientadora, professora Anelise Schmitz pela orientação prestada nesta neste TCC e pelo espetacular apoio que sempre demonstrou ao longo dos últimos meses de trabalho.

Aos demais professores com os quais tive aula (João Rodrigo Mattos, José Rohlfes Jr., Leandro Nervis, Leticia Diesel, Liliane Marquardt, Marcelino Hoppe e Marco Pozzobon), pelos conhecimentos ensinados.

Aos funcionários do Departamento de Engenharias da UNISC em especial para as secretárias Andressa Henn, Daniele Roesch, Elaine Schmidt, Indiara Kremer, por toda a ajuda prestada durante o curso.

Aos amigos Alex Knak, Claudiomiro Flores, Edson Kern, Enoir Machado, Matheus Ferreira, aos fiscais de trânsito e ao grupo da Secretaria Municipal de Transportes e Serviços Públicos de Santa Cruz do Sul pela oportunidade de trabalhar nesta equipe e pelo apoio prestado durante a realização deste estudo.

Aos meus amigos de todas as horas Aline Lacerda, Camila Nader, Carlos Nyland, Fernando Beise, Fernando de Lima, Gean Fraga, Guilherme Waechter, Juliana Scherer Luz, Leandro Bertó, Luiz Augusto Wickert, Marciano Julich, Marcos Vrielink, Renata Mancinelli, Stela Fagundes, Suen Trevisan Kothe e Thiago Heberts

À minha querida namorada, Gabriela Aline Staub pelo carinho, apoio e incentivo prestado durante a realização deste trabalho.

Os agradecimentos mais sinceros não poderiam deixar de serem entregues ao meu pai e a minha mãe, Lindolfo e Sandra, pela dedicação e carinho em todos os anos da minha vida e pelo valor dado à educação de qualidade. Este trabalho é o primeiro grande resultado do investimento e paciência que vocês tiveram durante tanto tempo, por me propiciarem condições para obtenção do curso de Engenharia

Civil nesta digníssima instituição de ensino superior, acompanhando invariavelmente minha evolução pessoal e profissional.

E a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

“O sucesso nasce do querer. Sempre que o homem aplicar a determinação e a persistência para um objetivo, ele vencerá os obstáculos, e se não atingir o alvo, pelo menos fará coisas admiráveis.”

José de Alencar (1829-1877)

RESUMO

Com o crescimento acelerado de muitas cidades, solucionar os conflitos do trânsito nos centros urbanos tornou-se um dos maiores desafios para a engenharia de tráfego nos últimos tempos. O crescimento constante da frota de veículos nas vias urbanas requer políticas voltadas ao planejamento urbano de qualidade que supram as atuais e futuras necessidades da população. Analisando o município de Santa Cruz do Sul/RS, a magnitude do crescimento da frota veicular nos últimos anos é claramente perceptível em muitas vias e locais da cidade, expondo os problemas urbanos de infraestrutura devido a falta de planejamento ou ações ao decorrer do tempo. O presente estudo consiste na procura de alternativas que melhorem o fluxo de veículos e a segurança aos usuários em uma interseção semaforizada localizada na região central da cidade entre a Avenida João Pessoa e a Rua Coronel Oscar Rafael Jost. Por serem uma das principais vias de acesso ao centro, Parque da Oktoberfest, shopping, universidade e a outros bairros, o trânsito nesse trecho apresenta períodos de saturação e inconveniência aos usuários. No final deste estudo será proposto um projeto com recomendações de melhorias identificadas por métodos qualitativos e quantitativos.

Palavras-chave: interseções, estudos de tráfego, engenharia de tráfego.

ABSTRACT

With the rapid growth of many cities, resolve conflicts traffic in urban areas has become a major challenge for traffic engineering in recent times. The steady growth of the vehicle fleet in urban waterways requires policies aimed at urban design quality that meet current and future needs of the population. Analyzing the municipality of Santa Cruz do Sul/RS, the magnitude of the growth of the vehicular fleet in recent years is clearly discernible in many ways and places in the city, exposing urban infrastructure problems due to lack of planning or actions in time. This study consists in the search for alternatives that will improve traffic flow and safety for users on a traffic light intersection located in the downtown area between Avenue João Pessoa and Street Oscar Rafael Coronel Jost. For being one of the main access roads to the center, Park Oktoberfest, shopping, university and other neighborhoods, traffic in this stretch has periods of saturation and inconvenience to users. At the end of this study will be offered a project with recommendations for improvement identified by qualitative and quantitative methods.

Keywords: Intersections, traffic studies, traffic engineering.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Movimentos convergentes (CON)	23
Figura 2 – Movimentos divergentes (DIV)	24
Figura 3 – Movimentos interceptantes (INT) ou de cruzamento.....	24
Figura 4 – Movimentos não-interceptantes (NI)	25
Figura 5 – Modelo de execução de rebaixamento de calçada	28
Figura 6 – Características das sinalizações verticais.....	29
Figura 7 – Sinal proibido virar à esquerda (R-4a).....	30
Figura 8 – Exemplos de aplicação	30
Figura 9 – Sinal proibido parar e estacionar (R-6c).....	30
Figura 10 – Exemplo de acidentes evitáveis por sinalização semafórica.....	32
Figura 11 – APP Easy Voice Recorder / APP multiCounter	43
Figura 12 – Medidor de distância Vonder.....	43
Figura 13 – Mapa de divisão de bairros	44
Figura 14 – Mapa de zoneamento de índices	45
Figura 15 – Avenida João Pessoa.....	46
Figura 16 – Rua Coronel Oscar Rafael Jost.....	47
Figura 17 – Situação atual do cruzamento	48
Figura 18 – Layout da atual interseção	49
Figura 19 – Movimento dos veículos na interseção	50
Figura 20 – Modelo de aplicação R-4a em interseções	55
Figura 21 – Colisão em “proibido virar à esquerda”	55
Figura 22 – Sinalização vertical “a direita siga livre com cuidado” – movimento 1	56
Figura 23 – Fila aproximação A (movimento divergente)	57
Figura 24 – Fila aproximação C (movimento divergente).....	58
Figura 25 – Afunilamento entre movimentos 2 e 4 (movimento convergente).....	59
Figura 26 – Proposta de alteração viária.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tipos de semáforos	33
Tabela 2 – Sinalização semafórica de formato circular	33
Tabela 3 – Sinalização semafórica de formato quadrado.....	34
Tabela 4 – Sumário de fluxos.....	39
Tabela 5 – Avaliação da estrutura física da interseção	42
Tabela 6 – Fluxo da hora de pico (FHP).....	51
Tabela 7 – Tempo e distância média em espera em fila	52
Tabela 8 – Estágios de funcionamento	53
Tabela 9 – Planos de funcionamento	54
Tabela 10 – Classificação dos movimentos segundo a trajetória.....	57
Tabela 11 – Movimentos conflitantes	58

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Velocidade dos pedestres conforme número de pessoas por m ²	26
Gráfico 2 – Velocidade dos pedestres conforme a declividade	27

LISTA DE ABREVIATURAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APP	Application (Aplicativo)
ASV	Auditoria em Segurança Viária
AV.	Avenida
BO	Boletim de Ocorrência
CON	Convergentes
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
DATASUS	Departamento de Informática do SUS
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DETRAN	Departamento Estadual de Trânsito
DIV	Divergentes
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
FHP	Fator de Hora de Pico
INT	Interceptantes
m/s`	Metros/segundo
MUTCD	The Manual on Uniform Traffic Control Devices
NI	Não-interceptantes
SUS	Sistema Único de Saúde
SMTSP	Secretaria Municipal de Transportes e Serviços Públicos
TRB	Transportation Research Board
R.	Rua
UCP	Unidades de Carro de Passeio
UFIR	Unidade Fiscal de Referência
UNISC	Universidade de Santa Cruz do Sul
VHP	Volume Hora Pico
V_{15max}	Volume dos 15 minutos mais carregado da hora de pico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Área de estudo	18
1.2 Delimitação do tema.....	18
1.3 Justificativa.....	18
1.4 Objetivo geral	19
1.5 Objetivos específicos.....	19
1.6 Estrutura do trabalho	20
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 Introdução	21
2.2 Sistema Urbano Viário.....	21
2.2.1 Vias	21
2.2.2 Interseções.....	22
2.2.3 Definições e estudo dos movimentos	23
2.2.3.1 Movimentos convergentes (CON)	23
2.2.3.2 Movimentos divergentes (DIV)	24
2.2.3.3 Movimentos interceptantes (INT) ou de cruzamento	24
2.2.3.4 Movimentos não-interceptantes (NI).....	25
2.3 Pedestres	25
2.3.1 Características.....	25
2.3.2 Velocidade dos pedestres	26
2.3.3 Interseções e redução de conflitos.....	27
2.3.4 Acessibilidade	27
2.3.4.1 Acessibilidade em vias públicas	28
2.4 Sinalização	28
2.4.1 Sinalização vertical.....	29
2.4.1.1 Finalidade e característica.....	29
2.4.2 Sinalização horizontal.....	31
2.4.2.1 Finalidade e característica.....	31
2.4.3 Sinalização semafórica.....	31
2.4.3.1 Posição do semáforo.....	32
2.4.3.2 Formas, cores e sinais características do semáforo.....	33
2.5 Leis e normas de trânsito	34
2.5.1 Das penalidades.....	36
2.6 Pesquisa de tráfego.....	37
2.6.1 Contagem volumétrica.....	37

2.6.2 Contagem manual	38
2.6.3 Planejamento das contagens em interseções	38
2.6.4 Tratamento dos dados.....	38
2.6.5 Cálculo da hora de pico.....	39
3 METODOLOGIA.....	41
3.1 Classificação do estudo.....	41
3.2 Etapas da pesquisa.....	41
3.2.1 Método qualitativo	41
3.2.1.1 Avaliação da estrutura física da interseção	41
3.2.2 Método quantitativo	42
3.3 Definição da área de estudo.....	44
3.3.1 Avenida João Pessoa.....	45
3.3.2 Rua Coronel Oscar Rafael Jost.....	46
3.3.3 Proposta de melhorias.....	47
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	48
4.1 A interseção	48
4.1.1 Sinalização viária e movimentos	49
4.1.2 Contagem volumétrica.....	51
4.1.2.1 Prováveis motivos das viagens	52
4.1.2.2 Análise sobre “a direita siga livre com cuidado”	53
4.1.3 Configuração semafórica.....	53
4.1.4 Sinalização horizontal e vertical	54
4.1.4.1 Sinalização vertical “a direita siga livre com cuidado”	56
4.1.5 Movimentos e conflitos.....	56
4.1.6 Segurança viária.....	59
4.1.6.1 Faixa de segurança.....	59
4.1.6.2 Análises indutivas sobre segurança	59
4.1.6.3 Travessias	60
4.1.7 Boletim de ocorrência (BO)	61
4.2 Proposta de alteração viária.....	61
4.2.1 Sugestões de melhorias	61
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
5.1 Conclusões.....	63
5.2 Recomendações para trabalhos futuros.....	64
REFERÊNCIAS	65
ANEXO A – CONTAGEM DE FLUXO DE VEÍCULOS	67
ANEXO B – CONTAGEM DE FLUXO (PÁGINA 1)	68

ANEXO B – CONTAGEM DE FLUXO (PÁGINA 2)	69
ANEXO B – CONTAGEM DE FLUXO (PÁGINA 3)	70
ANEXO B – CONTAGEM DE FLUXO (PÁGINA 4)	71
ANEXO C – DESRESPEITOS AS NORMAS DO CTB.....	72
ANEXO D – POLÊMICA SOBRE “SIGA LIVRE”	73

1 INTRODUÇÃO

O país como um todo se encontra numa fase de crescimento econômico acelerado nos últimos anos, cidades que prosperam necessitam de políticas adequadas que visam acompanhar o crescimento e que ofereçam aos seus habitantes uma boa qualidade de vida.

O aumento do poder aquisitivo, o êxodo rural e a facilidade de obtenção de crédito imobiliário contribuem para a expansão urbana. Além disso, a maioria das cidades não está preparada e planejada para estes acontecimentos, acarretando os mais diversos problemas de infraestrutura.

O acréscimo da frota de veículos é perceptível ao circular nas vias públicas de todo o território Brasileiro. O transporte coletivo seria uma solução para reduzir os problemas de trânsito, contudo a sua ineficiência e a falta de políticas governamentais eficazes, desencadeiam a migração da população a fazer uso do transporte particular, que recebe inúmeros e inesgotáveis subsídios oferecidos às fabricantes de automóveis e as facilidades de obtenção de linhas de crédito especiais para financiamento de veículos.

Os impactos ocasionados por priorizar o transporte individual tendem a gerar problemas no sistema de trânsito, onde se faz necessário um planejamento urbano eficiente e que atenda às futuras mudanças previstas ao longo do tempo. Para isto é necessário verificar os volumes de tráfego, os horários de pico, e outras características dos polos geradores de incidentes para buscar alternativas para os problemas encontrados.

Centros comerciais, órgãos públicos e outros estabelecimentos de serviços se localizam geralmente em uma única região central da cidade, sendo esta cercada por bairros residenciais cada vez mais povoados, ocasionando em certos horários do dia um grande fluxo de veículos para uma única região, ocorrendo problemas no trânsito que não estavam previstos.

O objetivo deste trabalho foi analisar a situação em que se encontra o cruzamento entre a Avenida João Pessoa e a Rua Coronel Oscar Rafael Jost e apontar possíveis medidas que venham melhorar a segurança e a fluidez deste cruzamento, seguindo as normas e condutas definidas pelos órgãos nacionais de trânsito.

1.1 Área de estudo

A presente pesquisa foi desenvolvida na área de transportes com enfoque no sistema viário urbano da cidade de Santa Cruz do Sul/RS, buscando-se avaliar a infraestrutura e planejamento da segurança viária.

1.2 Delimitação do tema

O estudo delimitou-se em avaliar a interseção semaforica da Avenida João Pessoa sentido Norte/Sul com a Rua Coronel Oscar Rafael Jost Leste/Oeste, localizada no centro da cidade.

1.3 Justificativa

O deslocamento viário neste município em diferentes horários e para diversos locais tem se tornado complicado devido ao aumento da frota de veículos. São diversos os fatores que aliados podem refletir no aumento de veículos em circulação, a facilidade em adquirir um automóvel atrelado à redução de impostos cobrados e, obtenção de crédito para as mais diversas classes econômicas, levou parte da população a migrar do transporte coletivo para o conforto individual da sua locomoção.

De acordo com o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) e Departamento de Informática do SUS (DATASUS) ambos em 2013, a frota de veículos em circulação na cidade de Santa Cruz do Sul alcançou a marca de 78.105 veículos que antes era de 39.077 em 2001, resultando num aumento significativo de 99,87% num período de 12 anos.

O aumento da frota de veículos pode estar relacionado ao crescimento da renda per capita dos habitantes santa-cruzenses, durante os anos de 2000 a 2011, passou de R\$ 13.090,44 para R\$ 41.473,80 respectivamente conforme DATASUS (2011), posicionando a cidade como 172^o do *ranking* nacional e 14^o do *ranking* estadual.

Conforme DATASUS (2012), a evolução populacional da cidade em estudo obteve um incremento de 12,42% no período de 1999 a 2012, 106.734 para 119.997 habitantes respectivamente.

Com base nestes levantamentos, no ano de 2001 existia aproximadamente um automóvel para cada três habitantes, sendo que no ano de 2013 os estudos demonstraram haver dois automóveis para cada três habitantes. Estes números apontam no âmbito geral aumento significativo da frota veicular em circulação, correlacionado com o número de habitantes nos últimos anos em Santa Cruz do Sul.

Sob estas prerrogativas, a escolha do local de estudo se deu em virtude da vivência cotidiana com a interseção da Avenida João Pessoa com a Rua Coronel Oscar Rafael Jost, que de modo claro apresenta, nas atuais condições, trânsito saturado em horários específicos.

Desta forma, este trabalho buscou elaborar um estudo para conhecer as limitações da interseção e comprovar a necessidade de melhorar as condições de tráfego e de segurança aos usuários desta interseção.

1.4 Objetivo geral

Estudar o tráfego da interseção entre a Avenida João Pessoa e Rua Coronel Oscar Rafael Jost, buscando alcançar alternativas que venham melhorar o fluxo de veículos nos horários de pico juntamente com aperfeiçoamentos da segurança viária no local.

1.5 Objetivos específicos

- Coletar dados do tráfego, de volume de veículos, que demonstrem a condição do trânsito em determinados horários;
- Identificar os ciclos de pico no cruzamento;
- Apontar as características físicas limitadoras da via que influenciam nos períodos de pico;
- Investigar o tempo médio de espera em fila dos motoristas;
- Averiguar a extensão da fila nos intervalos de maior movimento;
- Analisar a segurança viária do cruzamento;
- Avaliar a sinalização horizontal e vertical;

- Indicar alternativas para o problema exposto, quais opções e recursos poderiam ser realizados para melhorar a fluidez e segurança do trânsito no local.

1.6 Estrutura do trabalho

Para atingir o objetivo mencionado foram necessários estudos, que seguiram as seguintes etapas:

O capítulo 1 (um) apresenta as considerações introdutórias e expõe os motivos e razões para a realização deste trabalho.

No capítulo 2 (dois) apresenta o material que dará embasamento teórico para a pesquisa referente aos temas abordados no trabalho, assegurando a credibilidade do assunto estudado e contemplando bibliografias nacionais e estrangeiras consagradas na área em estudo.

Já no capítulo 3 (três), serão demonstradas todas as ferramentas e métodos utilizados no trabalho, com a descrição das etapas envolvidas para que fosse possível a preparação e elaboração dos dados, bem como a identificação dos pontos críticos do presente caso.

Dentro do capítulo 4 (quatro) estão inseridos os dados, análises e resultados do presente estudo.

No capítulo 5 (cinco) apresenta as conclusões do trabalho, comparando os objetivos estabelecidos com os resultados alcançados e sugestões para trabalhos futuros.

O documento é finalizado com as referências utilizadas no estudo, apêndices e anexos pertinentes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Introdução

O controle do sistema viário em centros urbanos é um desafio para a Engenharia de Tráfego, tendo em vista que a frota veicular em circulação nas ruas vem aumentando, e os investimentos em infraestrutura não acompanham na mesma proporção.

Desta forma, os estudos viários devem ser precisos e constantes para que forneçam informações necessárias e suficientes para determinar quais intervenções serão realizadas.

2.2 Sistema Urbano Viário

Conforme a lei nº 9.503 prevê, no parágrafo primeiro do artigo 1º, que “Considera-se trânsito a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, conduzidos ou não, para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga ou descarga”.

Segundo Simões (2011, p.18) “as avenidas e ruas de uma cidade compõem a rede viária, ou o sistema viário, e as normas para os deslocamentos de pessoas e veículos formam o sistema de trânsito urbano”.

Ainda de acordo com Simões (2011, p.18) “Para que o trânsito ocorra de maneira segura e confortável são necessárias várias medidas com relação aos sistemas viários e de trânsito”.

2.2.1 Vias

As vias se diferenciam uma das outras por questões de segurança, velocidade e a finalidade que cada uma delas exerce no sistema viário urbano.

A AASHTO (2001) descreve que existem quatro tipos de sistemas viários funcionais para áreas urbanas que as diferenciam da natureza e intensidade, elas são classificadas hierarquicamente da seguinte forma: artérias principais (trânsito rápido), artéria secundário, coletoras e locais.

As definições de cada tipo de via urbana são caracterizadas de acordo com AASHTO (2001), CTB (2008), DNIT 2010 e Simões (2011) da seguinte forma:

- Trânsito rápido: não possuem interseções e travessia de pedestres em nível, sem acessibilidade aos lotes no seu entorno, com entradas e saídas controladas, não possuem semáforos, cruzamentos ou retornos, com velocidade máxima de 80 km/h e são geralmente construídas em cidades muito grandes.
- Arterial: liga diferentes regiões da cidade (bairros) possui fácil acessibilidade aos lotes no entorno e às vias coletoras e locais, acomodam linhas de ônibus, geralmente apresentam interseções semaforizada devido ao alto fluxo veicular e velocidade limite de 60 km/h.
- Coletor: pode penetrar nos bairros e realizar a coleta e distribuição do trânsito oriundo das entradas e saídas de veículos das vias locais (áreas residenciais) ou arteriais, facilitando o fluxo dentro dos bairros residenciais, comerciais e industriais da cidade, funciona também como trecho de coleta e distribuição de passageiros das linhas de ônibus, possui um fluxo veicular geralmente médio com velocidade máxima de 40 km/h.
- Local: não apresentam semáforos, linhas de ônibus, menor nível de mobilidade, permitindo acesso local ou áreas restritas como condomínios fechados e velocidade limite de 30 km/h.

2.2.2 Interseções

Segundo AASHTO (2001), interseções são pontos de conflito entre veículos, pedestres e ciclistas, e a define como uma área geral onde duas ou mais vias se encontram ou cruzam, apresentam uma vasta vantagem em eficiência, segurança e custo de operação, tornando-se uma parte importante do conjunto viário.

O principal objetivo da interseção é facilitar e proporcionar a comodidade e conforto das pessoas que atravessam os cruzamentos, reforçando simultaneamente o movimento eficiente dos veículos (AASHTO, 2001).

As vias que se interceptam em uma interseção são classificadas em principal e secundária, denominando-se via principal aquela que tem maior volume de tráfego em relação àquela que a intercepta (CONTRAN, 2006).

2.2.3 Definições e estudo dos movimentos

Quando existem deslocamentos de um ponto ao outro podem ser tomados vários trajetos objetivando fluir o trânsito por várias vias. Deste modo ocorrem diversas mudanças de direções durante o percurso, denominando-se movimento.

Os movimentos ocorrem de acordo com as atitudes tomadas em relação a sua trajetória, podendo ser classificada em: convergentes, divergentes, interceptantes e não-interceptantes.

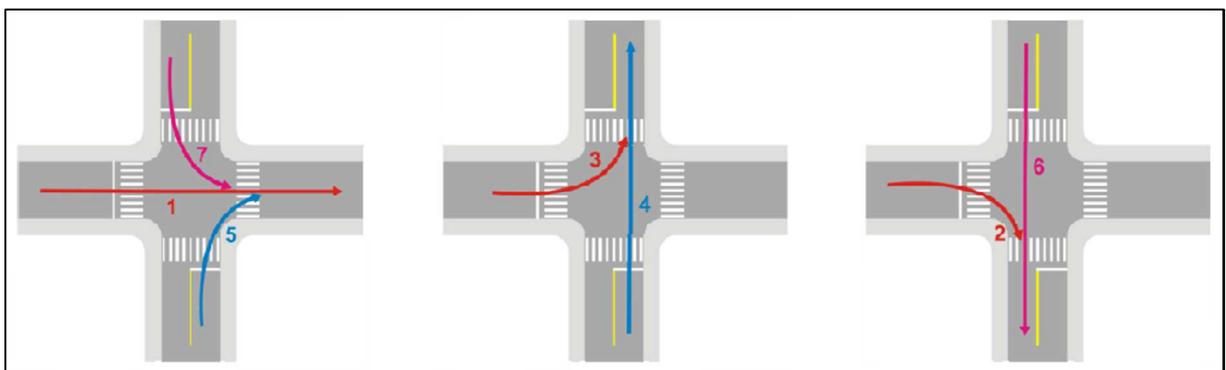
Conforme o DNIT (2005) existe dois movimentos em controles semafóricos classificados da seguinte forma:

- Conflitantes: movimentos com origens diferentes, mas que se interceptam em algum ponto da área de conflito;
- Não conflitantes: movimentos que não se interceptam em nenhum ponto da área de conflito.

2.2.3.1 Movimentos convergentes (CON)

Esse tipo de movimento ocorre quando as trajetórias dos veículos de duas ou mais vias se juntam para formar uma única corrente. Possuem origens diferentes, mas com o mesmo destino mostrado na figura 1. Nesse tipo de execução de movimento, um dos automóveis deve dar o direito de passagem para que num intervalo adequado o outro possa ingressar na via, ocorrendo um afunilamento (DNIT, 2005).

Figura 1 – Movimentos convergentes (CON)

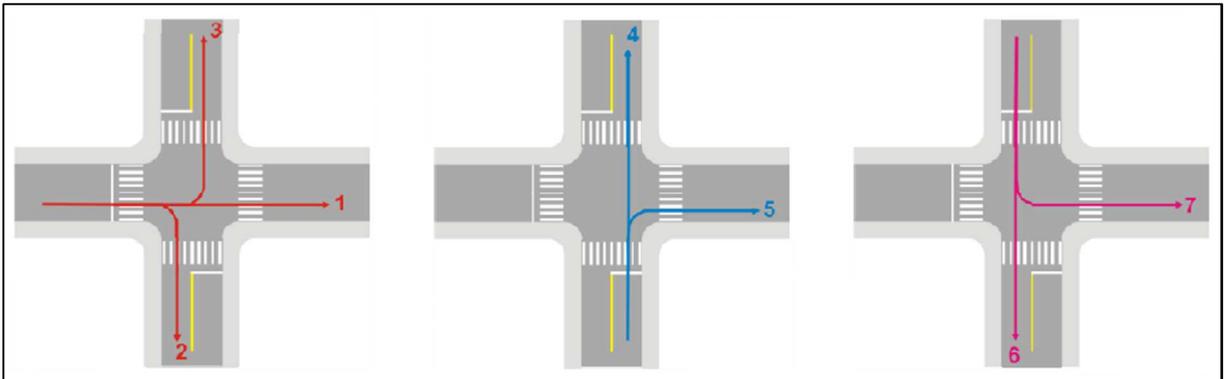


Fonte: Sinalização semafórica/CONTRAN, 2006.

2.2.3.2 Movimentos divergentes (DIV)

Em concordância com o CONTRAN (2006), são movimentos onde os veículos se agrupam na mesma origem, geralmente ocorrendo filas muito longas, para depois tomarem trajetórias independentes, conforme a figura 2.

Figura 2 – Movimentos divergentes (DIV)

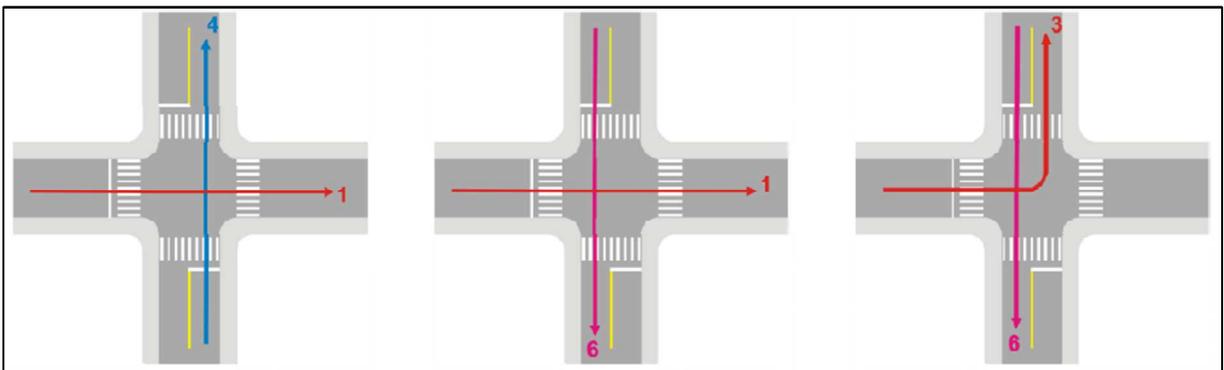


Fonte: Sinalização semafórica/CONTRAN, 2006.

2.2.3.3 Movimentos interceptantes (INT) ou de cruzamento

São movimentos interceptantes (figura 3) na definição do DNIT (2005) quando a trajetória ou origem dos veículos cruzam com outros de origens diferentes. Este movimento requer um cuidado especial, pois os veículos de um destino irão passar apenas nos intervalos que vierem a surgir ou no momento em que se interrompa o trânsito.

Figura 3 – Movimentos interceptantes (INT) ou de cruzamento

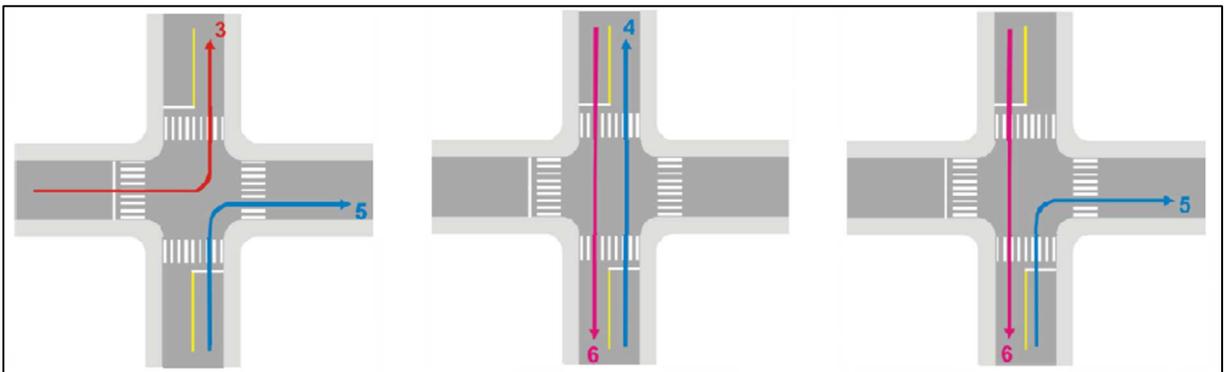


Fonte: Sinalização semafórica/CONTRAN, 2006.

2.2.3.4 Movimentos não-interceptantes (NI)

Para o CONTRAN (2006) são movimentos cujas trajetórias não se cruzam ou não se encontram em nenhum ponto da área de conflito de uma interseção (figura 4) por isso pode ser considerado o movimento mais seguro a ser realizado.

Figura 4 – Movimentos não-interceptantes (NI)



Fonte: Sinalização semafórica/CONTRAN, 2006.

2.3 Pedestres

O artigo 69 da Lei nº 9.503 (DENATRAN, 2008) informa que “para cruzar a pista de rolamento o pedestre tomará precauções de segurança, levando em conta, principalmente, a visibilidade, a distância e a velocidade dos veículos, utilizando sempre as faixas ou passagens a ele destinadas”.

2.3.1 Características

Os pedestres apresentam algumas características típicas que devem ser entendidas e conhecidas. A grande maioria dos pedestres não caminha mais de 1,5 km até o trabalho ou 1,0 km para pegar o ônibus. Aproximadamente 80% dos pedestres caminham menos de 1,0 km, pois tendem a usar o caminho que representa a menor distância entre dois pontos (AASHTO, 2001).

Os pedestres também apresentam uma resistência básica no uso de passarelas ou passagens subterrâneas, pois podem ser áreas potenciais de criminosos tornando-as menos usuais (AASHTO, 2001).

A idade do pedestre também é um fator a ser considerado por explicar o comportamento que leva a colisão entre veículos e pedestres. Jovens são muitas vezes descuidados ou autoconfiantes; já os idosos podem ser afetados por limitações sensoriais, capacidades perceptivas, cognitivas ou motoras (AASHTO, 2001).

2.3.2 Velocidade dos pedestres

Segundo o MUTCD (2009), os pedestres de acordo com a sua idade possuem uma faixa de velocidade de caminhada que varia aproximadamente de 0,8 até 1,8 metros/segundo. Nos casos dos pedestres mais idosos, deve-se adotar a velocidade mais baixa de caminhada.

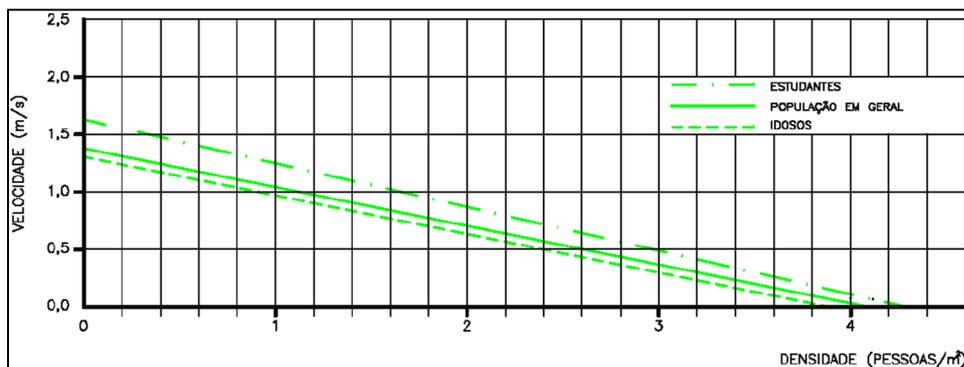
Segundo o DNIT (2005, p. 54), “para fins de projeto, para uma proporção de menos que 20% de idosos (>65 anos), a velocidade é da ordem de 1,2 m/s. Para maior proporção de idosos a velocidade decresce para 1,0 m/s”.

A AASHTO (2001) descreve que existem muitas variáveis que afetam a velocidade de caminhada, por exemplo:

- A velocidade máxima da caminhada se atinge no meio da via;
- Homens geralmente caminham mais rápido que as mulheres;
- Temperatura e a hora do dia;
- Idade do pedestre e finalidade da caminhada.

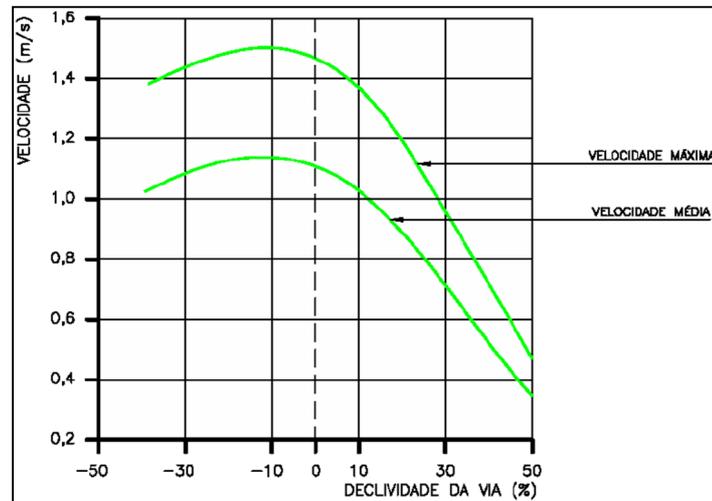
Pode-se verificar que a velocidade do pedestre também varia conforme número de pessoas por m² (gráfico 1) e a declividade da via (gráfico 2).

Gráfico 1 – Velocidade dos pedestres conforme número de pessoas por m²



Fonte: Manual de projeto de interseções/DNIT, 2005.

Gráfico 2 – Velocidade dos pedestres conforme a declividade



Fonte: Manual de projeto de interseções/DNIT, 2005.

2.3.3 Interseções e redução de conflitos

As interseções devem oferecer área suficiente para armazenar um volume de pedestres, bem como espaço satisfatório para a travessia. Quanto mais ampla for a rua, mais tempo leva um pedestre para atravessá-la, conseqüentemente menor o tempo verde estará disponível para os veículos, ocasionando possíveis conflitos entre pedestres e automóveis. (AASHTO, 2001).

Conforme AASHTO (2001) sugere algumas medidas que podem reduzir os conflitos e aumentar a funcionalidade da via:

- Eliminar curvas à esquerda e/ou direita;
- Proibir livre fluxo de movimentos de conversão à direita;
- Proibir virar à direita no vermelho;
- Converter de mão dupla para sentido único da via;
- Prever sinais semaforicos para pedestres.

2.3.4 Acessibilidade

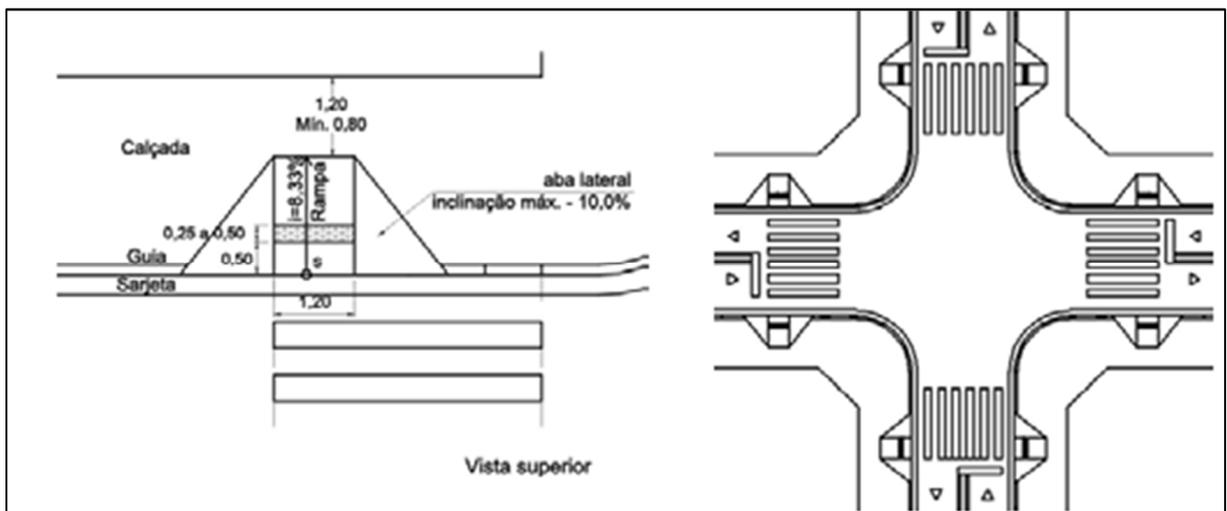
A NBR 9050 (2004) apresenta como um de seus objetivos “proporcionar à maior quantidade de pessoas, independentemente de idade, estatura ou limitação de mobilidade ou percepção, a utilização de maneira autônoma e segura do ambiente, edificações, mobiliário, equipamentos urbanos”.

2.3.4.1 Acessibilidade em vias públicas

A NBR 9050 (2004) diz que “as calçadas devem ser rebaixadas junto às travessias de pedestres sinalizadas com ou sem faixa, com ou sem semáforo, e sempre que houver foco de pedestres” e informa que quando houver um fluxo de pedestres igual ou inferior a 25 pedestres/min/m a largura do rebaixamento da calçada deve ser de no mínimo de 1,20 metros.

Em conformidade com a NBR 9050 (2004) as calçadas devem ser construídas na direção dos pedestres e não devem ter uma inclinação superior a 8,33% bem como não deverá existir desnível entre o término do rebaixamento da calçada e o leito carroçável, figura 5.

Figura 5 – Modelo de execução de rebaixamento de calçada



Fonte: NBR 9050/2004.

2.4 Sinalização

O Código de Trânsito Brasileiro (2008, p. 57) define sinalização como sendo o “conjunto de sinais de trânsito e dispositivos de segurança colocados na via pública com o objetivo de garantir sua utilização adequada, possibilitando melhor fluidez no trânsito e maior segurança dos veículos e pedestres que nela circulam”.

Conforme o CTB (2008), sinais de trânsito são os elementos como placas (sinalização vertical), marcas viárias (sinalização horizontal), equipamentos de controle luminosos, dispositivos auxiliares, apitos e gestos destinados a ordenar o

trânsito de veículos e pedestres, além disso, os dispositivos de segurança podem ser qualquer equipamento que tenha a finalidade de proporcionar segurança aos usuários da via ou alertar sobre situações de perigo.

2.4.1 Sinalização vertical

A sinalização vertical “é um subsistema da sinalização viária cujo meio de comunicação está na posição vertical, normalmente em placa, fixado ao lado ou suspenso sobre a pista, transmitindo mensagens de caráter permanente.” (CTB, 2008, p. 58).

2.4.1.1 Finalidade e característica

O CONTRAN (2007, p. 21) diz que tem “a finalidade de fornecer informações que permitam aos usuários das vias adotarem comportamentos adequados, de modo a aumentar a segurança, ordenar os fluxos de tráfego e orientar os usuários da via”. O CTB (2008, p. 58) complementa dizendo que “tem por finalidade informar aos usuários as condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias. Suas mensagens são imperativas e o desrespeito a elas constitui infração”.

As características das sinalizações verticais seguem a forma padrão circular nas cores vermelha, preta e branca (figura 6).

Figura 6 – Características das sinalizações verticais



Fonte: Sinalização vertical de regulamentação/CONTRAN, 2007.

De acordo com o CONTRAN (2007), o sinal proibido virar à esquerda (R-4a), apresentado na figura 7, “deve ser utilizado quando for necessário proibir movimentos que prejudiquem a segurança e/ou fluidez do trânsito”.

Figura 7 – Sinal proibido virar à esquerda (R-4a)



Fonte: Sinalização vertical de regulamentação/CONTRAN, 2007.

O CONTRAN (2007) esclarece que “em vias urbanas a placa deve ser colocada após a interseção no lado esquerdo da via/pista” ou com visualização prejudicada pode ser colocada em posições diferentes, conforme figura 8, e “em interseção semaforizada a placa pode ser fixada na coluna ou braço projetado do semáforo”.

Figura 8 – Exemplos de aplicação



Fonte: Sinalização vertical de regulamentação/CONTRAN, 2007.

A sinalização R-6c (figura 9) indica que o condutor é proibido de parar e estacionar no local demarcado.

Figura 9 – Sinal proibido parar e estacionar (R-6c)



Fonte: Sinalização vertical de regulamentação/CONTRAN, 2007.

A utilização do sinal R-6c, ocorre em situações em que se deve promover segurança e ou proporcionar fluidez ao tráfego de veículos, sendo necessário que impeça a parada ou estacionamento do veículo, podendo ser acompanhado de sinalização horizontal (CONTRAN, 2007), por exemplo:

- Em vias de trânsito rápido;
- Aproximações de interseções críticas;
- Vias com problemas de capacidade;

2.4.2 Sinalização horizontal

A sinalização horizontal “é um subsistema da sinalização viária que se utiliza de linhas, marcações, símbolos e legendas, pintados ou apostos sobre o pavimento das vias.” (CTB, 2008, p. 78).

2.4.2.1 Finalidade e característica

Segundo o CTB (2008) e CONTRAN (2007) a sinalização horizontal tem como característica ordenar os fluxos de tráfego de veículos e pedestres, demarcar proibições restrições e informações pertinentes ao sistema.

A sinalização horizontal se apresenta nas formas de escrita ou desenho no pavimento. As cores usuais na sinalização vertical é o amarelo, para a regulamentação de fluxo de sentidos opostos ou de proibido estacionamento e ou parada, e a cor branca, para a regulamentação de fluxos de mesmo sentido, travessia de pedestres, símbolos, legendas, estacionamento regulamentado e delimitações da via.

2.4.3 Sinalização semafórica

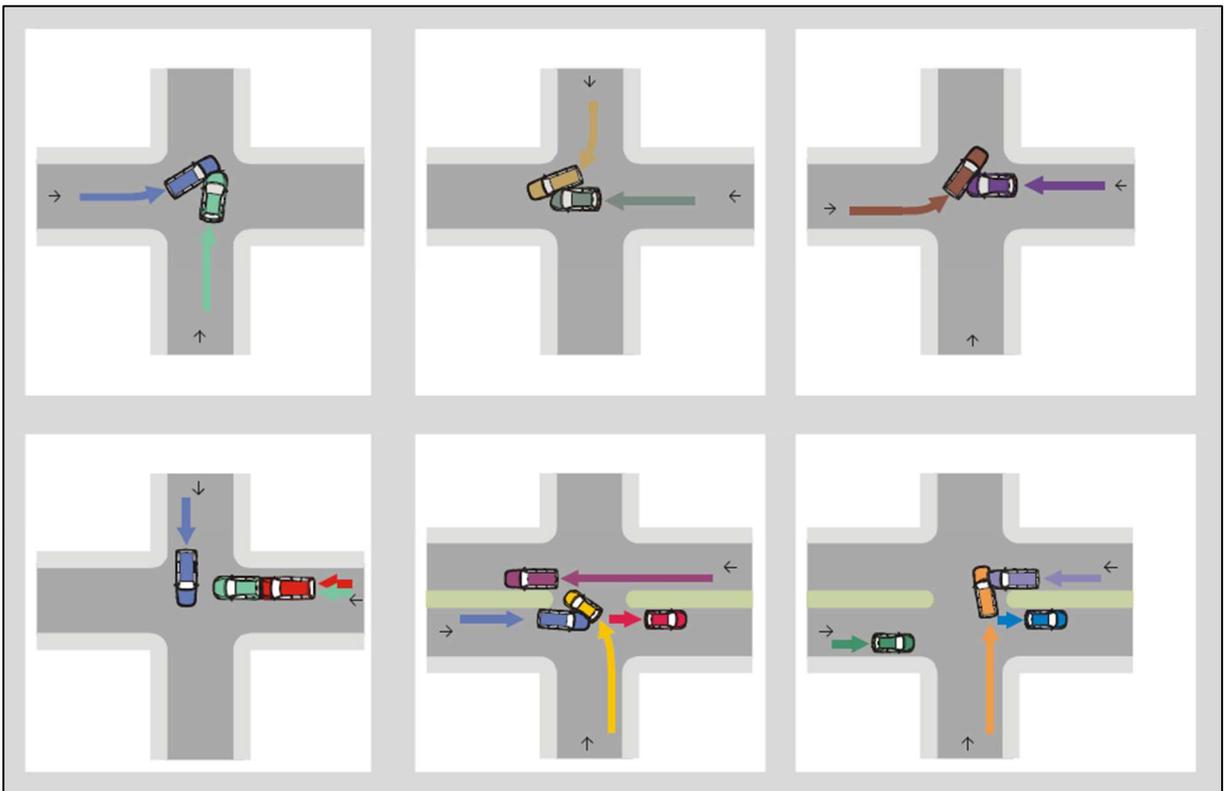
O CONTRAN (2006) caracteriza semáforo quando um ou mais focos luminosos estão voltados com as suas faces para o sentido do movimento.

A sinalização semafórica faz parte de uma subdivisão da sinalização viária que apresenta indicações luminosas acionadas por sistemas eletromecânicos ou eletrônicos, pode estar fixado ao lado da via ou suspenso sobre ela, tendo por

finalidade transmitir informações aos usuários, regulamentando o direito de passagem dos veículos e dos pedestres em uma interseção (CONTRAN, 2006).

O CONTRAN (2006) informa que a sinalização semafórica é um mecanismo de fundamental importância em interseções, pois quando adotado pode evitar alguns dos tipos de acidentes como mostra a figura 10.

Figura 10 – Exemplo de acidentes evitáveis por sinalização semafórica



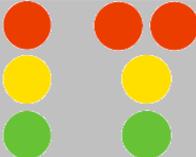
Fonte: Sinalização semafórica/CONTRAN, 2006.

2.4.3.1 Posição do semáforo

Os semáforos para veículos e pedestres obedecem algumas regras de montagem que devem ser seguidas de acordo com as normas e especificações informadas pelo CONTRAN (2006):

- Veicular: possui três indicações luminosas (vermelha, amarela, verde), dispostas nessa ordem, de cima para baixo quando vertical, e da esquerda para a direita quando horizontal (tabela 1).
- Pedestres: possui indicação de vermelho e verde com pictogramas respectivos nesta ordem de cima para baixo (tabela 1).

Tabela 1 – Tipos de semáforos

TIPO DO SEMÁFORO	POSIÇÃO VERTICAL	POSIÇÃO HORIZONTAL
VEICULAR		 Obs.: Só utilizar quando projetado sobre a via.
PEDESTRE		---

Fonte: Sinalização semafórica/CONTRAN, 2006.

2.4.3.2 Formas, cores e sinais características do semáforo

O CONTRAN (2006) descreve que as cores transmitidas pelos semáforos possuem significados distintos e transmitem informações específicas a todos os usuários, e que inclusive os semáforos de formato circular (tabela 2), são destinados aos automóveis e os de foco quadrado (tabela 3), aos pedestres.

Tabela 2 – Sinalização semafórica de formato circular

SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUÁRIO DA VIA
	Indica a proibição do direito de passagem.	Obrigatoriedade do condutor em parar o veículo.
	Indica o término do direito de passagem.	O condutor deve para o veículo salvo se não for possível imobilizá-lo em condições de segurança.
	Indica a permissão do direito de passagem.	O condutor tem a permissão de iniciar ou prosseguir em marcha, podendo efetuar os movimentos de acordo com a indicação luminosa e observar as normas de circulação e conduta.
	Adverte da existência de situação perigosa ou obstáculo.	O condutor deve reduzir a velocidade e observar as normas de circulação e conduta.

Fonte: Sinalização Semafórica/CONTRAN, 2006.

Tabela 3 – Sinalização semafórica de formato quadrado

COR	SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUÁRIO DA VIA
VERMELHA		Indica para o pedestre a proibição da travessia.	O pedestre não deve iniciar a travessia.
			
VERMELHA (INTERMITENTE)		Indica para o pedestre o término do direito de iniciar a travessia. Sua duração deve permitir a conclusão das travessias iniciadas no tempo de verde.	O pedestre não deve iniciar a travessia. O pedestre que já iniciou a travessia no tempo de verde deve concluí-la, atentando para o fato de que os veículos estão prestes a receber indicação luminosa verde.
			
VERDE		Indica para o pedestre a permissão do direito de travessia.	O pedestre tem a permissão de iniciar a travessia.

Fonte: Sinalização semafórica/CONTRAN, 2006.

2.5 Leis e normas de trânsito

No artigo 161, a Lei nº 9.503 (DENATRAN, 2008) informa a todos que circulam no trânsito que “constitui infração de trânsito a inobservância de qualquer preceito deste código, da legislação complementar ou das resoluções do CONTRAN, sendo o infrator sujeito às penalidades e medidas administrativas indicadas em cada artigo, além de punições previstas”.

Conforme o artigo 89, a Lei nº 9.503 (DENATRAN, 2008), “a sinalização terá a seguinte ordem de prevalência”:

- I. As ordens do agente de trânsito sobre as normas de circulação e outros sinais;
- II. As indicações do semáforo sobre os demais sinais;
- III. As indicações dos sinais sobre as demais normas de trânsito.

O artigo 208 da Lei nº 9.503 (DENATRAN, 2008) informa aos motoristas que “avançar o sinal vermelho do semáforo ou o de parada obrigatória” ocorre em infração gravíssima com a penalidade de multa.

No artigo 70, a Lei nº 9.503 (DENATRAN, 2008) informa que “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”; “nos locais em que houver

sinalização semafórica de controle de passagem será dada preferência aos pedestres que não tenham concluído a travessia, mesmo em caso de mudança do semáforo liberando a passagem dos veículos”.

Conforme o artigo 214, a Lei nº 9.503 (DENATRAN, 2008), os motoristas que não derem preferência de passagem aos pedestres e aos veículos não motorizados, nas situações que:

- I. Se encontre na faixa a ele destinada;
- II. Não haja concluído a travessia mesmo que ocorra sinal verde para o veículo;
- III. Portadores de deficiência física, crianças, idosos e gestantes;
- IV. Quando houver iniciado a travessia mesmo que não haja sinalização a ele destinada;
- V. Que esteja atravessando a via transversal para onde se dirige o veículo.

As penalidades cometidas pelos motoristas em desacordo com o artigo 214 podem ser infrações de grave a gravíssima com penalidade de multa.

O artigo 218 da Lei nº 9.503 (DENATRAN, 2008) informa aos condutores que “transitar em velocidade superior à máxima permitida para o local, medida por instrumento ou equipamento hábil, em rodovias, vias de trânsito rápido, vias arteriais e demais vias” representa infrações que são de média à gravíssima, dependendo da porcentagem acima da velocidade máxima da via com penalidade de multa e suspensão imediata do direito de dirigir no caso de reincidência.

No artigo 182, inciso VI da Lei nº 9.503 (DENATRAN, 2008) informa que “parar o veículo no passeio ou sobre a faixa destinada a pedestre” representa infração leve com penalidade de multa.

CONTRAN (2007, p. 23), “a sinalização vertical de regulamentação tem por finalidade transmitir aos usuários as condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias urbanas”.

O desrespeito ao sinal R-4a caracteriza infração prevista no art. 207 da Lei nº 9.503 (DENATRAN, 2008), onde “executar operação de conversão a direita ou a esquerda em locais proibidos pela sinalização” representa infração grave com penalidade de multa.

O artigo 181, inciso XIX da Lei nº 9.503 (DENATRAN, 2008) informa aos motoristas que parar ou estacionar o veículo “em locais e horários de estacionamento e parada proibidos pela sinalização (placa – Proibido Parar e

Estacionar)” representa infração grave com penalidade de multa e remoção do veículo. Pelo artigo 182, inciso X do CTB (2008) que “em local e horário proibidos especificamente pela sinalização (placa - Proibido Parar)” incorre em infração média e penalidade de multa.

2.5.1 Das penalidades

Os desrespeitos às normas de trânsito representam em infrações que podem ser classificadas conforme a sua gravidade e em quatro categorias, de acordo com o artigo 258 da Lei nº 9.503 (DENATRAN, 2008):

- I. Infração de natureza gravíssima, punida com multa de valor correspondente a 180 (cento e oitenta) UFIR;
- II. Infração de natureza grave, punida com multa de valor correspondente a 120 (cento e vinte) UFIR;
- III. Infração de natureza média, punida com multa de valor correspondente a 80 (oitenta) UFIR;
- IV. Infração de natureza leve, punida com multa de valor correspondente a 50 (cinquenta) UFIR.

A Unidade Fiscal de Referência (UFIR) serve como um indexador usado como saldo devedor dos tributos e de valores relativos a multas e penalidades de qualquer natureza.

O artigo 259 da Lei nº 9.503 (DENATRAN, 2008) estabelece que “a cada infração cometida são computados os seguintes números de pontos”:

- I. Gravíssima – sete pontos;
- II. Grave – cinco pontos;
- III. Média – quatro pontos;
- IV. Leve – três pontos.

2.6 Pesquisa de tráfego

O DNIT (2006) informa que na engenharia de tráfego normalmente é utilizado como método de pesquisa de tráfego a de observação direta.

O método de observação direta conforme o DNIT (2006) consiste em registrar os acontecimentos do trânsito sem ocasionar interferências, tendo como objetivo realizar a contagem volumétrica dos veículos ou pessoas que circulam em um determinado ponto da via num intervalo de tempo.

As informações alcançadas através das contagens serão de fundamental importância para determinar a capacidade da via, as razões dos congestionamentos, os índices de acidentes, dimensionamento da via e outras melhorias (DNIT, 2006).

2.6.1 Contagem volumétrica

A finalidade de se realizar a contagem volumétrica é determinar a quantidade, o sentido e a composição de veículos que passam por um determinado local definido para o estudo durante um período de tempo, podendo ser classificadas da seguinte forma:

- Contagens globais: se registra o número total de veículos que circulam num trecho da via, independente do sentido, usado para cálculos de volumes diários e determinação de tendências do tráfego.
- Contagens direcionais: se registra o número de automóveis por sentido de fluxo com a finalidade de calcular a capacidade, intervalos de sinais, controles de trânsito, estudo de acidentes e faixas adicionais.
- Contagem classificatória: se registra o volume para cada classe de veículo com a função de dimensionar um projeto geométrico de rodovias e interseções.

O Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006) esclarece que existem dois locais básicos para a realização das contagens de tráfego, trechos entre interseções que tem como objetivo identificar os fluxos da via e em interseções para se conhecer o volume de veículos que se interceptam.

2.6.2 Contagem manual

São pesquisas realizadas por pessoas *in loco* do local desejado com o auxílio de formulários e de fichas, é indicado para a classificação de veículos e em interseções onde possuem muitos movimentos simultaneamente (DNIT, 2006).

O DNIT (2006) classifica este método como de fácil operação, baixo custo e alta flexibilidade, pois permite à mudança de locais de estudo num intervalo pequeno de tempo.

2.6.3 Planejamento das contagens em interseções

Segundo o DNIT (2006) as melhores horas para a execução das contagens são quando ocorrem os maiores fluxos, denominados “horas de pico”, quando a interseção se encontra com a solicitação máxima. No caso de não haver informações suficientes para distinguir o período de maior fluxo, se faz necessário realizar algumas contagens preliminares para classificar os possíveis intervalos.

Ao se realizar as contagens deve-se ter em mente que os dados obtidos servem para identificar os horários pico e determinar o volume de tráfego durante o horário de pico.

A contagem deve ser executada em intervalos de 15 minutos. Para determinar a hora de pico, devem-se realizar contagens em intervalos de duas a quatro horas no entorno do possível horário de pico, no mínimo três dias nos turnos manhã e tarde denominados “pico da manhã” e “pico da tarde”, podendo ser expandidos para outros horários conforme a necessidade (DNIT, 2006).

2.6.4 Tratamento dos dados

Após a coleta dos dados em campo se faz necessário apresentar os fluxos de veículos através de um fluxograma, apresentando os valores de cada movimento e, identificados por unidades de carro de passeio (UCP), conforme a tabela 4 (DNIT, 2006).

Os valores do FHP podem variar entre 0,25 (fluxo concentrado em 1 dos períodos de 15 minutos) e 1,00 (fluxo uniforme), ambos completamente difíceis de acontecer, valores entre 0,75 a 0,90 são comumente identificados (DNIT, 2006).

Em áreas urbanas o DNIT (2006) estabelece que valores nos intervalos de 0,80 a 0,98 são geralmente encontrados, sendo valores acima de 0,95 indicativos de grandes fluxos de veículos (trânsito saturado) com possíveis restrições de capacidade durante o período de pico.

3 METODOLOGIA

Este capítulo, que trata da metodologia, visa definir quais foram os meios empregados para a obtenção dos resultados da pesquisa aplicada.

3.1 Classificação do estudo

O presente estudo é classificado como uma pesquisa qualitativa e quantitativa.

A pesquisa qualitativa conforme Silva (2005) é a interpretação do ambiente natural onde o pesquisador *in loco* é o instrumento que analisará o a situação indutivamente.

A lógica indutiva parte do raciocínio e observação do pesquisador onde se alcança conclusões próprias.

Na pesquisa quantitativa segundo Silva (2005) é tudo o que pode ser quantificável, mensurado, traduzido em números e posteriormente analisado através de técnicas estatísticas.

3.2 Etapas da pesquisa

3.2.1 Método qualitativo

O primeiro passo do trabalho foi realizado através de uma avaliação indutiva, isto é, a partir de observações *in loco* foi possível prever em quais períodos do dia e da semana ocorrem o maior número de fluxo de veículos em circulação na interseção, o possível motivo para a formação de longas filas, e ainda, verificarem quais eram os principais obstáculos e desafios enfrentados pelos pedestres na interseção ao atravessar a via.

3.2.1.1 Avaliação da estrutura física da interseção

A avaliação da estrutura física da interseção ocorreu através da identificação e de verificação dos pontos avaliados, conforme demonstrado na tabela 5:

Tabela 5 – Avaliação da estrutura física da interseção

SINALIZAÇÃO	PONTOS AVALIADOS
Vertical	Verificação se há número de placas suficientes, em boas condições e visíveis aos condutores de acordo com o CTB.
Horizontal	Verificar se as demarcações horizontais estão visíveis e em boas condições de acordo com o CTB.
Semafórica	Verificar se os períodos dos sinais são coerentes com o volume de tráfego de veículos nos horários de maior fluxo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.2 Método quantitativo

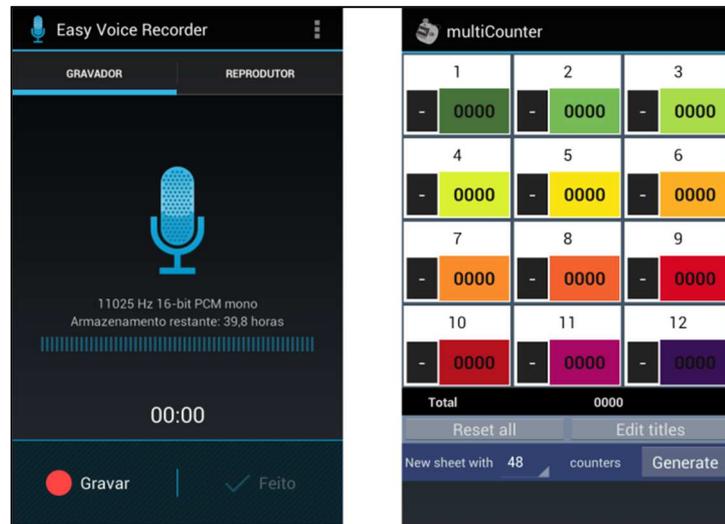
No segundo momento do trabalho foram realizadas visitas *in loco* onde se procurou anotar em tabelas as contagens de fluxo de veículos, tempo de espera e a máxima distância enfrentada pelos motoristas nos horários de maior movimento na interseção semafórica da Av. João Pessoa e a R. Coronel Oscar Rafael Jost.

Para os trabalhos em campo foram utilizadas tabelas para anotações (anexo A), formuladas no Programa *Microsoft Excel*. Com o intuito de facilitar e estimular a obtenção dos dados em campo foi utilizado um *smartphone* com sistema operacional *android* onde foram instalados *APP's* dedicados para as tarefas a serem realizadas.

As coletas dos dados sobre contagem de fluxo de veículos se deu através do *APP Easy Voice Recorder* (figura 11), onde a cada passagem de veículo em um determinado movimento da interseção se ditava o número correspondente do movimento por onde o veículo se deslocava. O período de gravação de cada contagem era de 15 minutos regulado por um relógio de pulso digital.

Após a realização das gravações pelo *APP Easy Voice Recorder*, era necessário escutar atentamente o áudio e fazer as marcações do fluxo de veículos com o *APP multi Counter* (figura 11), onde posteriormente eram computados na planilha (anexo A).

Figura 11 – APP Easy Voice Recorder / APP multiCounter



Fonte: APP Easy Voice Recorder / APP multiCounter.

O APP Cronômetro teve a finalidade de cronometrar o tempo médio de espera do motorista ao ingressar na fila até o momento de cruzar a interseção.

A distância inicial, do semáforo, até o final da fila, último carro parado, foi mensurada através de um totalizador medidor de distância da marca Vonder (figura 12) com capacidade de medição de até 999 metros.

Figura 12 – Medidor de distância Vonder



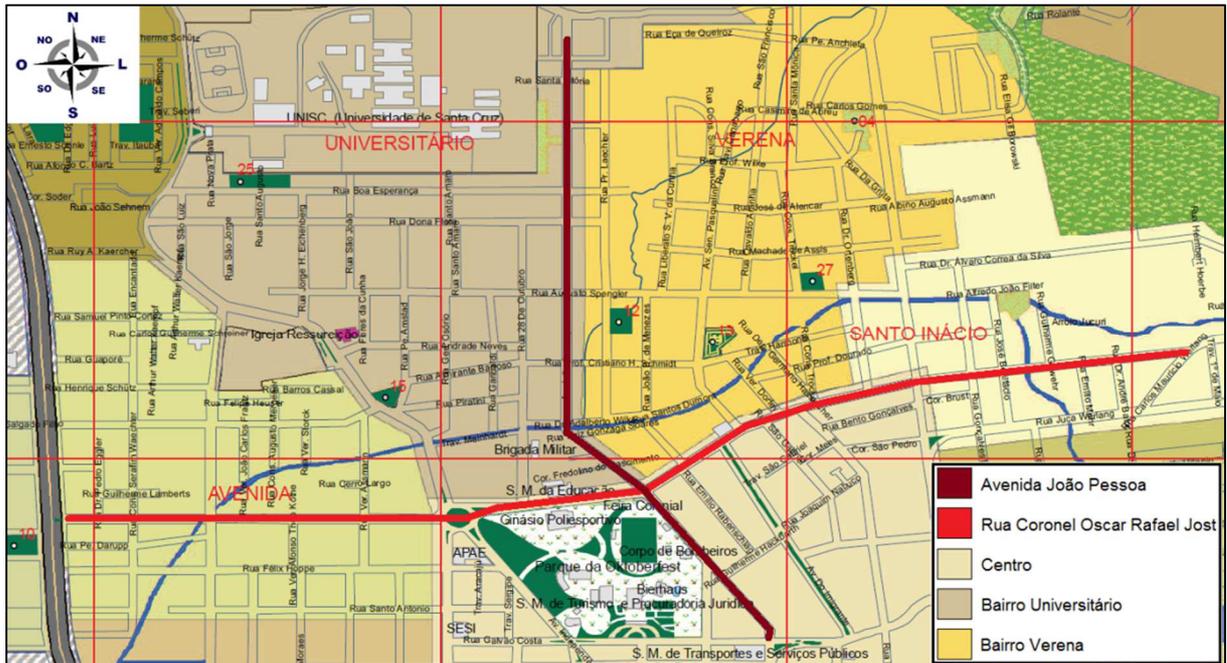
Fonte: Vonder.

Os dados estatísticos dos acidentes de trânsito ocorridas na Av. João Pessoa e a R. Coronel Oscar Rafael Jost foram obtidos através dos relatórios de acidentes de trânsito da Brigada Militar de Santa Cruz do Sul registrados por meio de boletins de ocorrência (BO's). As informações foram registradas e computadas no programa *Microsoft Excel*.

3.3 Definição da área de estudo

A interseção semafórica se localiza nos arredores do Parque da Oktoberfest (anexo A) e entre o bairro Universitário, Verena e Centro (figura 13).

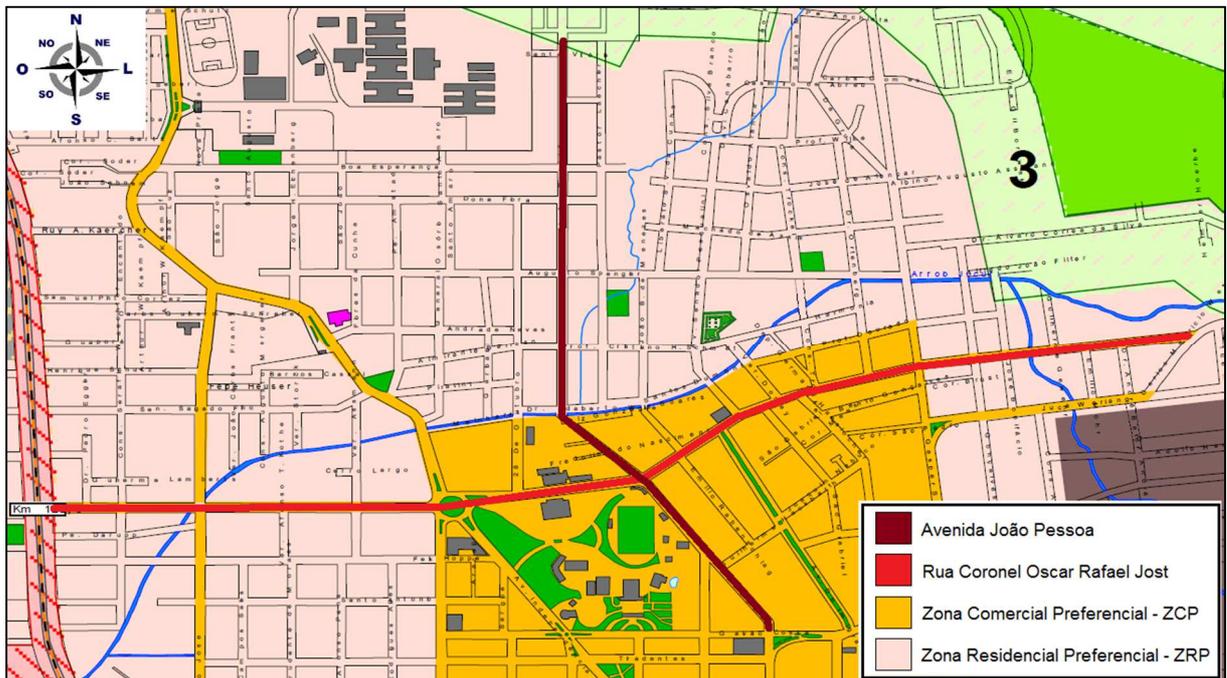
Figura 13 – Mapa de divisão de bairros



Fonte: Adaptado do mapa de divisão de bairros do Município de Santa Cruz do Sul, 2007.

Através do mapa de zoneamento de índices de 2007, representado pela figura 14, verifica-se que ambas as vias se encontram com menos de 50% das suas extensões em zonas comerciais preferenciais (ZCP) e residenciais preferenciais (ZRP), demonstrando a possibilidade de que ocorra um grande deslocamento de veículos em certos horários do dia através de uma rota das áreas residenciais para uma única região, o Centro.

Figura 14 – Mapa de zoneamento de índices



Fonte: Adaptado do plano diretor – Mapa IV – Zoneamento de Índices, 2007.

3.3.1 Avenida João Pessoa

É uma avenida que possui orientação Norte/Sul com ambos os sentidos Centro/Bairro. Possui extensão de 1,8 Km e, ao longo do seu percurso, ocorrem cruzamentos com outras 12 ruas, sendo uma delas a R. Coronel Oscar Rafael Jost. A figura 15 demonstra o ponto de origem e de destino da Av. João Pessoa.

É uma avenida de fundamental importância para a população, onde se encontra, ao Sul, o Corpo de Bombeiros e, ao Norte, acesso aos portões secundários da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC).

Figura 15 – Avenida João Pessoa



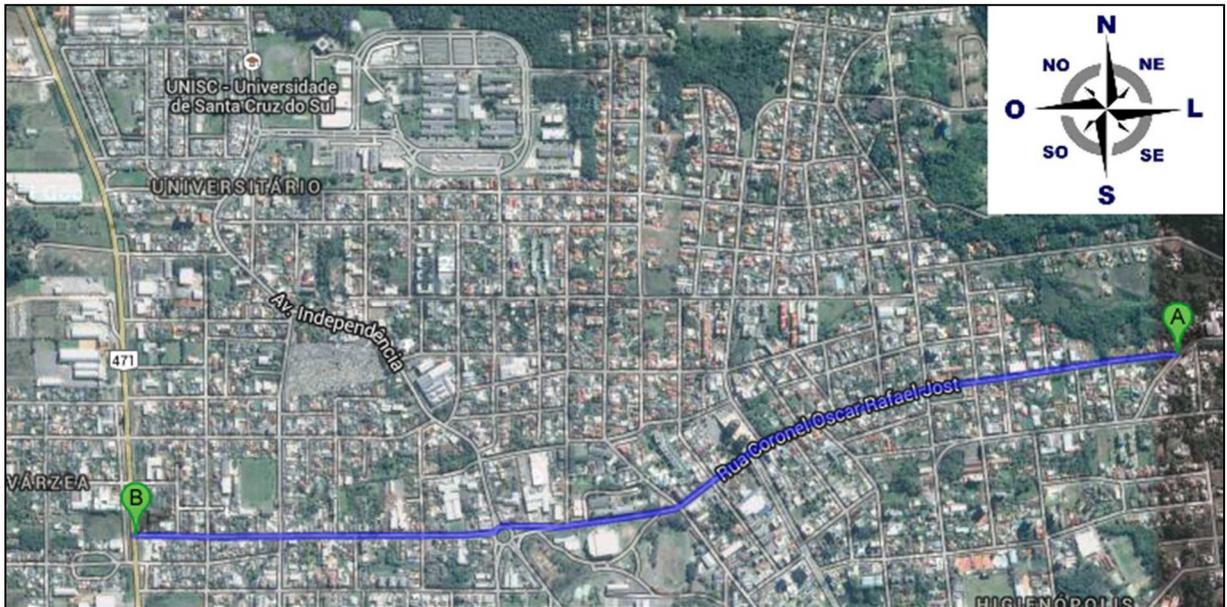
Fonte: Adaptado do Google Earth.

3.3.2 Rua Coronel Oscar Rafael Jost

Esta rua tem extensão total de 2,8 Km, possui orientação Leste/Oeste com ambos os sentidos Bairro/Centro, possuindo uma rotatória e fazendo interseções com outras 25 ruas ao longo do seu percurso, sendo uma a Av. João Pessoa. A figura 16 apresenta o trajeto da Rua Coronel Oscar Rafael Jost.

No ponto mais a Oeste da rua se encontra a BR-471, a principal rota de escoamento de toda a cadeia produtiva da cidade e de outros municípios nos arredores. É considerada uma das principais rotas de entrada/saída de veículos leves e pesados.

Figura 16 – Rua Coronel Oscar Rafael Jost



Fonte: Adaptado do Google Earth.

Já no outro extremo da rua, do lado Leste em direção a BR-287, faz interseção com o Acesso Grasel que apresenta ao longo dos seus 2300 metros pista de rolamento estreita, sem acostamentos e com curvas íngremes, impossibilitando o deslocamento de veículos pesados acima de 6,5 toneladas.

3.3.3 Proposta de melhorias

Através de análises qualitativa, quantitativa e exploratória foram propostas sugestões de melhorias para a interseção em estudo, sendo representadas por meio de projetos de readequação da infraestrutura, sinalização e tráfego com auxílio de ferramentas de desenho CAD e consultas às normas técnicas.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentadas as análises realizadas da atual interseção semafórica e posteriormente apresentada uma proposta de alteração da via.

4.1 A interseção

Os próximos subcapítulos descrevem através de avaliações *in loco* e de análises bibliográficas a interseção nas condições atuais de funcionamento estudadas ao longo do ano de 2014. A situação atual do cruzamento pode ser visualizada através da figura 17.

Figura 17 – Situação atual do cruzamento

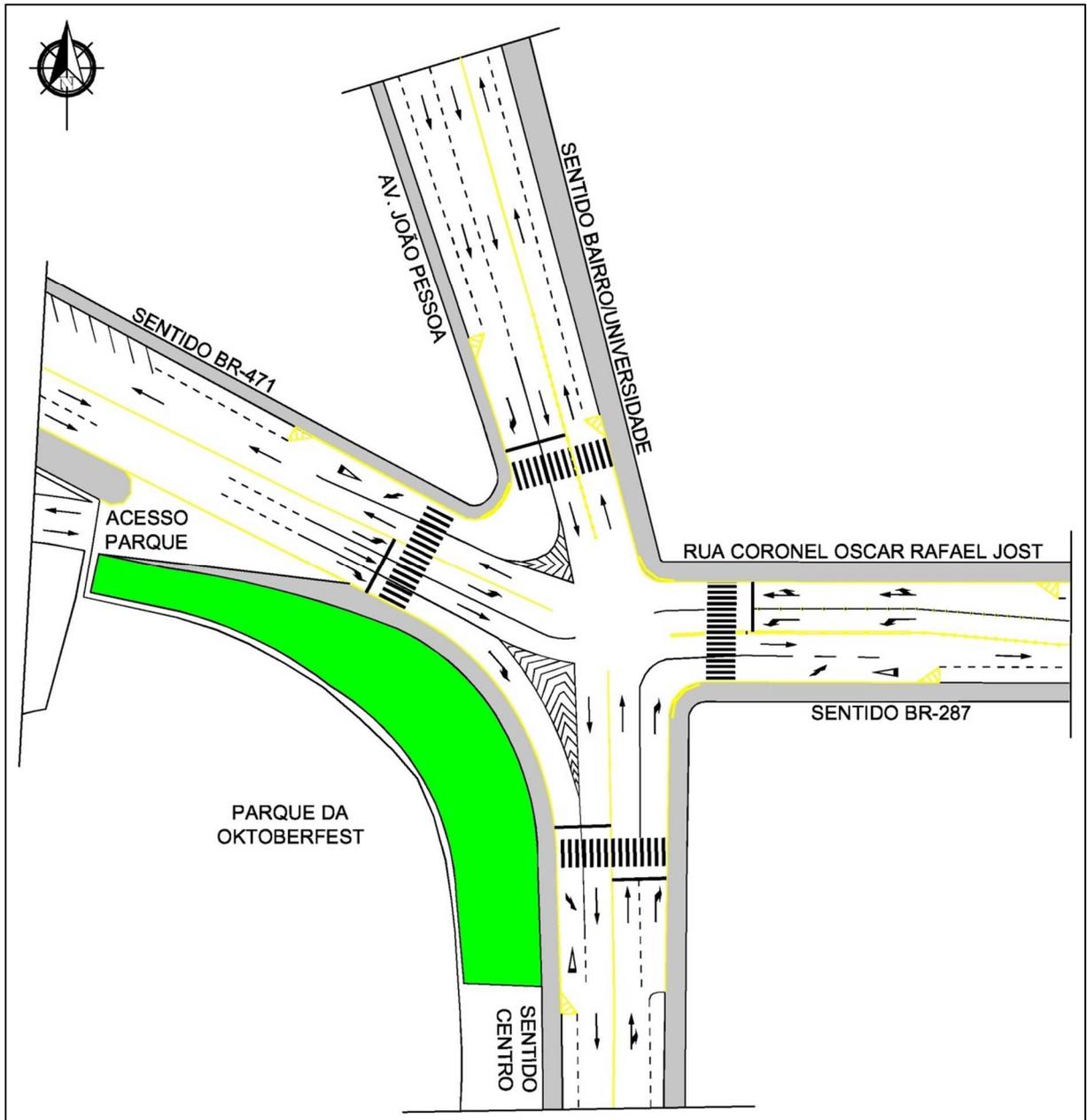


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.1 Sinalização viária e movimentos

A figura 18 apresenta os elementos físicos da atual interseção, suas características e funções.

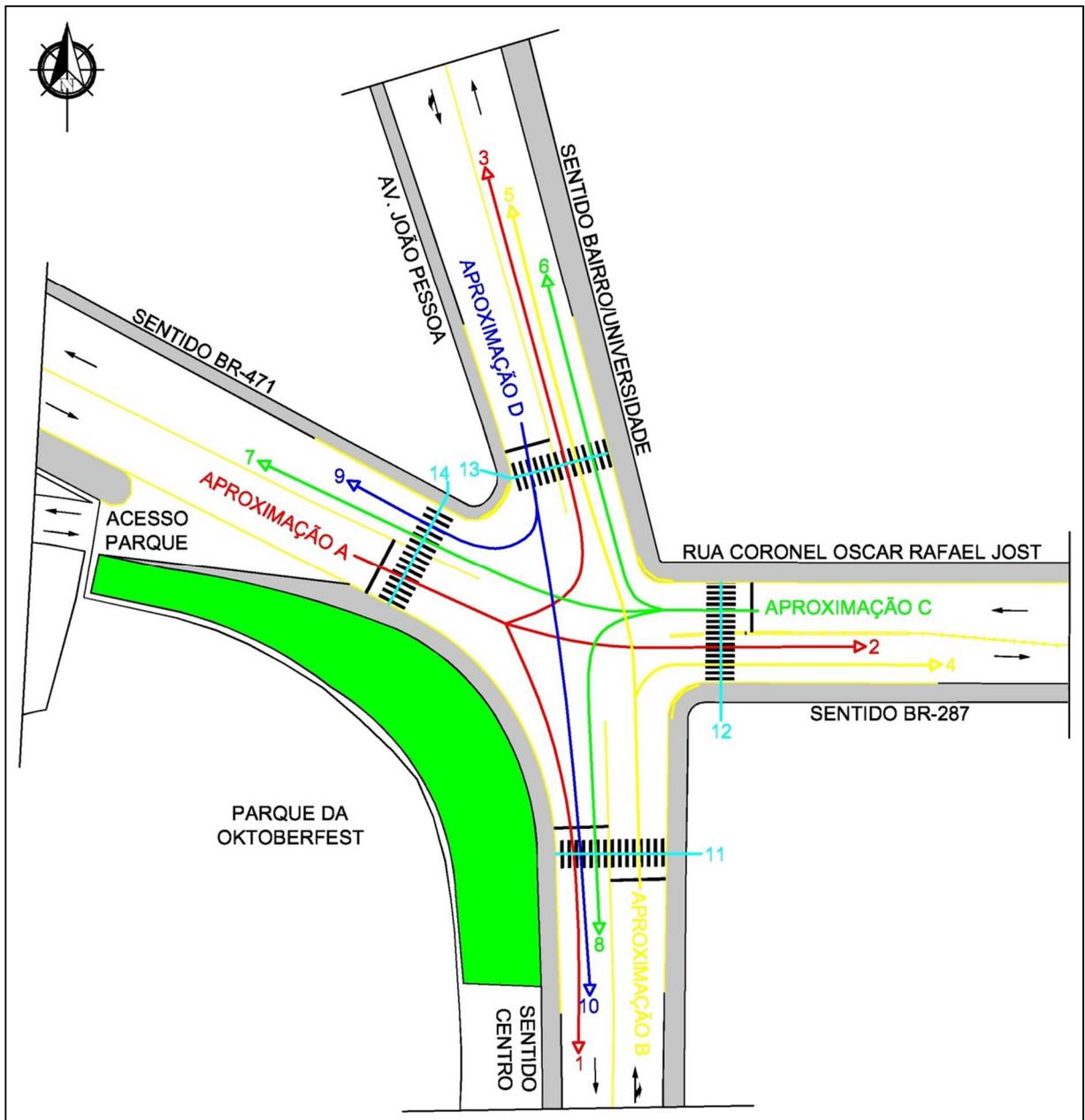
Figura 18 – Layout da atual interseção



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os movimentos dos veículos podem ser facilmente entendidos e compreendidos através da figura 19.

Figura 19 – Movimento dos veículos na interseção



Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando a figura 19 podem-se ordenar os movimentos da interseção na seguinte ordem:

- Aproximação A: movimentos 1, 2 e 3;
- Aproximação B: movimentos 4 e 5;
- Aproximação C: movimentos 6, 7 e 8;
- Aproximação D: movimentos 9 e 10.

4.1.2 Contagem volumétrica

As contagens realizadas (anexo B) na interseção demonstram em números o alto fluxo de veículos que ocorrem no local diariamente de segunda a sexta-feira em horários específicos, e que alcança fator hora pico de 0,97 (tabela 6).

Tabela 6 – Fluxo da hora de pico (FHP)

DATA	PERÍODO DO DIA (h-h)		TOTAL DE VEÍCULOS	FHP
03/10	17h30min	18h30min	2642	0,97
07/10	17h45min	18h45min	2633	0,97
07/10	17h30min	18h30min	2629	0,97
06/10	17h30min	18h30min	2613	0,97
02/10	17h30min	18h30min	2617	0,97
02/10	17h45min	18h45min	2602	0,96
02/10	18h00min	19h00min	2594	0,96
03/10	17h15min	18h15min	2590	0,96
06/10	17h15min	18h15min	2588	0,96
07/10	17h15min	18h15min	2581	0,95
03/10	17h45min	18h45min	2573	0,95
06/10	17h45min	18h45min	2542	0,94
03/10	18h00min	19h00min	2527	0,94
02/10	17h15min	18h15min	2504	0,93
06/10	18h00min	19h00min	2472	0,93

Fonte: Elaborado pelo autor.

Constata-se quando atinge um valor acima de 500 veículos num período de 15 minutos, gera a formação de pequenas filas, principalmente nas aproximações de maior fluxo A e C.

Ao atingir um volume igual ou superior a 600 automóveis num intervalo de 15 minutos, o FHP começa a atingir um fator de 0,95 a 0,97. Percebe-se então, a formação de médias filas nas aproximações que apresentam níveis superiores a 100 automóveis e de longas filas acima de 150 veículos, demonstrando sérias restrições de fluxo, isto é, o comprimento e o tempo de espera na fila se tornam cansativos e estressantes, principalmente nos dias de chuva. Pode se verificar na tabela 7, em valores aproximados, o comprimento e o tempo de espera por aproximação quando a interseção encontra-se com fator FHP acima de 0,95.

Tabela 7 – Tempo e distância média em espera em fila

APROXIMAÇÃO	TEMPO (aproximado)	DISTÂNCIA (metros)
A	4,0min	350
B	3,5min	240
C	3,5min	260
D	3,5min	250

Fonte: Desenvolvida pelo autor.

Após a realização das análises se constatou que os maiores movimentos de veículos ocorrem das 17h15min às 19h00, sendo o ápice às 17h30min até 18h30min.

Outro fator a ser considerado são os movimentos que cruzam a interseção, estes representam em torno de 3/4 do fluxo total de cada aproximação.

4.1.2.1 Prováveis motivos das viagens

Constatou-se através de análises indutivas e pelas contagens volumétricas, quais são os prováveis motivos para os deslocamentos e os períodos de maior fluxo de veículos:

- 07h15min – 08h00min: deslocamentos ao trabalho, universidade e escola (manhã);
- 11h30min – 12h15min: retorno aos domicílios ou aos restaurantes (almoço);
- 13h00min – 13h45min: reinício as atividades de trabalho, universidade e escola (pós-almoço);
- 17h15min – 19h00min: retorno aos domicílios e início das aulas na UNISC (tarde).

Analisado a contagem volumétrica, se constatou que os períodos de maior fluxo ocorrem em horários de início e fim do expediente de trabalho, e das aulas na universidade.

4.1.2.2 Análise sobre “a direita siga livre com cuidado”

Interpretado a contagem volumétrica, se verificou que os movimentos (1, 4 e 9) apresentam volume de tráfego em torno de 1/4 dos valores globais encontrados das suas respectivas aproximações (A, B e D). Isso demonstra que estes movimentos não representam de fundamental importância à interseção e divergem sobre a reportagem no anexo D, que afirma que é um movimento necessário para que o trânsito possa fluir.

4.1.3 Configuração semafórica

A interseção possui sinalização semafórica apenas para os automóveis, sendo do tipo três tempos e funcionando com a seguinte configuração:

- Estágio 1 (aproximação C): movimentos 6, 7 e 8 obedecem o semáforo;
- Estágio 2 (aproximação A): movimentos 2 e 3 obedecem o semáforo e movimento 1 conversão “a direita siga livre com cuidado”;
- Estágio 3 (aproximação B e D): movimentos 5 e 10 obedecem o semáforo e movimentos 4 e 9 conversão “a direita siga livre com cuidado”.

O motivo para que a interseção semafórica seja de três tempos, e não de dois, se deve ao fato de apresentar rotas de ônibus oriundas nas quatro aproximações (A, B, C e D), tendo como orientação, o mesmo destino.

Através de pesquisa realizada na SMTSP de Santa Cruz do Sul, obtiveram-se os estágios de funcionamento dos semáforos (tabela 8) e os planos de funcionamento da interseção de acordo com o horário do dia (tabela 9), configurado pelos próprios técnicos de transporte da prefeitura.

Tabela 8 – Estágios de funcionamento

EST.	PLANO 1		PLANO 2		PLANO 3		PLANO 4	
	VERDE	AMARELO	VERDE	AMARELO	VERDE	AMARELO	VERDE	AMARELO
1	25s	3s	19s	3s	16s	3s	19s	3s
2	15s	3s	16s	3s	19s	3s	16s	3s
3	20s	3s	16s	3s	19s	3s	19s	3s

Fonte: Secretaria Municipal de Transportes e Serviços Públicos.

Tabela 9 – Planos de funcionamento

PERÍODO DO DIA (h-h)		PLANO 1	PLANO 2	PLANO 3	PLANO 4
05h00min	09h00min	X			
09h00min	11h00min		X		
11h00min	12h30min			X	
12h30min	14h00min	X			
14h00min	17h00min		X		
17h00min	18h30min			X	
18h30min	20h00min				X
20h00min	00h00min		X		
00h00min	05h00min	AMARELO PISCANTE			

Fonte: Secretaria Municipal de Transportes e Serviços Públicos.

Por intermédio de informações coletadas na SMTSP, a configuração semaforica do local foi programada de forma instintiva, pois não existem informações de fluxo de veículos, dados estatísticos ou matemáticos que justifiquem o atual arranjo.

Com os dados dos fluxos de veículos levantados, se verificou que no período de maior pico (entre 17h30min e 18h30min) possui um dos menores tempo de verde “plano 3” em relação ao “plano 1”. O estágio 1 (aproximação C) possui tempo de verde inferior nos demais planos em relação ao estágio 3 (aproximação B e D), que apresenta um volume de veículos inferior nas suas aproximações.

4.1.4 Sinalização horizontal e vertical

A conservação da sinalização horizontal se encontra bem demarcada e em conformidade com o CTB. As verticais se encontram visíveis e apresentam boa refletividade durante a noite. Pode-se afirmar que a sinalização se encontra em bom estado de conservação no âmbito geral, sendo legíveis para os motoristas em qualquer situação climática e do dia (figura 17).

Foi identificada a falta de duas placas verticais de proibido para e estacionar (R-4a), após a interseção ou em outros pontos do cruzamento para os veículos que seguem nos movimentos 5 e 10, desta maneira, em desacordo com a sinalização vertical de regulamentação. A falta das sinalizações verticais R-4a no local podem anular o auto de infração. A figura 20 representa à instalação correta da placa

vertical R-4a encontrada na interseção entre as Ruas Carlos Trein Filho e Senador Pinheiro Machado.

Figura 20 – Modelo de aplicação R-4a em interseções



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por motivos da falta de sinalização vertical mencionada ou por imprudência, pode-se verificar um acidente (figura 21) ocorrido na interseção entre um carro e uma moto, onde o carro que seguia pelo movimento 5, colidiu com uma motocicleta que percorria no sentido oposto, movimento 10, ao realizar a conversão de proibido virar a esquerda.

Figura 21 – Colisão em “proibido virar à esquerda”



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.4.1 Sinalização vertical “a direita siga livre com cuidado”

Foram realizadas pesquisas em bibliografias e entrevistas com os fiscais de trânsito da SMTSP de Santa Cruz do Sul. Constatou-se com unanimidade que a sinalização vertical de “a direita siga livre com cuidado” está em desacordo com as normas do CTB (2008) (figura 22), pois em interseções semaforizadas as indicações do semáforo regem sobre os demais sinais trânsito.

Desta forma, todos os veículos que trafegam pelos movimentos (1, 4 e 9) estarão cometendo infração de trânsito ao trafegar no sinal vermelho da sua respectiva aproximação, podendo ser enquadrados no artigo 208 do CTB (2008).

Figura 22 – Sinalização vertical “a direita siga livre com cuidado” – movimento 1



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.5 Movimentos e conflitos

Analisando os movimentos realizados pelos veículos na interseção foi possível elaborar uma tabela que classifica os movimentos segundo as trajetórias (CON, DIV,

INT, NI) (tabela 10), e verificar os movimentos conflitantes (tabela 11), com a finalidade de se obter algumas informações e respostas pertinentes do cruzamento.

Tabela 10 – Classificação dos movimentos segundo a trajetória

MOV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	DIV	DIV	NI	NI	NI	NI	CON	NI	CON
2	DIV	-	DIV	CON	NI	NI	NI	NI	NI	NI
3	DIV	DIV	-	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
4	NI	CON	NI	-	DIV	NI	NI	NI	NI	NI
5	NI	NI	NI	DIV	-	NI	NI	NI	NI	NI
6	NI	NI	NI	NI	NI	-	DIV	DIV	NI	NI
7	NI	NI	NI	NI	NI	DIV	-	DIV	CON	NI
8	CON	NI	NI	NI	NI	DIV	DIV	-	NI	NI
9	NI	NI	NI	NI	NI	NI	CON	NI	-	DIV
10	CON	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	DIV	-
11	INT	NI	NI	INT	INT	NI	NI	INT	NI	INT
12	NI	INT	NI	INT	NI	INT	INT	INT	NI	NI
13	NI	NI	INT	NI	INT	INT	NI	NI	INT	INT
14	INT	INT	INT	NI	NI	NI	INT	NI	INT	NI
DIV: 16		NI: 86			CON: 08			INT: 20		

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com os dados da tabela 10, foram diagnosticados 16 movimentos divergentes, isto é, todos os motoristas devem seguir a mesma rota até a interseção para que então possam tomar destinos diferentes, sendo este identificado como um dos causadores e geradores de longas filas no cruzamento (figuras 23 e 24).

Figura 23 – Fila aproximação A (movimento divergente)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 24 – Fila aproximação C (movimento divergente)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 11 – Movimentos conflitantes

MOV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1								X		X
2				X						
3										
4		X								
5										
6										
7									X	
8	X									
9							X			
10	X									
11	X			X	X			X		X
12		X		X		X	X	X		
13			X		X	X			X	X
14	X	X	X				X		X	
CONFLITOS: 28										

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com os dados da tabela 11, foram diagnosticados 28 conflitos, isto é, pontos causadores de filas, geradores de efeito afunilamento do tipo convergente e, com possíveis ocorrências de acidentes. Pode ser observado pelos movimentos 2 e 4 (figura 25).

Figura 25 – Afunilamento entre movimentos 2 e 4 (movimento convergente)



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.6 Segurança viária

Nos períodos de avaliações e análises *in loco*, foram diagnosticadas algumas falhas referentes à segurança e acessibilidade aos usuários que serão expostas a seguir.

4.1.6.1 Faixa de segurança

Para os pedestres, a interseção é um desafio a ser enfrentado diariamente, pois o cruzamento não oferece sinalização específica para as travessias, o tempo entre verdes é extremamente curto e, além disso, todas as pistas apresentam movimentos ininterruptos.

Os cadeirantes, além de terem a mesma dificuldade que os pedestres possuem grau de dificuldade superior, pois as rampas de acessibilidade se encontram fora dos padrões da NBR 9050, como inclinação, largura mínima e leito da rua em desnível.

4.1.6.2 Análises indutivas sobre segurança

Ao fazer as contagens volumétricas, se constatou inúmeros veículos que avançam o sinal vermelho e desrespeitam o pedestre sobre a faixa de segurança nos períodos de maior fluxo, independentemente de qual seja a sua aproximação (A, B, C ou D) (anexo C).

Após diversas análises, pode-se concluir que os veículos situados a uma média e longa distância do semáforo procuram acompanhar os veículos da frente na

travessia, mesmo se estes estiverem se deslocando em sinal amarelo. Consequentemente, os veículos situados mais ao final da fila procuram aproveitar este vácuo e cometem inevitavelmente infrações de trânsito mencionadas acima.

4.1.6.3 Travessias

Ao se fazer uma análise criteriosa sobre as travessias, averiguou-se que as conversões de “a direita siga livre com cuidado”, por serem de trânsito livre, transformam as faixas de segurança num perigo para os pedestres (anexo D).

Os movimentos (11, 12, 13 e 14) destinados a travessia ocorrem da seguinte forma:

- Movimento 11: os pedestres que desejam realizar a travessia no sentido Leste/Oeste devem esperar o sinal ficar vermelho para os veículos que executam o movimento 5 e devem prestar atenção no movimento 4 de “a direita siga livre com cuidado” para iniciar a travessia. Após deve-se prestar atenção nos automóveis oriundos do movimento 8 e do movimento 1 de “a direita siga livre com cuidado”.
- Movimento 12: os pedestres que desejam realizar a travessia no sentido Norte/Sul devem esperar o sinal ficar vermelho para os veículos que executam os movimentos 6, 7 e 8 para iniciar a travessia. Após deve-se prestar atenção nos automóveis oriundos do movimento 2 e do movimento 4 de “a direita siga livre com cuidado”.
- Movimento 13: os pedestres que desejam realizar a travessia no sentido Oeste/Leste devem esperar o sinal ficar vermelho para os veículos que executam o movimento 10 e devem prestar atenção no movimento 9 de “a direita siga livre com cuidado” para iniciar a travessia. Após deve-se prestar atenção nos automóveis oriundos do movimento 3 ou 6.
- Movimento 14: os pedestres que desejam realizar a travessia no sentido Sul/Norte devem esperar o sinal ficar vermelho para os veículos que executam os movimentos 2 e 3 e devem prestar atenção no movimento 1 de “a direita siga livre com cuidado” para iniciar a travessia. Após deve-se prestar atenção nos automóveis oriundos do movimento 7 e do movimento 9 de “a direita siga livre com cuidado”.

4.1.7 Boletim de ocorrência (BO)

Procuraram-se informações sobre os números de acidentes registrados nos BO da Brigada Militar. Por não possuir registro de ocorrência na interseção, ocasionou na inviabilidade do estudo de acidentes ocorridos no cruzamento.

4.2 Proposta de alteração viária

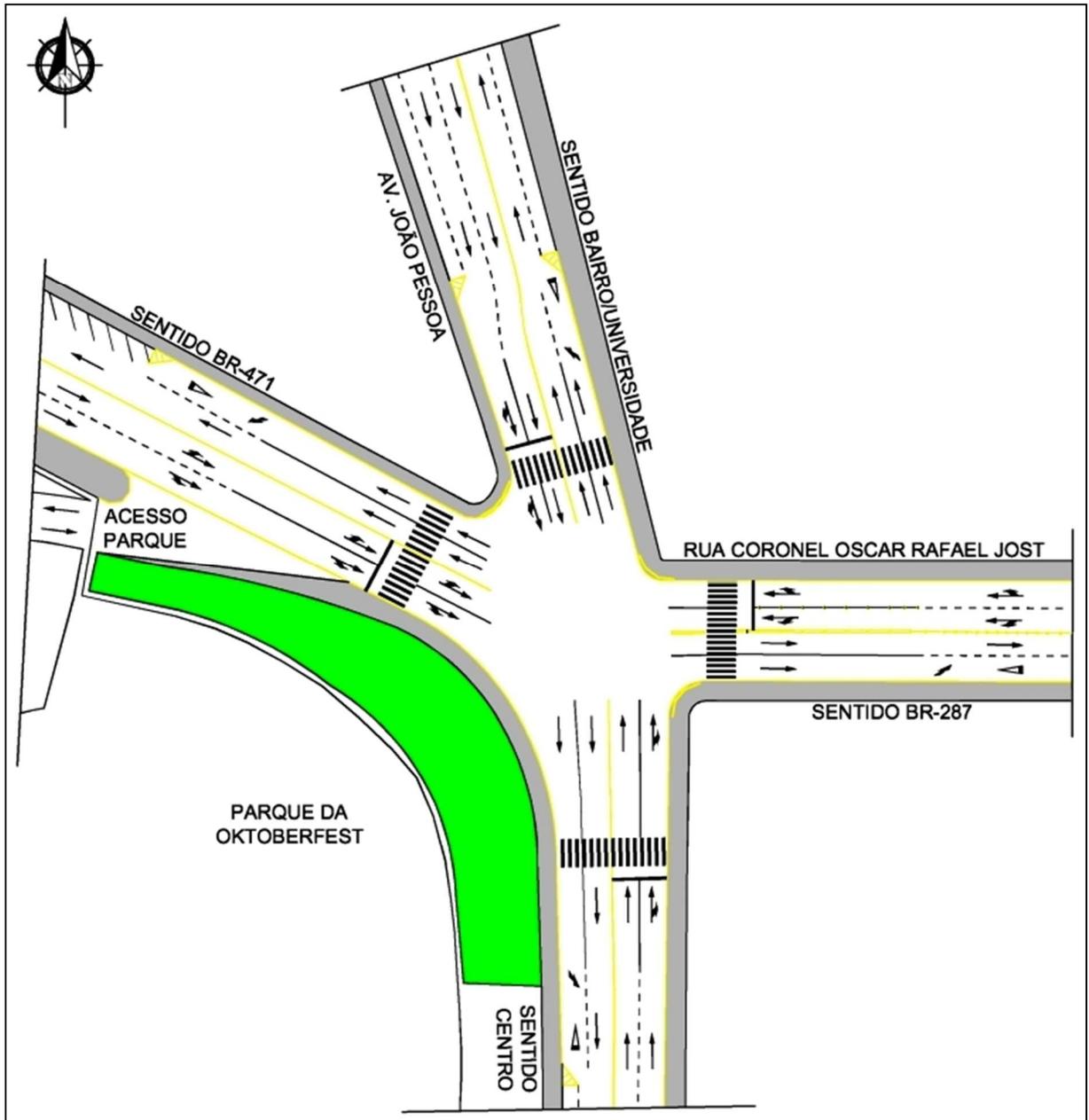
Este subcapítulo irá propor um projeto de autoria do autor (figura 26), com alterações de baixo custo, de fácil e rápida execução, que resultem no aperfeiçoamento das atuais condições de segurança viária aos usuários e na melhora da fluidez do trânsito através das análises realizadas neste trabalho.

4.2.1 Sugestões de melhorias

Através de análises indutivas e de conhecimentos adquiridos neste trabalho, foram propostos as seguintes melhorias que visam aperfeiçoar as atuais condições da interseção, são eles:

- Adotar semáforos para pedestres;
- Corrigir as rampas de acessibilidade conforme NBR 9050;
- Remover as sinalizações verticais de “a direita siga livre com cuidado”;
- Adicionar sinalização vertical R-4a após a interseção no lado esquerdo para os movimentos 5 e 10;
- Readequar os tempos dos semáforos conforme os horários de pico;
- Instalar sinalização vertical de proibido parar e estacionar (R-6c) ao menos a 100 metros da interseção;
- Remover pistas exclusivas de conversão à direita;
- Adicionar pista extra para movimentos que cruzam a interseção (para aumentar o fluxo);
- Redirecionar as rotas dos ônibus;
- Os BO's poderiam ser anotados conforme a ocorrência pontual, sendo registrados pelo número próximo ao local ocorrido.

Figura 26 – Proposta de alteração viária



Fonte: Elaborado pelo autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusões

Chegando ao final da análise da interseção semafórica formada pela Avenida João Pessoa e a Rua Coronel Oscar Rafael Jost, constata-se que existe a necessidade de mudança da atual configuração, visando principalmente melhorar a segurança e a fluidez para os usuários.

Notou-se, através de materiais consultados e pelo acompanhamento de trabalhos realizados, que profissionais capacitados atuando nas áreas de planejamento urbano são de suma importância para a sociedade, pois resultam em ganhos de qualidade na vida das pessoas.

O trabalho evidenciou que o trânsito de automóveis é elevado nos horários de pico e um polo gerador de longas filas, causados basicamente por movimentos divergentes, configuração semafórica ineficiente e conversões exclusivas com pouca relevância.

O estudo também constatou que as condições de segurança do cruzamento aos pedestres e de acessibilidade aos deficientes são precários e inseguros, pois não apresentam semáforos específicos e tempo hábil para se realizar a travessia com cautela e segurança.

Durante os estudos realizados chegou-se ao entendimento que realizar simples adequações de baixo custo e de fácil execução como a implantação de semáforos para pedestres, readequação das rampas de acessibilidade, reconfiguração dos tempos semafóricos, remoção de conversões exclusivas, alteração da sinalização horizontal e vertical e outros ajustes previstos pelo CTB, irão proporcionar um aumento significativo da segurança viária, bem como aprimorar a fluidez do trânsito.

É necessário salientar que os estudos realizados consideram a volumetria atual, sem a realização de projeções de crescimento da frota. Desta forma, as alternativas propostas neste trabalho, o município deverá adotar alternativas de controle de tráfego nas vias e interseções adjacentes para não sobrecarregar ou mesmo ocorrer à alternância de local.

5.2 Recomendações para trabalhos futuros

Sabe-se que a frota de veículos tende a continuar aumentando. Partindo-se dessa premissa, outros estudos e soluções poderiam ser abordados, a fim de aliviar o trânsito na região de estudo. Assim, recomenda-se a realização de estudos sobre a teoria das filas, programação semaforica, influência dos fatores psicológicos sobre os motoristas e pedestres, bem como a viabilidade de implementação de uma rotatória ou elevada.

Recomenda-se, ainda, expandir o estudo para demais cruzamentos da cidade, proporcionando uma melhoria do tráfego através de readequações da sinalização, o que contribuiria para um aperfeiçoamento da mobilidade urbana na cidade de Santa Cruz do Sul.

REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*. Rio de Janeiro, 2004.
- AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials. *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. Washington, D.C.: [s.n.], 2001.
- BRASIL. Código de Trânsito Brasileiro. Lei n. 9.503, de 23 de setembro de 1997. 1. ed, Brasília: DENATRAN, 2008.
- CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. *Sinalização semafórica*. Brasília: CONTRAN, 2006. 301 p., v.5.
- CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. *Sinalização horizontal*. 1. ed, Brasília: CONTRAN, 2007. 128 p., v.4.
- CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. *Sinalização vertical de regulamentação*. 2. ed, Brasília: CONTRAN, 2007. 220 p., v.1.
- DATASUS – Ministério da Saúde. Dados da população. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0206&VObj=http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?ibge/cnv/pop>>. Acesso em: 5 Abr. 2014.
- DATASUS – Departamento de Informática do SUS. Dados demográficos e socioeconômicos. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>>. Acesso em: 13 Abr. 2014.
- DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. *Frota de veículos*. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em: 1 Abr. 2014.
- DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. *Manual de Semáforos*. 2. ed, Brasília: DENATRAN, 1984.
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Manual de Estudos de Tráfego*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2006. 384 p.
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Manual de Projeto de Interseções*. 2. ed, Rio de Janeiro: [s.n.], 2005. 528 p.
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Manual de Projeto geométrico de travessias urbanas*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2010. 392 p.
- MUTCD – The Manual on Uniform Traffic Control Devices. *For streets and highways*. United States: [s.n.], 2009.

MENDES, Letícia. Morte abre polêmica sobre “siga livre”. *Gazeta do Sul*, Santa Cruz do Sul, 2 mar. 2012. Caderno Polícia, p. 10.

SILVA, Edna Lúcia da. *Metodologia de Pesquisa e Elaboração de Dissertação*. Florianópolis: UFSC, 2005.

SIMÕES, F.; SIMÕES, E. *Sistema Viário e Trânsito Urbano*. [S.l.: s.n.]. [2011?].

TRB – Transportation Research Board. *Highway Capacity Manual*. Washington, D.C.: [s.n.], 2000.

ANEXO B – CONTAGEM DE FLUXO (PÁGINA 1)

**CONTAGEM DE FLUXO DE VEÍCULOS NA INTERSEÇÃO
AVENIDA JOÃO PESSOA / RUA CORONEL OSCAR RAFAEL JOST**

DATA	HORA INÍCIO	HORA FIM	NÚMERO DE VEÍCULOS POR MOVIMENTO												TOTAL		
			1	2	3	APR. A	4	5	APR. B	6	7	8	APR. C	9		10	APR. D
2/10	12:45	13:00	26	76	12	114	32	50	82	10	97	51	158	17	66	83	437
2/10	13:00	13:15	32	86	17	135	30	64	94	9	116	83	208	22	92	114	551
2/10	13:15	13:30	33	90	13	136	28	95	123	12	150	80	242	30	96	126	627
2/10	13:30	13:45	49	88	14	151	37	77	114	13	115	50	178	22	95	117	560
2/10	13:45	14:00	26	79	16	121	38	42	80	13	103	47	163	24	70	94	458
2/10	17:15	17:30	39	124	18	181	45	61	106	14	98	65	177	31	58	89	553
2/10	17:30	17:45	50	125	37	212	69	84	153	6	100	54	160	20	102	122	647
2/10	17:45	18:00	46	130	21	197	66	97	163	6	103	46	155	18	96	114	629
2/10	18:00	18:15	42	128	42	212	77	86	163	13	112	61	186	26	88	114	675
2/10	18:15	18:30	43	131	40	214	59	116	175	20	106	52	178	24	75	99	666
2/10	18:30	18:45	42	126	37	205	45	133	178	30	90	44	164	17	68	85	632
2/10	18:45	19:00	31	123	51	205	37	114	151	31	87	41	159	18	88	106	621
2/10	19:00	19:15	14	94	17	125	45	101	146	24	70	32	126	15	66	81	478
2/10	21:30	21:45	16	55	6	77	26	37	63	13	48	18	79	13	90	103	322
2/10	21:45	22:00	14	48	5	67	19	27	46	9	40	21	70	16	93	109	292
2/10	22:00	22:15	17	49	6	72	22	45	67	3	37	14	54	33	120	153	346
3/10	11:30	11:45	33	118	20	171	54	63	117	14	89	37	140	22	62	84	512
3/10	11:45	12:00	61	135	49	245	81	89	170	15	111	57	183	33	105	138	736
3/10	17:15	17:30	45	116	19	180	54	54	108	10	126	66	202	21	72	93	583
3/10	17:30	17:45	50	134	29	213	76	80	156	5	116	65	186	29	99	128	683
3/10	17:45	18:00	48	109	33	190	77	79	156	10	116	58	184	21	99	120	650
3/10	18:00	18:15	26	131	39	196	74	102	176	10	105	63	178	19	105	124	674
3/10	18:15	18:30	30	134	47	211	68	107	175	17	102	52	171	20	58	78	635

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

ANEXO B - CONTAGEM DE FLUXO (PÁGINA 2)

**CONTAGEM DE FLUXO DE VEÍCULOS NA INTERSEÇÃO
AVENIDA JOÃO PESSOA / RUA CORONEL OSCAR RAFAEL JOST**

DATA	HORA INÍCIO	HORA FIM	NÚMERO DE VEÍCULOS POR MOVIMENTO													TOTAL	
			1	2	3	APR. A	4	5	APR. B	6	7	8	APR. C	9	10		APR. D
3/10	18:30	18:45	32	131	30	193	46	117	163	25	91	48	164	29	65	94	614
3/10	18:45	19:00	20	110	37	167	45	126	171	26	89	50	165	16	85	101	604
3/10	19:00	19:15	27	93	28	148	45	71	116	25	88	41	154	23	63	86	504
6/10	07:00	07:15	23	71	5	99	15	33	48	5	130	72	207	21	69	90	444
6/10	07:15	07:30	47	64	8	119	16	61	77	10	143	63	216	32	87	119	531
6/10	07:30	07:45	44	71	15	130	17	75	92	12	130	73	215	33	106	139	576
6/10	07:45	08:00	40	70	17	127	10	48	58	13	142	77	232	25	101	126	543
6/10	08:00	08:15	29	59	14	102	20	48	68	10	88	59	157	22	69	91	418
6/10	11:15	11:30	23	101	17	141	24	38	62	7	71	26	104	11	45	56	363
6/10	11:30	11:45	48	110	20	178	46	63	109	14	81	35	130	21	76	97	514
6/10	11:45	12:00	55	143	33	231	68	69	137	15	95	45	155	23	76	99	622
6/10	12:00	12:15	37	126	36	199	69	88	157	10	92	33	135	20	78	98	589
6/10	12:15	12:30	9	72	10	91	29	42	71	11	50	22	83	11	34	45	290
6/10	12:30	12:45	12	71	10	93	22	37	59	3	68	38	109	7	34	41	302
6/10	12:45	13:00	27	90	15	132	15	61	76	12	104	64	180	19	72	91	479
6/10	13:00	13:15	41	89	17	147	31	74	105	4	101	75	180	43	113	156	588
6/10	13:15	13:30	43	77	11	131	30	73	103	16	124	76	216	42	120	162	612
6/10	13:30	13:45	33	83	10	126	20	57	77	12	129	52	193	40	84	124	520
6/10	13:45	14:00	22	82	14	118	36	49	85	12	95	54	161	33	65	98	462
6/10	17:15	17:30	61	116	26	203	45	77	122	13	93	62	168	25	83	108	601
6/10	17:30	17:45	44	106	27	177	52	121	173	11	103	55	169	33	111	144	663
6/10	17:45	18:00	40	139	29	208	72	107	179	22	91	52	165	24	97	121	673
6/10	18:00	18:15	43	134	23	200	77	118	195	13	95	53	161	21	74	95	651

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

ANEXO B – CONTAGEM DE FLUXO (PÁGINA 3)

**CONTAGEM DE FLUXO DE VEÍCULOS NA INTERSEÇÃO
AVENIDA JOÃO PESSOA / RUA CORONEL OSCAR RAFAEL JOST**

DATA	HORA INÍCIO	HORA FIM	NÚMERO DE VEÍCULOS POR MOVIMENTO												TOTAL		
			1	2	3	APR. A	4	5	APR. B	6	7	8	APR. C	9		10	APR. D
6/10	18:15	18:30	44	139	43	226	42	111	153	28	97	40	165	13	69	82	626
6/10	18:30	18:45	24	105	31	160	34	129	163	32	85	48	165	19	85	104	592
6/10	18:45	19:00	41	125	34	200	14	121	135	31	72	59	162	22	84	106	603
6/10	19:00	19:15	31	85	17	133	25	94	119	19	81	32	132	19	58	77	461
7/10	07:00	07:15	39	98	6	143	19	43	62	6	129	73	208	26	80	106	519
7/10	07:15	07:30	43	83	15	141	23	78	101	18	151	73	242	29	83	112	596
7/10	07:30	07:45	54	79	12	145	15	96	111	26	131	94	251	37	108	145	652
7/10	07:45	08:00	38	91	21	150	22	78	100	21	116	69	206	27	102	129	585
7/10	08:00	08:15	20	83	14	117	14	34	48	9	78	47	134	20	57	77	376
7/10	11:15	11:30	24	105	13	142	44	49	93	14	81	33	128	10	45	55	418
7/10	11:30	11:45	52	117	19	188	44	59	103	9	84	34	127	16	72	88	506
7/10	11:45	12:00	53	148	34	235	76	94	170	10	83	51	144	27	82	109	658
7/10	12:00	12:15	38	133	41	212	52	104	156	18	99	34	151	15	75	90	609
7/10	12:15	12:30	21	78	17	116	32	56	88	12	60	29	101	18	34	52	357
7/10	12:30	12:45	24	61	12	97	24	52	76	4	70	44	118	8	48	56	347
7/10	12:45	13:00	35	89	11	135	20	53	73	5	105	62	172	17	63	80	460
7/10	13:00	13:15	40	94	11	145	38	77	115	10	96	61	167	36	107	143	570
7/10	13:15	13:30	57	101	19	177	32	97	129	15	107	67	189	49	118	167	662
7/10	13:30	13:45	38	95	11	144	22	60	82	6	146	62	214	32	73	105	545
7/10	13:45	14:00	38	95	17	150	29	45	74	12	117	54	183	26	65	91	498
7/10	17:15	17:30	54	108	19	181	38	76	114	10	115	68	193	34	58	92	580
7/10	17:30	17:45	56	115	36	207	49	89	138	12	113	56	181	39	92	131	657
7/10	17:45	18:00	49	134	44	227	47	98	145	7	106	61	174	29	93	122	668

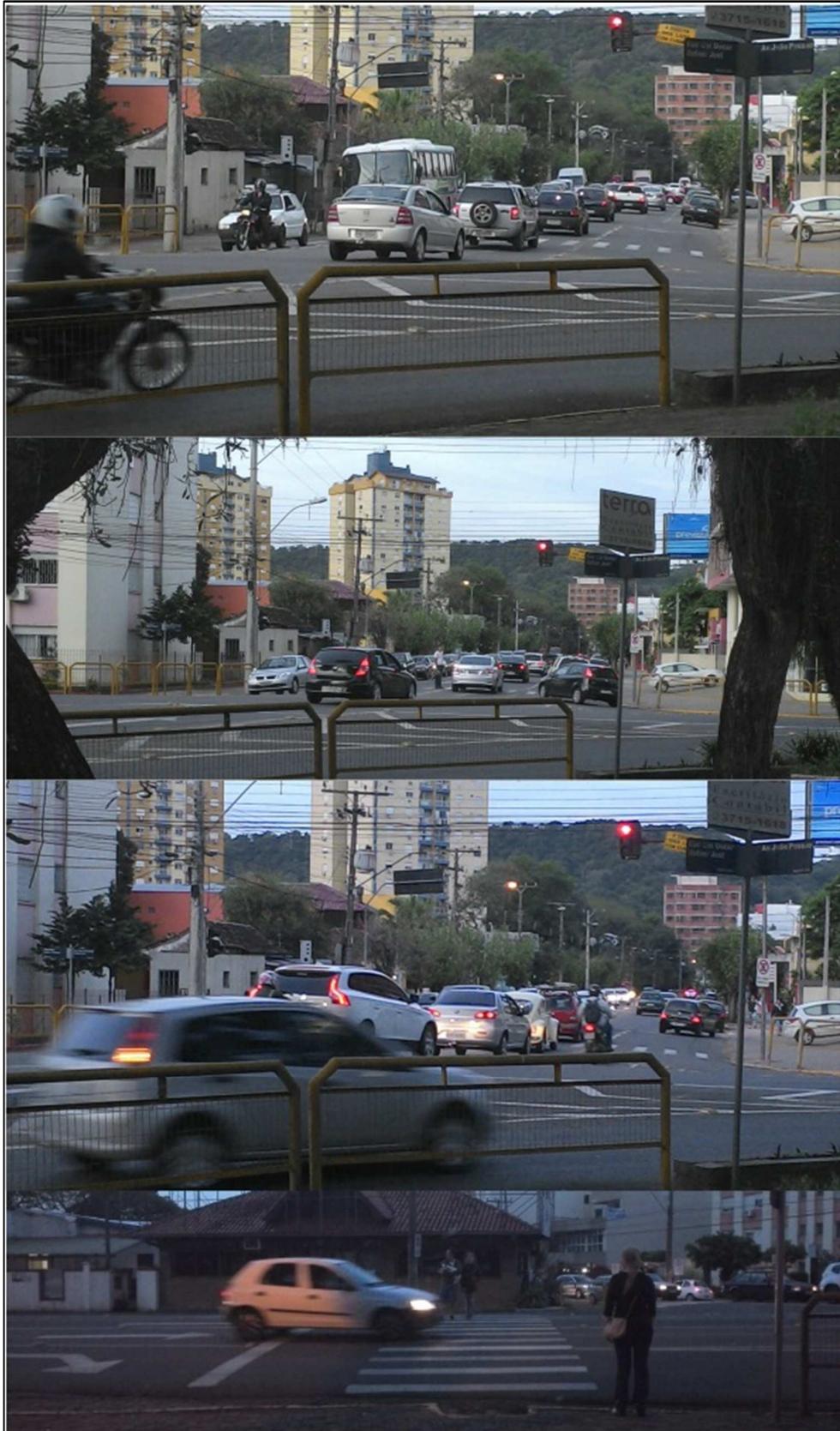
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

ANEXO B – CONTAGEM DE FLUXO (PÁGINA 4)

CONTAGEM DE FLUXO DE VEÍCULOS NA INTERSEÇÃO AVENIDA JOÃO PESSOA / RUA CORONEL OSCAR RAFAEL JOST																	
DATA	HORA INÍCIO	HORA FIM	NUMERO DE VEÍCULOS POR MOVIMENTO										TOTAL				
			1	2	3	APR. A	4	5	APR. B	6	7	8		APR. C	9	10	APR. D
7/10	18:00	18:15	42	118	42	202	76	130	206	6	98	42	146	28	94	122	676
7/10	18:15	18:30	35	137	27	199	35	119	154	15	103	52	170	24	81	105	628
7/10	18:30	18:45	28	132	36	196	38	141	179	27	97	54	178	24	84	108	661
8/10	07:15	07:30	48	99	7	154	15	60	75	12	125	61	198	21	91	112	539
8/10	07:30	07:45	48	80	15	143	20	82	102	7	146	91	244	35	75	110	599
8/10	07:45	08:00	43	84	9	136	21	73	94	12	143	80	235	42	118	160	625
8/10	08:00	08:15	45	68	14	127	23	58	81	5	114	71	190	25	73	98	496
GERAL																	
	média		35,7	97,7	21,5	160,76	38	75	117,16	13,2	97,5	52	168,26	23,8	78,1	105,12	551,3
	porcentagem (%)		22,2	60,8	13,4	29,161	32,5	64	21,251	7,85	57,9	30,9	30,521	22,6	74,3	19,067	
	desvio padrão		12,3	25,7	12,2	42,936	19,9	28,5	41,698	7,22	24,8	16,8	39,914	8,62	20,4	26,68	108,2
ACIMA DE 600 VEÍCULOS																	
	média		43,1	122	32,2	197,13	52,8	102	154,75	16,3	104	56,4	176,72	26,2	90,3	116,41	645
	porcentagem (%)		21,9	61,8	16,3	30,562	34,1	65,9	23,992	9,25	58,9	31,9	27,398	22,5	77,5	18,047	
	desvio padrão		10,2	18,6	11,2	28,262	20,2	19,1	25,799	7,95	16,3	12,8	25,897	8,59	16	22,654	29,63

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

ANEXO C – DESRESPEITOS AS NORMAS DO CTB



Fonte – Fotos tiradas pelo autor.

ANEXO D – POLÊMICA SOBRE “SIGA LIVRE”

10 | SEXTA-FEIRA
2 de março de 2012

POLÍCIA

+ no portal www.gaz.com.br

Gazeta do Sul

SANTA CRUZ ■ Pedestre morreu após ser atropelado sobre a faixa de segurança no Centro da cidade no final da tarde de quarta-feira

Morte abre polêmica sobre “siga livre”

Leticia Mendes
leticia.mendes@gazetasul.com.br

O atropelamento que resultou na morte de um pedestre levantou o debate sobre os riscos da sinalização que permite aos motoristas seguirem livres à direita nos cruzamentos em Santa Cruz do Sul. Utilizada para dar mais agilidade ao tráfego, esse tipo de sinalização pode se tornar um perigo para pedestres e motoristas. Aureo José Ferreira, de 65 anos, atravessava a Rua Oscar Jost pela faixa de segurança, no final da tarde de quarta-feira, quando foi atingido por um ônibus da empresa Primavera, que utilizava a pista de passagem livre.

Dependendo do local, o “siga livre” pode se tornar um risco. É um mal necessário para que o trânsito possa fluir

Alcemar de Godói
Especialista em trânsito

Em depoimento à polícia na tarde de ontem, o motorista do coletivo, que no momento do acidente se preparava para ingressar na Avenida João Pessoa, afirmou que não viu o pedestre. Segundo ele, um caminhão, parado do lado esquerdo, impossibilitou a visibilidade. “Ele disse que parou antes da faixa, mas não viu a vítima, que vinha do lado esquerdo”, informou a titular da 1ª Delegacia de Polícia, Ana Luísa Aita Pippi. O tacógrafo – dispositivo que monitora a velocidade do veículo – apontou que o ônibus trafega

a cerca de 20 km/h quando atropelou a vítima.

Moradora das proximidades do cruzamento onde o acidente aconteceu, Ieda Maria Vargas considera o local perigoso. Ela faz a travessia diariamente junto com o filho Gabriel, de 11 anos. “Quando o sinal está vermelho, os carros param, mas quem segue pela direita não para. Eu tenho muito medo. Ou tiram esse “siga livre” ou vai ter um acidente muito grave aqui”, reclama. O risco percebido pela moradora é confirmado pelo especialista em trânsito Alcemar de Godói. “Dependendo do local, o ‘siga livre’ pode se tornar um risco. É um mal necessário para que o trânsito possa fluir”, afirma.

Nesses pontos, conforme o especialista, pedestres e motoristas precisam redobrar os cuidados. “A sinalização se torna uma armadilha. Muitos nem sabem que uma das pistas tem trânsito livre. O pedestre vai atravessar e vê que o sinal está fechado para os carros e passa pelas pistas centrais, onde os carros estão parados, mas cai numa pista onde os veículos estão em movimento. O atropelamento é inevitável, mesmo que o carro esteja a 10 km/h”, avalia Godói.

Para o especialista, a solução seria retirar a passagem livre. “O tráfego seria prejudicado, mas os pedestres seriam preservados.” No entanto, conforme o secretário de Transportes e Serviços Públicos de Santa Cruz, Antônio Nascimento, não há previsão de mudança no local. Ele explicou que a sinalização é planejada pelo setor de engenharia de trânsito.



■ Placa no cruzamento da Rua Coronel Oscar Jost com a Avenida João Pessoa dificulta travessia no local

Polícia apura responsabilidade de motorista

Ainda hoje uma nova testemunha deverá ser ouvida pelos investigadores. Conforme a delegada Ana Luísa Aita Pippi, o objetivo agora é identificar todas as circunstâncias do acidente. O ônibus deverá passar por análise do Instituto Geral de Perícias (IGP). “Queremos saber se o veículo não apresentava problemas mecânicos, se ele realmente estava em condições”, explicou. Segundo a delegada, as câmeras de vigilância instaladas pela Prefeitura nas proximidades do local do acidente não captaram o momento da colisão. Como se trata de uma câmera móvel, no momento o equipamento estava direcionado para outro ponto da via. Foram registradas imagens do atendimento à vítima.

A delegada Ana Luísa trabalha com a hipótese de homicídio culposo, quando não há intenção de matar. “Mas isso não significa que o motorista terá indícios por este crime. Ao longo do inquérito, vamos analisar todo o contexto e apurar se



■ Homem foi socorrido, mas morreu no hospital

houve responsabilidade por parte do condutor ou não”, afirmou. O gerente geral da empresa, Emerson Diehl, garantiu que a Primavera oferece regularmente cursos para os motoristas sobre como trafegar de forma segura.

A vítima

Aureo José Ferreira foi atendido pelos bombeiros e conduzido em uma ambulância do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência até o Pronto Atendimento do Hospital Santa Cruz. Com traumatismo craniano, ele morreu cerca de seis horas após ter sido internado. Foi sepultado

na tarde de ontem, no Cemitério São João Batista, em São José da Reserva, no interior de Santa Cruz. O velório aconteceu na capela da igreja São João Batista. Ferreira, que era conhecido como Graxa, era viúvo e deixa três filhos. Ele era morador da localidade de São José da Reserva. ■



FRUTEIRA SUL

FRUTAS E VERDURAS FRESQUINHAS PARA VOCÊ E SUA FAMÍLIA

CEBOLA kg R\$ 0,99	BATATA kg R\$ 0,78	TOMATE kg R\$ 1,29	CENOURA kg R\$ 0,98	BETERRABA kg R\$ 0,98
ABACAXI un. R\$ 1,39	MELÃO Espanhol kg R\$ 1,78	MAMÃO Formosa kg R\$ 1,98	BANANA Caturra kg R\$ 0,98	MANGA kg R\$ 1,98
MAÇÃ kg R\$ 1,39	LARANJA kg R\$ 0,85	BANANA Fruite kg R\$ 1,78	PÊRA Nacional kg R\$ 1,89	CAJUI kg R\$ 1,98
BATATA DOCE kg R\$ 0,98				

ACEITAMOS TICKET ALIMENTAÇÃO E REFEIÇÃO!

RUA SENADOR PINHEIRO MACHADO 923 (ABERTO AO MEIO-DIA) | RUA VENÂNCIO AIRES 771 (ABERTO AO MEIO-DIA)
RUA ERNESTO ALVES ESQ. TIRADENTES 31 (ABERTO AO MEIO-DIA) - 3717-4375 - ATENDE ATACADO

CUIDADOS

Pedestre

Faixa de segurança

Não confie apenas na faixa de segurança. Olhe para os lados antes de atravessar e só siga em caso seguro. É necessário calcular que os motoristas precisam de um tempo até conseguir frear o veículo.

Sinaleira

O pedestre sempre tem preferência no trânsito, por ser mais frágil, mas ele também deve contribuir para a segurança do tráfego. Então, respeite a sinalização. Só atravesse, mesmo nos locais com faixa de segurança, quando o sinal estiver fechado para os veículos.

Siga livre

Esse tipo de sinalização exige maior atenção por parte dos pedestres. Fique atento para esse tipo de placas. O pedestre deve observar se os veículos realmente vão parar para então iniciar a travessia. Na dúvida, nunca atravesse. Evite correr sobre a faixa de segurança.

Motorista

Faixa de segurança

As faixas foram criadas para dar mais segurança aos pedestres, mas também para evitar acidentes e transtornos aos motoristas. Sempre respeite esse tipo de sinalização. Nos locais onde houver linha de retenção, pare antes dessa marcação. Essa é a distância segura para evitar o risco de atingir os pedestres.

Sinaleira

Mesmo quando o sinal estiver verde para você, tome cuidado. Observe se nenhum pedestre está fazendo a travessia sobre a via. É necessário observar também nos cruzamentos os outros veículos, que podem avançar o sinal vermelho.

Siga livre

Nos locais onde houver a sinalização “À direita, siga livre com cuidado”, realmente tome cuidado. Antes de avançar, observe se não existem pedestres fazendo a travessia da via.

Fonte: Alcemar de Godói, especialista em trânsito.