



Centro Universitário da FEI  
Relatório Final



**Uso de Simulador de Tráfego para análise de  
intersecção na Av.Humberto Alencar Castelo  
Branco com Estrada Samuel Aizemberg**

São Bernardo do Campo  
2012



Centro Universitário da FEI  
Relatório Final



**Camila de Lima**

**Nº FEI: 11110186-1**

**Uso de Simulador de Tráfego para análise de  
intersecção na Av.Humberto Alencar Castelo  
Branco com Estrada Samuel Aizemberg**

*Relatório Final de Iniciação Científica  
Do projeto de Simulação Semafórica,  
orientado pelo Professor Kurt A.P.A. apresentado ao  
departamento de Engenharia Civil.*

**São Bernardo do Campo  
2012**

### Sumário

Resumo .....	4
Introdução .....	5
Objetivo.....	8
Justificativa.....	9
I. Revisão Bibliográfica .....	10
1. Engenharia de tráfego.....	10
2. Histórico .....	11
3. Cenário Nacional (Brasil) .....	12
4. Cenário Mundial (Alemanha).....	15
5. Características de Tráfego.....	16
6. Semáforos e conceitos de tráfego .....	17
7. Tempo de amarelo.....	28
8. Tempo de vermelho de segurança .....	28
9. Tempo de travessia - Pedestres.....	28
10. Entreverdes .....	30
11. Tempo de Ciclo.....	31
12. Programação Semafórica .....	31
a. Coleta de dados.....	31
b. Fluxo Veicular.....	31
c. Fluxo de Saturação.....	32
d. Estimativa prática de fluxo de saturação e headway de saturação .....	34
e. Taxa de Ocupação.....	36
f. Tempo perdido .....	36
g. Capacidade.....	37
13. Método Webster.....	38
14. Modos de Controle Semafórico.....	39
15. Instalação de semáforos .....	41
16. Tipos de Intersecção .....	45
II. Estudos do Existente e Resultados Obtidos .....	47
1. Reconhecimento da Intersecção .....	47
2. Levantamento de Dados.....	47
3. Modelagem na Interface Gráfica do software Lisa+ .....	52
4. Modelagem de Cálculo pelo método Webster da situação existente .....	60
5. Modelagem de cálculo pelo Lisa+ da situação existente.....	66
III. Proposta de Melhoria.....	70
1. Modelagem de cálculo pelo método Webster da proposta .....	72
2. Modelagem de cálculo Lisa+ da proposta.....	77

IV.	Observações Finais.....	83
V.	Resultados e Simulações.....	83
VI.	Metodologia.....	86
VII.	Informações Técnicas e Dados Coletados.....	89
VIII.	Conclusões Parciais.....	90
IX.	Conclusões Finais.....	91
X.	Proposta de Trabalhos Futuros.....	91
XI.	Plano de Trabalho e Cronograma.....	92
XII.	Referências Bibliográficas.....	93
	Anexo I: Relatório de Pesquisas - Contagem.....	96
	Anexo II: Tutorial Básico do <i>software</i> Lisa+.....	111

## RESUMO

A engenharia de tráfego é considerada como uma ciência recente, não muito explorada e investida, seu surgimento ocorreu com um importante desenvolvimento tecnológico e industrial, com a disseminação do uso do automóvel, foi levantado à hipótese de estudos para planejamento do tráfego.

O semáforo é uma solução ao caos do sistema de tráfego urbano, indicado para melhorar a segurança nos cruzamentos onde há pouca visibilidade, o relevo favorece o emprego de velocidades altas, e na existência de entrelaçamento. Composto normalmente pelas cores, vermelho (pare), amarelo (atenção) e verde (siga), é necessário um estudo para programação semaforica.

Os semáforos podem ser agrupados, e em ação conjunta permite a circulação em um cruzamento, mas para isso é necessário o estudo dos movimentos e identificação dos pontos de conflitos, a partir disto é conclusivo a determinação dos estágios na programação, ou seja, a definição de quais movimentos e a ordem que serão realizados, com obtenção de parâmetros como fluxo de saturação, largura da faixa e fluxo veicular, permitem o cálculo do tempo de amarelo, de vermelho e entreverdes de um determinado grupo semaforico, obtendo assim o tempo de ciclo ótimo, onde ciclo é o tempo em segundos para que ocorra o andamento de todas as indicações luminosa dos grupos focais.

Com a obtenção do tempo de ciclo e a alimentação de dados e demais parâmetros em simuladores de tráfego simula uma determinada região e possibilita o estudo de diversas propostas, combinações na programação e alternativas no projeto.

Com a simulação foi possível avaliar o nível de serviço existente na intersecção, sendo qualificado na maioria dos grupos semaforicos como nível "F", de pior desempenho, com operação em 4 estágios, a nova proposta sugere redução do tempo de ciclo, dois planos semaforicos a serem seguidos com botoeira e sem botoeira de pedestres e uso de faixas de conversão a esquerda e a direita separadas na Estrada Samuel Aizemberg, elevando o nível de serviço.

## INTRODUÇÃO

A expansão de grandes centros urbanos, ocasionadas por rotas comerciais, através dos séculos, trouxe á tona a dissipação de grandes núcleos urbanos, à medida que houve tal crescimento, a meta era apenas expandir. De tal modo que grande dissipação ocorreu e os resultados foram grandes cidades superlotadas com difícil locomoção, mas dúvidas são levantadas, tais como: Mau planejamento urbano? Ou simplesmente a falta dele? A ciência que implica este estudo e possível solução deste dilema urbano é a engenharia de tráfego.

A engenharia de tráfego é considerada como uma ciência recente, não muito explorada e investida, seu surgimento ocorreu com um importante desenvolvimento tecnológico e industrial, com a disseminação do uso do automóvel, foi levantado à hipótese de estudos para planejamento do tráfego.

Como podemos constatar a necessidade de organização do tráfego é cada vez mais irrefutável, de modo que no caso de uma cidade grande como São Paulo, segundo Campos e Bonetto (2011) apud Cintra (2008) Fundação Getúlio Vargas - SP, os custos anuais causados por congestionamento chegam R\$ 27 bilhões, e os custos contábeis chegam a R\$6,5 bilhões, no total podemos afirmar um custo de R\$33,5 bilhões, neste mesmo ano o PIB de São Paulo, segundo as estimativas de Cintra eram de R\$336,9 bilhões, cerca de 10% do PIB voltado para gastos com o congestionamento. E não são somente os custos financeiros que preocupam, visto que há gastos com o tempo. De acordo com A.A.E.P.U.S.P.(1979) afirmam que o maior fluxo de tráfego urbano acontece no período das 06h00min às 08h30min da manhã e das 17h00min às 20h00min da noite, causando longos períodos de congestionamento e tráfego lento, alterando a rotina de seus usuários.

Bezerra (2007) cita que uma das principais alternativas da engenharia de tráfego é o uso de semáforo, o surgimento do 1º semáforo foi em 1868, em Westminster, na Inglaterra, constituído por lâmpadas verdes e vermelhas a gás, sendo de uso noturno. Já em 1818 é utilizado em Nova Iorque, o primeiro semáforo elétrico mais próximo de nosso modelo atual com as três cores hoje utilizadas, porém sendo de uso manual.

O semáforo é uma solução ao caos do sistema de tráfego urbano, indicado para melhorar a segurança nos cruzamentos onde há pouca visibilidade, o relevo favorece o

emprego de velocidades altas, e na existência de entrelaçamento. Porém é necessário que ele seja adequadamente instalado, trazendo algumas vantagens como:

- Redução da demora e do número de paradas;
- Aumento da capacidade;
- Redução do tamanho de filas, da frequência de acidentes, da emissão de poluentes e do consumo de combustível.

Segundo Bezerra (2007), apud Datta e Dutta (1990), pesquisas realizadas indicam que o número de colisões com ângulo reto diminuiu nas interseções com a substituição de placas de “PARE” por semáforos. Entretanto houve um aumento nas colisões traseiras quando as interseções foram semaforizadas.

Um semáforo mal instalado acarreta os principais problemas como:

- Aumento da demora, do número de paradas, da frequência de acidentes, nas violações das regras de trânsito;
- Redução da capacidade;
- Utilização de rotas alternativas para evitar o semáforo, gerando problemas para as ruas de características locais.

Esses problemas podem ser evitados, quando se tem um estudo prévio da necessidade do semáforo no local, e poderiam ser adotadas alternativas como: o uso de uma das vias como preferencial; com sinal de “PARE” ou “DÊ A PREFERÊNCIA”; com a instalação de sinais de trânsito advertindo os motoristas de que eles estão se aproximando de uma interseção; com a alteração das linhas de retenção para melhorar a distância de visibilidade na interseção; a instalação de dispositivos para a redução de velocidade na aproximação da interseção; a instalação de dispositivo com amarelo piscante para complementar o sinal de “PARE”; o aumento de uma ou mais faixas de tráfego nas vias secundárias; a implantação de ilhas para a separação dos fluxos veiculares, que podem melhorar a segurança e diminuir a demora em atravessar de veículos e pedestre; a instalação de iluminação adequada na interseção quando há uma grande frequência de acidentes noturnos; a proibição de um ou mais movimentos (principalmente de conversão a esquerda), se rotas alternativas estão disponíveis; a instalação de rotatória. E para todos os casos deve-se levar em consideração cada uma das alternativas apresentadas acima, de forma que seja aplicada a que melhor se enquadra. Para que essa consideração seja realizada de modo pleno, foram desenvolvidos os

*softwares* de simulação de trânsito. O seu uso é uma tendência, devido a sua rapidez e eficácia, pois, nos dias de hoje não é viável a execução de um projeto sem a certeza de seus benefícios.

Nesses *softwares* de simulação, carregam-se dados quantitativos e qualitativos sobre determinada via, com isso, notificará as possíveis soluções para melhoria do tráfego, sendo essas melhorias baseadas nas alternativas apresentadas acima e outras não citadas.

Os simuladores de tráfego possuem parâmetros dos quais propõem fluxos de saturação, volume de tráfego e os tempos perdidos na mudança de fase, entre outros. Os fluxos de saturação são dependentes da largura e declividade da faixa de tráfego, composição da frota e até porcentagens de conversões.

Esses simuladores foram desenvolvidos em alguns níveis, como os que simulam o tráfego em uma via isolada, ou que simula em uma grande cidade, podendo interagir em conjunto, viabilizando o processo. Os mais conhecidos no mercado atualmente são: TRANSYT, SIGOP, NETSIM, INTEGRATION, SCOOT, M2, porém no desenvolver desse projeto de iniciação científica, será focado o *software* desenvolvido recentemente na Alemanha, chamado LISA+, já utilizado na Europa.

## OBJETIVO

A partir deste projeto de iniciação científica será realizado um estudo de caso de uma intersecção semaforizada para desenvolvimento de uma visão crítica e analítica, avaliando possíveis soluções e melhorias.

De modo que, para atingir o objetivo principal, as seguintes metas serão atingidas:

- Desenvolvimento do uso do software Lisa + no Centro Universitário da FEI;
- Estudo, assimilação e aplicação dos conceitos técnicos de engenharia de tráfego aplicados as intersecções, dessa forma avaliando os tipos de movimentos, tempo de espera, comportamento do tráfego local, localização dos semáforos, etc;
- Elaboração de um estudo científico aplicado a área de engenharia de tráfego;
- Busca de fontes bibliográficas que tratam do assunto, a fim de ser incluso no acervo bibliotecário.

## JUSTIFICATIVA

Os dados alarmantes da situação de caos no tráfego a nível mundial, o crescimento desenfreado da frota de veículos e a desorganização das vias locais são fatores de peso para o estudo de tráfego. Com isso, a simulação por software torna-se uma ferramenta alternativa para este estudo, sendo inicialmente realizado em intersecções isoladas, apontadas pela prefeitura de São Bernardo do Campo como pontos críticos de alta incidência de paralisação total ou parcial do trânsito local.

O *software* Lisa+, será a ferramenta alavanca deste estudo. A partir dele é possível alimentar dados coletados ao *software*, simulando a intersecção estudada. A proposta do uso deste *software* deve-se ao fato de apresentar facilidade em sua formatação para os parâmetros de trânsito brasileiro e por possibilitar o estudo em regiões isoladas, diferenciando de outros *softwares*. Além disso é proposto o treinamento para o uso do *software*, afim de se obter qualificação dos operadores do *software* e assim estimular a adesão e divulgar seu padrão operacional.

## I. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1. Engenharia de tráfego

Com o desenvolvimento dos grandes centros urbanos, devido à expansão de rotas comerciais, a urbanização de grandes cidades, o crescimento desordenado da mesma, levou a um grande conflito atual, grandes congestionamentos por todas as vias de tráfego.

A explicação seria a falta de planejamento urbano, ou simplesmente feito de forma indevida, a ciência que aborda o estudo de mobilidade e circulação de pessoas e transporte de bens e mercadorias é a engenharia de tráfego, segundo Cucci (2011), a engenharia de tráfego aborda a elaboração de projetos de sinalização, o planejamento e organização do trânsito, implicando no estudo da circulação, hierarquização das vias, modificações no sistema viário, integração com o sistema de transporte coletivo, estudo de impactos de grandes empreendimentos no sistema viário e por fim o planejamento da operação de trânsito, implicando diretamente no controle semafórico, na desobstrução de vias e na fiscalização. Cucci (2011) afirma que a engenharia de tráfego é a administração de conflitos de deslocamentos.

Cucci (2011) cita que a engenharia de tráfego se tornou um campo promissor no Brasil desde a promulgação da CTB (Código de Trânsito Brasileiro) em setembro de 1997, além de substituir a antiga CTB de 1967, entrando em vigor em 1998, reformulou conceitos já existentes na engenharia, e promoveu a municipalização do trânsito, de certa forma promoveu a autonomia na administração do trânsito para cada município. Desde então a organização do trânsito se tornou cada vez mais complexa, sendo formulado o Sistema Nacional de Trânsito, o qual é constituído de diversas entidades e órgãos relacionados ao trânsito, subordinado ao Ministério de Cidades.

A seguir esquematização do Sistema Nacional de Trânsito:

TABELA 1 - Organização do Sistema Nacional de Trânsito

Instância	Órgãos Consultivos	Órgãos Executivos		Agentes de Fiscalização	Órgãos Julgadores	Total
		Trânsito	Rodoviário			
Federal	Contran	Denatran	Dnit	Polícia Rodoviária Federal e DNIT	Jari	7
Estadual	Cetran/ Contrandife	Detran	DER	Polícia Militar, agentes dos Detrans e DER	Jari	162
Municipal	-	Órgão Municipal de trânsito e rodoviário	Órgão Municipal de trânsito e rodoviário	Polícia Militar e agentes dos órgãos municipais	Jari	1.244

Fonte: Cucci, 2011, apud Trânsito, questão de cidadania (Ministério das Cidades).

## 2. Histórico

O primeiro semáforo data-se de 1868, na Inglaterra em Westminster, com lâmpadas verdes e vermelhas a gás, já em 1913, James Honge criou o primeiro semáforo elétrico mais próximo dos modelos atuais, sendo aplicado em Cleveland em 1914, no início de século 20, por volta de 1918, seu uso chega aos Estados Unidos, operando manualmente com 3 cores em Nova Iorque. Os primeiros semáforos interligados foram utilizados em Salt Lake City, em 1917. E em 1925 entra em operação de modo automatizado na cidade de Wolverhampton, Inglaterra (Bezerra 2007; e Bonetti, Pietrantonio 2001, apud Homburguer et al., 1992).

Dutra (2005) cita que na década de 1930, houve a tentativa de controle semafórico atuado por veículos realizado de 2 formas: a primeira tentativa ocorreu nos EUA com uso de microfones instalados na rua e obedeciam as buzinas dos veículos, e mais tarde foi proposto um modelo utilizando contatos elétricos e tubos pneumáticos, onde a passagem de veículos permitia a passagem de ar por estes tubos e os mesmos acionavam os contatos elétricos em

um compartimento.

Em 1932, o primeiro semáforo atuado por veículos é instalado em Londres e após 3 anos inicia-se a operação da primeira rede de semáforos atuados por veículos em Londres e em Glasgow, Escócia (Dutra 2005 apud Webster e Cobbe 1966).

Segundo Soares (1975), quanto a engenharia de tráfego, foi colocada em questionamento desde o século XVII, quando astecas no México construíram uma estrada com uma faixa central separadora do tráfego, entretanto com o advento do automóvel no fim do século XIX, surgiu nos EUA a necessidade de estudar e controlar o tráfego desordenado de veículos.

Em 1907, surge em São Francisco nos EUA, a preocupação com os pedestres destinando a eles espaços reservados. Já em 1911, surge as faixas centrais separadoras de tráfego pintadas em branco no pavimento em Michigan, em 1915 e em 1916, surgem as primeiras pesquisas relacionadas a origem e destino e estudos relativos ao retardamento de velocidades em Nova York e Buffalo respectivamente. Entre os marcos históricos de extrema importância temos a fundação do *Institute of Traffic Engineers*, em 1930, a profissão de engenheiro de tráfego é oficialmente reconhecida nos EUA.

A partir disso Engenharia de Tráfego segundo a definição adotada por *Institute of Traffic Engineers*:

“Engenharia de Tráfego é a fase de engenharia de transportes relacionada com o planejamento, com o desenho geométrico e com as operações de tráfego das estradas, suas redes, terminais e terrenos adjacentes, inclusive a integração de todos os modos e tipos de transportes, visando proporcionar a movimentação segura, eficiente e conveniente das pessoas e das mercadorias.”

### 3. Cenário Nacional (Brasil)

No Brasil atualmente tem sido crescente a área voltadas às engenharias, principalmente com mudanças políticas e novas estratégias governamentais, cada vez mais é investido em infra-estrutura no país. Portanto é de maneira gradativa cresce a preocupação com o trânsito brasileiro uma vez que as cidades brasileiras ocupam 84% da população

nacional, produzindo 90% da riqueza, e para os próximos 40 anos é previsto que a área urbana de cada estado abrigará 20 mil novos moradores sendo equivalente a 2 cidades de São Paulo, não é difícil imaginar que a circulação de pessoas e principalmente veículos, o tráfego será caótico.

E não representando apenas uma difícil mobilidade, as perdas se estendem segundo o Akishino (2003) o Manual de Semáforos DENATRAN/CONTRAN/MINISTÉRIO DA JUSTIÇA informa que em cidades grandes 50% dos tempos de viagens e 30% do consumo de gasolina são originados de veículos parados em cruzamentos com semáforos. Por exemplo em um semáforo de porte médio onde passam cerca de 2000 veículos por hora, anualmente é gasto 40000 horas em atrasos.

De acordo com Cucci 2011, apud Folha de São Paulo ( fevereiro/2007), os paulistas permanecem 3 horas em exposição aos congestionamentos por dia, e por mais que se pense que o problema ocorre em grandes cidades, ocorre um equívoco segundo Cucci 2011 apud Folha de São Paulo (março/2010) em Porto Velho (RO) foi criada a zona azul, e desta cidade nortista é possível avaliar os dados mais alarmantes nos anos de 2008 e 2009, apresentou crescimento da frota de veículos em cerca de 15,7%, sendo a campeã de crescimento em cenário nacional, porém ocupando a 10a posição na renda per capita do país, sendo a capital com renda mais baixa, neste mesmo ano a média brasileira de 7,7%.

Tendo um parâmetro nacional assustador medidas tem sido tomadas ao combate deste tráfego caótico, ou sendo tratado como caos na mobilidade urbana.

Segundo Bonetti e Pietrantonio (2001), a evolução expressiva no Brasil voltada ao tráfego data-se da década de 70, por iniciativas da CET/SP – Companhia de Engenharia de Tráfego do Município de São Paulo, coma a implantação do projeto SEMCO, de origem norte americana trata-se de um sistema de controladores de intersecções semaforizadas que atuam com tempo fixo a partir de uma central de controle, Espel (2000) relata que “O sistema SEMCO – “Semáforos Coordenados por Computador” opera desde 1982, atualmente sendo substituído por um sistema centralizado responsivo em tempo real. Sua configuração é de um sistema centralizado à tempos fixos com detectores estratégicos. Controlava ao todo 470 cruzamentos do sistema viário principal da cidade. Seus controladores e detectores de veículos são interligados à central de tráfego em área, que contém os arquivos dos planos de tráfego que são implementados nos semáforos. Admitia três formas de seleção de planos:

- Tabela horária: Aplicando planos segundo o horário do dia e o dia da semana.
- Seleção de planos por operador: Os técnicos da central de controle podem selecionar qualquer plano gravado e implementá-lo, independente da tabela horária. Também pode-se variar os tempos do plano que está corrente naquele momento.
- SAP – Seleção automática de planos: À partir da detecção de fluxo e ocupação de uma determinada via o sistema pode escolher dentro dos planos existentes, através de uma tabela de decisão, o mais adequado aquela situação.

A operação do sistema SEMCO resultou na redução de aproximadamente 10% nos tempos médios de percurso, resultado de pesquisas efetuadas antes e depois de sua implantação.”

Medidas mais atuais para combater o tráfego caótico são tais como:

- rodízio de veículos
- restrições de acesso em certas áreas da cidade
- restrições à frota
- melhorias no transporte coletivo (criação de corredores exclusivos)
- faixa solidária
- pedágio urbano
- aumento de fiscalização
- melhoria no planejamento urbano
- ação econômica , como alto preço da gasolina
- zona azul
- restrições para estacionar na rua ou atuação direta nos estacionamentos, entre outras.

É possível que mesmo com tais medidas adotadas apenas amenizam o grave problema, caminhado em pequenos passos, como o uso de simuladores de tráfego em algumas cidades brasileiras, atuando assiduamente no controle semafórico, Dutra (2005) expõe a situação de algumas cidades brasileiras, como explicita a tabela a seguir:

TABELA 2 - Controle Semafórico em cidades brasileiras

Cidade	Estado	Frota de veículos	Cruzamentos semaforizados	Centrais de tráfego	Cruzamentos controlados pelas centrais	Método ou programa de coordenação utilizado	
						Central	Corredores
Belo Horizonte	MG	757.161	567	2	357 *	TRA	TRA
Curitiba	PR	786.167	885	3	534	TRA	DET
Florianópolis	SC	158.715	130	1	81	TRA / RAM	DET / PAL
Fortaleza	CE	416.061	400 *	1	189	SCO	DET
Porto Alegre	RS	508.140	955	1	570 *	TRA	PAL
Rio de Janeiro	RJ	1.492.158	2.000 *	8	1.000 *	TRA	DET
São Paulo	SP	4.295.160	4.600 *	5	1.200 *	TRA / SCO	TRA / PAL
Vitória	ES	99.566	176	2	175	DET	DET

PAL: PROGRESSÃO POR AJUSTES LOCAIS

TRA: PROGRAMA TRANSYT

SCO: PROGRAMA SCOOT

DET: DIAGRAMA ESPAÇO-TEMPO

RAM: PROGRAMA RAMSES

\* valores aproximados

Fonte: Dutra (2005), p.9

O desuso dos softwares são atribuídas a difícil configuração para situações específicas e reais, assim como a falta de profissionais especializados na área.

Ao desenvolver deste projeto o software explorado será o simulador Lisa +, atuando de modo diferenciado pois permite o estudo de uma região específica, no caso uma intersecção, sendo de origem alemã, no capítulo a seguir é possível avaliar o cenário originário do software.

#### 4. Cenário Mundial ( Alemanha)

Na cidade de Nurembergue na Alemanha foi desenvolvido o projeto Orinoko em 2008, projeto orçado em €\$3 milhões, após 3 anos de pesquisas foi possível elaborar um sistema que processa imagens geradas por câmeras de vídeos em tempo real em ruas e avenidas, medir o volume de tráfego, calcular o tamanho das filas e acionar automaticamente os semáforos, para que garantam um fluxo contínuo, de modo a amenizar a situação predominante de modo rápido e eficaz.

Analisando de modo contínuo o problema de mobilidade urbana, foi criada a Rede Cities for Mobility com sede em Stuttgart, Alemanha, entidade que reúne diversos profissionais que buscam disseminar a experiência alemã pelo mundo. Sendo a principal entidade privada voltada para questão da mobilidade urbana, promovendo congressos por

diversos países, conta com cerca de 616, membros associados , representando cerca de 82 países, porém com poucos representantes no Brasil.

Recentemente em Florianópolis (SC), ocorreu em abril de 2011 o Fórum Internacional sobre Mobilidade Urbana promovido pela Rede Cities for Mobility. “Será um evento internacional que foi captado para ser realizado em Florianópolis. Teremos dentro do temário um painel sobre Santa Catarina, mas nosso foco será debater e traçar projetos em nível nacional e internacional, e poder vislumbrar planejamentos compatíveis para os próximos 50, 70 anos para as Cidades”, relato de Hamilton Lyra Adriano, presidente do Fórum Internacional sobre Mobilidade Urbana.

Ocorrendo assim um intercâmbio cultural de idéias é promovido por profissionais renomados na área de transportes de larga experiência exterior participaram do congresso, e novas experiências internacionais são conhecidas.

### 5. Características do Tráfego

Para avaliar o tráfego são necessários parâmetros aos quais servem como referência para o estudo em qualquer região, tais como:

- ✓ Demanda
- ✓ Serviço
- ✓ Oferta

Chega a ser comparado a uma regra do mercado financeiro como a lei de oferta e procura, assim é exposto por Cucci (2011), ao citar que a demanda neste caso é o fluxo de veículos, remetendo ao número de veículos que trafegam em uma via em um determinado tempo, a oferta no caso são as vias de acesso oferecidas para a passagem de fluxo, sendo até mesmo aconselhável o planejamento de oferta em uma cidade analisando o sistema viário (vias de tráfego) e contrabalaceando com os moradores da cidade, a melhoria no sistema de transporte público é um item considerável neste planejamento, a oferta englobará a

capacidade de veículos que é possível trafegar em um determinado tempo, já o fator serviço analisa a velocidade dos mesmos e o tempo de viagem.

De modo geral, atuando efetivamente no planejamento de oferta os tipos de vias que atuam para a ligação de bairros, moradias ou trechos de longa distância, pode ser classificadas como: locais (para uso do acesso local, com intersecções em nível sem sinalização com velocidade máxima de 30 km/h), coletoras (para receber e distribuir o trânsito proveniente de outras vias ou acessos com velocidade máxima de 40 km/h), arteriais (constituídas por intersecções em níveis semaforizadas permitindo acesso a demais vias e redirecionando o tráfego para determinadas regiões com velocidade máxima de 60 km/h) e expressas (vias rápidas, sem passagem de pedestres, sem intersecções com velocidade máxima de 80 km/h).

A classificação das vias permite a organização do tráfego local, entretanto é necessário o planejamento em uma cidade, caso que não foi observado na cidade de São Paulo, por exemplo. Neste projeto podemos entender que a intersecção em nível a ser estudada é semaforizada podendo ser considerada como uma via arterial, antes de avaliar suas características de tráfego é necessário entender a semaforização de uma via, o que será observado no item a seguir.

### 6. Semáforos e conceitos de tráfego

Sendo um semáforo definido por dispositivo para controlar o tráfego, constituído de elementos iluminados que indicam aos motoristas, pedestres ou ciclistas os movimentos que podem ser realizados, de forma a organizar a passagem local em uma intersecção de vias.

O semáforo pode ter a função de advertência ou de regulamentação, em ambos os casos a composição do mesmo é diferenciado.

O semáforo de advertência é constituído de 1 ou 2 luzes amarelas, afim de indicar advertência por se tratar de uma região perigosa, cruzamentos de vias, cruzamentos com linhas de trem e demais casos ou existência de obstáculos, na passagem de veículos de sorte que diminuam a velocidade em que transitam.



Figura 1: Semáforo de advertência aos motoristas em um cruzamento.

Fonte: Notas da aula 9, Cucci (2011).

O semáforo de regulamentação permite a passagem de veículos de modo alternado com a passagem de pedestres ou ciclistas, em um mesmo trecho que é semaforizado neste caso, podemos ter 2 semáforos, um indicado para os condutores de veículos e outro para os pedestres.

O semáforo para os condutores normalmente é dividido em três sinais luminosos com respectivas cores, assim chamados de fases:

- ✓ Vermelho – indicação de parada obrigatória. (PARE)
- ✓ Amarelo – indicação de advertência, atenção. (ATENÇÃO)
- ✓ Verde – indicação de passagem, sendo permitida a passagem do condutor. (SIGA)

O semáforo para os pedestres de igual modo funciona como o semáforo de condutores, a única diferença é que este possui dois sinais luminosos, sendo:

- ✓ Vermelho – indica a parada obrigatória.

✓ Verde – indica a passagem pela via.



Figura 2: Semáforo com indicação de parada aos pedestres.

Fonte: Notas da aula 9, Cucci (2011).



Figura 3: Semáforo com indicação de passagem aos pedestres, neste caso com temporizador.

Fonte: Notas da aula 9, Cucci (2011).

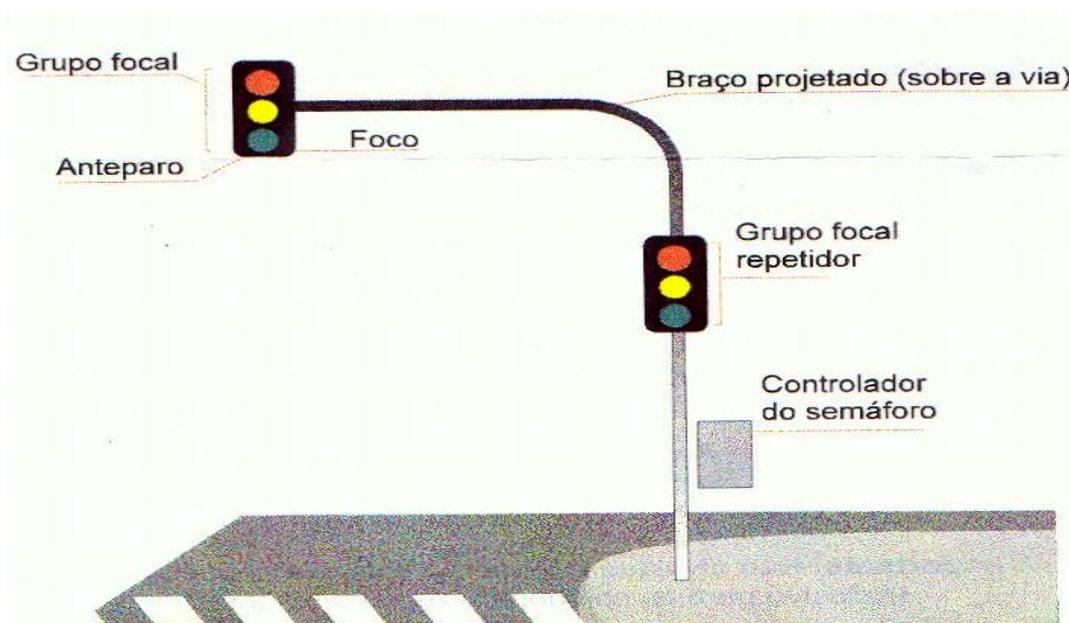


Figura 4: Conjunto semafórico.

Fonte: Notas da aula 9, Cucci (2011).

Na figura acima podemos observar a instalação do semáforo, constituída de suas partes principais tais como: grupo focal (constituído por fases luminosas), braço e o controlador semafórico.

Aprofundando a composição do grupo focal, podemos ver que é constituído por: porta-foco, anteparo e lâmpadas.

Segundo Dutra (2005) as instalações do conjunto semafórico pode seguir dois modelos. O modelo europeu onde o conjunto é instalado antes da intersecção e o americano onde o conjunto é instalado após a intersecção. Na montagem do conjunto semafórica é possível utilizar o mastro capaz de levar o grupo focal para dentro da intersecção.

Dutra (2005) afirma que a maioria das cidades brasileiras tem adotado o modelo americano, sendo inexistentes normas na legislação, os postes são instalados após a região de conflito.

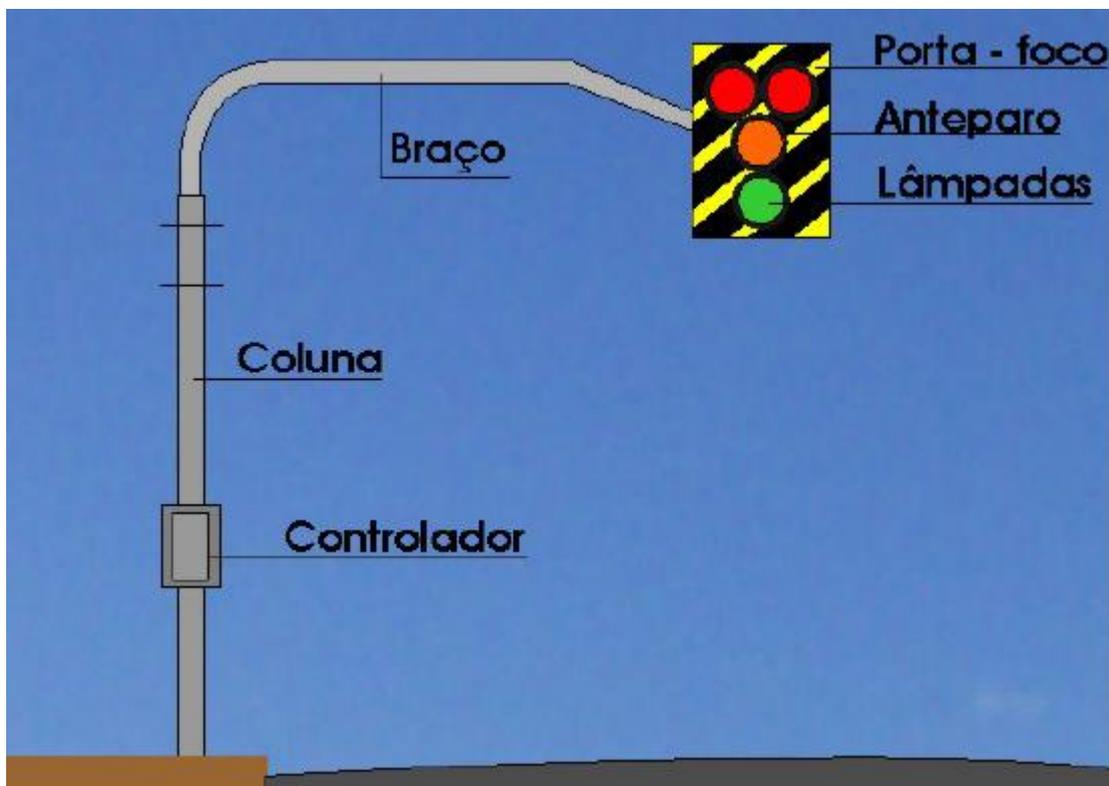


Figura 5: Conjunto semafórico, podendo observar porta-foco.

Fonte: Dutra (2005), p.27

No estudo na aplicação dos semáforos, é importante a ciência da aplicação de conceitos técnicos definido pelo Manual de Semáforos do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 1984) citado por Dutra (2005) , Bezerra (2007) e Cucci (2011):

- Movimentos: determinam a origem e o destino dos veículos e pedestres. Os movimentos em uma intersecção podem ser conflitantes quando cruzam em uma intersecção, o fluxo de veículos não pode transitar simultaneamente pela intersecção, podem ser não conflitantes com veículos com origem e destinos compatíveis e podem ocorrer simultaneamente, aprofundando tal conceito ainda podem ser convergentes com mesmo destino porém origens diferentes ou divergentes com mesma origem e destinos diferentes.

Sendo também permitidos ou protegidos, permitidos são movimentos que ocorrem junto com outro fluxo conflitante, dependendo da avaliação do manobrista para executar a manobra, por exemplo, no caso de pedestre a travessia de pedestres em cruzamentos sem semáforos de pedestres. Protegidos são movimentos ocorrem em um período de tempo separado, sem fluxo conflitante, neste caso há preferência, por exemplo, no caso dos pedestres a faixa exclusiva para pedestres.

- Ciclo: é o tempo em segundos para que ocorra o andamento de todas as indicações luminosa dos grupos focais, ou seja, de modo simplista é a sequência de estágios em uma intersecção, é medido em segundos, sendo tempo total para completar a sinalização no local de estudo [ c ].
- Fase: denominada como sequência de cores, ou seja, as indicações luminosas aplicadas há um movimento, durante o ciclo. As fases são constituídas por subfases, coincidindo com estágios.
- Estágio: intervalo de tempo onde as indicações luminosas não mudam, existem:

- Intervalo Verde: indicando verde para movimentos.
- Intervalo Vermelho: indicando vermelha para movimentos [  $R$  ].
- Intervalo de Mudança: indicando amarelo, evitando conflitos [  $Y$  ].

Indicando assim o intervalo onde um ou mais movimentos sendo compatíveis, serão realizados ao mesmo tempo, sendo simultâneo em uma intersecção.

- Período entreverdes: dado pela seguinte fórmula, onde  $I = intergreen$ , em inglês e  $R_t =$  vermelho total ( ou vermelho de segurança ou vermelho limpeza), [  $I = Y + R_t$  ], é o intervalo de tempo entre o final do verde para quem perde o direito de passagem e o início do verde da fase de quem ganha passagem, sendo no Brasil coincidindo com o tempo de amarelo, normalmente por volta de 3 a 5 segundos.

$$I = Y + R_t$$

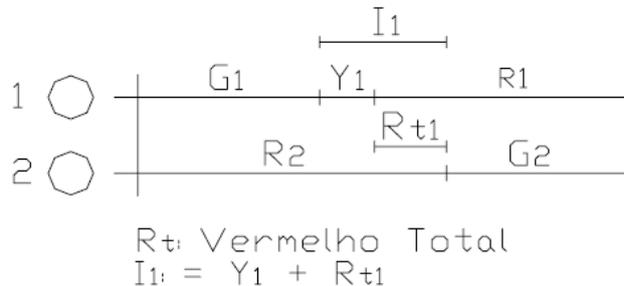


Figura 6: Conceito de período entreverdes e vermelho total.

Fonte: Bezerra (2007), p.27

- Aproximação: entrada de uma intersecção marcada por uma linha de retenção podendo ter mais de um movimento.
- Intersecção: ponto onde duas ou mais vias se encontram, ou melhor, se cruzam criando regiões de conflito para a circulação viária.

- Grupos semafóricos: definido como o conjunto mínimo de grupos focais que orientam a passagem de veículos e pedestres, coordenando movimentos compatíveis, emitem mesma indicação luminosa, por exemplo grupos focais com início e final de verde ocorrendo simultaneamente. Quando os grupos focais são do mesmo grupo semafórico, recebem a mesma nomenclatura, normalmente os grupos semafóricos são designados da seguinte forma: “Gn” (sendo G1, G2, etc.)
- Diagramas de estágios: representação de maneira esquematizada, onde fica estabelecidos quais movimentos são permitidos e quais devem ser interrompidos, ou proibidos dentro de cada estágio.
- Diagramas de tempos: reúne a informação de mudanças de estágios com sequência de cores e duração de fases, indicando o comportamento dos grupos focais ao longo de um ciclo.
- Programação semafórica: trata-se de elaborar sequências de estágios e períodos entreverdes, para um semáforo entrar em operação.
- Plano Semafórico: temporização de uma programação semafórica.

De acordo com os conceitos assimilados para a escolha de um plano semafórico em uma intersecção semaforizada, deve-se buscar por um plano simples e seguro, mas que atenda as condições locais, por isso é necessário o menor número de estágio, é aconselhado no máximo 3 estágios e tendo o maior número de movimentos não conflitantes por estágio, a seguir é exposto a simbologia utilizada nos diagramas de tempo e estágio, (Dutra 2005 apud Ferraz et AL. 1999).

Segundo Winkel e Bittencourt (2012), movimentos mesmo sendo conflitantes podem ser compatíveis se for considerado características, como a geometria local da intersecção e o fluxo veicular, tal conclusão permite uma abrangência maior na elaboração de estágios e programação semafórica.

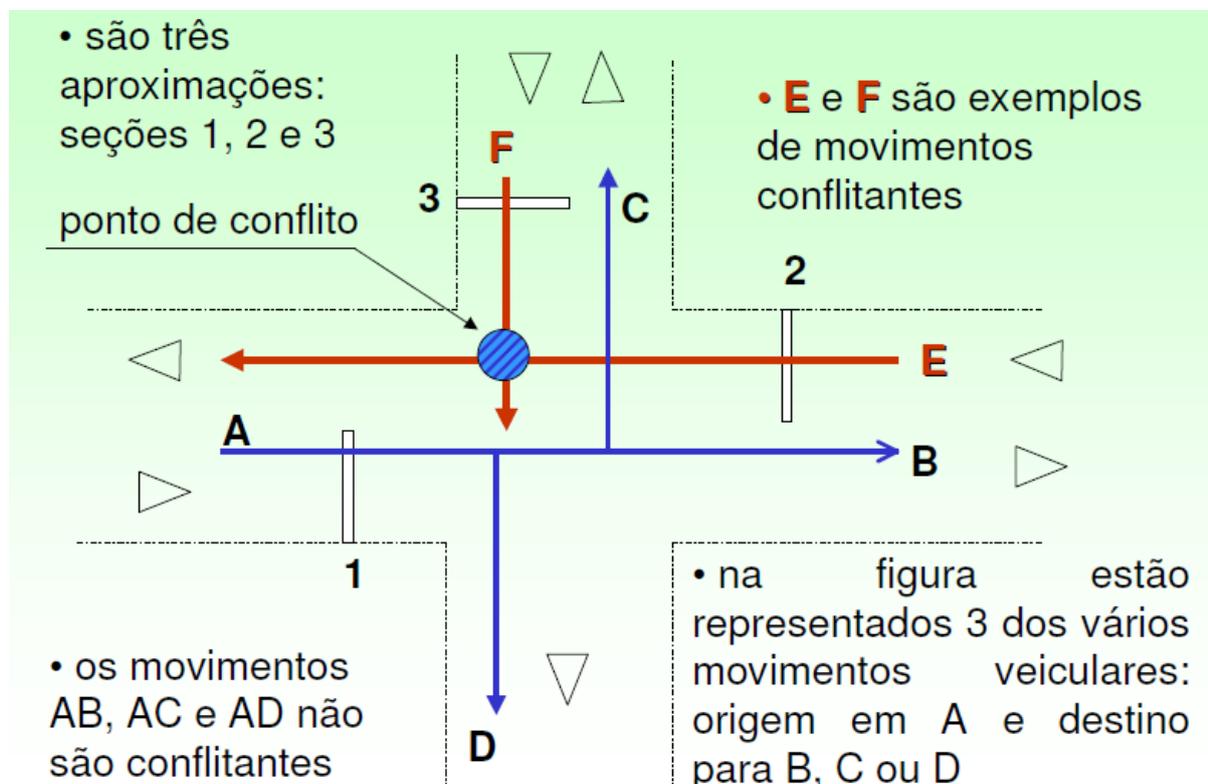


Figura 7: Ilustração de tipos de movimentos que ocorrem em um cruzamento.

Fonte: Notas da aula 9, Cucci (2011).

Tabela 3 – Simbologia de Conceitos de Tráfego

LEGENDA			
	Grupo focal para veículos	<u>G</u>	Indicação verde (green)
	Grupo focal para pedestres	<u>R</u>	Indicação vermelha (red)
	Movimentos de veículos	<u>A</u>	Indicação amarela (ambar)
	Movimentos de pedestres	<u>I</u>	Entreverdes ( $I = A + R_t$ )

Fonte: Dutra (2005), p.22.

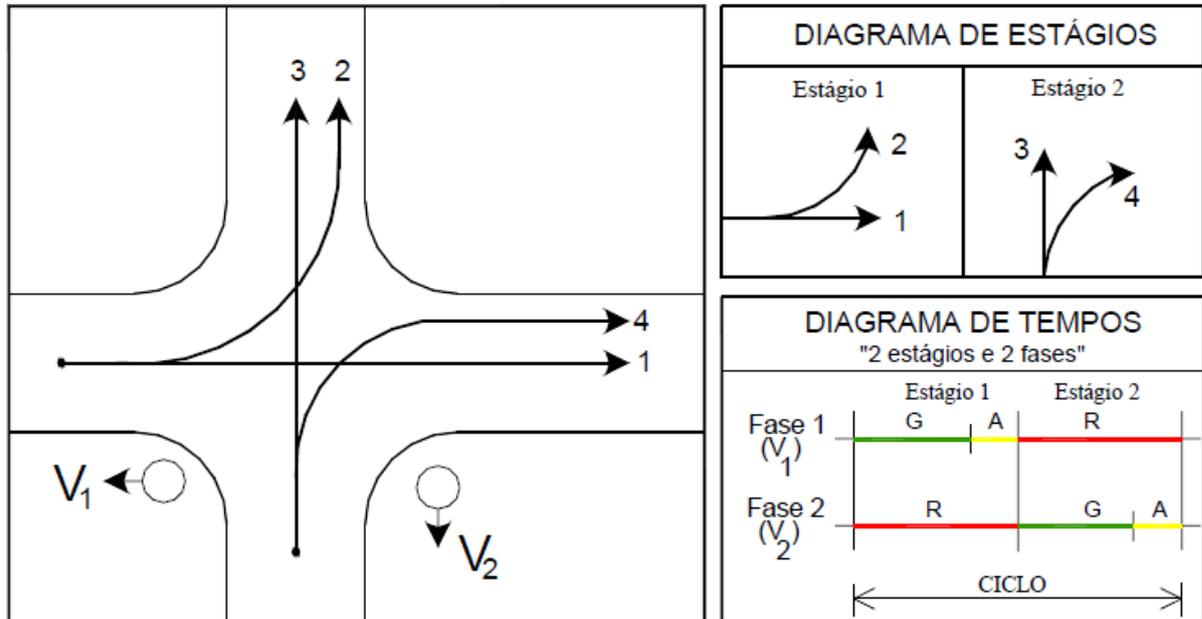


Figura 8: Exemplo de intersecção, cruzamento de duas vias com sentido único de circulação.

Fonte: Dutra (2005), p.22.

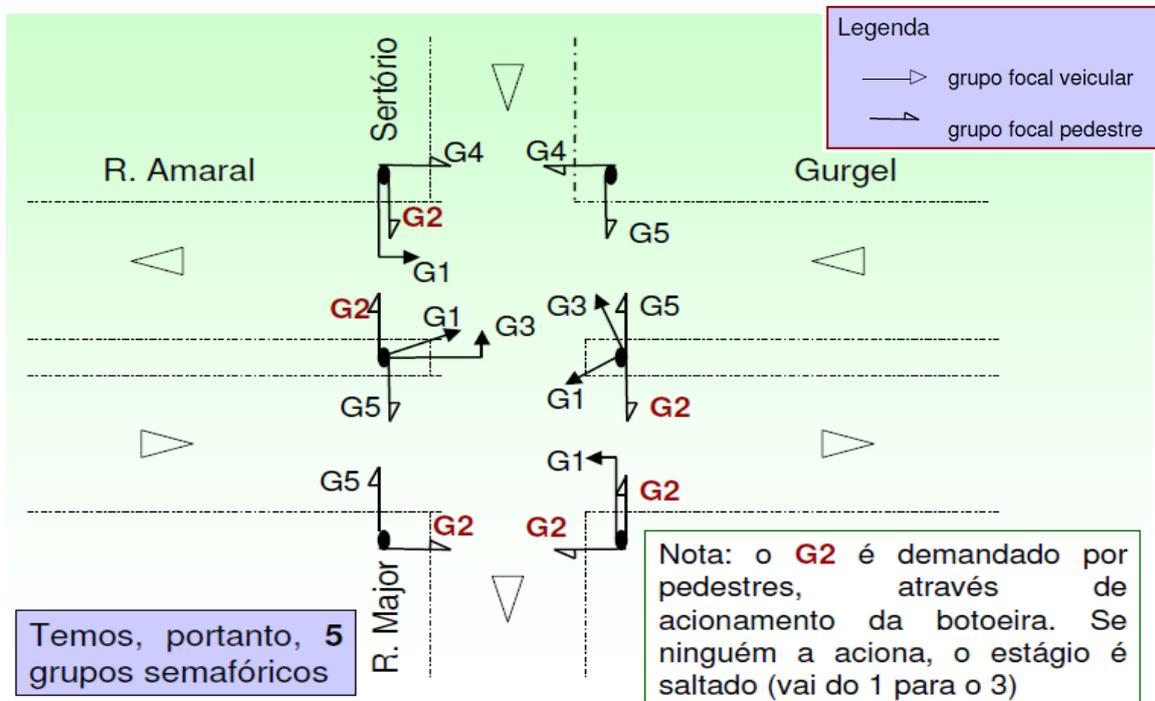


Figura 9: Grupos semafóricos.

Fonte: Notas da aula 9, Cucci (2011).

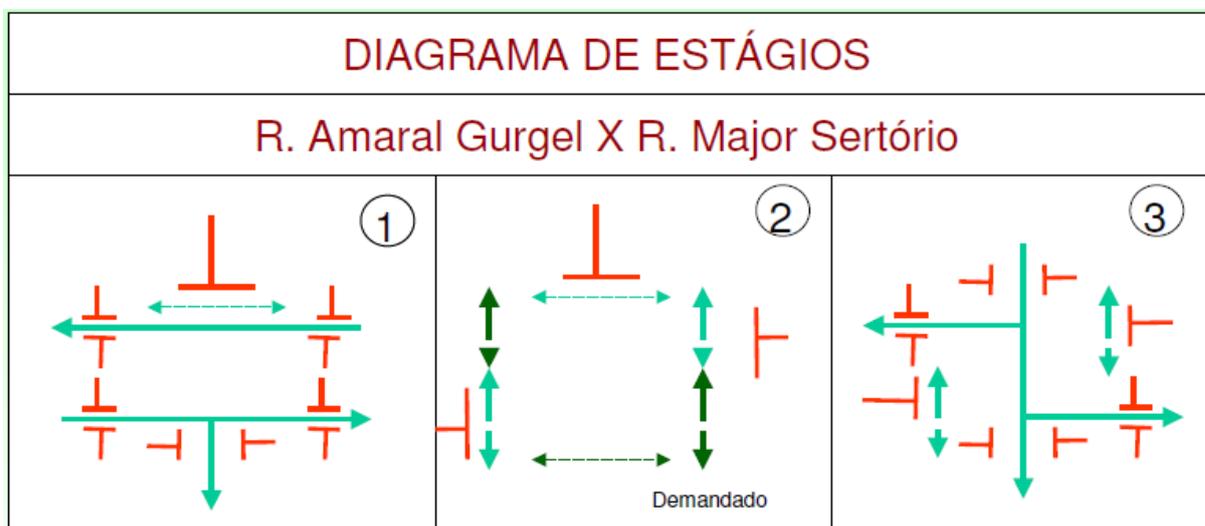
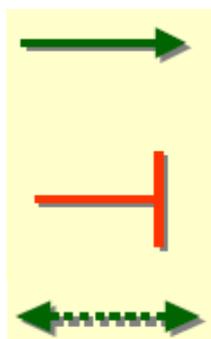


Figura 10: Diagrama de estágios, estágio 1- avenida principal com sinal verde; estágio 2- verde apenas para os pedestres e estágio 3 – sinal verde para a avenida transversal.

Fonte: Notas da aula 9, Cucci (2011).

Simbologia (exemplo anterior):



Verde para veículos (Siga).

Vermelho para pedestres e veículos (Pare).

Verde para pedestres (Siga).

## 7. Tempo de Amarelo

Identificada pela luz amarela em um intervalo entre o verde e o vermelho no controle semafórico, para interrupção de fluxo, de acordo com anexo I do Código de Trânsito Brasileiro (CBT), a cor amarela indica “atenção, devido o condutor para o veículo, salvo se isto resultar em situação de perigo para os veículos que vem atrás”( Winkel and Bittecourt 2012).

Para o cálculo do tempo de amarelo deve-se utilizar a velocidade indicada na pista ou definidas pela classificação de vias segundo a CTB, para vias de trânsito rápido sem semáforo, suportam 80 km/h, para vias arteriais – 60 km/h, vias coletoras – 40 km/h, e via local suporta 30 km/h.

Velocidade máxima regulamentada (Km/h)	Tempo de amarelo calculado (s)	Tempo de amarelo arredondado (s)
< 40	2,98	3
50	3,48	4
60	3,98	4
70	4,47	5
80	4,97	5

Figura 11: Tabela com tempos de amarelo para vias sem rampas segundo equação 7.

Fonte: Notas da aula 9, Cucci (2011).

Com equação 7.1 é possível calcular o tempo de amarelo ( $T_a$ ), com os valores de desaceleração máxima ( $a$ ) que varia de 2,0 m/s<sup>2</sup> e 4,2 m/s<sup>2</sup>, segundo pesquisa da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), o valor adotado em cálculos é de 2,8 m/s<sup>2</sup>, e por fim com tempo de percepção e reação ( $T_{pr}$ ) que varia de 0,8 s a 1,2 s, adotando –se normalmente o valor de 1,0 s.

$$T_a = T_{pr} + \frac{V}{2a} \quad (7.1)$$

## 8. Tempo de Vermelho de Segurança

Normalmente utilizado em grandes cruzamentos, prosseguindo o tempo de amarelo, pois nestes casos somente a utilização do tempo de amarelo não possibilita a travessia segura dos veículos pela zona de conflito, entre o cruzamento de duas vias, por exemplo.

Pela equação 8.1, onde tempo de vermelho de segurança ( $T_{vs}$ ) é expresso por comprimento da faixa ( $L$ ), comprimento do veículo ( $C$ ), velocidade do veículo ( $V$ ) e tempo de percepção ( $T_f$ ) adota-se 1,2 s.

$$T_{vs} = \frac{(L + C)}{V} - T_f \quad (8.1)$$

## 9. Tempo de Travessia - Pedestres

O tempo de travessia de pedestre é baseado na velocidade média dos pedestres, porém os pedestres são normalmente qualificados em jovens com velocidade de 1,4 m/s, crianças escolares com velocidade de 1,2 m/s, idosos com velocidade de 1,0 m/s e deficientes físicos com velocidade de 0,7 m/s.

Segundo Winkel (2012), por dados coletados e pesquisas feitas por demais órgãos, a velocidade adotada é de 1,2 m/s, conforme região estudada, sendo que pode ocorrer alterações.

Para os cálculos dos tempo de verde do pedestre ( $T_{vp}$ ), equação 9.1, precisamos da largura da via ( $L$ ), onde o mesmo realizará a travessia, quanto ao tempo de vermelho piscante ( $T_{vmpisc}$ ), equação 9.2, deverá atender quando possível a metade da travessia, sendo paralelo a um movimento veicular que não conflite, entre 4 e 6s, são os limites considerados suficientes, como um aviso é capaz de assegurar que o tempo de travessia, quando não iniciado pelo pedestre juntamente com a abertura do tempo de verde, possa ser concluído com segurança pelo pedestre.

A velocidade do pedestre com tempo de vermelho piscante ( $T_{vmpisc}$ ) é adotada 1,4 m/s, pois neste processo acredita-se que a velocidade real dobra-se o valor.

$$T_{vp} = \frac{L}{1,2 \text{ m/s}} \quad (9.1)$$

$$T_{vmpisc} = \frac{T_{vp}}{2} \quad (9.2)$$

O valor total do tempo de travessia do pedestre é dado pela soma do tempo de verde e vermelho piscante, como visto na equação 9.3.

$$T_{total} = T_{vp} + T_{vmpisc} \quad (9.3)$$

O tempo de espera de pedestre tolerável é de no máximo 60 s, isto segundo padrões mundiais por dados coletados *do Institute of Traffic Engineer e Internacional Association of Chiefs of Police – USA.* ( Winkel e Bittencourt 2012 apud Eno Foudation for Transportation – Saugatuck 1971).

É possível realizar a travessia de pedestres em 2 fases, ocorrendo muitas vezes quando o tempo calculado é muito alto e pode interferir no tempo total de ciclo induzindo a uma proporção maior. As soluções mais indicadas trata-se da geometria como a criação de canteiros, ilhas, ou até mesmo travessias recuadas. Mas segue-se o modelo o tempo de travessia calculado deve ser suficiente para travessia total não importando a largura da travessia.

Em uma travessia de 2 fases, um dos cuidados a serem praticados é o dimensionamento do tempo de cada fase, devendo ser suficientes para a travessia de cada fase.

Em alguns casos, existem vias que não há tempo calculado sem travessia de veículos, portanto a travessia de pedestres é considerado como movimento permitido, mas não protegido, sendo que o pedestre para executar a travessia deve buscar intervalos livres, segundo Bezerra (2007) uma regra básica usada mundialmente é que após o fluxo ser interrompido no vermelho, os pedestres que irão atravessar tem prioridade sobre fluxos veiculares que realizam conversão à direita ou à esquerda, em outros países essa regra é

bastante respeitada, mas no Brasil mesmo com a legislação impondo esta condição existe grande desrespeito, esta observação será considerada uma vez que a intersecção estudada nesta iniciação se enquadra nesta situação.

## 10. Entreverdes

O tempo de entreverdes como definido no capítulo 6, trata-se da soma do tempo de amarelo ( $T_a$ ) com o tempo de vermelho de segurança ( $T_{vs}$ ), segundo Winkel (2012) é aconselhado que após o tempo de amarelo seja adicionado pelo menos 1 s de tempo de vermelho de segurança, independente dos cálculos considerando o cruzamento, para que ocorra sequência ideal dos demais estágios.

$$\text{Entreverdes} = T_a + T_{vs} \quad (10.1)$$

Um cruzamento longo e de diversas vias, nota-se a importância do período entreverdes e principalmente do tempo de vermelho de segurança para assegurar a travessia total dos veículos e tempo de reação de pedestres.



Figura 12: Importância do período entreverdes, equação 10.1.

Fonte: Notas da aula 9, Cucci (2011).

## 11. Tempo de Ciclo

A duração do tempo de ciclo está compreendida entre 30 e 120 s, mas há casos excepcionais em que é necessário a utilização de um tempo de ciclo de 140s.

Estes parâmetros são estabelecidos uma vez que 30 s não possibilitam o tempo de verde mínimo de segurança e o ciclos acima de 120s prejudicão a fluidez do trânsito, acarretando o crescimento das filas, aumentando o tempo de espera, diminuindo a capacidade da via, e comprometendo a segurança além de causar insatisfação geral.

## 12. Programação Semafórica

### a. Coleta de dados

Para a elaboração da programação semafórica é necessário uma coleta de dados para o cálculo dos demais tempos descritos anteriormente.

A coleta de dados pode ser feita de via direta ou indireta, pela via direta deve ser feito um estudo de campo, por meio de observação, identificar o plano atuante, cronometragem dos tempos, características do local e dos semáforos, este estudo em cruzamentos isolados é o mais adequado, pela via indireta citada anteriormente compete coletar os dados por contagens veiculares, obtendo dados de fluxo veicular e obtenção do fluxo de saturação, tais grandezas permite o calculo do tempo de ciclo e toda programação de uma semáforo.

### b. Fluxo veicular

Fluxo veicular ou fluxo é um número de veículos que passam em um determinado local e período de tempo, é trabalhado com volume de tráfego expressos em 1 hora.

É possível obter o fluxo de uma intersecção a partir de contagens veiculares realizadas em um período de tempo, normalmente maior que 1 hora, as contagens podem ser feitas por meio de filmagens da intersecção, manualmente através de pranchetas eletrônicas que possuem parâmetros distintos de contagem (como separação de carros, motos, ônibus, caminhão, entre outros) e outro método manual seria “à mão” (menos indicado pois pode oferecer relevantes erros cometidos na contagem) e por uso de cronômetros.

Segundo Winkel e Bittencourt (2012) são atribuídos diferentes valores de peso, pois cada veículo possui características distintas e existem vias com topografia distintas.

Tabela 4 – Tipos de veículos e respectivos peso para via

Tipo de veículo	Peso para via com topografia plana e reta
Bicicleta e motocicleta	0
Carro	1
Ônibus	2
Caminhão 1	2 ou 3
Carreta	Mais de 4

Fonte: Winkel e Bittencourt (2012), p.45.

c. Fluxo de Saturação

Número de veículos que passam em uma aproximação se o tempo de verde estivesse operando em 100%. É o máximo fluxo de um grupo semafórico, é a máxima capacidade de uma via de escoar os veículos em uma fila retidos por um semáforo.

O método de cálculo de fluxo de saturação mais adotado é a partir do histograma veicular, que consiste em mostrar a operação real do tráfego em um semáforo.

Primeiramente é possível analisar o diagrama ideal, conforme a seguir:

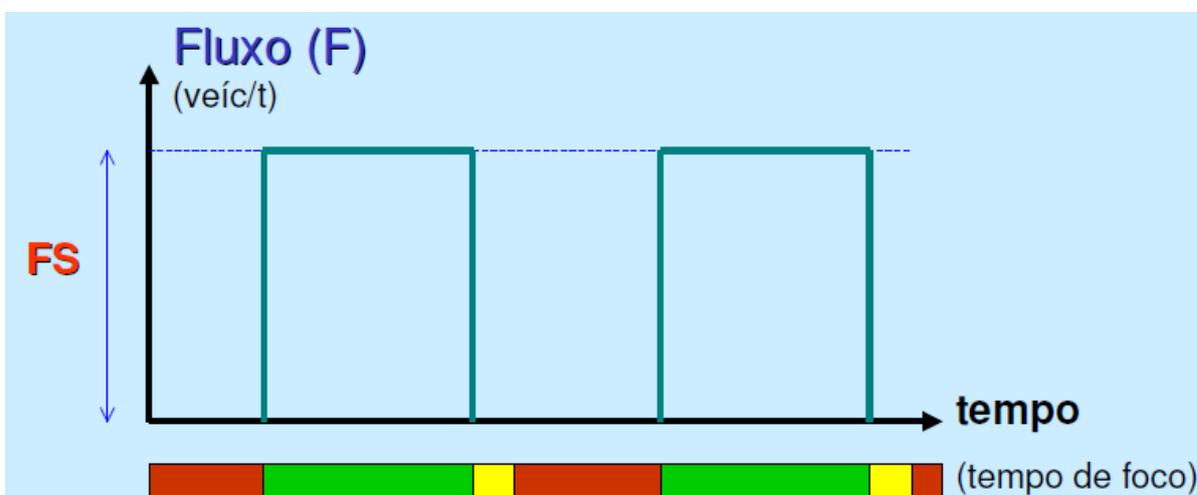


Figura 13: Diagrama de operação ideal, veículos transitando apenas em sinal verde.

Porém na prática o diagrama ideal não é seguido, ocorre movimentação de veículos fora do período de verde, ocorrendo perdas de tempo, a seguir exemplificação:

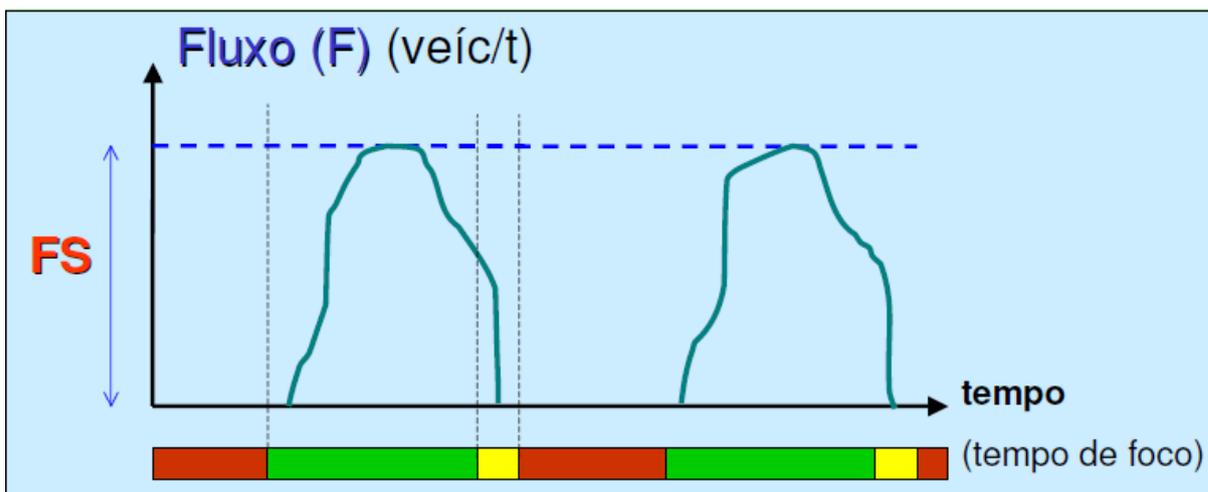


Figura 14: Diagrama de operação real, com veículos transitando em sinal verde e amarelo, com perda de tempo no início do verde e aproveitamento no tempo de amarelo.

Fonte: Notas da aula 11, Cucci (2011).

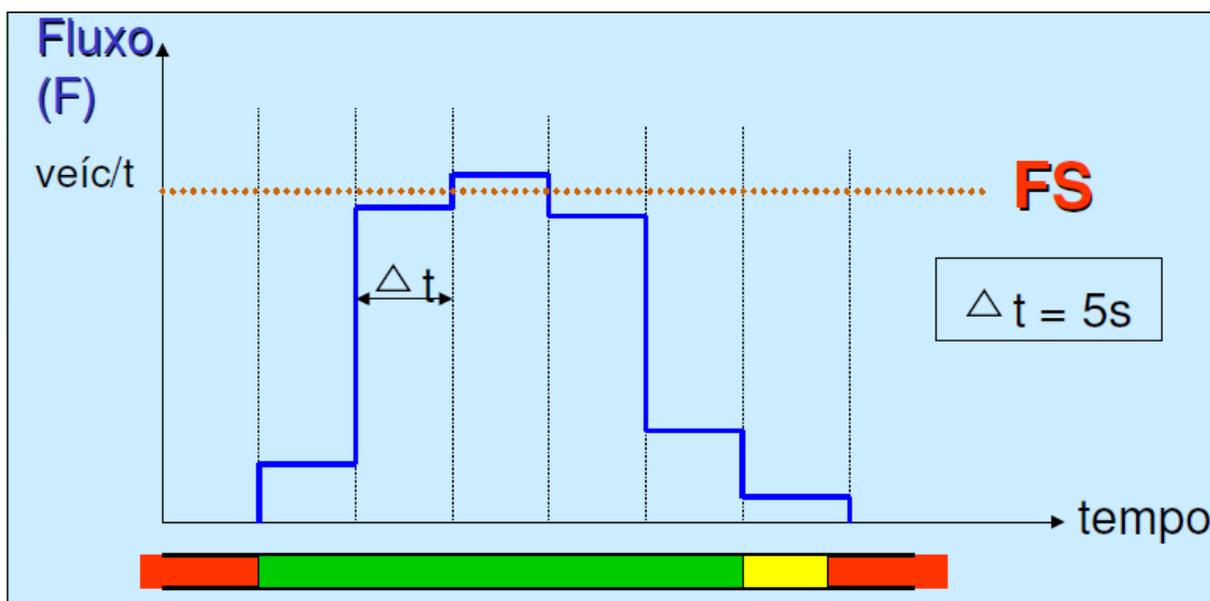


Figura 15: Método do Histograma, relação entre fluxo (veic/t) x tempo.

Fonte: Notas da aula 11, Cucci (2011).

O método do histograma veicular consiste em alimentar em um determinado período de tempo ( $\Delta t$ ), o número de veículos que passam, temos assim o fluxo por tempo, que será representado no gráfico por cada patamar, onde ocorre o máximo pico, temos o fluxo de saturação e pode ser observado quedas antes do pico e depois, são denominados tempo perdido no início de verde ( $T_{pi}$ ) e do tempo aproveitado no final ( $T_{af}$ ).

Para elaboração do histograma são realizadas 10 medições válidas de cada período, onde o tempo de ciclo transpasse normalmente, sem problemas eventuais como: carros quebrados, acidentes, entre outros, com a média desses valores, cada média de intervalo de tempo representará um patamar no histograma, com a media dos patamares alcançamos o fluxo de saturação ( $F_s$ ).

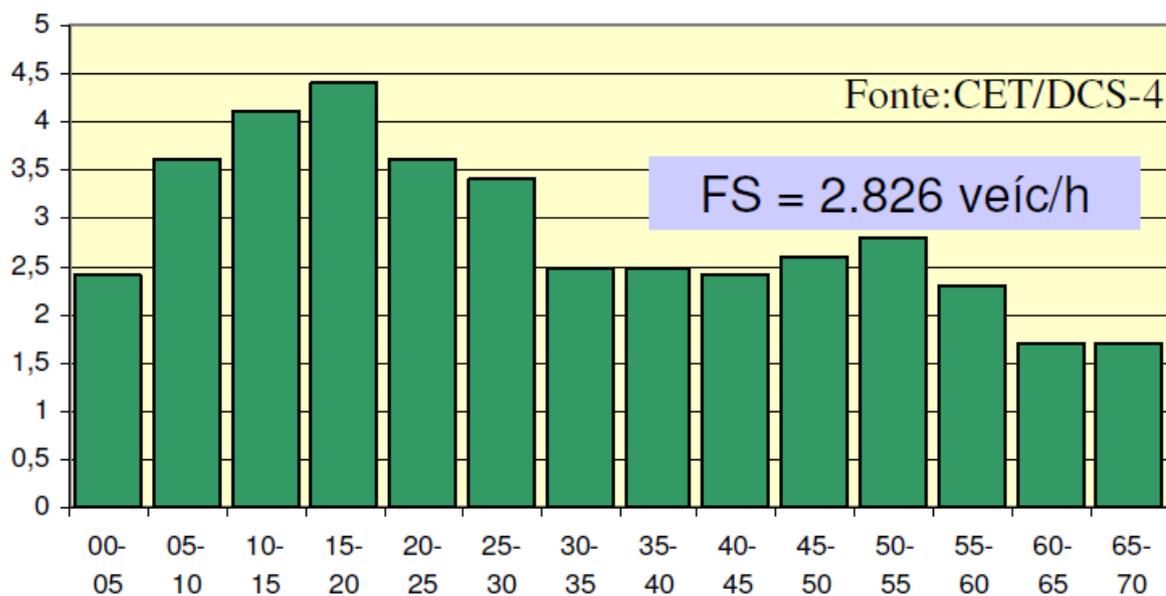


Figura 16: Histograma real – Av. Santo Amaro com Av. Antonio J. M. Andrade.

Fonte: Notas da aula 11, Cucci (2011).

d. Estimativa prática do fluxo de saturação ( $F_s$ ) e headway de saturação

Segundo Winkel e Bittencourt (2012), a tabela seguinte foi apresentada com valores aproximados do fluxo de saturação por faixa e o *headway* (passagem de carros consecutiva) de saturação por faixa.

Tabela 5 – Estimativa de Fluxo de Saturação e Headway de Saturação

$F_s$ – Fluxo de Saturação por faixa [veic/h] $H_s$ – Headway de Saturação por faixa [s/veic]		
$F_s$ faixa - 1500 a 1700 $H_s$ faixa - 2,40 a 2,12	$F_s$ faixa - 1700 a 1900 $H_s$ faixa - 2,12 a 1,89	$F_s$ faixa - 1900 a 2100 $H_s$ faixa - 1,89 a 1,80
<ul style="list-style-type: none"> <li>Aproximações em aclive;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aproximações planas e retas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faixas de tráfego ideiais (3,2 a 3,5 m);</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Faixas de tráfego estreitas (exemplo: MLUV);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faixas de tráfego com 2,9 a 3,2 m de largura;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Volume baixo de ônibus e caminhões;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Grande percentual de ônibus e composição do tráfego com caminhões;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poucas interferências laterais (faixas de tráfego laterais sem estacionamento irregular e sem arborização intensa, etc.);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Predominância de veículos pequenos;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Atrito lateral sem qualquer interferência lateral;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conversões.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vias retas com poucas conversões;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas comerciais;</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Pavimento em ótimo estado;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pavimento ruim;</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Pouco entrelaçamento.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Muitas conversões;</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Valetas, sarjetões transversais;</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Aproximações em curva.</li> </ul>		

Existem fatores que enumeram interferências na estimativa do fluxo de saturação por faixa, tais como:

- ✓ Conversão a esquerda;
- ✓ Conversão a direita;
- ✓ Veículos Estacionados;
- ✓ Declividade;
- ✓ Composição do tráfego;
- ✓ Localização;
- ✓ Período de Tempo estudado.

e. Taxa de Ocupação

Com os dados de fluxo veicular (F) também podemos entender como demanda, e os dados de fluxo de saturação (Fs), entendido como oferta, chega-se a taxa de ocupação (y), expressa por:

$$y = \frac{F}{F_s}$$

(12.1)

Na prática a taxa de ocupação determina, qual via tem capacidade de escoar melhor o tráfego, através da taxa de ocupação total de uma intersecção, por exemplo, chegamos ao tempo de ciclo ótimo, e com base na taxa de ocupação é possível distribuir os tempos de verde, afim de sanar a necessidade de cada via. Esta formulação será baseada no modelo proposto por Webster, mais adiante.

f. Tempo perdido

O tempo perdido de um ciclo, já visto anteriormente no histograma veicular, vai além do tempo perdido no início de verde e aproveitado final, consiste na apuração no tempo de amarelo e vermelho de segurança e o tempo de pedestre, este quando possui estágio exclusivo.

$$T_m = \Sigma ( T_a + T_{vs} + T_{pi} + T_{af} ) + T_{est,ped} \quad (12.2)$$

Como visto anteriormente:

$T_a$  : tempo de amarelo

$T_{vs}$  : tempo de vermelho de segurança

$T_{pi}$  : tempo perdido no início do tempo de verde

$T_{af}$  : tempo aproveitado no final do tempo de verde

$T_{est,ped}$  : tempo de estágio exclusivo para pedestre

Ainda o tempo de verde efetivo ( $T_{v \text{ efetivo}}$ ) pode ser definido como:

$$T_{v \text{ efetivo}} = T_v - T_{pi} - T_{af} \quad (12.3)$$

g. Capacidade

Capacidade de uma via é definida como número máximo de veículos que podem passar por certa faixa ou direção em um determinado período de tempo, segundo Winkel e Bittencourt (2012) a capacidade só será igual ao fluxo de saturação se o fluxo for ininterrupto.

$$C = \% \text{ verde útil} \times F_s \quad (12.4)$$

### 13. Método Webster

O modelo matemático considerado aplicável na prática, para o cálculo do tempo de ciclo ótimo ( $T_c$  ótimo), é o proposto por Webster, a formulação levou em consideração a taxa de ocupação, e expressa menor atraso, e permite a distribuição dos tempos de verde.

$$T_c \text{ ótimo} = \frac{(1,5 \times T_{\text{perdido}} + 5)}{(1 - \Sigma y)} \quad (13.1)$$

$$T_c \text{ mínimo} = \frac{T_{\text{perdido}}}{(1 - \Sigma y)} \quad (13.2)$$

Ainda é possível calcular o tempo de ciclo mínimo, na prática pouco usado, pois não configura uma boa solução é utilizado como valor referencial.

A partir do cálculo do tempo de ciclo ótimo por Webster, ainda permite a distribuição dos tempos de verde ( $T_v$ ), considerando a taxa de ocupação estudada, sendo:

$$T_v = (T_{\text{ciclo adotado}} - T_{\text{perdido}}) \times \text{respectiva taxa de ocupação}(y) \quad (13.3)$$

Existem outros métodos para cálculo do tempo de ciclo ótimo como método do HCM (1985), HCM (2000), método ARRB (australiano) (1985), método CAPCAL 2 (1995), porém nesta iniciação o método estudo será o de Webster, por ser o mais usual na prática de programação semafórica no Brasil.

Segundo Bezerra (2007), Webster propôs que valores do ciclo compreendidos no seguinte intervalo:  $0,75 \times T_c$  ótimo -  $T_c$  ótimo -  $1,50 \times T_c$  ótimo, levam a no máximo, 10 a 20% de acréscimo de demora mínima, valor compreendido entre  $1,10$  a  $1,20 \times d_{\text{min}}$ .

#### 14. Modos de controle semafórico

O controle semafórico pode ser feito por tempo fixo, onde tempo de ciclo, duração das fases, mudança de fase é feito através do plano de tráfego que foi alimentado na lógica do controlador, que atualmente são compostos por modernos equipamentos eletrônicos modernos com circuitos integrados e contatos digitais que permitem mudanças com mais facilidade, nem todas as cidades brasileiras utilizam os controladores mais modernos, muitas cidades ainda utilizam equipamento eletro-mecânicos, com base no funcionamento de engrenagens.



Figura 17: Controlador Eletro-mecânico.

Fonte: Notas da aula 15, Cucci (2011).

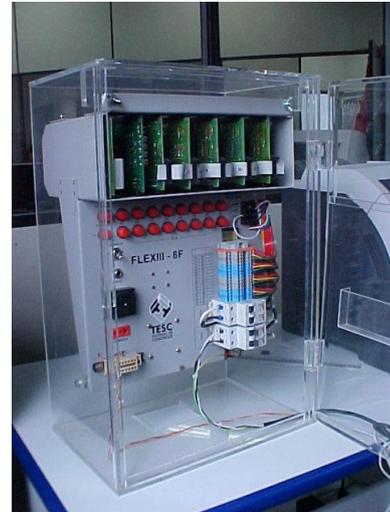


Figura 18: Controlador Eletrônico.

Fonte: Notas da aula 15, Cucci (2011).

A maneira de atuação deste controladores são classificadas em três categorias, segundo Dutra (2005):

- ✓ Controlador de tempo-fixo: utilizado com tempos de ciclo e programação semafórica fixa, já prevista, ao longo do dia, pode existir programções diferenciadas mas todas fixas, é indicado para intersecções que operam próximas da capacidades ou sistemas coordenados, mais utilizado no Brasil.
  
- ✓ Controlador atuados por veículos: funcionam por auxílio de detectores instalados na via, que transmitem informações quanto ao fluxo ao controlador, ele seleciona assim os períodos de verde, que alterar a ordem de fases ou omite

quando não necessários no plano de ciclo, é recomendado para locais com grande variação de fluxo, para intersecções isolada, com grande número de aproximações ou que operam próximo da capacidade máxima suportada.

- ✓ Controlador semi-atuado por veículos: é instalado somente em vias secundárias. Com menor fluxo de tráfego, de modo geral, indica quais movimentos se deve dar preferência.

Outro modo de controle semafórico é o manual, operado por um agente de trânsito que por jugo pessoal, define os tempos de estágio no ciclo, porém tal modo de controle permite muitas discrepâncias, deve-se evitado, pois podem ocorrer interferências eventuais ou permanentes e até mesmo fora do campo de visão, sendo distante da intersecção controlada mas que interfere diretamente.

Há ainda controle em tempo real, de proceder igual ao controle atuado mas comando por um computador central operando em rede e processando dados, que otimizam ciclo, fração de verde e defasagem.

O sistema de detecção mais utilizado é o laço detector, instalado na via ele capta a presença do veículo quando passa por ele, isto é, capta a massa metálica que gera uma corrente magnética e transmite pelo cabo metálico (laço detector), até que a informação chega ao controlador.

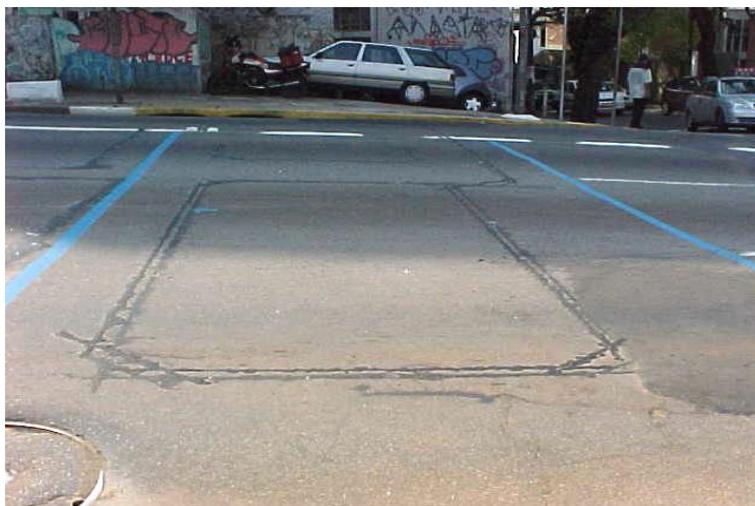


Figura 19: Laço detector implantado em via.

Fonte: Notas da aula 15, Cucci (2011).

Quanto a operação de um semáforo pode ser feita:

- ✓ Isolado: cruzamentos distantes, com particularidades, que operam sem influência de cruzamentos próximos.
- ✓ Rede: semáforos em rede agrupados operando de forma coordenada, com mesmo tempo de ciclo e de forma sincronizada, um termo bem conhecido é a onda verde que garante este sincronismo, trabalhando para que a defasagem (diferença entre tempos de abertura dos semáforos) garanta bom desempenho, é recomendado para cruzamento próximos. Em busca do sincronismo, do tempo de ciclo correto, a defasagem que melhor se adequa e correta divisão dos tempos de verde que se ocorre a interface gráfica de simuladores, o mais utilizado é o Transyt desenvolvido na Inglaterra, também muito citado é o SCOOT (split cycle offset optimization technique) atuando na otimização da defasagem entre cruzamentos, no tempo de ciclo e distribuição dos tempos de verde, no Brasil foi utilizado o SIRI, simulador nacional já utilizado na CET.
- ✓ Centralizados ou não-centralizados: os semáforos que atuam em rede não-centralizados são comandados por um controlador – mestre, a desvantagem que quando comparado a uma rede centralizada, isto é, controlada por um computador ligado aos controladores semafóricos, é que muitas vezes não é possível acesso ao controlador – mestre, pois o controle por um computador permite mudanças e correções repentinas.

#### 15. Instalação de semáforos (aspectos físicos)

A legislação vigente para a instalação de semáforos pode ser encontrada no anexo I da CTB (Código de Trânsito Brasileiro), especificando quanto:

- ✓ Localização: fator - visibilidade a distância que deve considerar o campo visual do motorista, existem valores mínimos tabelados para cada velocidade e há o fator - visibilidade a partir da linha de retenção com formulação específica é possível calcular distância mínima, considerando a distância da linha de retenção e a altura do grupo semafórico.
- ✓ Posicionamento: considerando os grupos focais utilizados e seu repetidor, normalmente acoplados na mesma coluna, ou um grupo focal de um lado da via em uma coluna maior em braço projetado, e de outro lado da via o seu repetidor, em uma coluna menor. Quanto ao posicionamento ainda é questionado a posição em relação a geometria do local, isto é, antes ou após o cruzamento, cada um com respectivas vantagens e desvantagens, além das particularidades de cada cruzamento.

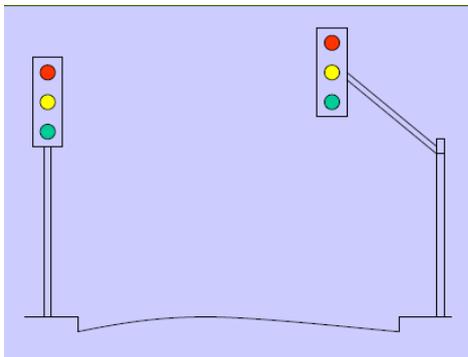


Figura 20: Grupo focal principal no lado direito e repetidor no lado esquerdo.

Fonte: Notas da aula 12, Cucci (2011).

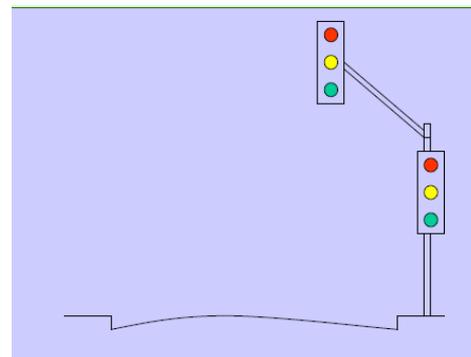


Figura 21: Grupo focal principal e repetidor na mesma coluna.

Fonte: Notas da aula 12, Cucci (2011).

- ✓ Instalação: instalação das colunas semafóricas de modo aéreo ou subterrâneo, ciente que, do modo subterrâneo oferece dificuldades maior para manutenção, além do alto custo e necessidades de obra, mas um de seus benefícios é a estética local.
- ✓ Quantidade: a quantidade de grupos focais por grupo de tráfego, ou melhor, grupo semafórico, tem como padrão avaliativo a visibilidade e que transmita o sinal corretamente para determinado movimento, em geral é aplicado o uso de

no máximo 2 grupos focais para cada grupo semaforico, quando existe conversões, há a necessidade sinalizar tal conversão, é utilizado grupos focais com setas, neste caso o grupo semaforico poderá ter no máximo 2 grupos focais, mas um será o grupo focal de “seta”.No caso de pedestre a utilização é de 2 grupos focais especiais para pedestre.

- ✓ Materiais: consiste nos materiais utilizados nos grupos focais, escolha do convencional (lâmpadas incandescentes) ou por lâmpadas de LEED, é avaliado custos, durabilidade e qualidade de indicação luminosa.

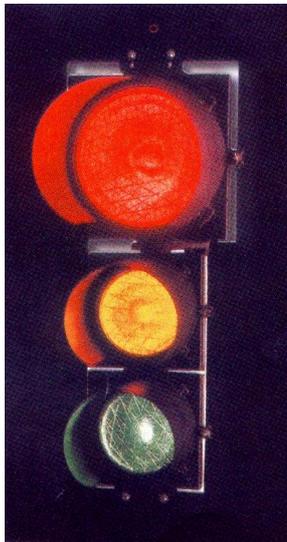


Figura 22: Grupo focal convencional.

Fonte: Notas da aula 12, Cucci (2011).



Figura 23: Grupo focal com lâmpada LEED.

Fonte: Notas da aula 12, Cucci (2011).

- ✓ Formatos: os formatos dos grupos focais é diferenciado por sua finalidade, existem os grupos focais veiculares, com forma circular nas três indicações luminosas convencionais, outro representativo como “seta” também presente nas três indicações luminosas; e grupos focais para pedestres habitual em 2 indicações luminosas (verde e vermelho) representado por um boneco.



Figura 24: Elementos de um grupo focal.

Fonte: Notas da aula 12, Cucci (2011).

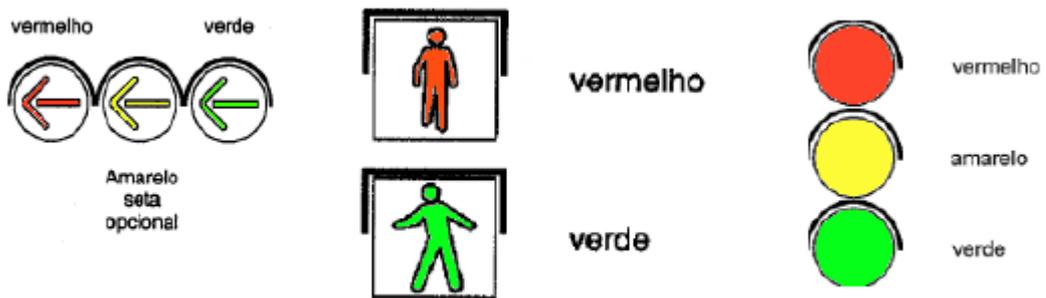


Figura 25: Diversos grupos focais ilustrados pela CTB. Na sequência: “seta”, pedestre e veicular (circular).

Fonte: Notas da aula 12, Cucci (2011).

## 16. Tipos de Intersecções

Vias conectadas formam as intersecções ou cruzamentos, podem ser classificadas sendo de mesmo nível ou níveis diferentes. As intersecções em mesmo nível ainda se dividem em diretas e rotatória.

As intersecções diretas se subdividem nos seguintes principais tipos, segundo Akishino (2008):

- ✓ Intersecção sem Refúgio
- ✓ Intersecção com Separação de Áreas de Conflito
- ✓ Intersecção com Faixa Exclusiva para Tráfego que Vira à Esquerda
- ✓ Intersecção com Refúgio na Via Secundária
- ✓ Intersecção com Faixa Exclusiva para Tráfego que Vira à Direita

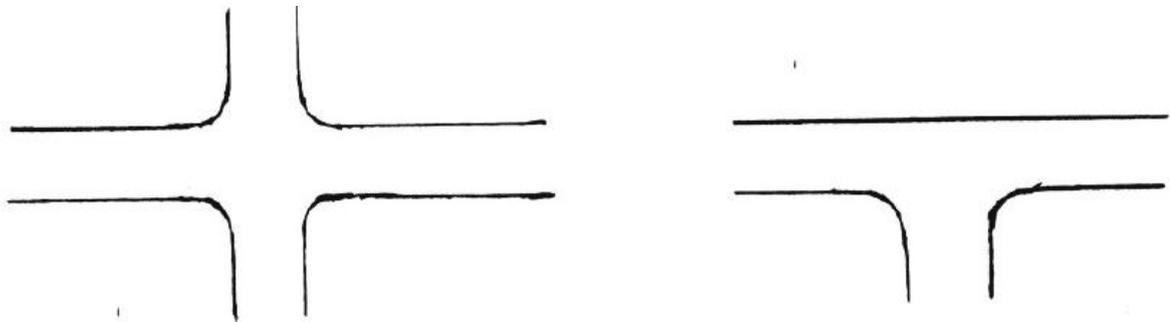


Figura 26: Intersecções sem refúgio.

Fonte: Estudos de Tráfego, Akishino (2008).

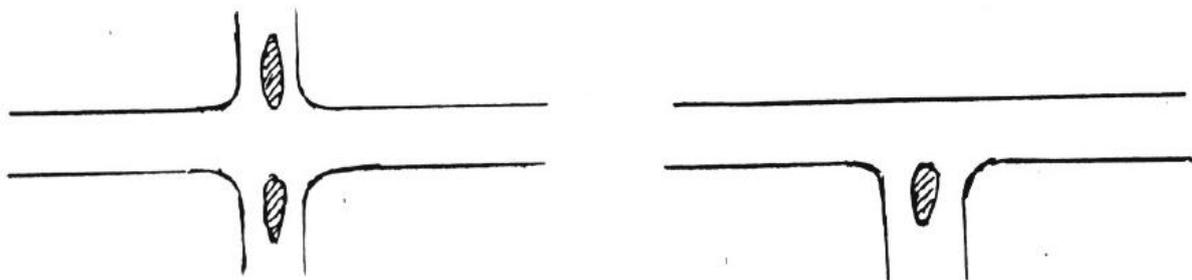


Figura 27: Intersecções com refúgio na via secundária.

Fonte: Estudos de Tráfego, Akishino (2008).

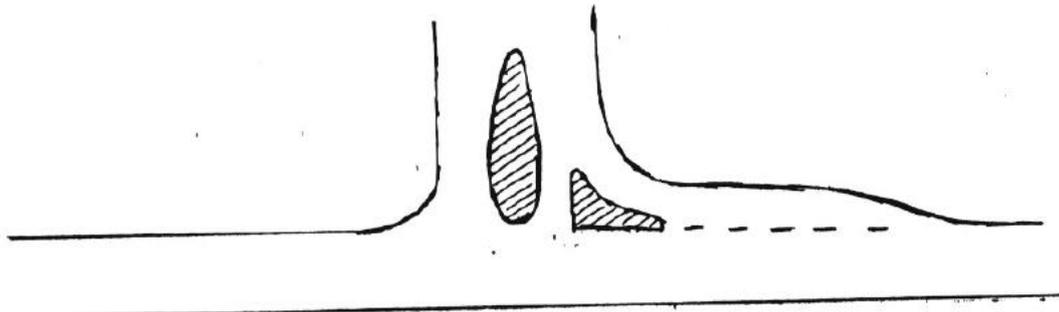


Figura 28: Intersecção com faixa para conversão à direita.

Fonte: Estudos de Tráfego, Akishino (2008).

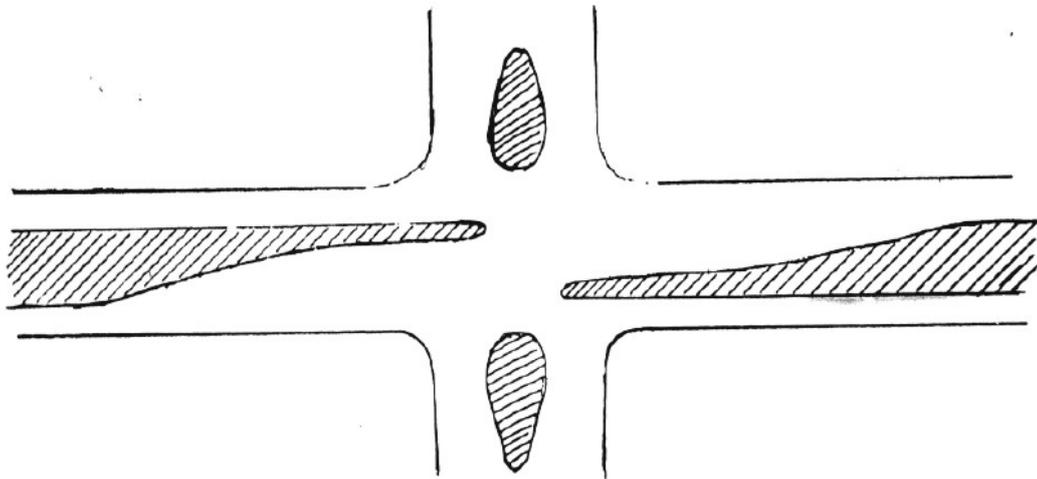


Figura 29: Intersecção com faixa para conversão à esquerda.

Fonte: Estudos de Tráfego, Akishino (2008).

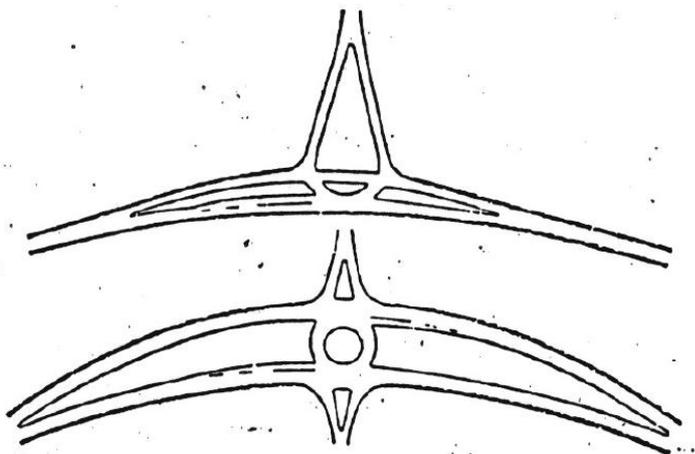


Figura 30: Intersecções com separação de áreas de conflito.

Fonte: Estudos de Tráfego, Akishino (2008).

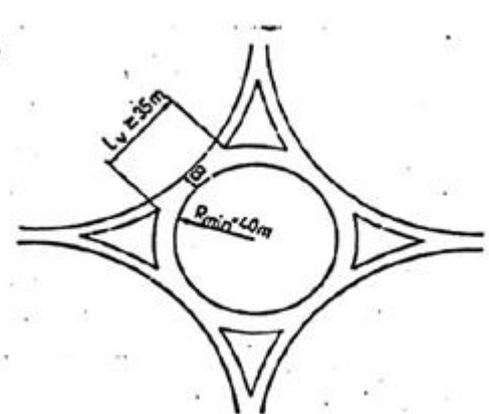


Figura 31: Rotatória.

Fonte: Estudos de Tráfego, Akishino (2008).

## II. Estudos do Existente e Resultados Obtidos

### 1. Reconhecimento da Intersecção

Para o desenvolvimento desta iniciação científica será abordado o estudo de tráfego na intersecção: Avenida Humberto de Alencar Castelo Branco com Estrada Samuel Aizemberg, no município de São Bernardo do Campo no estado de São Paulo.

Como observado a seguir, é feita a vetorização da imagem em estudo com suas medidas respectivas:



Figura 31: Av.Humberto de Alencar Castelo Branco com Estrada Samuel Aizemberg.

### 2. Levantamento de Dados

Após identificação da intersecção, foi possível observar que trata-se de uma intersecção com a Estrada Samuel Aizemberg em diferente nível da Avenida Humberto de

Alencar de Castelo Branco. A via principal é a avenida Castelo Branco e a via secundária, transversal é a estrada Samuel Aizemberg.

Para estudos de tráfego foi necessário um levantamento de campo, com auxílio da empresa Tranzum Planejamento e Consultoria de Trânsito Ltda., foi feita uma filmagem do cruzamento com duração de 24 horas, do dia 27/03/2012 ao dia 28/03/2012. Para a filmagem, a empresa dispôs de equipamento próprio, trata-se de um “carrinho” de filmagens denominado unidade móvel de contagem, dentro mesmo existe um computador que coleta as filmagens, em um mastro erguido é instalado uma câmera responsável por captar as imagens. Logo após as imagens são enviadas ao escritório com uma equipe técnica é feita a análise das filmagens, através da qual é realizada a contagem, este foi o método adotado pela empresa que assegura confiabilidade em seus dados.

O uso de pranchetas eletrônicas contadores de fluxo não são mais utilizadas atualmente, além de conter a porcentagem de erro cometida pelo operador do equipamento, um de seus grandes impedimentos é a falta de fornecedores no mercado, sendo um equipamento já extinto.



Figura 32: “Carrinho” de filmagens – instalação da unidade móvel de contagem, com apoios fixados no pavimento.



Figura 33: Mastro com câmera.



Figura 34: Ajustes feitos por profissional qualificado.



Figura 35: Nota-se compartimento com local adequado para abrigar o computador, e acima da unidade, uma placa responsável por captar energia solar.

No anexo I, contém o relatório de contagem veicular completo elaborado pela equipe técnica. Para confronto de métodos empregados foi realizado uma contagem manual por alunos integrantes deste projeto de iniciação científica com tema de estudo do uso de simulador de tráfego nas intersecções em São Bernardo do Campo.

Contagem manual realizada no período das 13:13 hs às 13:36 hs, os resultados obtidos foram:

Tabela 6 – Contagem Manual – período: 13:13 hs às 13:36 hs

Tipo de Veículos	Estrada Samuel Aizemberg		Av. Castelo Branco		
	Conversão à direita (sentido FEI)	Conversão à esquerda (sentido Piraporinha)	Reto (sentido Piraporinha)	Conversão à esquerda (sentido Samuel – Imigrantes)	Conversão à direita (sentido Samuel – Imigrantes)
<b>Carros</b>	67	50	106	69	62
<b>Caminhão</b>	15	3	4	10	10
<b>Ônibus</b>	3	2	6	4	2
<b>Total</b>	85	55	116	83	74

Pelo relatório de contagem obtido por filmagens, sendo apenas analisado período aproximado pois a contagem foi realizada a cada 15 minutos, foram apresentados os seguintes valores:

Tabela 7 – Contagem por Filmagem – período: 13:15 hs às 13:30 hs

Tipo de Veículos	Estrada Samuel Aizemberg		Av. Castelo Branco		
	Conversão à direita (sentido FEI)	Conversão à esquerda (sentido Piraporinha)	Reto (sentido Piraporinha)	Conversão à esquerda (sentido Samuel – Imigrantes)	Conversão à direita (sentido Samuel – Imigrantes)
<b>Carros</b>	80	76	129	89	115
<b>Caminhão</b>	20	12	13	8	17
<b>Ônibus</b>	4	3	11	2	3
<b>Total</b>	104	91	153	93	135

Apesar de faltar um movimento a ser contabilizado que seria na Av. Castelo Branco – reto (sentido FEI) e dos horários avaliados não serem exatamente coincidentes, nota-se grandes diferenças nos valores obtidos.

A contagem manual contempla um tempo total de contagem de 26 minutos, maior que o tempo de contagem de 15 minutos, utilizado na filmagem, sendo assim poderia captar um volume maior de carros, porém totalizando sua contagem é inferior a da filmagem.

A diferença obtida é de 163 veículos não contados, e um erro de 28,3 %, conforme cálculos a seguir:

Total de veículos - Contagem Manual =  $\Sigma (85 + 55 + 116 + 83 + 74) = 413$  veículos.

Total de veículos - Contagem por Filmagem =  $\Sigma (104 + 91 + 153 + 93 + 135) = 576$  veículos.

$$\text{Erro percentual (\%)} = \frac{\text{Cont.Film.} - \text{Cont.Man.}}{\text{Cont. Film.}}$$

Erro percentual = 28,3%

As motos não foram consideradas nesta contagem, por acreditar ser de pouca interferência no resultado final.

Foi também necessário a identificação da programação semafórica existente, infelizmente este dado não foi fornecido pela Prefeitura de São Bernardo do Campo, para obtenção dos dados, foi feita uma observação em campo sendo possível a identificação: dos movimentos, dos grupos semafóricos, da sequência de estágios adotada, do tempo de ciclo existente e dos respectivos tempo de verde, amarelo, vermelho, verde para pedestres e vermelho piscante para pedestres. Os tempos foram cronometrados com auxílio de cronômetro simples, no horário de pico ( período de maior movimento) identificado nas contagens.

### 3. Modelagem na Interface Gráfica do *software* Lisa+

Com os dados coletados e identificados, é iniciado o período de alimentação no software Lisa +, primeiramente é feito a modelagem da geometria existente juntamente com a identificação dos principais movimentos e respectivos grupos semafóricos:

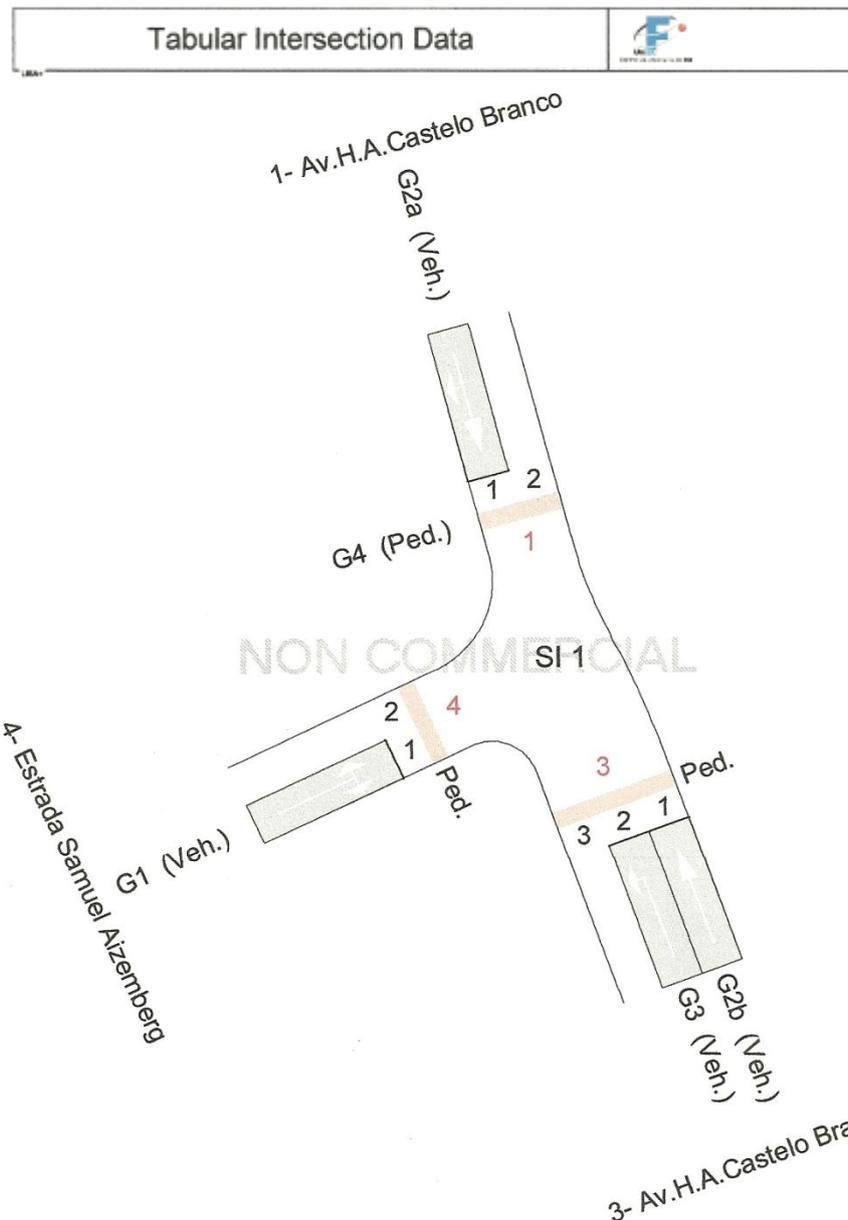


Figura 36: Modelagem da geometria da intersecção no *software* Lisa+.

O cruzamento é dividido em três pernas 1,3 e 4 como visto na figura acima, a seguir é possível acompanhar a determinação dos grupos semaforicos, de acordo com os movimentos, que implicam na identificação de pontos de origem e destino:

Signal Groups																		
No.	Name	Type	Signalized Streams				Symbol	ID No.	Green time		Restriction Time		Yield	Color indication Off yellow-fish	Vmax [km/h]	Initiation	Termination	Transport Mode
			from	3	4	1			min	max	min	max						
1	G1	Veh	4	✓	✓	✓	1	6	-	-	-		Unit	40	Red+Yellow 1s	Yellow 3s	Veh.	
2	G2a	Veh	1	✓	✓	✓	2	6	-	-	-		Unit	30	Red+Yellow 1s	Yellow 3s	Veh.	
3	G2b	Veh	3			✓	3	6	-	-	-		Unit	30	Red+Yellow 1s	Yellow 3s	Veh.	
4	G3	Veh	3		✓	✓	4	6	-	-	-		Unit	30	Red+Yellow 1s	Yellow 3s	Veh.	
5	G4	Ped	3			✓	5	6	-	-	-		Unit	-	-	-		

Figura 37: Elaboração dos grupos semaforicos no *software* Lisa+.

Os símbolos de cada movimento é representado por seus respectivos grupos semaforicos, também pode ser observado como é demarcado a origem e destino de cada movimento, por identificação numérica das pernas do cruzamento.

Com a observação em campo foi identificado o seguinte diagrama de estágios, funcionando em 4 estágios e sempre com botoeira acionada independente da presença de pedestres.

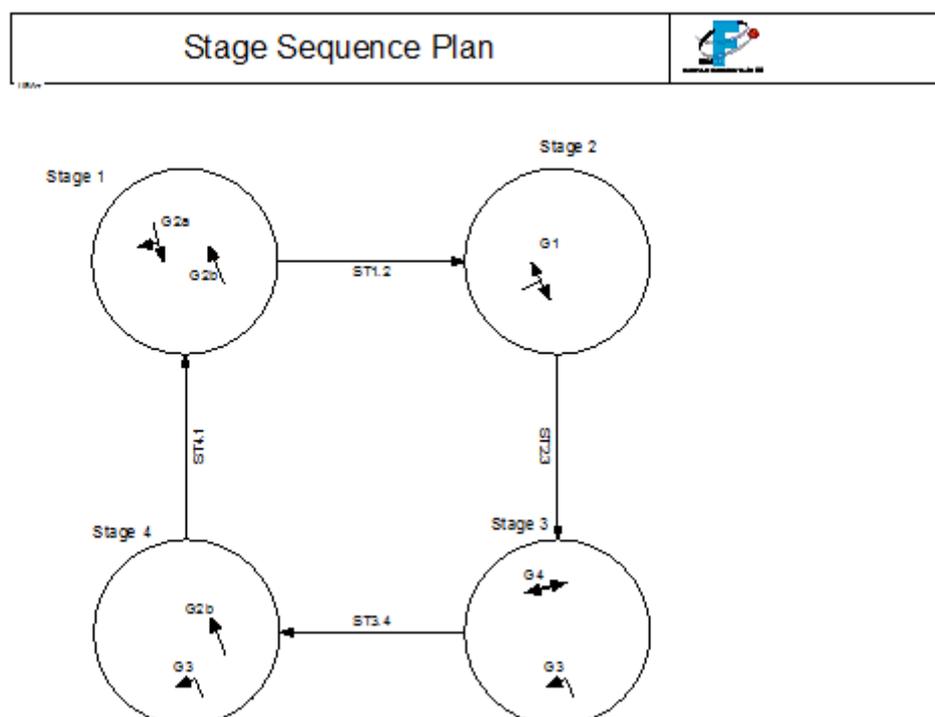


Figura 38: Montagem do diagrama de estágios no *software* Lisa+.

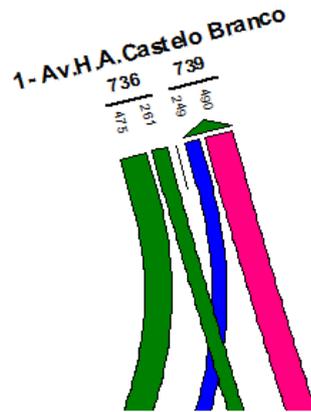
Alimentamos os dados de contagem no software, o número de veículos distintos por movimento e tipos de veículo, no anexo I será observado que o pico global ocorre no período das 06:45 hs às 07:45 hs com 1871 PCU. O valor de PCU, trata-se de um número equivalente de transformação de modo a contabilizar qualquer tipo de veículo, como um fator de conversão.

No anexo I, é apresentado o perfil horário da intersecção e foi identificado dois horários de picos a serem considerados neste estudo, o pico da manhã que equivale ao período das 06:45 hs às 07:45 hs e o pico da tarde que equivale ao período das 14:30hs às 15:30 hs.

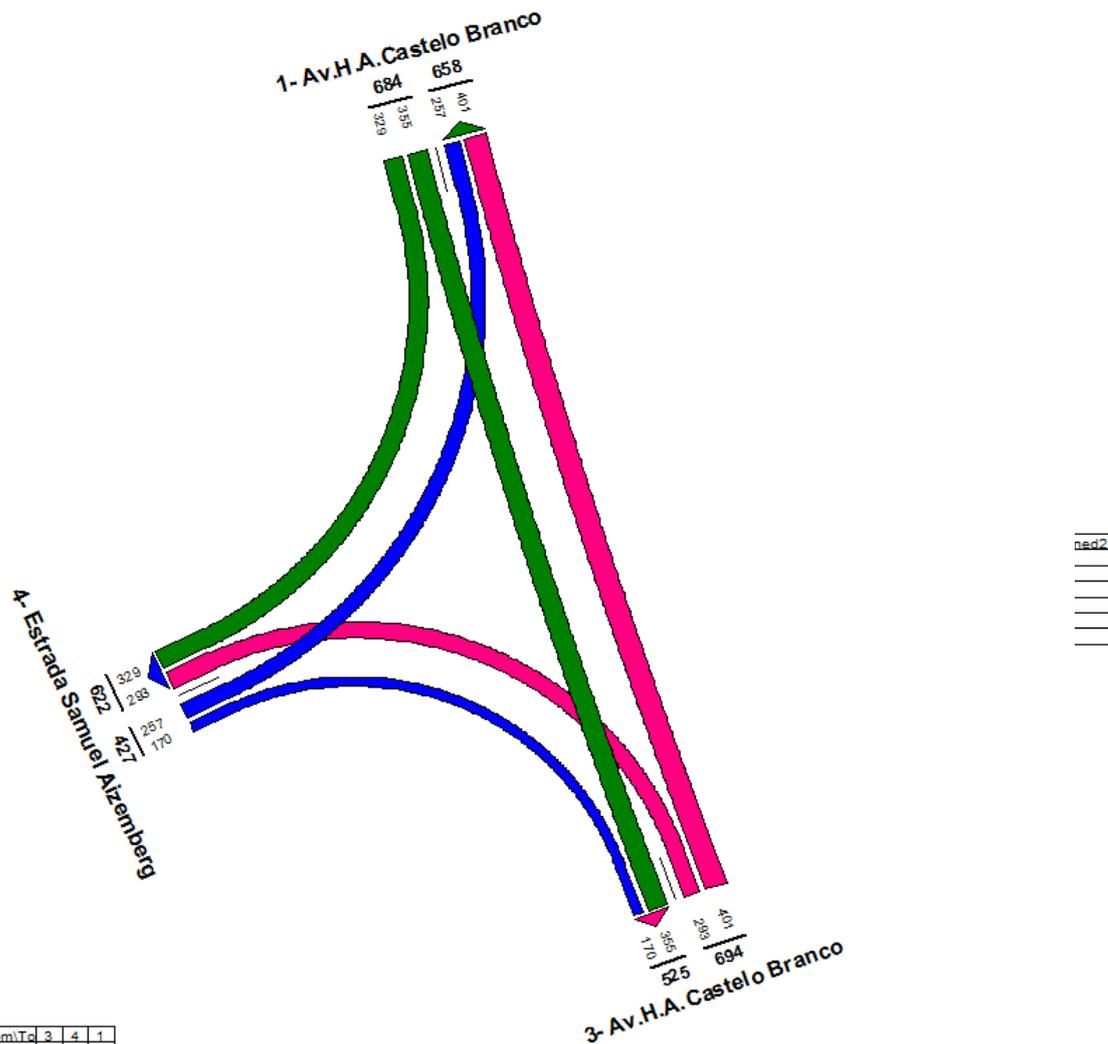
Alimentando os dados relativos a contagem também é necessário a alimentação do fluxo de saturação o software Lisa+ trabalha com padrões do HBS. Na intersecção estudada, foram empregados na Avenida Castelo Branco o fluxo de saturação por faixa corresponde a 1700 veículos por hora e na Estrada Samuel Aizemberg o fluxo de saturação por faixa corresponde a 1500 veículos por hora, tais estimativas baseadas na tabela 5.

Com os dados dos períodos estudados, o software gera diagramas de fluxo, que facilitam a visualização e o entendimento da demanda do volume de tráfego e sua distribuição.

### Pico crítico manhã



### Pico crítico tarde



From	To	3	4	1
3		293	401	
4		170	257	
1		855	829	

Stream	% Car	% Motorbike	% Cyclist	% Van	% Truck	% Tractor	% Trailed	% Tram	% Bus	% User-defined1	% User-defined2
3->4 (left)	84	0	0	0	13	0	0	0	4	0	0
3->1 (straight)	83	0	0	0	8	0	0	0	9	0	0
4->3 (left)	78	0	0	0	18	0	0	0	4	0	0
4->1 (right)	75	0	0	0	22	0	0	0	3	0	0
1->3 (straight)	84	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0
1->4 (right)	79	0	0	0	17	0	0	0	4	0	0

Figura 39: Diagrama de fluxo de tráfego

Com a cronometragem do tempo de ciclo e dos demais tempo, a montagem do diagrama de tempo existente foi elaborado para os dois picos identificados anteriormente:

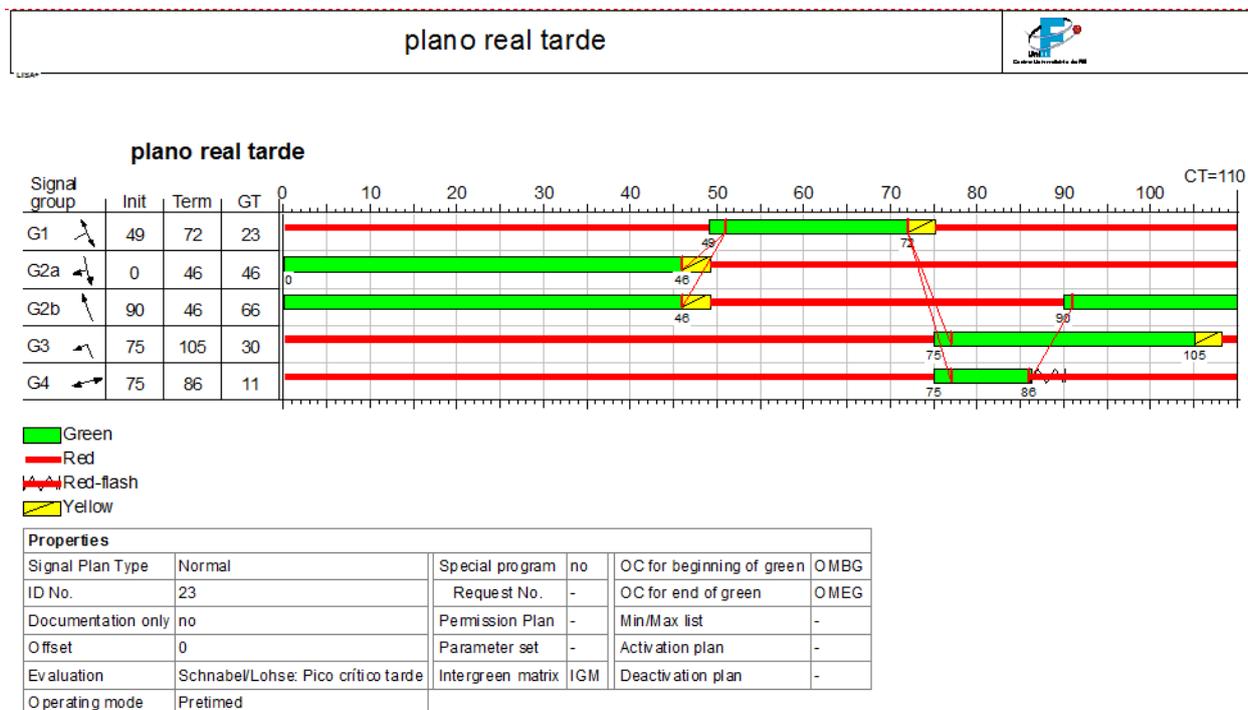


Figura 41: Montagem do diagrama de tempo, com dados coletados (tempo de ciclo 110s) – plano da tarde, no *software* Lisa+.

plano real manhã

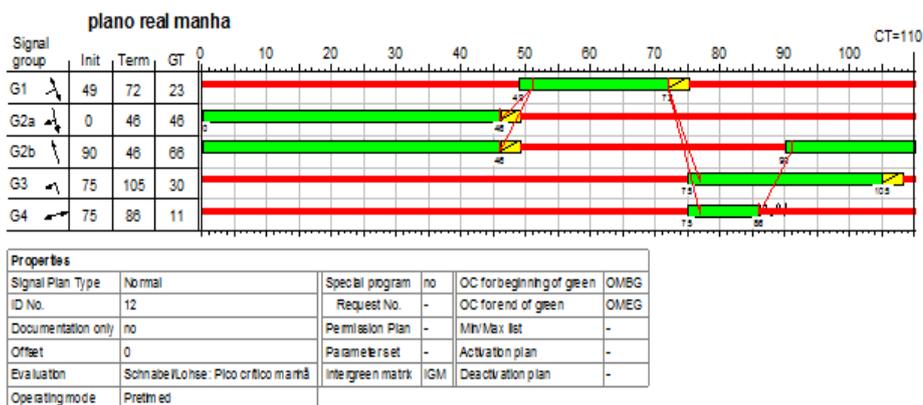


Figura 42: Montagem do diagrama de tempo, com dados coletados (tempo de ciclo 110s) – plano da manhã, no *software* Lisa+.

Após a montagem manual do diagrama de tempo no *software* Lisa+, o mesmo gera um nível de serviço (HBS Evaluation) com dados do diagrama de fluxo do período desejado e fluxo de saturação por faixa.

### HBS Evaluation



#### Pico crítico tarde, plano real tarde

Appr	Lane No.	Symbol	SGR	GT [s]	Flow [Veh/h]	SF [Veh/h]	C [Veh/h]	FR	N <sub>ao</sub> [Veh]	N <sub>ao</sub> [m]	N <sub>e</sub> [Veh]	nc	P [%]	N <sub>ao</sub> [Veh]	N <sub>ao</sub> [m]	WT [s]	LOS
3	2		G3	30	282	1700	464	0,61	0	0	8	0	90,0	10	60	34,88	B
	1		G2b	66	366	1700	1020	0,36	0	0	6	0	90,0	7	42	11,21	A
4	1		G1	23	413	1500	314	1,32	50	300	13	6	90,0	70	420	615,65	F
1	1		G2a	46	644	1700	711	0,91	3	18	20	1	90,0	20	120	45,57	C
Total for intersection:					1705		2509										
Weighted average:								0,84								174,51	
CT = 110 s T = 3600 s																	

Table layout based on Worksheet 3a) HBS 2001 Chapter 6 Signalized Intersections

Appr	Approach	[-]
Lane No.	Lane number	[-]
Symbol	Lane symbol	[-]
SGR	Signal Groups	[-]
GT	Greentime	[s]
Flow	Flow	[Veh/h]
SF	Saturation flow under prevailing conditions	[Veh/h]
C	Lane capacity	[Veh/h]
FR	Flow Ratio	[-]
N <sub>ao</sub>	Average number of vehicles in tailback at the end of green	[Veh]
N <sub>ao</sub>	Average tailback length at end of green	[m]

### HBS Evaluation



#### Pico crítico manhã, plano real manhã

Appr	Lane No.	Symbol	SGR	GT [s]	Flow [Veh/h]	SF [Veh/h]	C [Veh/h]	FR	N <sub>ao</sub> [Veh]	N <sub>ao</sub> [m]	N <sub>e</sub> [Veh]	nc	P [%]	N <sub>ao</sub> [Veh]	N <sub>ao</sub> [m]	WT [s]	LOS
3	2		G3	30	383	1700	464	0,83	2	12	12	0	90,0	15	90	53,67	D
	1		G2b	66	444	1700	1020	0,44	0	0	7	0	90,0	9	54	11,91	A
4	1		G1	23	415	1500	314	1,32	51	306	13	7	90,0	72	432	627,22	F
1	1		G2a	46	688	1700	711	0,97	9	54	21	1	90,0	27	162	75,20	E
Total for intersection:					1930		2509										
Weighted average:								0,89								175,07	
CT = 110 s T = 3600 s																	

Table layout based on Worksheet 3a) HBS 2001 Chapter 6 Signalized Intersections

Appr	Approach	[-]
Lane No.	Lane number	[-]
Symbol	Lane symbol	[-]
SGR	Signal Groups	[-]
GT	Green time	[s]
Flow	Flow	[Veh/h]
SF	Saturation flow under prevailing conditions	[Veh/h]
C	Lane capacity	[Veh/h]
FR	Flow Ratio	[-]
N <sub>ao</sub>	Average number of vehicles in tailback at the end of green	[Veh]
N <sub>ao</sub>	Average tailback length at end of green	[m]
N <sub>e</sub>	Number of stopping vehicles per cycle	[Veh]
nc	Maximum number of cycles before a vehicle can cross the intersection	[-]
P	Probability	[%]
N <sub>ao</sub>	Maximum number of vehicles in tailback at end of red	[Veh]
N <sub>ao</sub>	Maximum tailback length at end of red	[m]
WT	Average Wait Time	[s]
LOS	Level of service	[-]
T	Period of analysis	[s]

Figura 43: Cálculo do n<sub>ao</sub> de tempo da tarde, no s

manhã com plano de diagrama

O nível de serviço consiste na conceituação dos seguintes parâmetros:

Tabela 8 – Parâmetro do Nível de Serviço

Nível de Serviço (LOS)	Qualidade de Operação
A	Ótima
B	Boa
C	Regular
D	Ruim
E	Muito Ruim
F	Péssima

Com base na avaliação dos níveis de serviço, no período do pico da tarde, o tempo de espera em média é de 174,5 s, o nível de serviço mais crítico é na Estrada Samuel Aizemberg comandado pelo G1, com tempo de espera é em torno de 615 s, não somente este parâmetro classifica-o com pior nível de serviço existem mais fatores que implicam: operar com fluxo perto da capacidade (ultrapassando a capacidade neste caso), grande número de veículos parados e longa fila formada, classificado como F, de péssima qualidade. Com base ainda nos parâmetro, como: proporção do fluxo (Fr), média do número de veículos no final do verde (Neg), número de veículos parados (Nst), máximo número de veículos parados no final de verde (Ner), tempo de espera (WT) e nível de serviço (LOS) (acompanhados nas 5 últimas colunas da tabela), podemos avaliar a deficiência do cruzamento.

Para o período da manhã, o tempo de espera é mais crítico com 175 s de espera, e o G1 apresenta novamente pior nível de serviço com base nos parâmetros anteriores citados, repetindo a mesma análise que o período da tarde, notando que no período da manhã o fluxo é mais carregado se comparado ao da tarde.

#### 4. Modelagem de cálculo pelo Método de Webster da situação Existente

Para análise da programação existente será calculado pelo método de Webster, o tempo de ciclo ótimo e distribuição do tempo de verde para confronto de dados no Lisa+.

Obedecendo a sequência dos 4 estágios, segue a resolução para o horário de pico da manhã:

Para o sentido comando por G2a, calculo da taxa de ocupação A: (movimento de 1 para 4, e de 1 para 3)

$$Y_a = 736:1700 = 0,43$$

Para o sentido comandado por G2b, calculei a taxa de ocupação B: ( movimento de 3 para 1)

$$Y_b = 490: 1700 = 0,28$$

Para o sentido comandado por G1, considerando 2 faixas pois os carros assim se acomodam exceto ônibus e caminhões que trafegam em 1 faixa assim diminui o fluxo de saturação para 1500 veículos por hora, calculo da taxa de ocupação S: (movimento de 4 para 1 e de 4 para 3)

$$Y_s = 434: (2 \times 1500) = 0,14$$

Para o sentido comandado por G3, calculei a taxa de ocupação C: (movimento de 3 para 4)

$$Y_c = 391:1700 = 0,23$$

Por estágios deveríamos considerar a maior taxa de ocupação:

Estagio 1:  $Y_a > Y_b$

Estagio 2:  $Y_s$

Estagio 3: tempo perdido do pedestre

Estagio 4:  $Y_c$ , principal movimento do estagio já que o movimento 3 para 1 anda no primeiro estágio.

Portanto:

$$\Sigma Y = Y_a + Y_s + Y_c = 0,8$$

$T_c \text{ ótimo} = (1,5 \times (4+4+5)) + 5/1 - 0,8 = 122,5 \text{ s}$  (o tempo do pedestre é desconsiderado pois ele não será perdido neste caso pois anda com a conversão, isto é, não existe um estágio apenas para ele).

Onde:

$$T_{pi} = T_{af}$$

$$T_{am} = 4 \text{ s} \text{ e } T_{entreverdes} = 5 \text{ s}$$

Cálculo da Taxa de Ocupação ( $y$ ) - uso da equação 12.1

Cálculo do Tempo de Ciclo Ótimo ( $T_c$  ótimo) - uso da equação 13.1

Cálculo do Tempo de Verde ( $T_v$ ) - uso da equação 13.3

Adotando tempo de ciclo ótimo de 120 s (arredondando de 5 s em 5 s é o mais próximo do resultado obtido, a partir disto é feita a distribuição do tempos de verde:

$T_{va} = 47,1$  s para Grupo: G2a

$T_{vb} = 30,66$  s para Grupo: G2b

$T_{vs} = 15,98$  s para Grupo: G1

$T_{vc} = 25,18$  s para Grupo: G3

$T_{v \text{ pedestre}} = 8,6 : 1,2 = 7$  s (equação 9.1)

$T_{vm \text{ piscante}} = 7 : 2 = 3,6$  s, o mínimo adotado é de 4 s (equação 9.2)

Com a montagem do diagrama de tempo no software para o pico da manhã calculado obtemos o seguinte resultado:

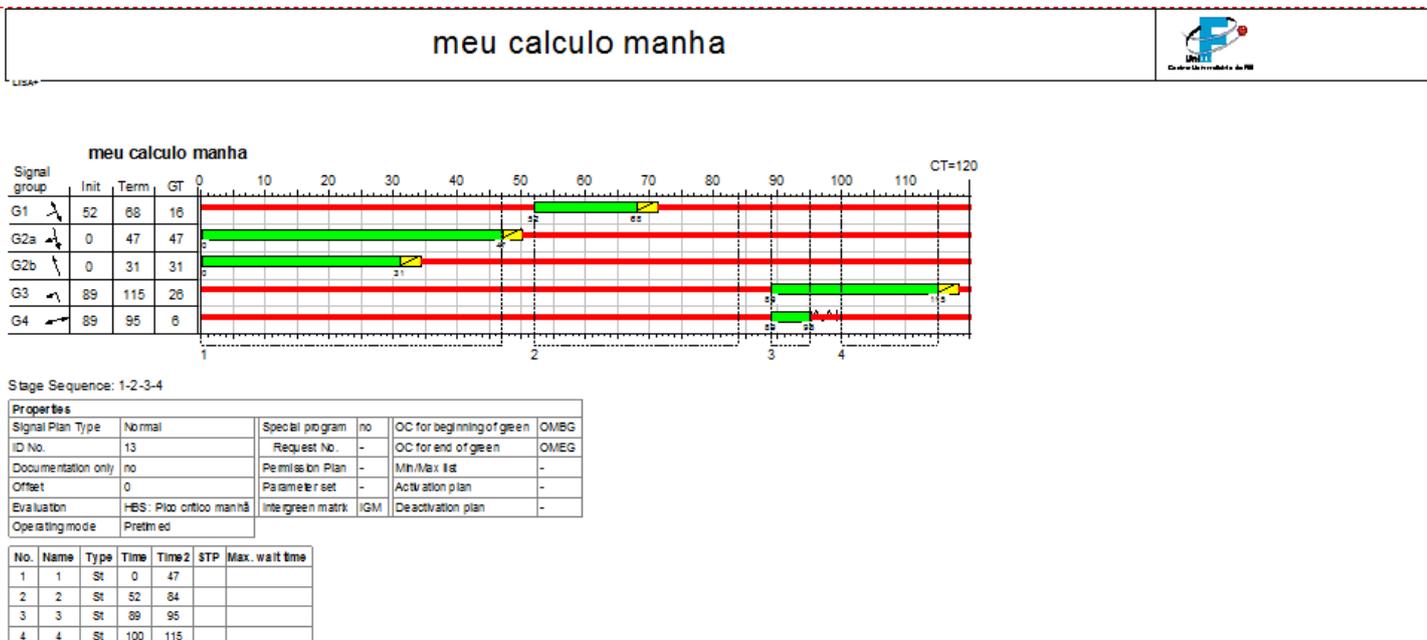


Figura 45:Montagem no diagrama de tempo com base de cálculo Webster, no *software* Lisa+.

**HBS Evaluation**

**Pico crítico manhã, meu calculo manha**

Appr	Lane No.	Symbol	SGR	GT [s]	Flow [Veh/h]	SF [Veh/h]	C [Veh/h]	FR	N <sub>avg</sub> [Veh]	N <sub>avg</sub> [m]	N <sub>max</sub> [Veh]	nc	P [%]	N <sub>max</sub> [Veh]	N <sub>max</sub> [m]	WT [s]	LOS
3	2		G3	26	383	1700	368	1,04	14	84	13	2	90,0	31	186	186,55	F
	1		G2b	31	444	1700	439	1,01	11	66	15	2	90,0	29	174	135,63	F
4	1		G1	16	415	1500	200	2,08	108	648	14	18	90,0	135	810	1997,30	F
1	1		G2a	47	688	1700	666	1,03	20	120	23	2	90,0	43	258	147,73	F
Total for intersection:					1930		1673										
Weighted average:								1,25								550,36	

CT = 120 s    T = 3600 s

Table layout based on Worksheet 3a) HBS 2001 Chapter 6 Signalized Intersections

Appr	Approach	[-]
Lane No.	Lane number	[-]
Symbol	Lane symbol	[-]
SGR	Signal Groups	[-]
GT	Green time	[s]
Flow	Flow	[Veh/h]
SF	Saturation flow under prevailing conditions	[Veh/h]
C	Lane capacity	[Veh/h]
FR	Flow Ratio	[-]
N <sub>avg</sub>	Average number of vehicles in tailback at the end of green	[Veh]
N <sub>avg</sub>	Average tailback length at end of green	[m]
N <sub>s</sub>	Number of stopping vehicles per cycle	[Veh]
nc	Maximum number of cycles before a vehicle can cross the intersection	[-]
P	Probability	[%]
N <sub>max</sub>	Maximum number of vehicles in tailback at end of red	[Veh]
N <sub>max</sub>	Maximum tailback length at end of red	[m]
WT	Average Wait Time	[s]
LOS	Level of service	[-]
T	Period of analysis	[s]

Figura 46:Elaboração do nível de serviço respectivo do diagrama anterior no *software* Lisa+.

Observa-se que o nível de serviço do cruzamento em geral é F, com uma grande queda de qualidade, o tempo de espera evolui para 550 s, cerca de 3 vezes maior se comparado com o existente no mesmo período, ocorre um aumento no tempo de ciclo em 10 s, a lógica da distribuição dos tempos de verde permanece igual, o tempo maior de verde continua sendo para G2b (Castelo Branco), seguido por G2a (Castelo Branco), depois por G3(Castelo Branco) e por fim por G1 (Samuel).Outro fator implicante é o cruzamento estar saturado, todos os fluxos excedem a capacidade de cada grupo semafórico.

Agora obedecendo a sequência dos 4 estágios, segue a resolução para o horário de pico da tarde:

Para o sentido comandado por G2a, calculo da taxa de ocupação A: (movimento de 1 para 4, e de 1 para 3)

$$Y_a = 684:1700 = 0,40$$

Para o sentido comandado por G2b, calculei a taxa de ocupação B: ( movimento de 3 para 1)

$$Y_b = 401: 1700 = 0,23$$

Para o sentido comandado por G1, considerando 2 faixas pois os carros assim se acomodam exceto ônibus e caminhões que trafegam em 1 faixa assim diminui o fluxo de saturação para 1500 veículos por hora, calculo da taxa de ocupação S: (movimento de 4 para 1 e de 4 para 3)

$$Y_s = 427: (2 \times 1500) = 0,14$$

Para o sentido comandado por G3, calculei a taxa de ocupação C: (movimento de 3 para 4)

$$Y_c = 293:1700 = 0,23$$

Por estágios deveríamos considerar a maior taxa de ocupação:

Estagio 1:  $Y_a > Y_b$

Estagio 2:  $Y_s$

Estagio 3: tempo perdido do pedestre

Estagio 4:  $Y_c$ , principal movimento do estagio já que o movimento 3 para 1 anda no primeiro estágio.

Portanto:

$$\Sigma Y = Y_a + Y_s + Y_c = 0,71$$

$T_c \text{ ótimo} = (1,5 \times (4+4+5)) + 5/1 - 0,71 = 84,5 \text{ s}$  (o tempo do pedestre é desconsiderado pois ele não será perdido neste caso pois anda com a conversão, isto é, não existe um estágio apenas para ele).

Onde:

$$T_{pi} = T_{af}$$

$$T_{am} = 4 \text{ s} \text{ e } T_{entreverdes} = 5 \text{ s}$$

Cálculo da Taxa de Ocupação (y) - uso da equação 12.1

Cálculo do Tempo de Ciclo Ótimo ( $T_c \text{ ótimo}$ ) - uso da equação 13.1

Cálculo do Tempo de Verde (Tv) - uso da equação 13.3

Adotando tempo de ciclo ótimo de 85 s (arredondando de 5 s em 5 s é o mais próximo do resultado obtido, a partir disto é feita a distribuição do tempos de verde:

$T_{va} = 28,8$  s para Grupo: G2a

$T_{vb} = 15,87$  s para Grupo: G2b

$T_{vs} = 10,08$  s para Grupo: G1

$T_{vc} = 12,24$  s para Grupo: G3

$T_{v \text{ pedestre}} = 8,6 : 1,2 = 7$  s (equação 9.1)

$T_{vm \text{ piscante}} = 7 : 2 = 3,6$  s, o mínimo adotado é de 4 s (equação 9.2)

Com a montagem do diagrama de tempo no software para o pico da tarde calculado obtemos o seguinte resultado:

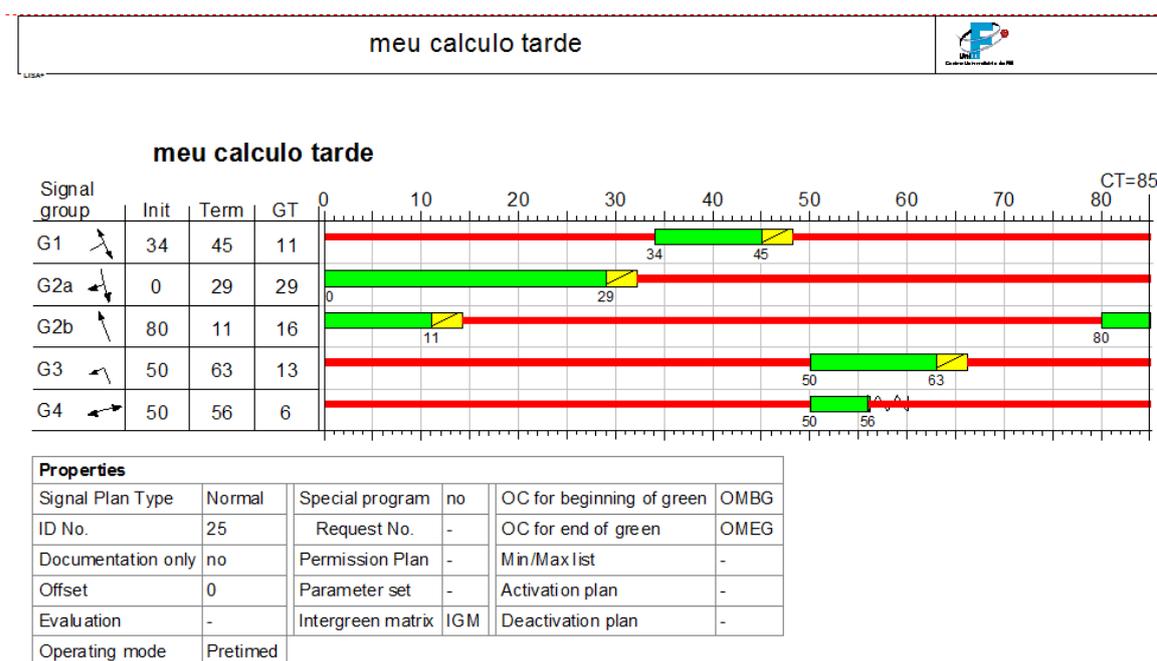


Figura 47: Montagem no diagrama de tempo com base de cálculo Webster, no *software* Lisa+.

### HBS Evaluation



#### Pico crítico tarde, meu calculo tarde

Appr	Lane No.	Symbol	SGR	GT [s]	Flow [Veh/h]	SF [Veh/h]	C [Veh/h]	FR	N <sub>av</sub> [Veh]	N <sub>sl</sub> [m]	N <sub>e</sub> [Veh]	nc	P [%]	N <sub>ar</sub> [Veh]	N <sub>sl</sub> [m]	WT [s]	LOS
3	2	G3	G3	13	282	1700	260	1,08	15	90	7	4	90,0	27	162	248,91	F
	1	G2b	G2b	16	366	1700	320	1,14	26	156	9	5	90,0	41	246	323,58	F
4	1	G1	G1	11	413	1500	194	2,13	110	660	10	26	90,0	133	798	2075,18	F
1	1	G2a	G2a	29	644	1700	580	1,11	37	222	15	4	90,0	57	342	259,74	F
Total for intersection:					1705		1354										
Weighted average:								1,36								711,41	

CT = 85 s    T = 3600 s

Table layout based on Worksheet 3a) HBS 2001 Chapter 6 Signalized Intersections

Appr	Approach	[-]
Lane No.	Lane number	[-]
Symbol	Lane symbol	[-]
SGR	Signal Groups	[-]
GT	Green time	[s]
Flow	Flow	[Veh/h]
SF	Saturation flow under prevailing conditions	[Veh/h]
C	Lane capacity	[Veh/h]
FR	Flow Ratio	[-]
N <sub>av</sub>	Average number of vehicles in tailback at the end of green	[Veh]
N <sub>sl</sub>	Average tailback length at end of green	[m]
N <sub>e</sub>	Number of stopping vehicles per cycle	[Veh]
nc	Maximum number of cycles before a vehicle can cross the intersection	[-]
P	Probability	[%]
N <sub>ar</sub>	Maximum number of vehicles in tailback at end of red	[Veh]
N <sub>sl</sub>	Maximum tailback length at end of red	[m]
WT	Average Wait Time	[s]
LOS	Level of service	[-]
T	Period of analysis	[s]

Figura 48: Elaboração do nível de serviço respectivo do diagrama anterior no *software* Lisa+.

Com mesmas características conclusivas do “meu calculo manhã”, nota-se cruzamento bem saturado, todos os fluxos excedem a capacidade da via de cada grupo semafórico, o tempo de espera é de 711s, em comparação ao plano existente no mesmo período este valor é 4 vezes maior, a lógica na distribuição dos tempos de verde ainda é seguida (decrecente) por : G2a, G2b, G3 e G1. O caráter do nível de serviço em geral é F, em queda em relação ao comparado.

#### 5. Modelagem de cálculo pelo Lisa+ da situação Existente

O Lisa+ também calcula o tempo de ciclo ótimo e a distribuição dos tempos de verde, porém como dito em itens anteriores pelo método dos parâmetros HBS.

A seguir foi calculado o tempo de ciclo para o horário de pico da manhã (com base nos 4 estágios e sequencia existente) e seu respectivo nível de serviço:

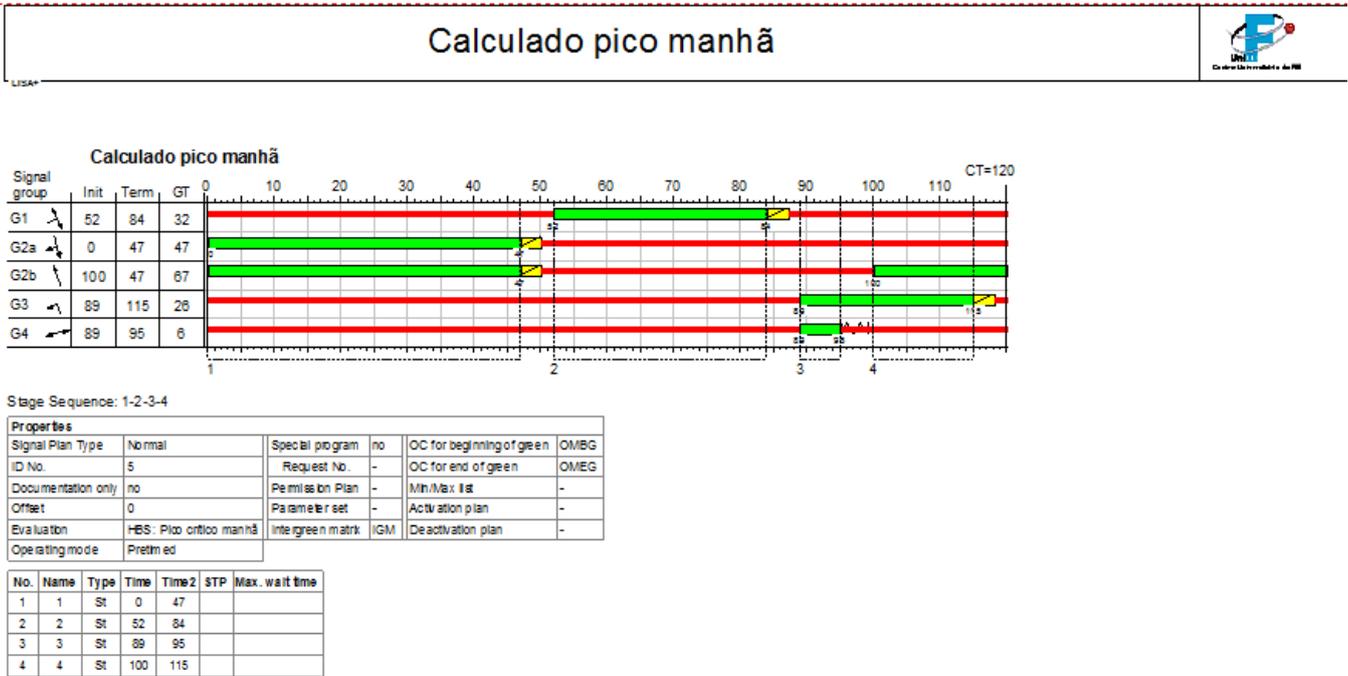


Figura 49: Diagrama de tempo de ciclo ótimo calculado pelo *software* Lisa+.

### HBS Evaluation



**Pico crítico manhã, Calculado pico manhã**

Appr	Lane No.	Symbol	SGR	GT [s]	Flow [Veh/h]	SF [Veh/h]	C [Veh/h]	FR	N <sub>es</sub> [Veh]	N <sub>s</sub> [Veh]	N <sub>er</sub> [Veh]	WT [s]	LOS
3	2		G3	26	383	1700	368	1,04	14	13	31	186,55	F
	1		G2b	67	444	1700	949	0,47	0	9	10	15,84	A
4	1		G1	32	415	1500	400	1,04	15	14	32	176,37	F
1	1		G2a	47	688	1700	666	1,03	20	23	43	147,73	F
Total for intersection:					1930		2383						
Weighted average:								0,91				131,25	
													CT = 120 s T = 3600 s

Table layout based on Worksheet 3a) HBS 2001 Chapter 6 Signalized Intersections

Appr	Approach	[-]
Lane No.	Lane number	[-]
Symbol	Lane symbol	[-]
SGR	Signal Groups	[-]
GT	Green time	[s]
Flow	Flow	[Veh/h]
SF	Saturation flow under prevailing conditions	[Veh/h]
C	Lane capacity	[Veh/h]
FR	Flow Ratio	[-]
N <sub>es</sub>	Average number of vehicles in tailback at the end of green	[Veh]
N <sub>s</sub>	Number of stopping vehicles per cycle	[Veh]
N <sub>er</sub>	Maximum number of vehicles in tailback at end of red	[Veh]
WT	Average Wait Time	[s]
LOS	Level of service	[-]
T	Period of analysis	[s]

Figura 50: Nível de serviço calculado pelo *software* Lisa+.

Concluimos que em relação à distribuição dos tempos de verde, considerando os planos “plano real manha” e plano “meu calculo manha”, a lógica foi modificada, pois dessa vez a ordem (decrecente) segue : G2b, G2a, G1 e G3. Neste modo de operação foi atribuído tempo de verde maior para G1 (Samuel), interferindo no tempo de espera que foi diminuído em relação aos dois planos descritos anteriormente para 131 s, em relação ao “plano real manha” significa uma redução do tempo de espera de 25%, e em relação ao “meu calculo manha” uma redução de 76% do tempo de espera. O nível de serviço de alguns movimentos podem ter decaído em relação ao “plano real manha”, porém numa avaliação global, o tempo de espera reduzido é satisfatório.

A seguir foi calculado o tempo de ciclo para o horário de pico da tarde (com base nos 4 estágios e sequencia existente) e seu respectivo nível de serviço:

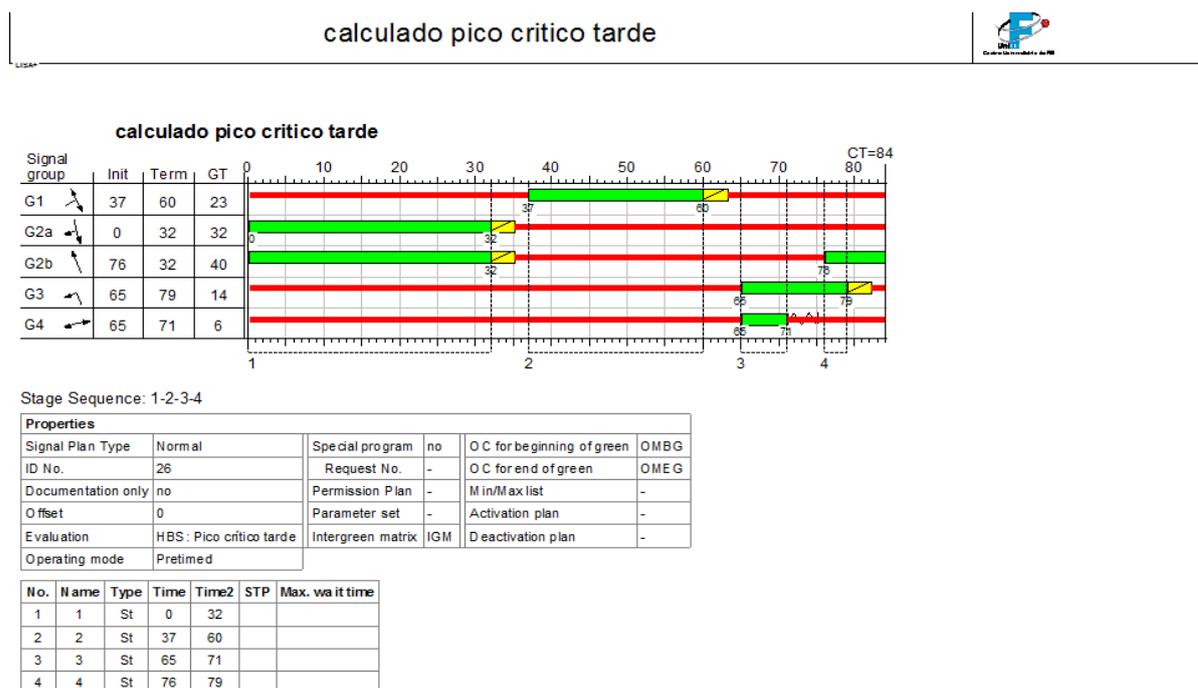


Figura 51: Diagrama de tempo de ciclo ótimo calculado pelo software Lisa+.

### HBS Evaluation



#### Pico crítico tarde, calculado pico crítico tarde

Appr	Lane No.	Symbol	SGR	GT [s]	Flow [Veh/h]	SF [Veh/h]	C [Veh/h]	FR	N <sub>ao</sub> [Veh]	N <sub>ao</sub> [m]	N <sub>r</sub> [Veh]	nc	P [%]	N <sub>ao</sub> [Veh]	N <sub>ao</sub> [m]	WT [s]	LOS
3	2		G3	14	282	1700	283	1,00	7	42	7	2	90,0	18	108	127,95	F
	1		G2b	40	366	1700	810	0,45	0	0	6	0	90,0	7	42	14,69	A
4	1		G1	23	413	1500	411	1,00	10	60	10	2	90,0	23	138	116,38	F
1	1		G2a	32	644	1700	648	0,99	11	66	15	2	90,0	26	156	85,78	E
Total for intersection:					1705		2152										
Weighted average:								0,88								84,91	
CT = 84 s T = 3600 s																	

Table layout based on Worksheet 3a) HBS 2001 Chapter 6 Signalized Intersections

Appr	Approach	[-]
Lane No.	Lane number	[-]
Symbol	Lane symbol	[-]
SGR	Signal Groups	[-]
GT	Green time	[s]
Flow	Flow	[Veh/h]
SF	Saturation flow under prevailing conditions	[Veh/h]
C	Lane capacity	[Veh/h]
FR	Flow Ratio	[-]
N <sub>ao</sub>	Average number of vehicles in tailback at the end of green	[Veh]
N <sub>ao</sub>	Average tailback length at end of green	[m]
N <sub>r</sub>	Number of stopping vehicles per cycle	[Veh]
nc	Maximum number of cycles before a vehicle can cross the intersection	[-]
P	Probability	[%]
N <sub>ao</sub>	Maximum number of vehicles in tailback at end of red	[Veh]
N <sub>ao</sub>	Maximum tailback length at end of red	[m]
WT	Average Wait Time	[s]
LOS	Level of service	[-]
T	Period of analysis	[s]

Figura 52: Nível de serviço calculado pelo *software* Lisa+.

Com mesmas afirmações conclusivas que o calculado pelo software Lisa+ no período da manhã, observou-se que em relação à distribuição dos tempos de verde, considerando os planos “plano real tarde” e plano “meu calculo tarde”, a lógica foi modificada, pois dessa vez a ordem (decrecente) segue : G2b, G2a, G1 e G3. Neste modo de operação foi atribuído tempo de verde maior para G1 (Samuel), interferindo no tempo de espera que foi diminuído em relação aos dois planos descritos anteriormente para 84 s, em relação ao “plano real tarde” significa uma redução do tempo de espera de 88%, e em relação ao “meu calculo tarde” uma redução de 52% do tempo de espera. O nível de serviço de alguns movimentos podem ter decaído em relação ao “plano real tarde”, porém novamente na avaliação global, o tempo de espera reduzido é satisfatório. É uma particularidade deste caso observado é a coincidência do tempo de ciclo ótimo calculado pelo método Webster com calculado pelo Lisa+.

Mesmo com uma repartição do tempo de verde atribuído pelos critérios do manual do HBS, o Lisa+ revelou eficiência na avaliação global e redução do tempo de espera acima de 15% e no máximo valor de 88%, os números caracterizam uma alternativa em potencial a ser empregada.

### III. Proposta de Melhoria

Analisando que o cruzamento funciona em regime saturado, pois os valores de fluxo se aproximam em muito da capacidade, a solução encontrada foi uma alternativa no projeto geométrico, sem alterações nos grupos semafóricos existentes, operando juntamente com uma alternativa no plano de estágios, a seguir a nova modelagem do cruzamento:

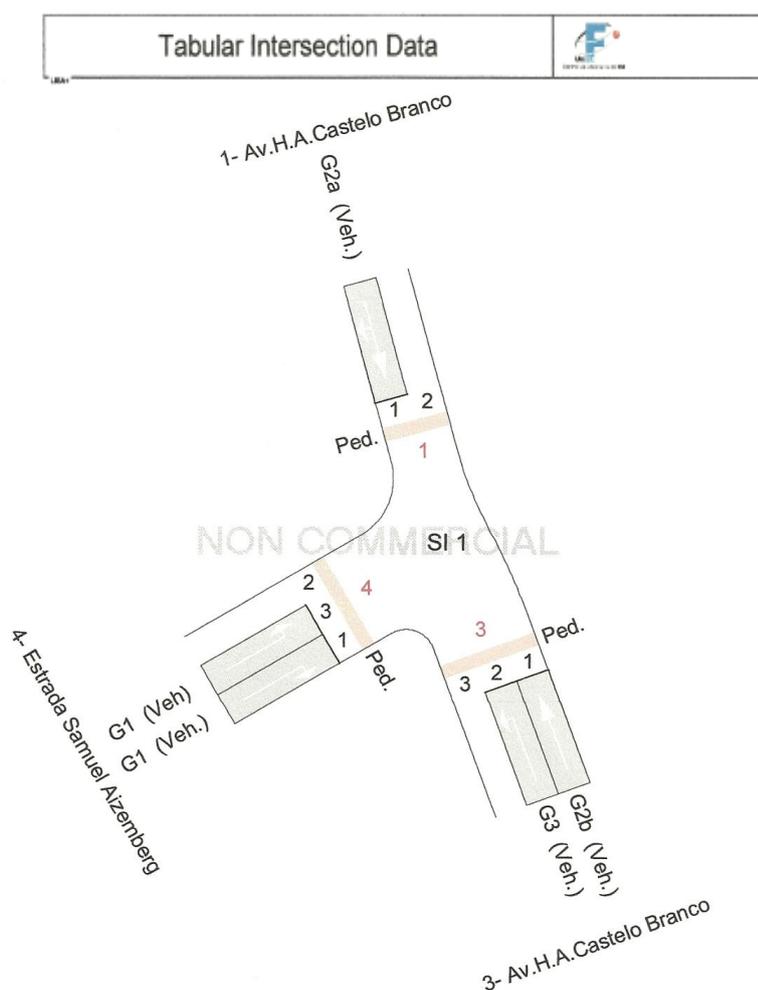


Figura 53: Modelagem da nova geometria no *software* Lisa+.

A sugestão admite o acréscimo de uma nova faixa na Estrada Samuel Aizemberg, em sua aproximação, deste modo, cada faixa seria dedicada a uma conversão específica, isto é, uma faixa para conversão a direita e outra faixa para conversão a esquerda. A via existente com faixa única na aproximação da Estrada Samuel Aizemberg, não deve ser apenas dividida, é sugerido que tenha o acréscimo da faixa, isto seria possível com a proibição de estacionamento de veículos do outro lado da pista, assim teríamos um aumento na largura da via, ou até mesmo, sugerir uma desapropriação de cerca de 2 metros no posto de gasolina instalado na proximidade, aumentando também a largura da via, e facilitando a conversão à direita.

Importante ressaltar que a sinalização deve ser refeita para a inclusão da nova faixa, apesar da sinalização da faixa de pedestres nas pernas 4 e 3, não há segurança para a travessia, será necessário travessia apenas na perna 1 e quanto a perna 4, será praticado a legislação de dar preferência para travessia de pedestres em áreas de conversão.

A seguir é apresentado novo plano de estágios, que atuarão em 2 seqüências:

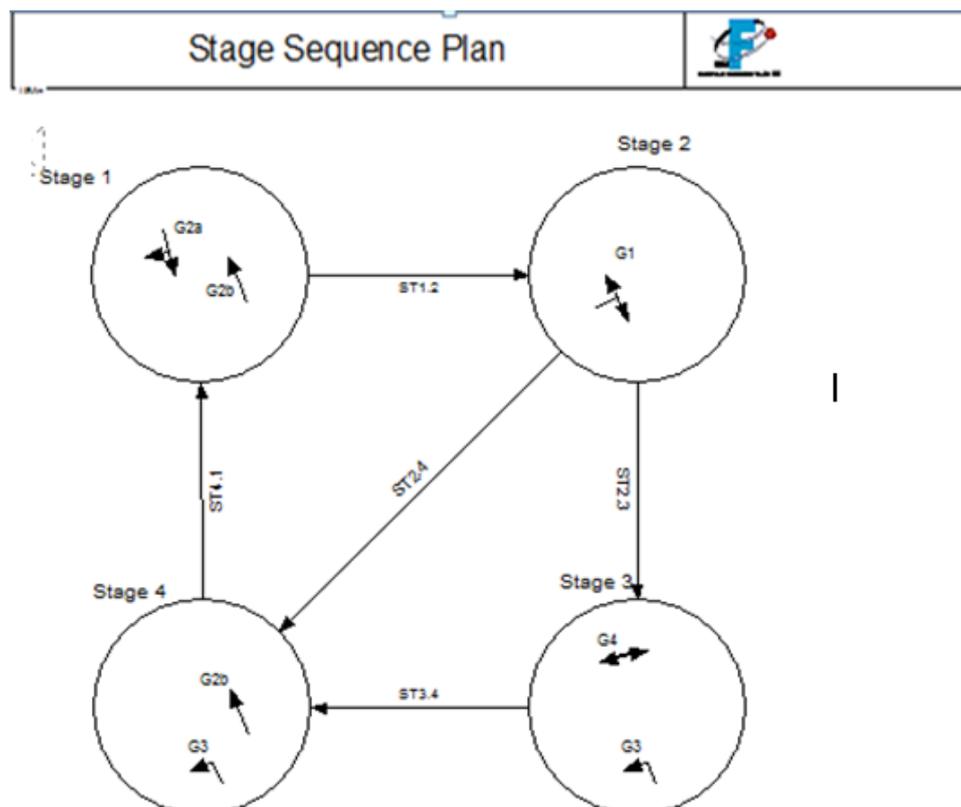


Figura 54: Novos planos de estágios no *software* Lisa+.

Os planos de estágio são compostos da seguinte maneira:

Plano 1: Sequência – Estágios 1 – 2 – 4 (sem botoeira).

Plano 2: Sequência – Estágios 1 – 2 – 3 – 4 (com botoeira acionada).

A operação com gupos semaforicos será a mesma, para obtenção dos resultados os dados de fluxo também serão os mesmos utilizados do existente, assim como avaliação do horário de pico, identificado como pico da manhã e pico da tarde.

### 1. Modelagem de cálculo pelo Método de Webster da Proposta

Para análise da proposta será calculado pelo método de Webster, o tempo de ciclo ótimo e distribuição do tempo de verde para confronto de dados no Lisa+, como feitos na situação existente.

Obedecendo a sequência dos 3 estágios, segue a resolução para o horário de pico da tarde:

Para o sentido comando por G2a, calculo da taxa de ocupação A: (movimento de 1 para 4, e de 1 para 3)

$$Y_a = 684:1700 = 0,40$$

Para o sentido comandado por G2b, calculei a taxa de ocupação B: ( movimento de 3 para 1)

$$Y_b = 401: 1700 = 0,24$$

Para o sentido comandado por G1, considerando 2 faixas, calculo da taxa de ocupação S: (movimento de 4 para 1 e de 4 para 3)

$$Y_s = 427: (2 \times 1500) = 0,42$$

Para o sentido comandado por G3, calculei a taxa de ocupação C: (movimento de 3 para 4)

$$Y_c = 293:1700 = 0,17$$

Por estágios deveríamos considerar a maior taxa de ocupação:

Estagio 1:  $Y_a > Y_b$

Estagio 2:  $Y_s$

Estágio 3:  $Y_c$ , principal movimento do estágio já que o movimento 3 para 1 anda no primeiro estágio.

Portanto:

$$\Sigma Y = Y_a + Y_s + Y_c = 0,71$$

$$T_c \text{ ótimo} = (1,5 \times (4+4+5)) + 5/1 - 0,71 = 84,4 \text{ s}$$

Onde:

$$T_{pi} = T_{af}$$

$$T_{am} = 4 \text{ s e } T_{entreverdes} = 5 \text{ s}$$

Cálculo da Taxa de Ocupação ( $\gamma$ ) - uso da equação 12.1

Cálculo do Tempo de Ciclo Ótimo ( $T_c$  ótimo) - uso da equação 13.1

Cálculo do Tempo de Verde ( $T_v$ ) - uso da equação 13.3

Adotando tempo de ciclo ótimo de 85 s (arredondando de 5 s em 5 s é o mais próximo do resultado obtido, a partir disto é feita a distribuição do tempos de verde:

$$T_{va} = 28,8 \text{ s para Grupo: G2a}$$

$$T_{vb} = 17,3 \text{ s para Grupo: G2b}$$

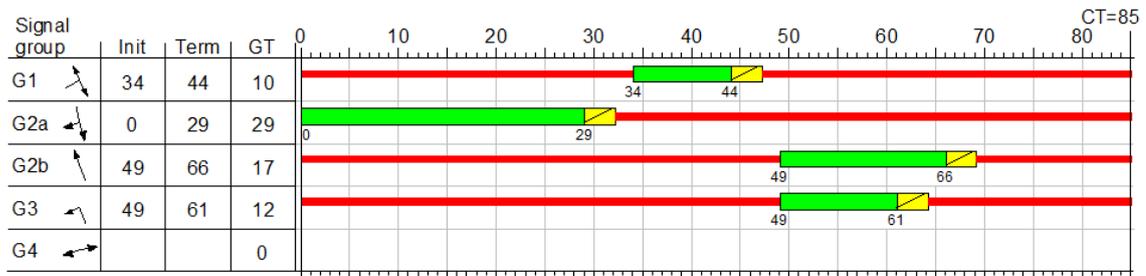
$$T_{vs} = 10,08 \text{ s para Grupo: G1}$$

$$T_{vc} = 12,24 \text{ s para Grupo: G3}$$

Com a montagem do diagrama de tempo no software para o pico da tarde calculado pelo método de Webster com plano de 3 estágios (sem botoeira) obtemos o seguinte resultado:

meu calculo tarde sem botoeira

### meu calculo tarde sem botoeira



Properties			
Signal Plan Type	Normal	Special program	no
ID No.	13	OC for beginning of green	OMBG
Documentation only	no	Request No.	-
Offset	0	OC for end of green	OMEG
Evaluation	Schnabel/Lohse: Pico crítico tarde	Permission Plan	-
Operating mode	Pretimed	Min/Max list	-
		Parameter set	-
		Intergreen matrix	IGM
		Activation plan	-
		Deactivation plan	-

Figura 55: Montagem do diagrama de tempo no *software* Lisa+.

### HBS Evaluation

#### Pico crítico tarde, meu calculo tarde sem botoeira

Appr	Lane No.	Symbol	SGR	GT [s]	Flow [Veh/h]	SF [Veh/h]	C [Veh/h]	FR	N <sub>oc</sub> [Veh]	N <sub>ac</sub> [m]	N <sub>r</sub> [Veh]	nc	P [%]	N <sub>oc</sub> [Veh]	N <sub>ac</sub> [m]	WT [s]	LOS
3	2	↘	G3	12	282	1700	240	1,18	22	132	7	5	90,0	35	210	372,02	F
	1	↙	G2b	17	366	1700	340	1,08	18	108	9	3	90,0	32	192	227,81	F
4	3	↗	G1	10	170	1500	176	0,97	5	30	4	2	90,0	13	78	140,67	F
	1	↘	G1	10	250	1500	176	1,42	37	222	6	10	90,0	51	306	796,55	F
1	1	↙	G2a	29	644	1700	580	1,11	37	222	15	4	90,0	57	342	259,74	F
Total for intersection:					1712		1512										
Weighted average:								1,14								337,98	
CT = 85 s T = 3600 s																	

Table layout based on Worksheet 3a) HBS 2001 Chapter 6 Signalized Intersections

Appr	Approach	[-]
Lane No.	Lane number	[-]
Symbol	Lane symbol	[-]
SGR	Signal Groups	[-]
GT	Green time	[s]
Flow	Flow	[Veh/h]
SF	Saturation flow under prevailing conditions	[Veh/h]
C	Lane capacity	[Veh/h]
FR	Flow Ratio	[-]
N <sub>oc</sub>	Average number of vehicles in tailback at the end of green	[Veh]
N <sub>ac</sub>	Average tailback length at end of green	[m]
N <sub>r</sub>	Number of stopping vehicles per cycle	[Veh]
nc	Maximum number of cycles before a vehicle can cross the intersection	[-]
P	Probability	[%]
N <sub>oc</sub>	Maximum number of vehicles in tailback at end of red	[Veh]
N <sub>ac</sub>	Maximum tailback length at end of red	[m]
WT	Average Wait Time	[s]
LOS	Level of service	[-]
T	Period of analysis	[s]

Figura 55: Respeetivo nível de serviço elaborado pelo *software* Lisa+.

Os cálculos feitos pelo método Webster, e alimentados no Lisa+, representou um tempo de espera de 337 s, o nível de serviço em geral é considerado como nível F, os fluxos veiculares em sua maioria ultrapassam a capacidade, entretanto se comparado aos cálculos de Webster para o existente (“meu calculo tarde”), o tempo de espera foi diminuído em 53%, porém em comparação ao plano existente que atua (“plano real tarde”) houve um aumento de 94%.

Obedecendo a sequência dos 4 estágios, a resolução para o horário de pico da tarde, é idêntica para o plano de 3 estágios, o que modifica é:

Com a montagem do diagrama de tempo no software para o pico da tarde calculado pelo método de Webster com plano de 4 estágios (com botoeira) obtemos o seguinte resultado:

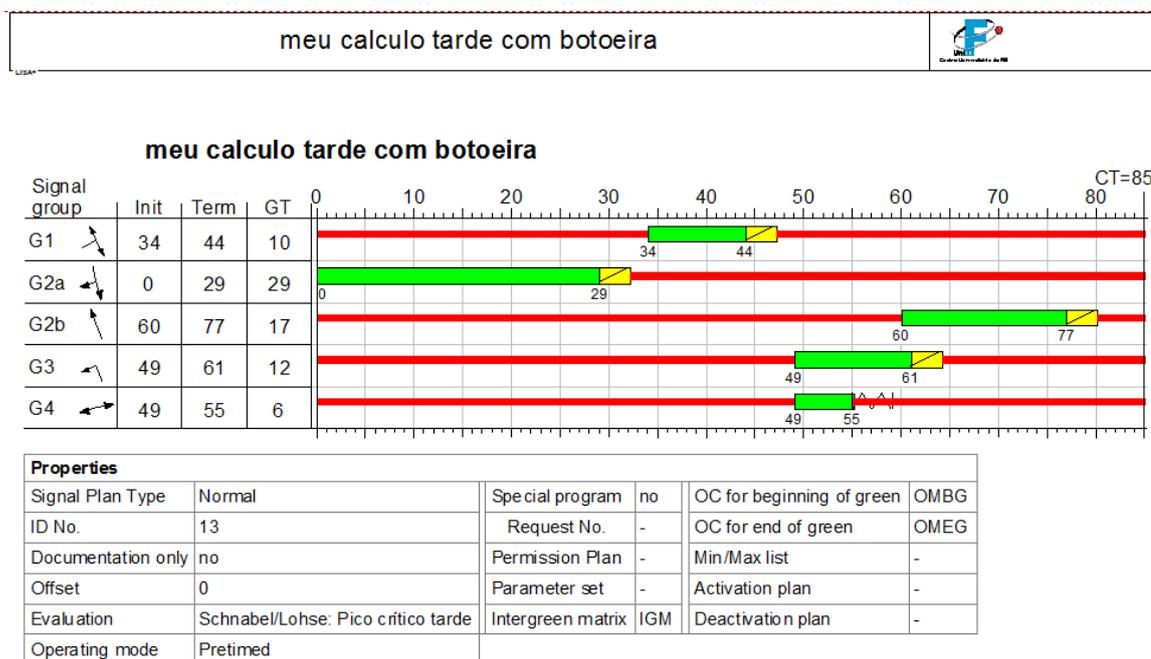


Figura 56: Montagem do diagrama de tempo no *software* Lisa+.

### HBS Evaluation



#### Pico crítico tarde, meu calculo tarde com botoeira

Appr	Lane No.	Symbol	SGR	GT [s]	Flow [Veh/h]	SF [Veh/h]	C [Veh/h]	FR	N <sub>ao</sub> [Veh]	N <sub>ao</sub> [m]	N <sub>o</sub> [Veh]	nc	P [%]	N <sub>ao</sub> [Veh]	N <sub>ao</sub> [m]	WT [s]	LOS	
3	2	↖	G3	12	282	1700	240	1,18	22	132	7	5	90,0	35	210	372,02	F	
	1	↗	G2b	17	366	1700	340	1,08	18	108	9	3	90,0	32	192	227,81	F	
4	3	↘	G1	10	170	1500	176	0,97	5	30	4	2	90,0	13	78	140,67	F	
	1	↙	G1	10	250	1500	176	1,42	37	222	6	10	90,0	51	306	796,55	F	
1	1	↘	G2a	29	644	1700	580	1,11	37	222	15	4	90,0	57	342	259,74	F	
Total for intersection:					1712		1512											
Weighted average:								1,14									337,98	
CT = 85 s T = 3600 s																		

Table layout based on Worksheet 3a) HBS 2001 Chapter 6 Signalized Intersections

Appr	Approach	[-]
Lane No.	Lane number	[-]
Symbol	Lane symbol	[-]
SGR	Signal Groups	[-]
GT	Green time	[s]
Flow	Flow	[Veh/h]
SF	Saturation flow under prevailing conditions	[Veh/h]
C	Lane capacity	[Veh/h]
FR	Flow Ratio	[-]
N <sub>ao</sub>	Average number of vehicles in tailback at the end of green	[Veh]
N <sub>ao</sub>	Average tailback length at end of green	[m]
N <sub>o</sub>	Number of stopping vehicles per cycle	[Veh]
nc	Maximum number of cycles before a vehicle can cross the intersection	[-]
P	Probability	[%]
N <sub>ao</sub>	Maximum number of vehicles in tailback at end of red	[Veh]
N <sub>ao</sub>	Maximum tailback length at end of red	[m]
WT	Average Wait Time	[s]
LOS	Level of service	[-]
T	Period of analysis	[s]

Figura 57: Respectivo nível de serviço elaborado pelo *software* Lisa+.

As conclusões são semelhantes ao plano de 3 estágios no período da tarde, o tempo de espera é idêntico, como os cálculo do tempo de ciclo para 4 estágios, não altera pois, o estágio para o pedestre segue junto com G3 responsável pela conversão, não irá interferir no tempo perdido e distribuição dos tempos de verde.

## 2. Modelagem de cálculo pelo Lisa+ da Proposta

A modelagem de cálculo pelo software segundo os parâmetros HBS, cálculo de tempo de ciclo ótimo, distribuição dos tempos de verde para o período estudado, horário de pico da tarde, inicialmente com plano de 3 estágios:

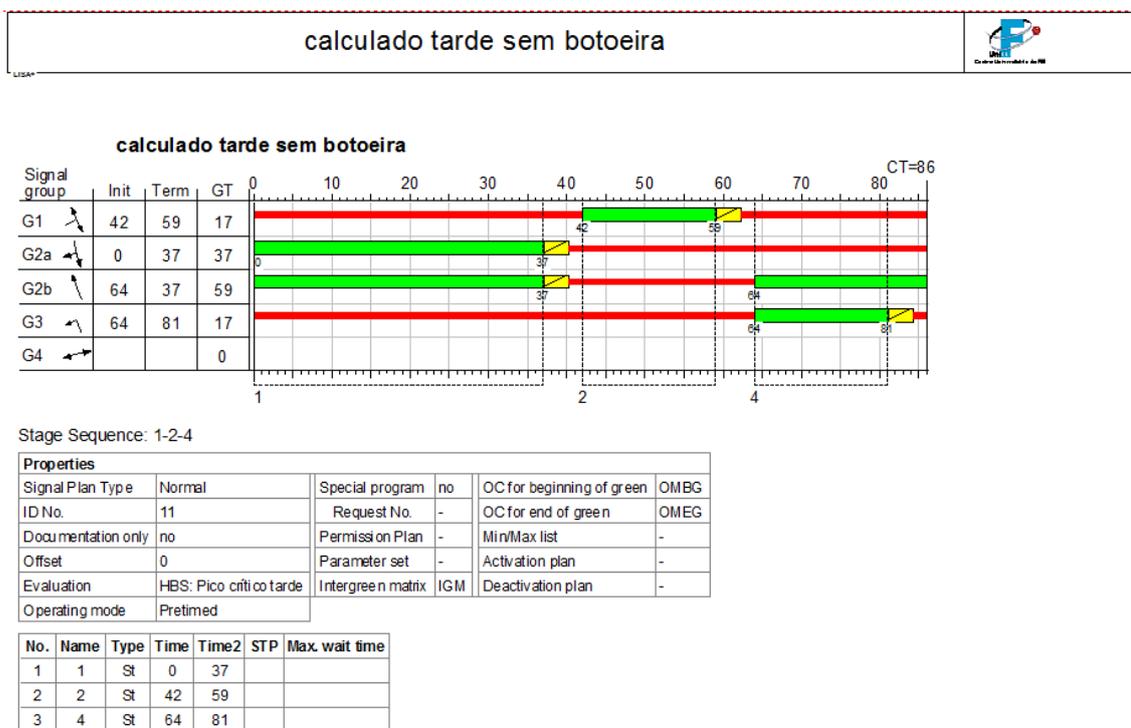


Figura 58: Montagem do diagrama de tempo pelo *software* Lisa+.

### HBS Evaluation

#### Pico crítico tarde, calculado tarde sem botoeira

Appr	Lane No.	Symbol	SGR	GT [s]	Flow [Veh/h]	SF [Veh/h]	C [Veh/h]	FR	N <sub>av</sub> [Veh]	N <sub>al</sub> [m]	N <sub>sc</sub> [Veh]	nc	P [%]	N <sub>mr</sub> [Veh]	N <sub>ml</sub> [m]	WT [s]	LOS
3	2		G3	17	282	1700	336	0,84	2	12	7	1	90,0	12	72	59,79	D
	1		G2b	59	366	1700	1166	0,31	0	0	3	0	90,0	5	30	5,40	A
4	3		G1	17	170	1500	297	0,57	0	0	4	0	90,0	6	36	31,22	B
	1		G1	17	250	1500	297	0,84	3	18	6	1	90,0	11	66	64,28	D
1	1		G2a	37	644	1700	731	0,88	3	18	15	1	90,0	16	96	35,02	C
Total for intersection:					1712		2827										
Weighted average:								0,72								36,66	
CT = 86 s T = 3600 s																	

Table layout based on Worksheet 3a) HBS 2001 Chapter 6 Signalized Intersections

Appr	Approach	[-]
Lane No.	Lane number	[-]
Symbol	Lane symbol	[-]
SGR	Signal Groups	[-]
GT	Green time	[s]
Flow	Flow	[Veh/m]
SF	Saturation flow under prevailing conditions	[Veh/m]
C	Lane capacity	[Veh/m]
FR	Flow Ratio	[-]
N <sub>av</sub>	Average number of vehicles in tailback at the end of green	[Veh]
N <sub>al</sub>	Average tailback length at end of green	[m]
N <sub>sc</sub>	Number of stopping vehicles per cycle	[Veh]
nc	Maximum number of cycles before a vehicle can cross the intersection	[-]
P	Probability	[%]
N <sub>mr</sub>	Maximum number of vehicles in tailback at end of red	[Veh]
N <sub>ml</sub>	Maximum tailback length at end of red	[m]
WT	Average Wait Time	[s]
LOS	Level of service	[-]
T	Period of analysis	[s]

Figura 59: Respetivo nível de serviço elaborado pelo *software* Lisa+.

A elevação do nível de serviço é perceptível, em relação aos cálculos pelo método Webster, houve uma redução de cerca de 89%, pois o novo tempo de espera é de 36 s, é visto a vantagem na mudança de geometria e mudança no plano de estágio, o cálculo feito pelo Lisa do tempo de ciclo ótimo é próximo pelo método de Webster, mas a proporção dos verdes é melhor distribuída.

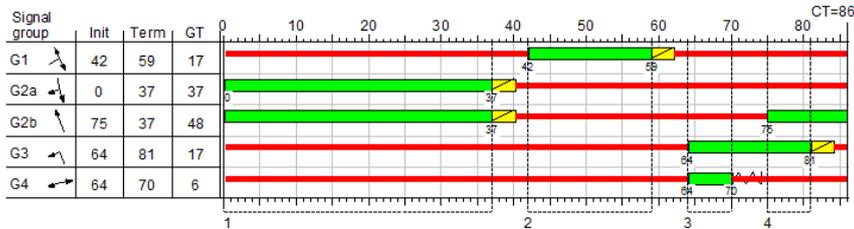
O único cuidado observado é atribuir o tempo de estágio para pedestres quando este não existe no plano e adicionar este tempo ao estágio certo, já que com mudança de planos, isto é, operar com ou sem botoeira não altera o tempo de ciclo ótimo calculado.

Cálculo de tempo de ciclo ótimo, distribuição dos tempos de verde para o período horário de pico da tarde, com plano de 4 estágios:

calculado tarde com botoeira



### calculado tarde com botoeira

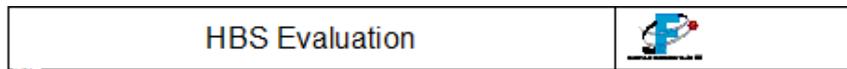


Stage Sequence: 1-2-3-4

Properties					
Signal Plan Type	Normal	Special program	no	O C for beginning of green	OMBG
ID No.	10	Request No.	-	O C for end of green	OMEG
Documentation only	no	Permission Plan	-	Min/Max list	-
Offset	0	Parameter set	-	Activation plan	-
Evaluation	HBS: Pico crítico tarde	Intergreen matrix	IGM	Deactivation plan	-
Operating mode	Pretimed				

No.	Name	Type	Time	Time2	STP	Max. wa it time
1	1	St	0	37		
2	2	St	42	59		
3	3	St	64	70		
4	4	St	75	81		

Figura 60: Montagem do diagrama de tempo pelo *software* Lisa+.



### Pico crítico tarde, calculado tarde com botoeira

Appr	Lane No.	Symbol	SGR	GT [s]	Flow [Veh/h]	SF [Veh/h]	C [Veh/h]	FR	N <sub>g</sub> [Veh]	N <sub>r</sub> [m]	N <sub>e</sub> [Veh]	nc	P [%]	N <sub>g</sub> [Veh]	N <sub>r</sub> [m]	WT [s]	LOS
3	2	G3	17	282	1700	336	0,84	2	12	7	1	90,0	12	72	59,79	D	
	1	G2b	48	366	1700	949	0,39	0	0	5	0	90,0	7	42	10,70	A	
4	3	G1	17	170	1500	297	0,57	0	0	4	0	90,0	6	36	31,22	B	
	1	G1	17	250	1500	297	0,84	3	18	6	1	90,0	11	66	64,28	D	
1	1	G2a	37	644	1700	731	0,88	3	18	15	1	90,0	16	96	35,02	C	
Total for intersection:					1712		2610										
Weighted average:								0,73								37,79	
CT = 86 s T = 3600 s																	

Table layout based on Worksheet 3a) HBS 2001 Chapter 6 Signalized Intersections

Appr	Approach	[-]
Lane No.	Lane number	[-]
Symbol	Lane symbol	[-]
SGR	Signal Groups	[-]
GT	Green time	[s]
Flow	Flow	[Veh/h]
SF	Saturation flow under prevailing conditions	[Veh/h]
C	Lane capacity	[Veh/h]
FR	Flow Ratio	[-]
N <sub>g</sub>	Average number of vehicles in tailback at the end of green	[Veh]
N <sub>r</sub>	Average tailback length at end of green	[m]
N <sub>e</sub>	Number of stopping vehicles per cycle	[Veh]
nc	Maximum number of cycles before a vehicle can cross the intersection	[-]
P	Probability	[%]
N <sub>g</sub>	Maximum number of vehicles in tailback at end of red	[Veh]
N <sub>r</sub>	Maximum tailback length at end of red	[m]
WT	Average Wait Time	[s]
LOS	Level of service	[-]
T	Period of analysis	[s]

Figura 61: Respetivo nível de serviço elaborado pelo *software* Lisa+.

A elevação do nível de serviço é perceptível, em relação aos cálculos pelo método Webster, houve uma redução de cerca de 89%, pois o novo tempo de espera é de 37 s, é visto a vantagem na mudança de geometria e mudança no plano de estágio, o cálculo feito pelo Lisa do tempo de ciclo ótimo é próximo pelo método de Webster, a proporção dos verdes também é melhor distribuída em comparação com plano existente de 4 estágios, a redução do tempo de espera foi de 79%.

Apesar de não alimentados os cálculos pelo método de Webster para o período da manhã, o tempo de ciclo para os 2 planos de estágios foram de 120s, a seguir segue modelagem no Lisa:

Plano de 3 estágios:

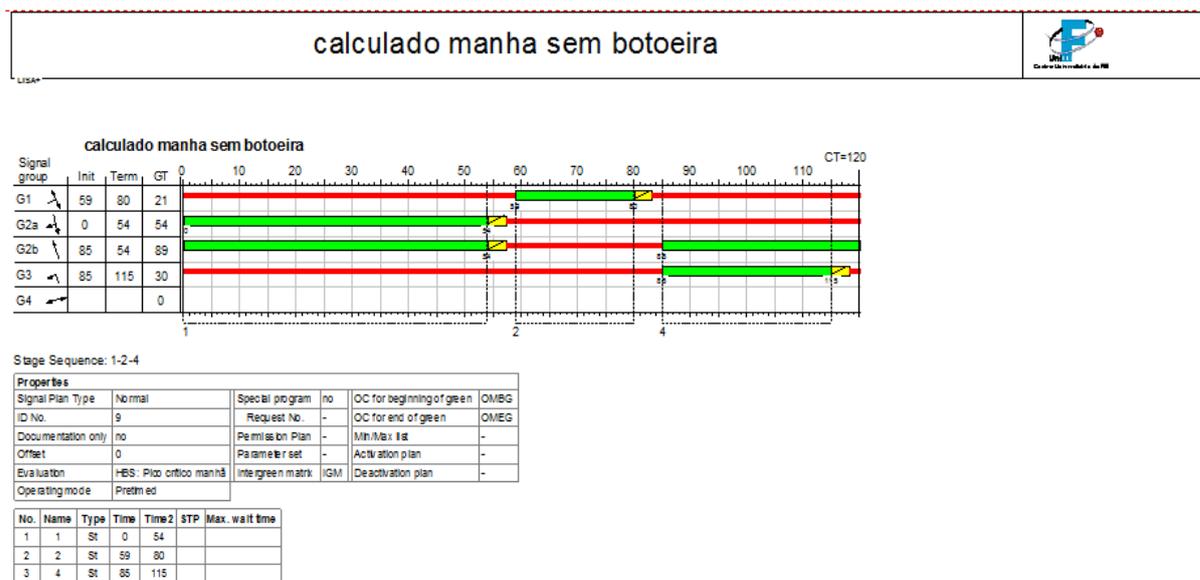


Figura 62: Montagem do diagrama de tempo pelo *software* Lisa+.

<b>HBS Evaluation</b>	
-----------------------	--

**Pico crítico manhã, calculado manha s em botoeira**

Appr	Lane No.	Symbol	SGR	GT [s]	Flow [Veh/h]	SF [Veh/h]	C [Veh/h]	FR	N <sub>q1</sub> [Veh]	N <sub>q2</sub> [m]	N <sub>e</sub> [Veh]	nc	P [%]	N <sub>q3</sub> [Veh]	N <sub>q4</sub> [m]	WT [s]	LOS
3	2		G3	30	383	1700	425	0,90	3	18	13	1	90,0	18	108	68,71	D
	1		G2b	89	444	1700	1261	0,35	0	0	5	0	90,0	7	42	5,42	A
4	3		G1	21	185	1500	263	0,70	1	6	6	0	90,0	9	54	56,32	D
	1		G1	21	238	1500	263	0,90	3	18	8	1	90,0	14	84	94,97	E
1	1		G2a	54	688	1700	765	0,90	2	12	23	0	90,0	20	120	41,86	C
Total for intersection:					1938		2977										
Weighted average:								0,76								46,72	
CT = 120 s    T = 3600 s																	

Table layout based on Worksheet 3a) HBS 2001 Chapter 6 Signalized Intersections

Appr	Approach	[-]
Lane No.	Lane number	[-]
Symbol	Lane symbol	[-]
SGR	Signal Groups	[-]
GT	Green time	[s]
Flow	Flow	[Veh/m]
SF	Saturation flow under prevailing conditions	[Veh/m]
C	Lane capacity	[Veh/m]
FR	Flow Ratio	[-]
N <sub>q1</sub>	Average number of vehicles in tailback at the end of green	[Veh]
N <sub>q2</sub>	Average tailback length at end of green	[m]
N <sub>e</sub>	Number of stopping vehicles per cycle	[Veh]
nc	Maximum number of cycles before a vehicle can cross the intersection	[-]
P	Probability	[%]
N <sub>q3</sub>	Maximum number of vehicles in tailback at end of red	[Veh]
N <sub>q4</sub>	Maximum tailback length at end of red	[m]
WT	Average Wait Time	[s]
LOS	Level of service	[-]
T	Period of analysis	[s]

Figura 63: Respectivo nível de serviço elaborado pelo *software* Lisa+.

Para 4 estágios:

### calculado manha com botoeira

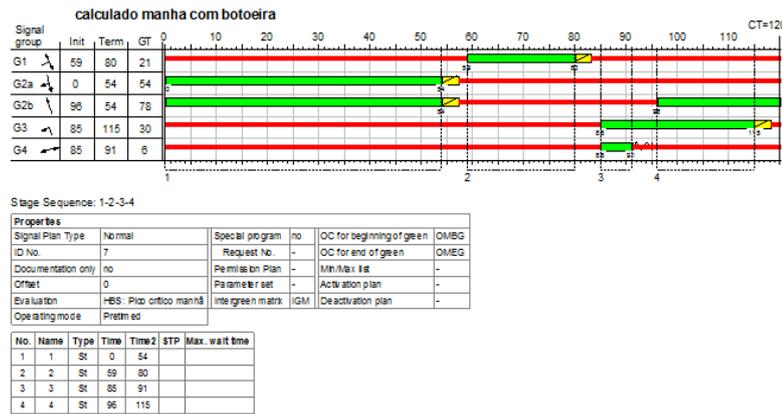


Figura 64: Montagem do diagrama de tempo pelo *software* Lisa+.

### HBS Evaluation

#### Pico crítico manhã, calculado manha com botoeira

Appr	Lane No.	Symbol	SGR	GT [s]	Flow [Veh/h]	SF [Veh/h]	C [Veh/h]	FR	N <sub>oc</sub> [Veh]	N <sub>oc</sub> [m]	N <sub>oc</sub> [Veh]	nc	P [%]	N <sub>oc</sub> [Veh]	N <sub>oc</sub> [m]	WT [s]	LOS
3	2	G3	30	383	1700	425	0,90	3	18	13	1	90,0	18	108	68,71	D	
	1	G2b	78	444	1700	1105	0,40	0	0	7	0	90,0	8	48	9,95	A	
4	3	G1	21	185	1500	263	0,70	1	6	6	0	90,0	9	54	56,32	D	
	1	G1	21	238	1500	263	0,90	3	18	8	1	90,0	14	84	94,97	E	
1	1	G2a	54	688	1700	765	0,90	2	12	23	0	90,0	20	120	41,86	C	
Total for intersection:					1938	2821											
Weighted average:								0,77								47,76	

CT = 120 s T = 3600 s

Table layout based on Worksheet 3a) HBS 2001 Chapter 6 Signalized Intersections

Appr	Approach	[-]
Lane No.	Lane number	[-]
Symbol	Lane symbol	[-]
SGR	Signal Groups	[-]
GT	Green time	[s]
Flow	Flow	[Veh/h]
SF	Saturation flow under prevailing conditions	[Veh/h]
C	Lane capacity	[Veh/h]
FR	Flow Ratio	[-]
N <sub>oc</sub>	Average number of vehicles in tailback at the end of green	[Veh]
N <sub>oc</sub>	Average tailback length at end of green	[m]
N <sub>oc</sub>	Number of stopping vehicles per cycle	[Veh]
nc	Maximum number of cycles before a vehicle can cross the intersection	[-]
P	Probability	[%]
N <sub>oc</sub>	Maximum number of vehicles in tailback at end of red	[Veh]
N <sub>oc</sub>	Maximum tailback length at end of red	[m]
WT	Average Wait Time	[s]
LOS	Level of service	[-]
T	Period of analysis	[s]

Figura 65: Respeetivo nível de serviço elaborado pelo *software* Lisa+.

Podemos concluir que o pico da manhã apresenta melhorias de resultados na mesma proporção que o plano da tarde, em comparação com o existente que atua no local, o tempo de espera foi reduzido em 73% e em relação ao existente calculado pelo Lisa houve uma redução de 64%.

#### IV. OBSERVAÇÕES FINAIS

A partir de observação de campo foi constatado que pelo posto de gasolina existente no cruzamento, muitos veículos da Estrada Samuel Aizemberg que realizam conversão a direita, sentido FEI, não obedecem a sinalização, nem o tempo de semáforo transitando pelo posto e acessando diretamente a Avenida Castelo Branco, sem passagem pelo semáforo.

Outra observação é que na pista existente da Estrada Samuel Aizemberg, sendo de uma única faixa, os veículos menores se posicionam em fila dupla, porém na existência de veículos maiores como carros e caminhões, isto já não é possível.

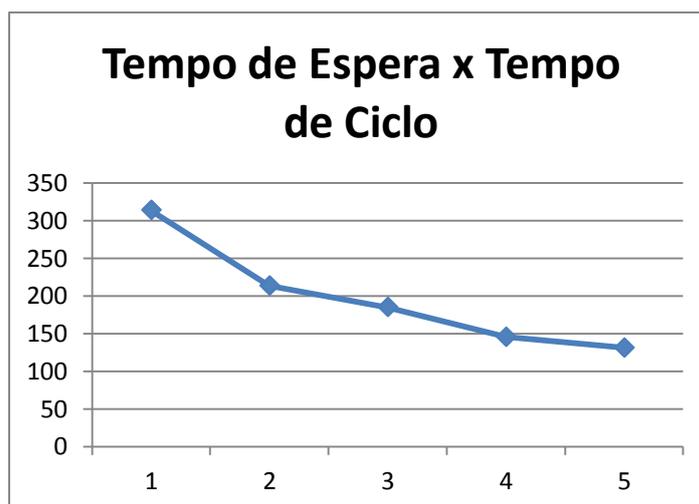
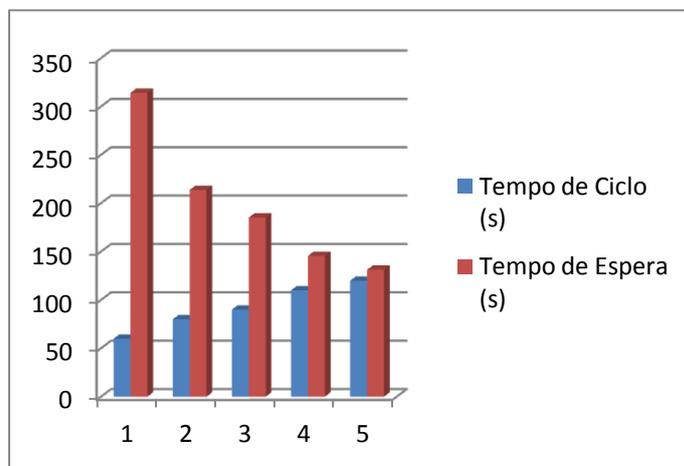
A operação de 4 estágios, ocorre automaticamente, mesmo com ausência de pedestres a botoeira é acionada.

#### V. RESULTADOS E SIMULAÇÃO

Com estudos realizados e a simulações executadas no software Lisa, foi possível chegar a conclusão que a mudança de geometria e de planos de estágios é uma das soluções mais eficazes, o cruzamento demonstra que a oferta não supre mais a demanda de veículos, o que argumenta positivamente a mudança demais estudos foram realizados, onde o período da manhã com operação de 4 estágios onde a botoeira é acionada, foi testada com diversos tempos de ciclo calculado pelo Lisa +, e os resultados obtidos foram:

Tabela 9 – Período da manhã com botoeira, tempos de ciclo e de espera

Tempo de Ciclo (s)	Tempo de Espera (s)
60	314,16
80	213,71
90	185,26
110	145,58
120	131,25



Gráficos 1 e 2 :Tempos de ciclo e Tempos de espera.

Observando o comportamento dos gráficos, quanto maior é o tempo de ciclo menor é o tempo de espera, esta conclusão contrapõe a lógica de que quanto menor o tempo de ciclo, maior rotatividade do fluxo e menos tempos de espera, entretanto o fator cumulativo nesta intersecção é o fato de ser em nível diferente conduz a uma formação rápida de grandes filas e o cruzamento apresenta um perfil de saturação, operando no limite (o período da manhã foi adotado como base para exemplificar o estudo).

No caso da via existente uma solução a se pensar é o cálculo do ciclo ótimo com a distribuição dos tempos de verde realizado pelo Lisa e também a operação de 3 estágios, sem acionamento automático da botoeira, pois em estudos realizados obtemos um tempo de espera

no período da tarde de 84 s, o existente em 4 estágios é de 175 s, existe uma redução de 52 % no tempo de espera. Sendo assim uma alternativa rápida, sem bruscas alterações imediatas, mas como sustentado anteriormente o cruzamento não tem suportado a demanda, sendo assim possível em tempos futuros buscas de mais alternativas.

Uma terceira solução orientada por um profissional competente da área, seria o redirecionamento de fluxo, consiste em tornar a Samuel Aizemberg como mão única no sentido Imigrantes, veículos com sentido Castelo Branco que utilizam a Samuel Aizemberg seriam desviados para uma via próxima e acessar a Castelo Branco, a solução implicaria e estudo de cruzamentos próximos e desapropriações, nesta iniciação por se tratar de um estudo isolado não foi possível aprofundamento de tal alternativa.

Conclui-se que a mudança de geometria e planos de estágios demonstrou-se eficaz, além dos parâmetros utilizados pelo Lisa+ nos cálculos do tempo de ciclo ótimo e distribuição dos tempos de verde, vale ressaltar que a mudança de geometria atribui uma gama de possibilidades de estudo.

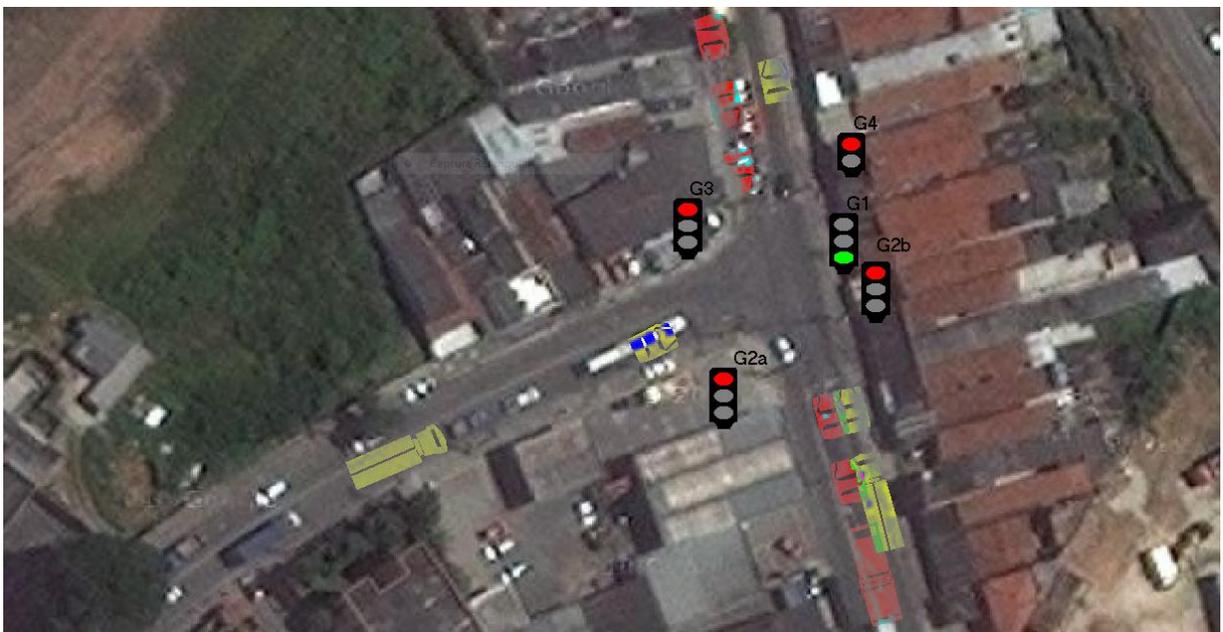


Figura 67 :Imagens de simulação no *software* Lisa+.

## VI. METODOLOGIA

Para a realização do presente trabalho, algumas etapas conceituais, que abordam os conceitos teóricos foram realizadas, assim como a parte prática pode ser concluída, conforme detalhamento, a seguir:

- Foi realizada uma revisão bibliográfica, apresentando conceitos da Engenharia de Tráfego, de intersecções e semaforização, partindo de fontes como acervos digitais de universidades, da Companhia de Tráfego (CET), bibliotecas municipais, sites destinados a noticiários de trânsito;
- Realizado o levantamento de material bibliográfico a ser utilizado na biblioteca da instituição;
- Foram identificadas técnicas e nomenclaturas usuais da área. Foram abordados conceitos como:
  - Movimentos conflitantes;
  - Diagrama de fases;
  - Funcionamento dos semáforos;
  - Características gerais de tráfego (fluxo veicular, classificação de vias, entre outros.)
  - Características do cruzamento (largura das vias, declividade, etc.) e do tráfego (volume de veículos, porcentagens de veículos pesados, etc.);
  - Tipos de intersecções;
  - Aspectos de coordenação semafórica;
  - Importância das sinalizações e demais parâmetros operacionais, entre outros.
- Realizado o treinamento básico do software Liza+ e desenvolvimento do manual específico de utilização das funções utilizadas no projeto, com o auxílio de profissional qualificado acompanhando juntamente com manual do software, ainda falta a ser realizada a modelagem da geometria da intersecção em estudo no programa, que deve ser concluída brevemente;

- Execução de levantamento em campo, coletando dados que serão alimentados no *software* Liza+, tal levantamento realizado com auxílio da empresa Tranzum;
- Infelizmente busca de dados junto ao Departamento de Engenharia do Tráfego, para auxiliar o diagnóstico do estudo de caso realizado não foi atendida, mesmo assim houve a elaboração de propostas de melhorias com base nas soluções obtidas com o uso do *software*, e com auxílio dos dados levantados em campo, possivelmente encaminhamento das soluções levantadas para a administração pública;
- Realizado visita na local de execução do levantamento podendo coletar reclamações, observações dos moradores e postos comerciais adjuntos ao local;
- Realizado ainda um aprofundamento no uso do software construindo a intersecção e com ela alimentando os dados coletados, realizada visita a empresa idealizadora do projeto em estudo;
- Curso realizado pela empresa Tranzum, sobre conceitos de tráfego e utilização do software Liza+;
- Visita técnica à CET (Companhia de Engenharia de Tráfego) com central na Av. Paulista, com orientações e acompanhamento do centro de monitoramento.

Perímetro estudado:



Figura 8: Ponto A - Avenida Humberto de Alencar Castelo Branco com Estrada Samuel Aizemberg.

## VII. INFORMAÇÕES TÉCNICAS E DADOS COLETADOS

Para um aprimoramento do projeto foram realizadas pesquisas em acervos digitais de universidades de engenharia, consulta ao material digital da CET, assim como consulta ao Manual do Denatran e Dnit.

Para a coleta de dados foi necessário a pesquisa de contadores de fluxo de tráfego. Em contato com a empresa Tesc S/A, muito referenciada em teses de mestrado e por outros pesquisadores da área, sendo a única empresa atuante no ramo de tráfego a oferecer o item “prancheta contadora de fluxo”, entretanto o equipamento está indisponível, pela extinção de sua fabricação.

Em contato com a empresa Tranzum, foi disponibilizado o serviço de filmagem, o relatório de contagem veicular foi elaborado por uma equipe técnica da empresa.

Para conceituação do uso do software o responsável pela empresa Alexandre Zum Winkel promoveu o curso de programação semafórica e o curso de iniciante ao software Lisa+ fornecendo material didático, com auxílio de uma equipe técnica, nas dependências do Centro Universitário da FEI.

Na visita técnica à CET, o Engenheiro Ager Pereira Gomes recepcionou e apresentou as dependências da central de monitoramento, além de uma breve introdução ao assunto de semáforos e programação semafórica.

Com a equipe de demais alunos da iniciação de semáforos foi possível realizar a contagem manual e cronometragem do tempo de ciclo existente.

Algumas informações coletada com comerciantes locais, há cerca de mais de 20 anos localizados próximos a intersecção de estudo confirmou a baixa fluidez de tráfego, devido ao alto grau de saturação do cruzamento.

Os custos levantados a cerca do software Lisa+ é de em torno de 30 mil reais, segundo coordenador da Prefeitura de SBC.

## VIII. CONCLUSÕES PARCIAIS

Tomando assim ciência do problema caótico do tráfego, sendo de caráter mundial, foi possível entender a dificuldade em encontrar fontes de consulta que auxiliassem na elaboração da revisão bibliográfica, uma vez que o assunto é pouco explorado no país, e os trabalhos desenvolvidos datam de mais de 10 anos.

Com a situação cada vez mais agravada, o uso de softwares como ferramenta tem sido cada vez mais explorado. O software Lisa+ é uma recente e pouca utilizada ferramenta, porém promissora e por isso o interesse e de sua aquisição e uso neste projeto.

Conceitos técnicos abordados como tipos de movimentos, em diversos tipos de vias, e a partir da assimilação destes conceitos, identificar que não houve planejamento de tráfego, por exemplo, na cidade de São Paulo, uma vez que o mesmo é de difícil execução, sendo necessário considerar parâmetros e situações atuais que na época do surgimento das cidades não se tinha conhecimento.

Uma das desvantagens na engenharia de tráfego é que nota-se a falta de incentivo nesta área tanto acadêmica como operacional, entretanto sendo um ramo que devido ao crescimento da população mundial e inovações tecnológicas, deverá ser cada vez mais explorado.

Uma vantagem a ser observada é que, experimentando o software, não foi de difícil assimilação a parte técnica conceitual, de modo que com a prática foi possível iniciar e realizar a montagem de algumas simples intersecções facilmente.

## IX. CONCLUSÕES FINAIS

Foi possível entender a questão de tráfego existente no país, com poucos incentivos e planejamentos, ficou cada vez mais difícil a soluções de problemas de trânsito em uma cidade já estruturada, tal problema de mobilidade afeta campos econômicos e sociais.

Crescimento desenfreado sem planejamento dificulta a busca de soluções, para isso é necessário revisão de um estudo de tráfego completo nas vias da cidade, uma vez que muitos cruzamentos não suportam a demanda atendida.

Os usos de simuladores de tráfego facilitam a busca de soluções, com parâmetros

novos, é possível novo olhar na programação semafórica, e perspectiva futura, uma vez que tentativas e erros são admissíveis no programa, mas não na prática.

O uso do simulador Lisa+ apresentou ótimos parâmetros de cálculos, que melhoram em grande percentual os tempos de espera, além de possibilitar alimentar dados existentes e acompanhar a simulação, o grande diferencial é que permite o estudo de uma área isolada, com parâmetros próximos aos parâmetros brasileiros e permite a verificação dos dados.

Atualmente o Lisa+ já foi utilizado na cidade de São Bernardo do Campo, testado em 60 cruzamentos e apresentou melhoras de fluidez em 30%.

A versatilidade do Lisa+, permite não só o estudo de uma intersecção isolada, mas podendo olhar em um parâmetro geral, para mais cruzamentos, ajustando a melhor possibilidade de fluxo garantindo fluidez, aliviando pontos críticos.

## **X. PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS**

Uma proposta para o solução de tráfego é avaliar o redirecionamento do fluxo na Samuel Aizemberg, assim como os custos de uma modificação.

Outro item é estudo da Avenida de Humberto de Alencar Castelo Branco, avaliando sua sinalização e coordenação semafórica de semáforos existentes ou até mesmo necessidade de implantação de semáforos e melhorias na sinalização.

Aprimoramento de estudo no software, como desenvolvimento completo do manual e simulações com mais de um cruzamento.

## XI. PLANO DE TRABALHO E CRONOGRAMA

Atingindo objetivos realizados, a seguir é apresentado as atividades ainda em procedimento e a serem concluídas.

Atividade	Meses												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Revisão bibliográfica													
Treinamento e desenvolvimento do manual do programa Liza +													
Levantamento dos dados em campo													
Alimentar dados no programa, verificar soluções e avalia-las.													
Elaboração do relatório parcial													
Elaboração do relatório final													

Tabela 10: Cronograma de atividades do projeto

## XII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adriana Laffin – Mobilidade Urbana até onde é possível enfrentar o caos – Disponível em: <http://www.viapalhoca.com.br/article/mobilidade-urbana-at-onde-possvel-enfrentar-o-caos.html> - Acesso em: 28/06/2011.
- Akishino, P. Estudos de Tráfego – Apostila do Curso de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Paraná (UFPR).2003. Disponível em: <http://www.dtt.ufpr.br/Trafego/Arquivos/TranspBCap06.pdf> - Acesso em: 20/12/2011.
- ASSOCIAÇÃO DOS ALUNOS DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Engenharia de tráfego. 2. ed. São Paulo: Grêmio Politécnico, 1979. 115 p.
- BEZERRA, B.S. Semaforos: Gestão Técnica , Percepção do Desempenho, Duração dos Tempos. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007. Páginas Consultadas: 1 a 68. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-18062007-093237/pt-br.php> - Acesso em: 28/06/2011.
- Cucci Neto, J. A organização do trânsito no Brasil e Elementos de Tráfego. Notas de Aula . Aula 1. 2011. Disponível em:

[http://meusite.mackenzie.com.br/professor\\_cucci/aula1.pdf](http://meusite.mackenzie.com.br/professor_cucci/aula1.pdf) - Acesso em:  
28/06/2011.

- Cucci Neto, J. Características do Tráfego .Notas de Aula. Aula 3.2011.Disponível em:

[http://meusite.mackenzie.com.br/professor\\_cucci/aula3.pdf](http://meusite.mackenzie.com.br/professor_cucci/aula3.pdf) - Acesso em:  
28/06/2011.

- Cucci Neto, J. Características do Tráfego (continuação) .Notas de Aula. Aula 5.2011.Disponível em:

[http://meusite.mackenzie.com.br/professor\\_cucci/aula5.pdf](http://meusite.mackenzie.com.br/professor_cucci/aula5.pdf) - Acesso em:  
28/06/2011.

- Cucci Neto, J. Sinalização semafórica (definições) .Notas de Aula. Aula 9.2011.Disponível em:

[http://meusite.mackenzie.com.br/professor\\_cucci/aula9.pdf](http://meusite.mackenzie.com.br/professor_cucci/aula9.pdf) - Acesso em:  
28/06/2011.

- Dutra, C.B. Avaliação da Eficiência de Métodos de Coordenação Semafórica em Vias Arteriais. Tese (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005. Páginas Consultadas: 1 a 34.Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18144/tde-29112006-110048/pt-br.php> - Acesso em: 28/06/2011.

- Espel, M. O controle eficaz dos semáforos para melhoria do tráfego urbano. Monografia – Universidade Católica de Santos, Santos, 2000. Páginas Consultadas:25 e 26 -  
[http://meusite.mackenzie.com.br/professor\\_cucci/texto25.pdf](http://meusite.mackenzie.com.br/professor_cucci/texto25.pdf) - Acesso em: 28/06/2011.
- Jr. Bonetti W. e Pietrantonio H. Utilização de semáforos atuados pelo tráfego. Artigo científico. 2001.Disponível em:  
[http://meusite.mackenzie.com.br/professor\\_cucci/texto22.pdf](http://meusite.mackenzie.com.br/professor_cucci/texto22.pdf) - Acesso em: 28/06/2011.
- Paulo Tiago Cardoso Campos e Rúbia Bonetto – Jornal do Comércio: Os custos dos congestionamentos de trânsito – Disponível em:  
<http://jcrs.uol.com.br/site/noticia.php?codn=50931> - Acesso em: 23/02/2011.
- Winkel, A.Zum e Bittencourt, D. Campos – Curso Programação semafórica. Apostila - Curso Semáforos.2012. Tranzum Planejamento e Consultoria de Trânsito Ltda.
- Soares, L. Ribeiro – Engenharia de Tráfego.Gb Almeida Neves Editores, 1975, Rio de Janeiro.

## **Anexo 1: Relatório de Pesquisas - Contagem Veicular**

## RELATÓRIO DE PESQUISAS

### CONTAGEM VEICULAR CLASSIFICADA DE 24 HORAS

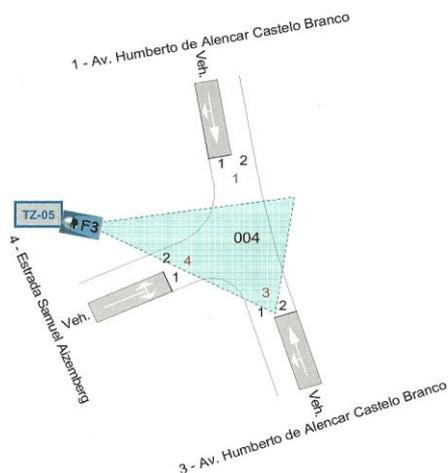
004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg

São Bernardo do Campo – S.P.

Abril de 2012

Rua Albion, 229 - cj.24 - Lapa - São Paulo - CEP: 05077-130 - Tel/Fax (11) 3645-0080 - www.tranzum.com.br

#### Croqui de Interseção e Filmagem



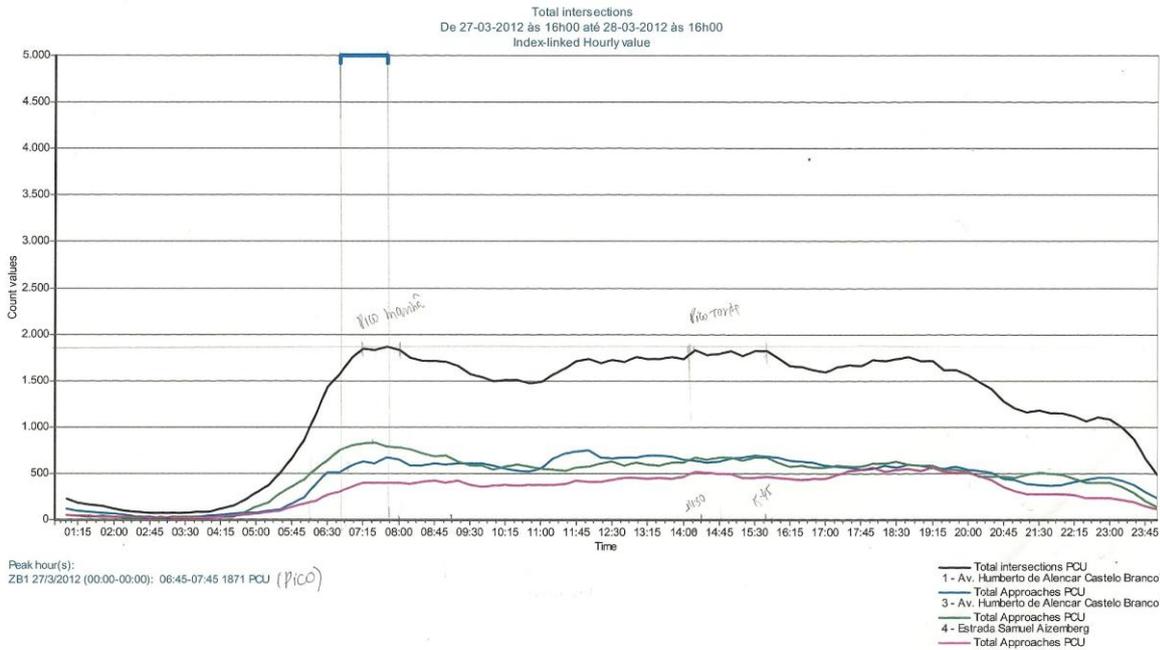
#### Movimentos Contados

- 1 > 3 Av. Humberto A. Castelo Branco em frente
- 1 > 4 Av. Humberto A. Castelo Branco conversão à direita
- 3 > 1 Av. Humberto A. Castelo Branco em frente
- 3 > 4 Av. Humberto A. Castelo Branco conversão à esquerda
- 4 > 1 Estrada Samuel Aizemberg conversão à esquerda
- 4 > 3 Estrada Samuel Aizemberg conversão à direita

Observações:

Projeto	SBC				
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg				
Trabalho no.	0168	Variante	v01	Data	16/4/2012
Autor	Tranzum	Assinatura		Pag.	01

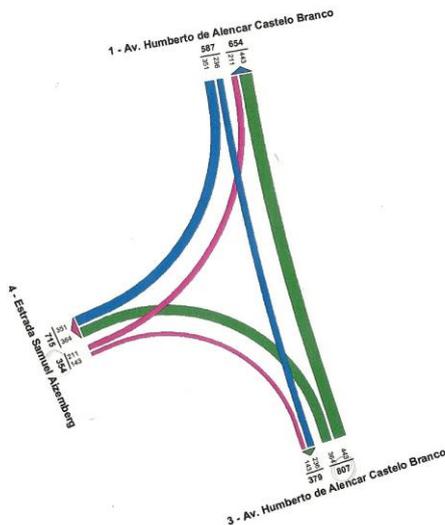
### Perfil Horário



Projeto	SBC 2012		
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg		
Trabalho no.	0168	Variante	v01
Autor	Tranzum	Assinatura	
Data	16/4/2012		
Pag.	02		

### Diagrama de Fluxos

PCU - 06h - 07h  
Cont. de 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/03/2012  
Hour 06:50 - 07:00  
1748 PCU/h

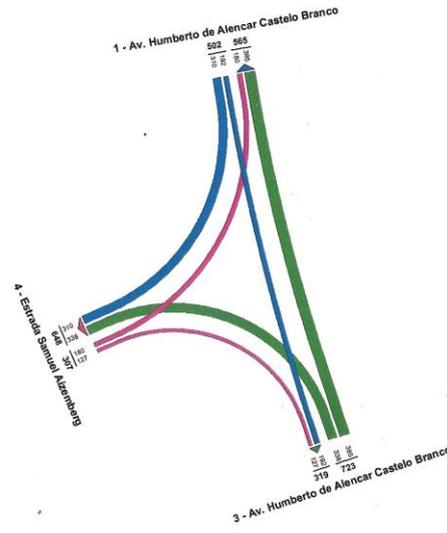


Ponto	3	4	1
3	390	400	400
4	143	211	
1	220	310	

Projeto	SBC 2012		
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg		
Trabalho no.	0168	Variante	v01
Autor	Tranzum	Assinatura	
Data	16/4/2012		
Pag.	03		

### Diagrama de Fluxos

Veículo Tipo - 06h - 07h  
Cont. de 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/03/2012  
Hour 06:50 - 07:00  
1852 Car/Traus-Bach



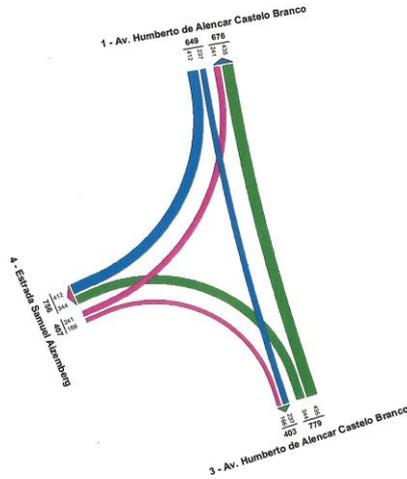
Ponto	3	4	1	Shares	Car	Motocycle	Cycle	Van	Truck	Tractor	Trailer	Tram	Bul	Overhead	Other	Unkn
3	390	400	400	3-4 (pt)	93	0	0	0	2	0	0	0	4	0	0	0
4	143	211		3-4 (pt)	48	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
1	220	310		4-3 (pt)	96	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
				4-1 (pt)	87	0	0	0	8	0	0	0	4	0	0	0
				1-3 (pt)	79	0	0	0	4	0	0	0	17	0	0	0
				1-4 (pt)	89	0	0	0	5	0	0	0	6	0	0	0

Projeto	SBC 2012		
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg		
Trabalho no.	0168	Variante	v01
Autor	Tranzum	Assinatura	
Data	16/4/2012		
Pag.	04		

Diagrama de Fluxos 

PCU - 07h - 08h

Cont. de 27/03/2012 às 19:00 até 28/03/2012 às 19:00 em 27/03/2012  
Hora 07:00 - 08:00  
1003 PCU.h



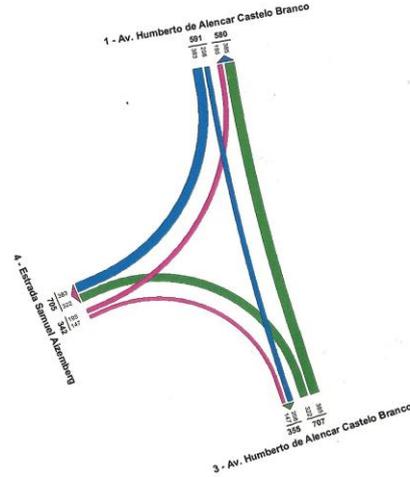
Forma	3	4	1
3	144	200	
4	186	200	
1	239	12	

Projeto	SBC 2012		
Intersetção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azevêdo		
Trabalho no.	0168	Variante	v01
Autor	Tranzum	Assinatura	
		Data	16/4/2012
		Pág.	05

Diagrama de Fluxos 

Veículo Tipo - 07h - 08h

Cont. de 27/03/2012 às 19:00 até 28/03/2012 às 19:00 em 27/03/2012  
Hora 07:00 - 08:00  
1003 Car-Truck.h



Forma	3	4	1
3	144	200	
4	186	200	
1	239	12	

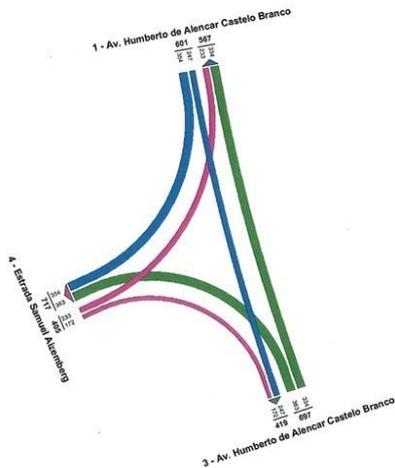
Sinal	Car	Truck	Outro	Tram	Bic	Outro-def	Outro-def-2
3->4 (nôr)	85	0	0	0	0	0	0
2->3 (surg)	85	0	0	0	0	0	0
4->3 (nôr)	85	0	0	0	0	0	0
2->1 (nôr)	85	0	0	132	0	0	0
1->3 (surg)	89	0	0	0	0	12	0
1->4 (nôr)	84	0	0	0	0	11	0

Projeto	SBC 2012		
Intersetção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azevêdo		
Trabalho no.	0168	Variante	v01
Autor	Tranzum	Assinatura	
		Data	16/4/2012
		Pág.	06

Diagrama de Fluxos 

PCU - 08h - 09h

Cont. de 27/03/2012 às 19:00 até 28/03/2012 às 19:00 em 27/03/2012  
Hora 08:00 - 09:00  
1003 PCU.h



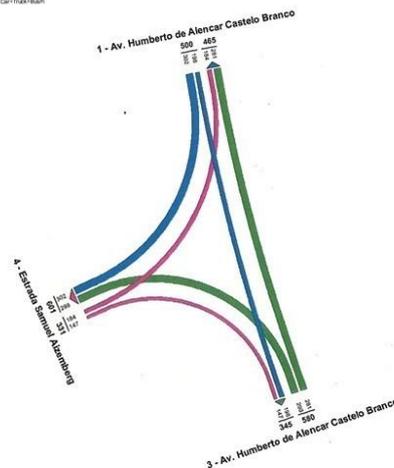
Forma	3	4	1
3	144	200	
4	186	200	
1	239	12	

Projeto	SBC 2012		
Intersetção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azevêdo		
Trabalho no.	0168	Variante	v01
Autor	Tranzum	Assinatura	
		Data	16/4/2012
		Pág.	07

Diagrama de Fluxos 

Veículo Tipo - 08h - 09h

Cont. de 27/03/2012 às 19:00 até 28/03/2012 às 19:00 em 27/03/2012  
Hora 08:00 - 09:00  
1411 Car-Truck.h



Forma	3	4	1
3	144	200	
4	186	200	
1	239	12	

Sinal	Car	Truck	Outro	Tram	Bic	Outro-def	Outro-def-2
3->4 (nôr)	85	0	0	0	0	0	0
2->3 (surg)	85	0	0	0	0	0	0
4->3 (nôr)	85	0	0	0	0	0	0
2->1 (nôr)	85	0	0	132	0	0	0
1->3 (surg)	89	0	0	0	0	12	0
1->4 (nôr)	84	0	0	0	0	11	0

Projeto	SBC 2012		
Intersetção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azevêdo		
Trabalho no.	0168	Variante	v01
Autor	Tranzum	Assinatura	
		Data	16/4/2012
		Pág.	08



Centro Universitário da FEI

# Centro Universitário da FEI

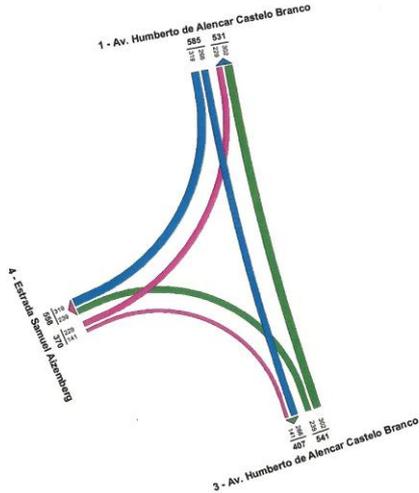
## Relatório Final



Programa de Iniciação Científica, Didática e de Ações Sociais de Extensão

Diagrama de Fluxos

**PCU - 09h - 10h**  
 Count De 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/3/2012  
 Hour 09:00 - 10:00  
 1465 PCU/h

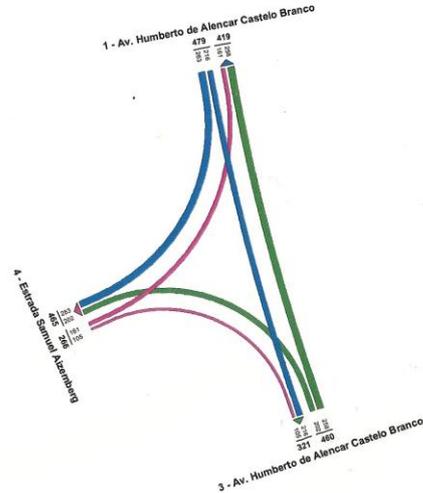


FromTo	3	4	1
3 -> 4	256	0	0
4 -> 3	0	256	0
1 -> 3	0	0	256

Projeto	SBC 2012		
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg		
Trabalho no.	0168	Variante	v01
Autor	Tranzum	Assinatura	
		Data	16/4/2012
		Pag.	09

Diagrama de Fluxos

**Veiculo Tipo - 09h - 10h**  
 Count De 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/3/2012  
 Hour 09:00 - 10:00  
 1205 Car+Truck+Bus/h



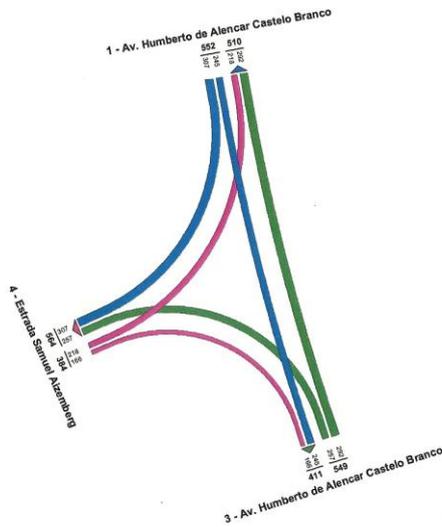
FromTo	3	4	1
3 -> 4	256	0	0
4 -> 3	0	256	0
1 -> 3	0	0	256

From	Car	Motorbike	Cycle	Van	Truck	Tractor	taxi	tram	Bus	User-unknown	User-defined
3 -> 4 (dir)	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 -> 4 (opn)	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 -> 3 (dir)	105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 -> 3 (opn)	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 -> 3 (dir)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 -> 3 (opn)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 -> 4 (opn)	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Projeto	SBC 2012		
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg		
Trabalho no.	0168	Variante	v01
Autor	Tranzum	Assinatura	
		Data	16/4/2012
		Pag.	10

Diagrama de Fluxos

**PCU - 10h - 11h**  
 Count De 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/3/2012  
 Hour 10:00 - 11:00  
 1485 PCU/h

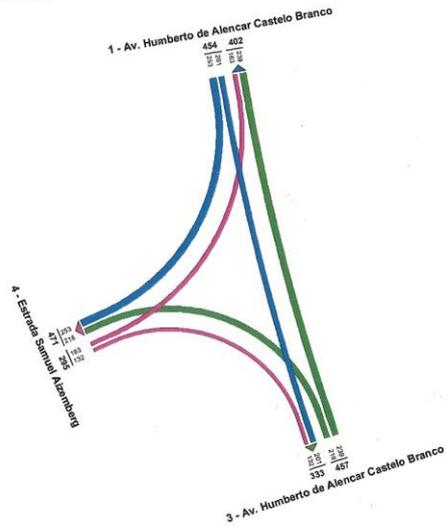


FromTo	3	4	1
3 -> 4	256	0	0
4 -> 3	0	256	0
1 -> 3	0	0	256

Projeto	SBC 2012		
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg		
Trabalho no.	0168	Variante	v01
Autor	Tranzum	Assinatura	
		Data	16/4/2012
		Pag.	11

Diagrama de Fluxos

**Veiculo Tipo - 10h - 11h**  
 Count De 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/3/2012  
 Hour 10:00 - 11:00  
 1206 Car+Truck+Bus/h



FromTo	3	4	1
3 -> 4	256	0	0
4 -> 3	0	256	0
1 -> 3	0	0	256

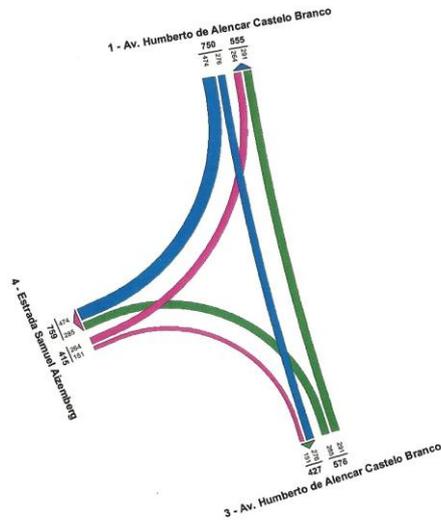
From	Car	Motorbike	Cycle	Van	Truck	Tractor	taxi	tram	Bus	User-unknown	User-defined
3 -> 4 (dir)	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 -> 4 (opn)	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 -> 3 (dir)	105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 -> 3 (opn)	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 -> 3 (dir)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 -> 3 (opn)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 -> 4 (opn)	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Projeto	SBC 2012		
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg		
Trabalho no.	0168	Variante	v01
Autor	Tranzum	Assinatura	
		Data	16/4/2012
		Pag.	12

Diagrama de Fluxos 

PCU - 11h - 12h

Cover De 27-03-2012 às 18:00 em 28-03-2012 às 18:00 em 27/03/2012  
Hor: 11:00 - 12:00  
1761 PCU.h



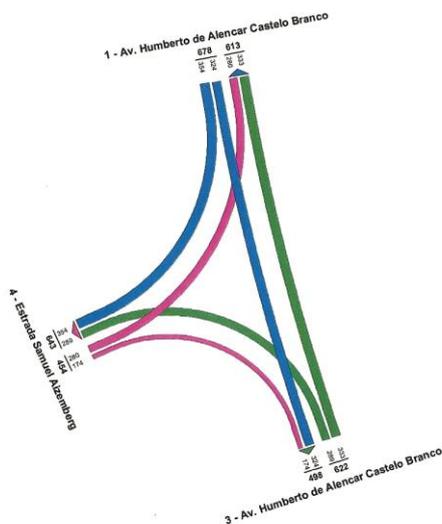
Forma	3	4	1
1	750	855	0
4	337	308	0
1	294	14	0

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azevêdo
Trabalho no.	0168 Variante v01
Autor	Tranzum Assinatura Data 16/4/2012 Pag. 13

Diagrama de Fluxos 

PCU - 12h - 13h

Cover De 27-03-2012 às 19:00 em 28-03-2012 às 19:00 em 27/03/2012  
Hor: 12:00 - 13:00  
1764 PCU.h



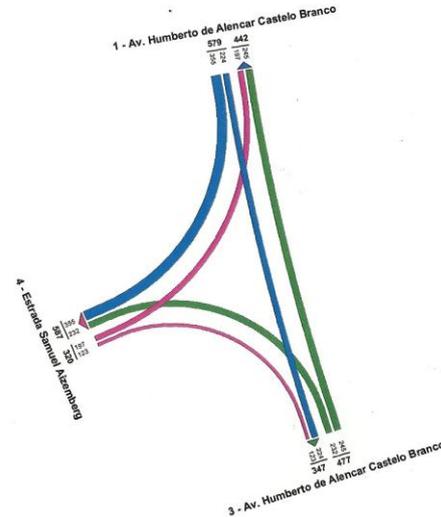
Forma	3	4	1
3	678	613	0
4	337	308	0
1	294	14	0

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azevêdo
Trabalho no.	0168 Variante v01
Autor	Tranzum Assinatura Data 16/4/2012 Pag. 15

Diagrama de Fluxos 

Veículo Tipo - 11h - 12h

Cover De 27-03-2012 às 19:00 em 28-03-2012 às 19:00 em 27/03/2012  
Hor: 11:00 - 12:00  
1278 Car Truck-Bush



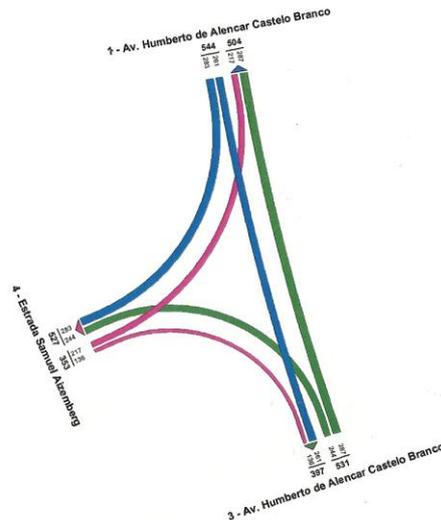
Forma	3	4	1	1	Sigam	Car	Motociclos	Cyclist	Van	Truck	Tractor	Trailer	Tram	Bus	User	Other	Unkn	Other
3	337	308	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	722	797	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	294	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azevêdo
Trabalho no.	0168 Variante v01
Autor	Tranzum Assinatura Data 16/4/2012 Pag. 14

Diagrama de Fluxos 

Veículo Tipo - 12h - 13h

Cover De 27-03-2012 às 19:00 em 28-03-2012 às 19:00 em 27/03/2012  
Hor: 12:00 - 13:00  
1428 Car Truck-Bush

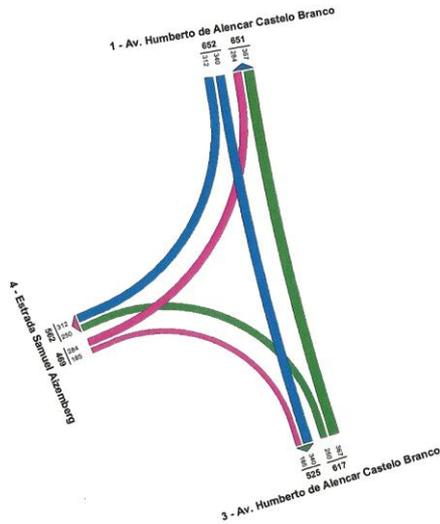


Forma	3	4	1	1	Sigam	Car	Motociclos	Cyclist	Van	Truck	Tractor	Trailer	Tram	Bus	User	Other	Unkn	Other
3	337	308	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	722	797	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	294	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azevêdo
Trabalho no.	0168 Variante v01
Autor	Tranzum Assinatura Data 16/4/2012 Pag. 16

Diagrama de Fluxos 

**PCU - 13h - 14h**  
Conte De 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/3/2012  
Horar 13:00 - 14:00  
1738 PCU/h

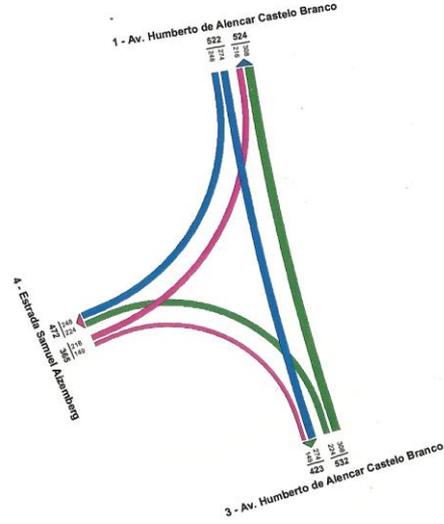


Flows	3	4	1
3	2040		
4	100	304	
1	340	10	

Projeto	SBC 2012		
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azevêdo		
Trabalho no.	0168	Variante	v01
Autor	Tranzum	Assinatura	
		Data	16/4/2012
		Pag.	17

Diagrama de Fluxos 

**Veículo Tipo - 13h - 14h**  
Conte De 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/3/2012  
Horar 13:00 - 14:00  
1458 Cam-Tipo/h



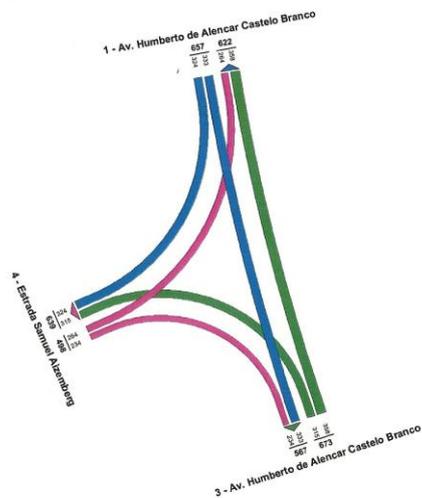
Flows	3	4	1
3	2040		
4	100	304	
1	372	48	

Stream	Car	Motorbike	Cyclist	Van	Truck	Tractor	Trailer	Tram	Bus	User-defined	User-defined
3->4 left	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3->4 straight	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3->4 right	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4->3 left	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4->3 straight	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4->3 right	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Projeto	SBC 2012		
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azevêdo		
Trabalho no.	0168	Variante	v01
Autor	Tranzum	Assinatura	
		Data	16/4/2012
		Pag.	16

Diagrama de Fluxos 

**PCU - 14h - 15h**  
Conte De 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/3/2012  
Horar 14:00 - 15:00  
1828 PCU/h

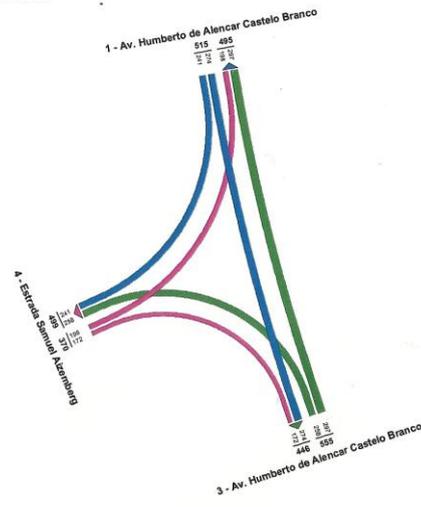


Flows	3	4	1
3	2040		
4	100	304	
1	372	10	

Projeto	SBC 2012		
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azevêdo		
Trabalho no.	0168	Variante	v01
Autor	Tranzum	Assinatura	
		Data	16/4/2012
		Pag.	19

Diagrama de Fluxos 

**Veículo Tipo - 14h - 15h**  
Conte De 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/3/2012  
Horar 14:00 - 15:00  
1460 Cam-Tipo/h



Flows	3	4	1
3	2040		
4	100	304	
1	372	48	

Stream	Car	Motorbike	Cyclist	Van	Truck	Tractor	Trailer	Tram	Bus	User-defined	User-defined
3->4 left	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3->4 straight	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3->4 right	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4->3 left	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4->3 straight	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4->3 right	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Projeto	SBC 2012		
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azevêdo		
Trabalho no.	0168	Variante	v01
Autor	Tranzum	Assinatura	
		Data	16/4/2012
		Pag.	20



Centro Universitário da FEI

# Centro Universitário da FEI

## Relatório Final

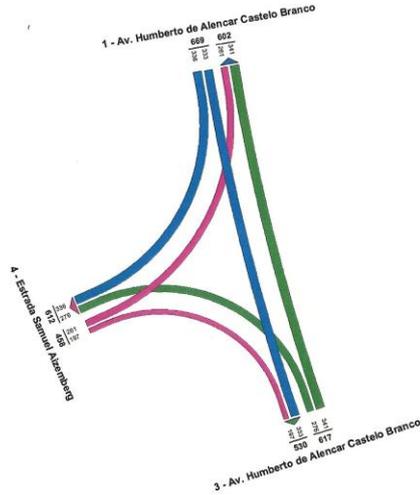


Programa de Iniciação Científica, Didática e de Ações Sociais de Extensão

### Diagrama de Fluxos

#### PCU - 15h - 16h

Court De 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/03/2012  
 Hora 15:00 - 16:00  
 1744 PCUA



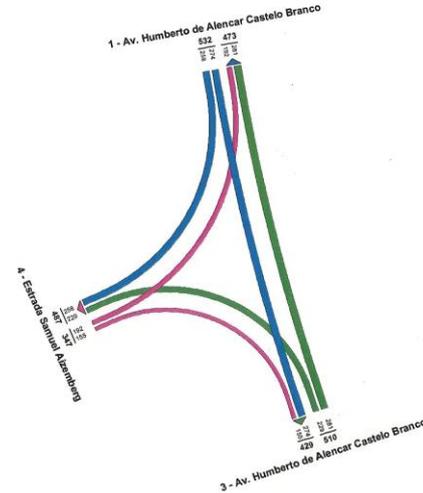
Fluxo	3	4	1
3	276	341	
4	101	201	
1	233	24	

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg
Trabalho no.	0168 Variante v01
Autor	Tranzum Assinatura Data 16/4/2012 Pag. 21

### Diagrama de Fluxos

#### Veículo Tipo - 15h - 16h

Court De 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/03/2012  
 Hora 15:00 - 16:00  
 1386 Car-Truck-Bus



Fluxo	3	4	1
3	226	265	
4	78	162	
1	274	24	

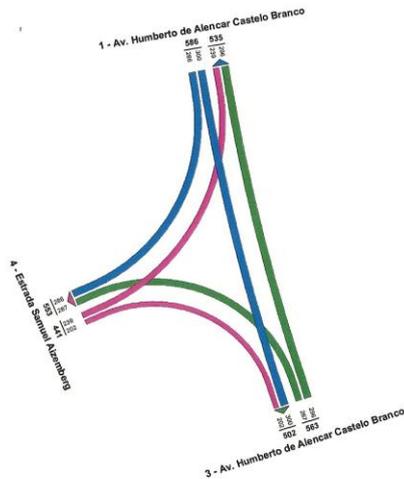
Fluxo	Car	Motorista	Cyclist	Truck	Tractor	Tram	Bus	Use-diferenc	Use-convenc
3->4 (265)	85	0	0	0	11	0	0	3	0
3->1 (274)	85	0	0	0	7	0	0	10	0
4->3 (162)	81	0	0	0	15	0	0	5	0
4->1 (201)	75	0	0	0	23	0	0	4	0
1->3 (233)	83	0	0	0	5	0	0	8	0
1->4 (24)	75	0	0	0	17	0	0	4	0

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg
Trabalho no.	0168 Variante v01
Autor	Tranzum Assinatura Data 16/4/2012 Pag. 22

### Diagrama de Fluxos

#### PCU - 16h - 17h

Court De 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/03/2012  
 Hora 16:00 - 17:00  
 1800 PCUA



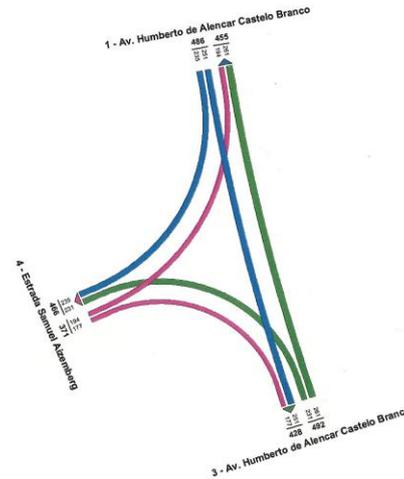
Fluxo	3	4	1
3	306	376	
4	101	201	
1	233	24	

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg
Trabalho no.	0168 Variante v01
Autor	Tranzum Assinatura Data 16/4/2012 Pag. 23

### Diagrama de Fluxos

#### Veículo Tipo - 16h - 17h

Court De 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/03/2012  
 Hora 16:00 - 17:00  
 1360 Car-Truck-Bus



Fluxo	3	4	1
3	274	324	
4	78	162	
1	274	24	

Fluxo	Car	Motorista	Cyclist	Truck	Tractor	Tram	Bus	Use-diferenc	Use-convenc
3->4 (324)	88	0	0	0	8	0	0	4	0
3->1 (274)	88	0	0	0	3	0	0	8	0
4->3 (162)	80	0	0	0	8	0	0	2	0
4->1 (201)	84	0	0	0	15	0	0	4	0
1->3 (233)	84	0	0	0	7	0	0	8	0
1->4 (24)	84	0	0	0	12	0	0	4	0

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg
Trabalho no.	0168 Variante v01
Autor	Tranzum Assinatura Data 16/4/2012 Pag. 24



Centro Universitário da FEI

# Centro Universitário da FEI

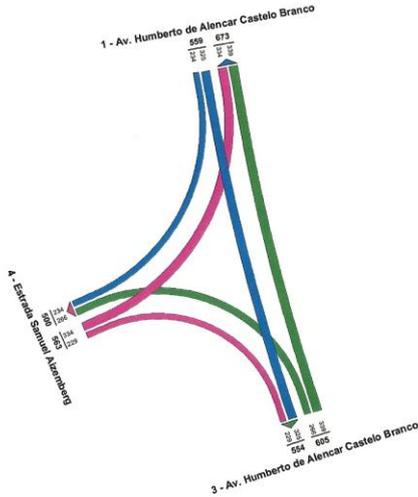
## Relatório Final



Programa de Iniciação Científica, Didática e de Ações Sociais de Extensão

Diagrama de Fluxos

**PCU - 17h - 18h**  
 Count De 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/03/2012  
 Hora 17:00 - 18:00  
 1727 PCUM

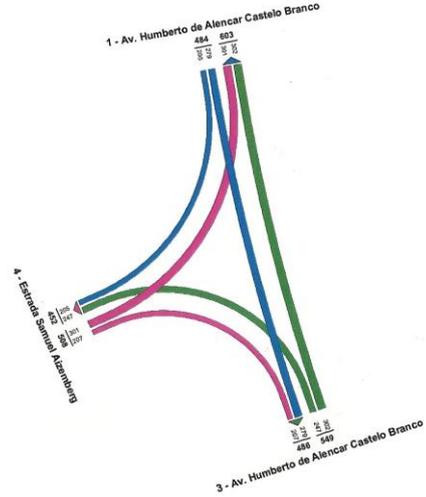


Forma	3	4	1
3	0	0	0
4	0	0	0
1	0	0	0

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizenberg
Trabalho no.	0168
Autor	Tranzum
Variante	v01
Assinatura	
Data	16/4/2012
Pag.	25

Diagrama de Fluxos

**Veículo Tipo - 17h - 18h**  
 Count De 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/03/2012  
 Hora 17:00 - 18:00  
 1861 Car-Truck-Bus



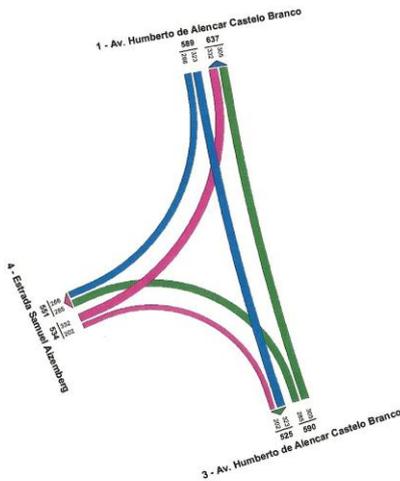
Forma	3	4	1
3	0	0	0
4	0	0	0
1	0	0	0

Forma	3	4	1	3	4	1	3	4	1	3	4	1
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizenberg
Trabalho no.	0168
Autor	Tranzum
Variante	v01
Assinatura	
Data	16/4/2012
Pag.	26

Diagrama de Fluxos

**PCU - 18h - 19h**  
 Count De 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/03/2012  
 Hora 18:00 - 19:00  
 1713 PCUM

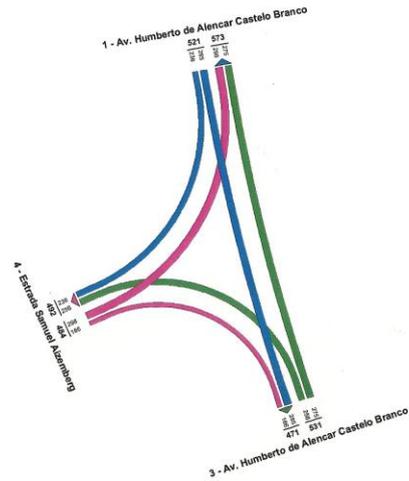


Forma	3	4	1
3	0	0	0
4	0	0	0
1	0	0	0

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizenberg
Trabalho no.	0168
Autor	Tranzum
Variante	v01
Assinatura	
Data	16/4/2012
Pag.	27

Diagrama de Fluxos

**Veículo Tipo - 18h - 19h**  
 Count De 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/03/2012  
 Hora 18:00 - 19:00  
 1538 Car-Truck-Bus



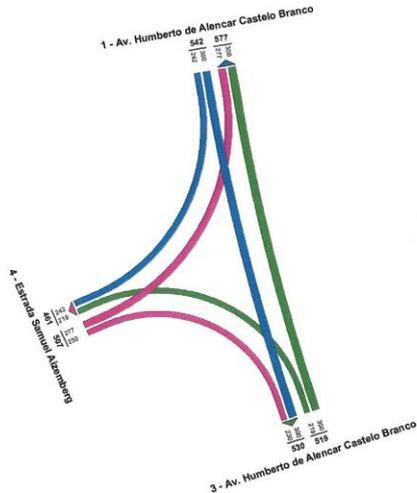
Forma	3	4	1
3	0	0	0
4	0	0	0
1	0	0	0

Forma	3	4	1	3	4	1	3	4	1	3	4	1
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizenberg
Trabalho no.	0168
Autor	Tranzum
Variante	v01
Assinatura	
Data	16/4/2012
Pag.	28

Diagrama de Fluxos 

**PCU - 19h - 20h**  
Cont. De 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/03/2012  
Hor: 19:00 - 20:00  
1688 PCUs

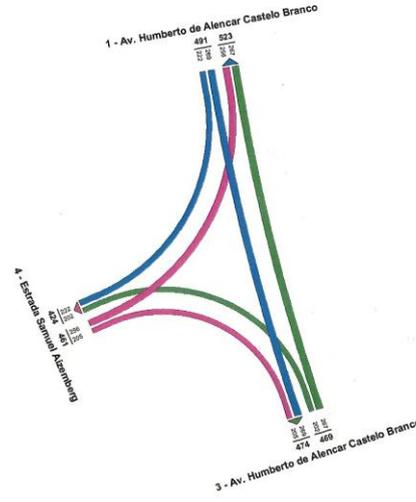


Forma	3	4	1
1	235	377	235
2	235	377	235

Projeto	SBC 2012		
Intersetção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azevêdo		
Trabalho no.	0168	Variante	v01
Autor	Tranzum	Assinatura	Pag. 29

Diagrama de Fluxos 

**Veículo Tipo - 19h - 20h**  
Cont. De 27-03-2012 às 19:00 até 28-03-2012 às 19:00 em 27/03/2012  
Hor: 19:00 - 20:00  
1461 Car-Truck-Bus



Forma	3	4	1
1	235	377	235
2	235	377	235

Projeto	SBC 2012		
Intersetção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azevêdo		
Trabalho no.	0168	Variante	v01
Autor	Tranzum	Assinatura	Pag. 30

Valores Contados 

**Total Intersections**  
Cont. De 27-03-2012 às 16:00 até 28-03-2012 às 16:00 em 27/03/2012

Time	Car	Truck	Bus	PCU	Veh.	
00:00	00:15	63	2	10	88	75
00:15	00:30	45	1	5	58	51
00:30	00:45	33	0	4	41	37
00:45	01:00	16	5	6	41	27
01:00	01:15	31	4	0	41	35
01:15	01:30	26	0	6	38	32
01:30	01:45	26	1	1	31	28
01:45	02:00	9	0	2	13	11
02:00	02:15	12	2	0	17	14
02:15	02:30	18	2	1	25	21
02:30	02:45	11	1	3	20	15
02:45	03:00	4	4	1	16	9
03:00	03:15	8	2	0	13	10
03:15	03:30	10	7	1	30	18
03:30	03:45	16	4	0	26	20
03:45	04:00	14	2	1	21	17
04:00	04:15	24	7	2	46	33
04:15	04:30	23	9	7	60	39
04:30	04:45	44	8	8	80	60
04:45	05:00	44	9	18	103	71
05:00	05:15	77	4	19	125	100
05:15	05:30	124	6	24	187	154
05:30	05:45	197	5	21	252	223
05:45	06:00	127	6	24	290	257
06:00	06:15	331	10	32	430	373
06:15	06:30	356	19	32	468	407
06:30	06:45	299	17	25	392	341
06:45	07:00	362	16	33	468	411
07:00	07:15	427	21	20	520	468
07:15	07:30	376	14	24	499	414
07:30	07:45	367	10	16	424	393
07:45	08:00	312	25	28	431	365
08:00	08:15	308	31	21	428	360
08:15	08:30	300	37	21	435	358
08:30	08:45	310	29	20	423	359
08:45	09:00	273	44	17	417	334
09:00	09:15	257	39	15	385	311
09:15	09:30	232	26	24	345	282

Projeto	SBC 2012		
Intersetção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azevêdo		
Trabalho no.	0168	Variante	v01
Autor	Tranzum	Assinatura	Pag. 31

Valores Contados 

Time	Car	Truck	Bus	PCU	Veh.	
09:30	09:45	258	42	16	395	316
09:45	10:00	240	37	19	371	296
10:00	10:15	253	43	17	395	313
10:15	10:30	241	27	17	343	285
10:30	10:45	243	39	12	365	294
10:45	11:00	263	35	16	383	314
11:00	11:15	306	58	17	485	381
11:15	11:30	258	45	17	405	320
11:30	11:45	276	55	14	442	345
11:45	12:00	273	44	13	409	330
12:00	12:15	290	42	19	433	351
12:15	12:30	304	38	22	443	364
12:30	12:45	276	39	23	420	338
12:45	13:00	313	41	21	458	375
13:00	13:15	272	42	19	415	333
13:15	13:30	304	44	24	442	362
13:30	13:45	299	39	21	439	359
13:45	14:00	308	40	17	442	365
14:00	14:15	322	60	20	512	402
14:15	14:30	255	43	12	387	310
14:30	14:45	283	53	19	454	355
14:45	15:00	300	55	18	474	373
15:00	15:15	290	44	27	454	361
15:15	15:30	307	44	13	443	364
15:30	15:45	280	49	23	449	352
15:45	16:00	249	43	20	397	312
16:00	16:15	288	23	15	376	326
16:15	16:30	309	27	24	425	360
16:30	16:45	291	35	20	419	346
16:45	17:00	276	25	16	371	317
17:00	17:15	358	17	18	437	393
17:15	17:30	361	17	18	440	396
17:30	17:45	331	18	18	412	367
17:45	18:00	347	20	23	438	385
18:00	18:15	348	17	18	427	383
18:15	18:30	356	26	21	462	402
18:30	18:45	356	14	18	427	388
18:45	19:00	336	11	16	396	363
19:00	19:15	359	9	25	432	393
19:15	19:30	302	9	20	365	331
19:30	19:45	355	16	15	425	386
19:45	20:00	281	10	20	346	311

Projeto	SBC 2012		
Intersetção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azevêdo		
Trabalho no.	0168	Variante	v01
Autor	Tranzum	Assinatura	Pag. 32



Centro Universitário da FEI

# Centro Universitário da FEI

## Relatório Final



Programa de Iniciação Científica, Didática e de Ações Sociais de Extensão

### Valores Contados



Time	Car	Truck	Bus	PCU	Veh.	
09:00	20:55	289	1	17	246	215
09:05	20:30	238	6	15	291	263
09:10	20:45	244	8	17	298	269
09:45	21:00	233	2	17	275	250
11:00	21:15	248	7	15	304	274
11:15	21:30	219	4	15	307	282
11:30	21:45	247	5	4	268	256
11:45	22:00	224	4	17	268	245
12:30	22:15	211	2	12	280	265
12:45	22:30	244	1	8	233	230
13:00	22:45	240	1	23	302	269
13:15	23:00	205	1	16	250	224
13:30	23:15	119	1	15	200	179
13:45	23:30	94	1	13	100	137
13:50	23:45	78	2	7	93	83
13:55	00:00	66	1	7	80	73

Time period	Peak hour	Car	Truck	Bus	PCU	Veh.
20h	06-05-07-05	157	15	93	2071	1648

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azenberg
Trabalho no.	0168
Autor	Tranzum
Variante	v01
Assinatura	
Data	16/04/2012
Pag.	33

### Valores Contados



Approach 3 - Av. Humberto de Alencar Castelo Branco straight  
from 1 \* 10 3  
Count De 27-03-2012 às 16h00 até 28-03-2012 às 16h00 on 27/03/2012

Time	Car	Truck	Bus	PCU	Veh.	
07:00	07:15	3	0	0	4	4
07:15	07:30	1	0	2	11	12
07:30	07:45	4	0	1	8	7
07:45	08:00	1	0	2	7	5
08:00	08:15	6	0	0	6	6
08:15	08:30	3	0	2	14	12
08:30	08:45	3	0	1	1	4
08:45	09:00	0	0	1	2	1
09:00	09:15	1	0	0	1	1
09:15	09:30	3	1	0	6	4
09:30	09:45	1	0	1	3	3
09:45	10:00	0	0	0	0	0
10:00	10:15	1	1	0	4	2
10:15	10:30	3	1	0	4	2
10:30	10:45	1	1	0	3	2
10:45	11:00	1	1	0	8	4
11:00	11:15	1	1	0	12	8
11:15	11:30	1	1	0	11	8
11:30	11:45	1	1	0	11	8
11:45	12:00	1	1	0	11	8
12:00	12:15	1	1	0	11	8
12:15	12:30	1	1	0	11	8
12:30	12:45	1	1	0	11	8
12:45	13:00	1	1	0	11	8
13:00	13:15	1	1	0	11	8
13:15	13:30	1	1	0	11	8
13:30	13:45	1	1	0	11	8
13:45	14:00	1	1	0	11	8
14:00	14:15	1	1	0	11	8
14:15	14:30	1	1	0	11	8
14:30	14:45	1	1	0	11	8
14:45	15:00	1	1	0	11	8
15:00	15:15	1	1	0	11	8
15:15	15:30	1	1	0	11	8
15:30	15:45	1	1	0	11	8
15:45	16:00	1	1	0	11	8
16:00	16:15	1	1	0	11	8
16:15	16:30	1	1	0	11	8
16:30	16:45	1	1	0	11	8
16:45	17:00	1	1	0	11	8
17:00	17:15	1	1	0	11	8
17:15	17:30	1	1	0	11	8
17:30	17:45	1	1	0	11	8
17:45	18:00	1	1	0	11	8
18:00	18:15	1	1	0	11	8
18:15	18:30	1	1	0	11	8
18:30	18:45	1	1	0	11	8
18:45	19:00	1	1	0	11	8
19:00	19:15	1	1	0	11	8
19:15	19:30	1	1	0	11	8
19:30	19:45	1	1	0	11	8

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azenberg
Trabalho no.	0168
Autor	Tranzum
Variante	v01
Assinatura	
Data	16/04/2012
Pag.	34

### Valores Contados



Time	Car	Truck	Bus	PCU	Veh.	
09:15	09:30	48	1	11	73	60
09:30	09:45	40	3	5	58	48
09:45	10:00	36	4	7	60	47
10:00	10:15	29	5	5	52	39
10:15	10:30	43	2	5	58	50
10:30	10:45	39	3	6	59	48
10:45	11:00	54	5	5	77	64
11:00	11:15	40	2	4	53	46
11:15	11:30	33	6	9	66	48
11:30	11:45	53	6	5	78	64
11:45	12:00	56	5	5	79	66
12:00	12:15	53	6	5	78	64
12:15	12:30	48	3	10	76	61
12:30	12:45	56	4	9	84	69
12:45	13:00	52	9	6	87	67
13:00	13:15	43	8	7	97	78
13:15	13:30	42	6	3	83	71
13:30	13:45	52	7	9	88	68
13:45	14:00	45	7	5	73	57
14:00	14:15	54	9	6	80	69
14:15	14:30	53	4	5	73	62
14:30	14:45	54	4	4	72	62
14:45	15:00	67	8	6	99	81
15:00	15:15	62	4	8	88	74
15:15	15:30	64	8	5	94	77
15:30	15:45	51	5	5	74	61
15:45	16:00	50	7	5	78	62
16:00	16:15	56	3	4	72	63
16:15	16:30	61	9	6	96	76
16:30	16:45	48	4	6	70	58
16:45	17:00	46	2	6	63	54
17:00	17:15	61	3	7	83	71
17:15	17:30	66	0	9	84	75
17:30	17:45	54	2	6	71	62
17:45	18:00	57	5	9	88	71
18:00	18:15	73	3	7	95	83
18:15	18:30	58	0	7	73	66
18:30	18:45	68	1	7	85	75
18:45	19:00	51	3	6	71	60
19:00	19:15	60	0	6	72	68
19:15	19:30	62	0	7	76	69
19:30	19:45	72	4	6	94	82

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azenberg
Trabalho no.	0168
Autor	Tranzum
Variante	v01
Assinatura	
Data	16/04/2012
Pag.	35

### Valores Contados



Time	Car	Truck	Bus	PCU	Veh.	
19:45	20:00	46	0	6	58	52
20:00	20:15	46	1	7	63	54
20:15	20:30	34	1	8	53	43
20:30	20:45	49	1	6	64	56
20:45	21:00	35	0	6	47	41
21:00	21:15	20	0	9	38	29
21:15	21:30	34	1	6	49	41
21:30	21:45	44	0	0	44	44
21:45	22:00	38	1	7	55	46
22:00	22:15	51	0	4	59	55
22:15	22:30	42	1	1	47	44
22:30	22:45	41	0	11	63	52
22:45	23:00	34	0	5	44	39
23:00	23:15	23	0	5	33	28
23:15	23:30	22	0	8	38	30
23:30	23:45	10	1	1	15	12
23:45	00:00	13	0	2	17	15
Total		3494	227	483	5025	4201

Time period	Peak hour	Car	Truck	Bus	PCU	Veh.
Z81	14:30-15:30	247	24	23	353	294

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Azenberg
Trabalho no.	0168
Autor	Tranzum
Variante	v01
Assinatura	
Data	16/04/2012
Pag.	36



Centro Universitário da FEI

# Centro Universitário da FEI

## Relatório Final



Programa de Iniciação Científica, Didática e de Ações Sociais de Extensão

### Valores Contados



Approach 1 - Av. Humberto de Alencar Castelo Branco right  
from 1-> to 4  
Count De 27-03-2012 às 16h00 até 28-03-2012 às 16h00 on 27/3/2012

Time	Car	Truck	Bus	PCU	Veh.	
00:00	00:15	12	2	1	19	15
00:15	00:30	12	2	1	19	15
00:30	00:45	11	0	1	13	12
00:45	01:00	4	1	3	13	8
01:00	01:15	10	2	0	15	12
01:15	01:30	8	0	2	12	10
01:30	01:45	2	0	0	2	2
01:45	02:00	5	0	1	7	6
02:00	02:15	3	0	0	3	3
02:15	02:30	4	0	1	6	5
02:30	02:45	1	0	0	1	1
02:45	03:00	0	0	0	0	0
03:00	03:15	1	0	0	1	1
03:15	03:30	3	2	0	6	5
03:30	03:45	5	1	0	8	6
03:45	04:00	6	2	0	11	8
04:00	04:15	5	1	1	10	7
04:15	04:30	10	4	2	24	16
04:30	04:45	7	1	0	10	8
04:45	05:00	5	1	0	8	6
05:00	05:15	17	0	1	19	18
05:15	05:30	22	0	2	26	24
05:30	05:45	43	1	2	50	46
05:45	06:00	65	0	3	72	69
06:00	06:15	102	4	5	122	111
06:15	06:30	91	3	4	107	98
06:30	06:45	0	5	4	21	9
06:45	07:00	83	2	7	102	92
07:00	07:15	106	6	2	125	114
07:15	07:30	92	2	2	101	96
07:30	07:45	84	1	2	91	87
07:45	08:00	79	4	3	95	86
08:00	08:15	73	6	2	92	81
08:15	08:30	67	8	4	95	79
08:30	08:45	69	9	1	94	79
08:45	09:00	55	6	1	73	63
09:00	09:15	67	6	1	84	74

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg
Trabalho no.	0168
Autor	Tranzum
Variante	v01
Assinatura	
Data	16/4/2012
Pag.	37

### Valores Contados



Time	Car	Truck	Bus	PCU	Veh.	
09:15	09:30	85	5	3	74	63
09:30	09:45	60	15	1	100	76
09:45	10:00	41	6	3	52	50
10:00	10:15	55	9	2	62	66
10:15	10:30	44	6	1	61	51
10:30	10:45	60	12	1	92	73
10:45	11:00	56	5	2	73	63
11:00	11:15	111	26	5	186	142
11:15	11:30	66	17	1	111	84
11:30	11:45	55	15	0	93	70
11:45	12:00	41	16	2	85	59
12:00	12:15	51	12	2	85	65
12:15	12:30	65	9	2	92	76
12:30	12:45	64	9	2	91	75
12:45	13:00	53	11	3	87	67
13:00	13:15	46	11	2	78	59
13:15	13:30	60	12	2	94	74
13:30	13:45	55	5	1	70	61
13:45	14:00	42	10	2	71	54
14:00	14:15	41	10	2	70	53
14:15	14:30	42	15	2	84	59
14:30	14:45	50	15	3	94	69
14:45	15:00	60	10	1	77	61
15:00	15:15	35	11	3	89	69
15:15	15:30	53	13	1	88	67
15:30	15:45	52	8	4	80	64
15:45	16:00	43	13	2	80	58
16:00	16:15	38	7	2	80	67
16:15	16:30	45	7	4	71	56
16:30	16:45	52	5	3	71	60
16:45	17:00	43	9	0	66	52
17:00	17:15	45	2	2	54	49
17:15	17:30	58	5	1	72	64
17:30	17:45	36	3	2	48	41
17:45	18:00	44	3	4	60	51
18:00	18:15	46	7	2	68	55
18:15	18:30	53	6	0	68	59
18:30	18:45	49	4	2	63	55
18:45	19:00	67	0	0	67	67
19:00	19:15	54	2	4	67	60
19:15	19:30	49	2	1	56	52
19:30	19:45	58	2	3	69	63

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg
Trabalho no.	0168
Autor	Tranzum
Variante	v01
Assinatura	
Data	16/4/2012
Pag.	38

### Valores Contados



Time	Car	Truck	Bus	PCU	Veh.	
19:45	20:00	44	0	3	50	47
20:00	20:15	57	2	2	66	64
20:15	20:30	49	0	2	53	51
20:30	20:45	34	1	4	45	39
20:45	21:00	40	0	3	46	43
21:00	21:15	37	2	3	48	42
21:15	21:30	43	1	2	50	46
21:30	21:45	44	0	0	44	44
21:45	22:00	47	2	2	56	51
22:00	22:15	58	1	0	61	59
22:15	22:30	54	2	3	65	59
22:30	22:45	51	1	0	54	52
22:45	23:00	52	3	0	60	55
23:00	23:15	53	1	3	62	57
23:15	23:30	30	0	1	32	31
23:30	23:45	19	0	1	21	20
23:45	00:00	15	0	1	17	16
Total		4181	467	175	5699	4823

Time period	Peak hour	Car	Truck	Bus	PCU	Veh.
Z81	06:45-07:45	365	11	13	419	389

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg
Trabalho no.	0168
Autor	Tranzum
Variante	v01
Assinatura	
Data	16/4/2012
Pag.	39

### Valores Contados



Approach 3 - Av. Humberto de Alencar Castelo Branco straight  
from 3-> to 1  
Count De 27-03-2012 às 16h00 até 28-03-2012 às 16h00 on 27/3/2012

Time	Car	Truck	Bus	PCU	Veh.	
00:00	00:15	8	0	2	12	10
00:15	00:30	5	0	1	7	6
00:30	00:45	3	0	0	3	3
00:45	01:00	3	2	0	8	5
01:00	01:15	6	0	0	6	6
01:15	01:30	4	0	0	4	4
01:30	01:45	5	1	0	8	6
01:45	02:00	1	0	0	1	1
02:00	02:15	0	0	0	0	0
02:15	02:30	2	0	0	2	2
02:30	02:45	3	0	0	3	3
02:45	03:00	2	2	0	7	4
03:00	03:15	4	0	0	4	4
03:15	03:30	2	0	0	2	2
03:30	03:45	1	1	0	4	2
03:45	04:00	0	0	0	0	0
04:00	04:15	6	1	1	11	8
04:15	04:30	4	1	0	7	5
04:30	04:45	15	2	2	24	19
04:45	05:00	14	2	6	31	22
05:00	05:15	30	0	8	46	38
05:15	05:30	47	1	14	78	63
05:30	05:45	50	0	7	64	57
05:45	06:00	35	0	13	61	48
06:00	06:15	69	4	10	99	83
06:15	06:30	72	2	8	93	82
06:30	06:45	102	2	11	129	115
06:45	07:00	90	4	11	122	105
07:00	07:15	89	3	9	115	101
07:15	07:30	91	3	11	121	105
07:30	07:45	97	0	6	109	103
07:45	08:00	63	4	9	91	76
08:00	08:15	56	7	7	88	70
08:15	08:30	66	3	7	88	76
08:30	08:45	64	2	6	81	72
08:45	09:00	51	6	6	78	63
09:00	09:15	48	2	1	55	51

Projeto	SBC 2012
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg
Trabalho no.	0168
Autor	Tranzum
Variante	v01
Assinatura	
Data	16/4/2012
Pag.	40

Valores Contados



Time		Car	Truck	Bus	PCU	Veh.
from	to					
09:15	09:30	42	5	6	67	53
09:30	09:45	66	5	4	87	75
09:45	10:00	67	6	6	94	79
10:00	10:15	56	7	6	86	69
10:15	10:30	84	5	7	81	66
10:30	10:45	48	2	1	55	51
10:45	11:00	39	8	6	71	53
11:00	11:15	37	6	3	58	46
11:15	11:30	54	3	4	70	61
11:30	11:45	53	8	6	85	67
11:45	12:00	65	3	3	79	71
12:00	12:15	77	2	5	92	84
12:15	12:30	68	4	6	90	78
12:30	12:45	40	0	7	34	47
12:45	13:00	63	7	8	97	78
13:00	13:15	55	5	6	80	66
13:15	13:30	54	5	5	77	64
13:30	13:45	75	8	6	107	89
13:45	14:00	77	6	6	104	89
14:00	14:15	63	5	7	90	75
14:15	14:30	53	3	2	65	58
14:30	14:45	56	10	7	95	73
14:45	15:00	77	7	7	109	91
15:00	15:15	70	6	10	105	86
15:15	15:30	69	6	5	94	80
15:30	15:45	60	5	6	85	71
15:45	16:00	33	4	7	57	44
16:00	16:15	59	1	4	70	64
16:15	16:30	71	1	9	92	81
16:30	16:45	54	4	6	76	64
16:45	17:00	46	1	5	59	52
17:00	17:15	78	2	5	93	85
17:15	17:30	69	5	6	94	80
17:30	17:45	55	0	4	63	59
17:45	18:00	59	5	4	90	78
18:00	18:15	73	2	6	90	81
18:15	18:30	64	2	8	85	74
18:30	18:45	50	1	4	61	55
18:45	19:00	61	1	3	70	65
19:00	19:15	69	2	10	94	81
19:15	19:30	55	2	5	70	62
19:30	19:45	68	0	4	76	72

Projeto	SBC 2012				
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizenberg				
Trabalho no.	0168	Variante	v01	Data	16/04/2012
Autor	Tranzum	Assinatura		Pag.	41

Valores Contados



Time		Car	Truck	Bus	PCU	Veh.
from	to					
19:45	20:00	45	2	5	60	52
20:00	20:15	43	0	4	50	46
20:15	20:30	34	0	6	46	40
20:30	20:45	37	1	6	52	44
20:45	21:00	35	0	5	45	40
21:00	21:15	73	1	4	84	78
21:15	21:30	63	1	6	78	70
21:30	21:45	40	0	2	44	42
21:45	22:00	23	0	4	31	27
22:00	22:15	41	0	6	53	47
22:15	22:30	30	0	4	38	34
22:30	22:45	30	0	6	42	36
22:45	23:00	29	0	4	28	24
23:00	23:15	28	0	5	30	25
23:15	23:30	8	0	2	12	10
23:30	23:45	12	0	2	16	14
23:45	00:00	8	0	2	12	10
Total		4281	230	454	5784	4975

Time period	Peak hour	Car	Truck	Bus	PCU	Veh.
ZB1	06:30-07:30	372	12	43	486	426

Projeto	SBC 2012				
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizenberg				
Trabalho no.	0168	Variante	v01	Data	16/04/2012
Autor	Tranzum	Assinatura		Pag.	42

Valores Contados



Approach 3 - Av. Humberto de Alencar Castelo Branco left  
from 3-> to 4  
Count De 27-03-2012 às 16h00 até 28-03-2012 às 16h00 on 27/03/2012

Time		Car	Truck	Bus	PCU	Veh.
from	to					
ZB1						
00:00	00:15	8	0	1	10	9
00:15	00:30	4	0	0	4	4
00:30	00:45	1	0	0	1	1
00:45	01:00	3	0	1	5	4
01:00	01:15	3	1	0	6	4
01:15	01:30	1	0	0	1	1
01:30	01:45	4	0	0	4	4
01:45	02:00	2	0	0	2	2
02:00	02:15	0	0	0	0	0
02:15	02:30	4	0	0	4	4
02:30	02:45	2	1	1	7	4
02:45	03:00	2	1	0	5	3
03:00	03:15	0	0	0	0	0
03:15	03:30	2	2	0	7	4
03:30	03:45	3	1	0	6	4
03:45	04:00	0	0	0	0	0
04:00	04:15	1	1	0	4	2
04:15	04:30	4	0	2	8	6
04:30	04:45	10	4	1	22	15
04:45	05:00	11	3	7	33	21
05:00	05:15	10	1	1	15	12
05:15	05:30	30	2	2	39	34
05:30	05:45	38	2	3	49	43
05:45	06:00	74	2	1	81	77
06:00	06:15	75	0	5	85	80
06:15	06:30	89	3	5	107	97
06:30	06:45	87	2	3	98	92
06:45	07:00	65	3	1	75	69
07:00	07:15	78	2	1	85	81
07:15	07:30	80	2	2	89	84
07:30	07:45	77	2	0	82	79
07:45	08:00	70	4	4	88	78
08:00	08:15	73	7	2	95	82
08:15	08:30	50	10	1	77	61
08:30	08:45	65	4	2	79	71
08:45	09:00	66	16	3	112	85
09:00	09:15	47	5	2	64	54

Projeto	SBC 2012				
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizenberg				
Trabalho no.	0168	Variante	v01	Data	16/04/2012
Autor	Tranzum	Assinatura		Pag.	43

Valores Contados



Time		Car	Truck	Bus	PCU	Veh.
from	to					
09:15	09:30	41	4	1	53	46
09:30	09:45	48	6	2	67	56
09:45	10:00	40	6	0	56	46
10:00	10:15	51	3	2	63	56
10:15	10:30	55	4	1	67	60
10:30	10:45	41	10	3	72	54
10:45	11:00	43	5	0	56	48
11:00	11:15	56	8	2	80	66
11:15	11:30	46	8	0	66	54
11:30	11:45	50	8	2	74	60
11:45	12:00	43	7	2	65	52
12:00	12:15	47	10	2	76	59
12:15	12:30	44	8	1	66	53
12:30	12:45	47	4	2	61	53
12:45	13:00	74	4	1	86	79
13:00	13:15	53	4	1	65	58
13:15	13:30	49	4	2	63	55
13:30	13:45	40	4	0	50	44
13:45	14:00	63	2	2	72	67
14:00	14:15	81	13	1	116	95
14:15	14:30	46	1	1	51	48
14:30	14:45	52	10	2	81	64
14:45	15:00	39	9	3	68	51
15:00	15:15	44	8	2	68	54
15:15	15:30	44	4	0	54	48
15:30	15:45	66	6	4	89	76
15:45	16:00	41	8	2	65	51
16:00	16:15	51	2	4	64	57
16:15	16:30	55	4	1	67	60
16:30	16:45	48	8	1	70	57
16:45	17:00	50	4	3	66	57
17:00	17:15	56	3	0	64	59
17:15	17:30	47	1	0	50	48
17:30	17:45	74	5	2	91	81
17:45	18:00	56	1	2	63	59
18:00	18:15	68	0	2	72	70
18:15	18:30	49	10	3	80	62
18:30	18:45	55	2	1	62	58
18:45	19:00	62	2	2	71	66
19:00	19:15	51	3	2	63	56
19:15	19:30	37	1	4	48	42
19:30	19:45	47	0	0	47	47

Projeto	SBC 2012				
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizenberg				
Trabalho no.	0168	Variante	v01	Data	16/04/2012
Autor	Tranzum	Assinatura		Pag.	44



Centro Universitário da FEI

# Centro Universitário da FEI

## Relatório Final



Programa de Iniciação Científica, Didática e de Ações Sociais de Extensão

### Valores Contados



Time		Car	Truck	Bus	PCU	Veh.
from	to					
19:45	20:00	54	3	0	62	57
20:00	20:15	49	2	2	58	53
20:15	20:30	63	2	1	70	66
20:30	20:45	61	3	1	71	65
20:45	21:00	63	1	1	68	65
21:00	21:15	47	3	1	57	51
21:15	21:30	55	0	3	61	58
21:30	21:45	60	2	0	65	62
21:45	22:00	59	1	2	66	62
22:00	22:15	41	1	0	44	42
22:15	22:30	57	1	0	60	58
22:30	22:45	67	1	1	72	69
22:45	23:00	53	0	5	63	58
23:00	23:15	24	0	2	28	26
23:15	23:30	17	0	0	17	17
23:30	23:45	9	0	1	11	10
23:45	00:00	12	0	0	12	12
Total		4080	315	139	5146	4834

Time period	Peak hour	Car	Truck	Bus	PCU	Veh.
ZB1	05:45-06:45	325	7	14	371	346

### Valores Contados



Approach 4 - Estrada Samuel Aizemberg left  
from 4 -> to 1  
Court De 27-03-2012 às 16h00 até 28-03-2012 às 16h00 on 27/3/2012

Time		Car	Truck	Bus	PCU	Veh.
from	to					
ZB1						
00:00	00:15	7	0	1	9	8
00:15	00:30	7	0	0	7	7
00:30	00:45	8	0	1	10	9
00:45	01:00	1	2	0	6	3
01:00	01:15	2	1	0	5	3
01:15	01:30	2	0	0	2	2
01:30	01:45	3	0	0	3	3
01:45	02:00	1	0	0	1	1
02:00	02:15	3	1	0	6	4
02:15	02:30	4	1	0	7	5
02:30	02:45	2	0	1	4	3
02:45	03:00	0	1	1	5	2
03:00	03:15	1	1	0	4	2
03:15	03:30	0	1	0	3	1
03:30	03:45	3	0	0	3	3
03:45	04:00	2	0	1	4	3
04:00	04:15	3	0	0	3	3
04:15	04:30	0	2	0	5	2
04:30	04:45	7	0	1	9	8
04:45	05:00	5	2	1	12	8
05:00	05:15	8	1	4	19	13
05:15	05:30	10	0	0	10	10
05:30	05:45	33	0	3	39	36
05:45	06:00	31	2	2	40	35
06:00	06:15	27	1	2	34	30
06:15	06:30	46	7	2	68	55
06:30	06:45	36	4	1	48	41
06:45	07:00	48	3	3	62	54
07:00	07:15	50	6	2	69	58
07:15	07:30	46	5	2	63	53
07:30	07:45	36	5	0	49	41
07:45	08:00	30	9	4	61	43
08:00	08:15	33	5	0	46	38
08:15	08:30	48	8	3	74	59
08:30	08:45	34	9	4	65	47
08:45	09:00	34	6	0	49	40
09:00	09:15	29	15	3	73	47

Projeto	SBC 2012				
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg				
Trabalho no.	0168	Versão	v01	Data	16/4/2012
Autor	Tranzum	Assinatura		Pag.	45

Projeto	SBC 2012				
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg				
Trabalho no.	0168	Versão	v01	Data	16/4/2012
Autor	Tranzum	Assinatura		Pag.	46

### Valores Contados



Time		Car	Truck	Bus	PCU	Veh.
from	to					
09:15	09:30	32	6	1	49	39
09:30	09:45	23	10	3	54	36
09:45	10:00	29	8	2	53	39
10:00	10:15	26	10	1	53	37
10:15	10:30	27	6	3	48	36
10:30	10:45	30	9	0	53	39
10:45	11:00	41	7	3	65	51
11:00	11:15	33	11	1	63	45
11:15	11:30	37	8	1	59	46
11:30	11:45	43	13	1	78	57
11:45	12:00	38	10	1	65	49
12:00	12:15	34	6	3	55	43
12:15	12:30	45	7	2	67	54
12:30	12:45	47	16	2	91	65
12:45	13:00	46	7	2	68	55
13:00	13:15	39	9	0	62	48
13:15	13:30	43	10	2	72	55
13:30	13:45	37	10	2	66	49
13:45	14:00	50	12	2	84	64
14:00	14:15	34	9	1	59	44
14:15	14:30	33	9	0	56	42
14:30	14:45	46	8	2	70	56
14:45	15:00	40	15	1	80	56
15:00	15:15	36	12	2	70	50
15:15	15:30	48	5	0	61	53
15:30	15:45	23	17	2	70	42
15:45	16:00	37	7	3	61	47
16:00	16:15	28	8	1	50	37
16:15	16:30	35	3	2	47	40
16:30	16:45	52	8	3	78	63
16:45	17:00	47	6	1	64	54
17:00	17:15	66	5	3	85	74
17:15	17:30	69	3	1	79	73
17:30	17:45	73	5	3	92	81
17:45	18:00	68	3	2	80	73
18:00	18:15	50	3	1	60	54
18:15	18:30	83	8	1	105	92
18:30	18:45	83	4	3	99	90
18:45	19:00	57	2	3	68	62
19:00	19:15	77	1	2	84	80
19:15	19:30	49	0	0	49	49
19:30	19:45	59	6	1	76	66

### Valores Con

Time		Car	Truck	Bus	PCU	Veh.
from	to					
19:45	20:00	55	3	3	69	61
20:00	20:15	53	3	1	63	57
20:15	20:30	29	1	0	32	30
20:30	20:45	32	2	0	37	34
20:45	21:00	33	0	1	35	34
21:00	21:15	43	0	2	47	45
21:15	21:30	43	1	2	50	46
21:30	21:45	34	1	0	37	35
21:45	22:00	32	0	1	34	33
22:00	22:15	40	0	2	44	42
22:15	22:30	22	1	0	25	23
22:30	22:45	35	5	4	56	44
22:45	23:00	30	1	1	35	32
23:00	23:15	25	0	3	31	28
23:15	23:30	10	0	1	12	11
23:30	23:45	16	1	1	21	18
23:45	00:00	15	0	2	19	17
Total		3080	439	136	4450	3655

Time period	Peak hour	Car	Truck	Bus	PCU	Veh.
ZB1	18:15-19:15	300	15	9	356	324

Valores Contados



Approach 4 - Estrada Samuel Aizemberg right  
from 4-> to 3  
Count De 27-03-2012 às 16h00 até 28-03-2012 às 16h00 on 27/3/2012

Time		Car	Truck	Bus	PCU	Veh.
from	to					
ZB1						
00:00	00:15	12	0	0	12	12
00:15	00:30	7	0	0	7	7
00:30	00:45	4	0	1	6	5
00:45	01:00	2	0	0	2	2
01:00	01:15	4	0	0	4	4
01:15	01:30	1	0	2	5	3
01:30	01:45	9	0	0	9	9
01:45	02:00	0	0	0	0	0
02:00	02:15	2	1	0	5	3
02:15	02:30	1	0	0	1	1
02:30	02:45	2	0	0	2	2
02:45	03:00	0	0	0	0	0
03:00	03:15	1	0	0	1	1
03:15	03:30	0	2	0	5	2
03:30	03:45	3	0	0	3	3
03:45	04:00	2	0	0	2	2
04:00	04:15	5	4	0	15	9
04:15	04:30	4	1	2	11	7
04:30	04:45	4	0	2	8	6
04:45	05:00	5	1	0	8	6
05:00	05:15	7	1	1	12	9
05:15	05:30	10	2	2	19	14
05:30	05:45	16	1	1	21	18
05:45	06:00	10	2	2	19	14
06:00	06:15	23	0	1	25	24
06:15	06:30	21	2	3	32	26
06:30	06:45	37	2	0	42	39
06:45	07:00	33	2	3	44	38
07:00	07:15	29	1	1	34	31
07:15	07:30	32	2	1	39	35
07:30	07:45	37	2	2	46	41
07:45	08:00	35	4	1	47	40
08:00	08:15	36	2	1	43	39
08:15	08:30	30	7	1	50	38
08:30	08:45	35	2	1	42	38
08:45	09:00	28	2	2	37	32
09:00	09:15	17	5	2	34	24

Projeto	SBC 2012				
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg				
Trabalho no.	0168	Variante	v01	Data	16/4/2012
Autor	Tranzum	Assinatura		Pag.	49

Valores Contados



Time		Car	Truck	Bus	PCU	Veh.
from	to					
09:15	09:30	14	5	2	31	21
09:30	09:45	21	3	1	31	25
09:45	10:00	27	7	1	47	35
10:00	10:15	36	9	1	61	46
10:15	10:30	18	4	0	28	22
10:30	10:45	25	3	1	35	29
10:45	11:00	30	5	0	43	35
11:00	11:15	29	5	2	46	36
11:15	11:30	22	3	2	34	27
11:30	11:45	22	5	0	35	27
11:45	12:00	30	3	0	38	33
12:00	12:15	28	6	2	47	36
12:15	12:30	34	7	1	54	42
12:30	12:45	22	6	1	39	29
12:45	13:00	25	3	1	35	29
13:00	13:15	16	5	3	35	24
13:15	13:30	35	7	0	54	45
13:30	13:45	40	5	3	59	48
13:45	14:00	31	3	0	39	34
14:00	14:15	49	14	3	50	66
14:15	14:30	28	11	2	60	41
14:30	14:45	25	6	1	42	32
14:45	15:00	27	6	0	42	33
15:00	15:15	23	3	2	35	28
15:15	15:30	29	8	2	53	39
15:30	15:45	28	8	2	52	38
15:45	16:00	45	4	1	57	50
16:00	16:15	35	2	0	41	38
16:15	16:30	42	3	2	54	47
16:30	16:45	37	6	1	54	44
16:45	17:00	44	3	1	54	48
17:00	17:15	52	2	1	59	55
17:15	17:30	52	3	1	62	56
17:30	17:45	39	3	1	49	43
17:45	18:00	48	3	2	60	53
18:00	18:15	38	2	0	43	40
18:15	18:30	47	0	2	51	46
18:30	18:45	51	2	1	58	54
18:45	19:00	38	3	2	50	43
19:00	19:15	48	1	1	53	50
19:15	19:30	50	4	3	66	57
19:30	19:45	53	4	1	63	56

Projeto	SBC 2012				
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg				
Trabalho no.	0168	Variante	v01	Data	16/4/2012
Autor	Tranzum	Assinatura		Pag.	50

Valores Contados



Time		Car	Truck	Bus	PCU	Veh.
from	to					
19:45	20:00	37	2	3	48	42
20:00	20:15	42	1	1	47	44
20:15	20:30	29	2	2	38	33
20:30	20:45	31	0	0	31	31
20:45	21:00	25	1	1	30	27
21:00	21:15	28	1	0	31	29
21:15	21:30	21	0	0	21	21
21:30	21:45	25	2	2	34	29
21:45	22:00	25	0	1	27	26
22:00	22:15	20	0	0	20	20
22:15	22:30	17	0	1	19	18
22:30	22:45	16	0	0	16	16
22:45	23:00	16	1	1	21	18
23:00	23:15	14	0	1	16	15
23:15	23:30	7	0	1	9	8
23:30	23:45	8	0	1	10	9
23:45	00:00	3	0	0	3	3
Total		2301	253	100	3134	2654

Time period	Peak hour	Car	Truck	Bus	PCU	Veh.
ZB1	18:45-19:45	187	12	7	231	206

Projeto	SBC 2012				
Interseção	004 - Av. Humberto Alencar C. Branco x Estrada Samuel Aizemberg				
Trabalho no.	0168	Variante	v01	Data	16/4/2012
Autor	Tranzum	Assinatura		Pag.	51



# Centro Universitário da FEI

## Relatório Final



## **Anexo 2: Tutorial Básico do software Lisa+**

# *Tutorial*

# *Básico do*

# *Software:*

 **LISA** +

*Versão 4.1*

## Índice

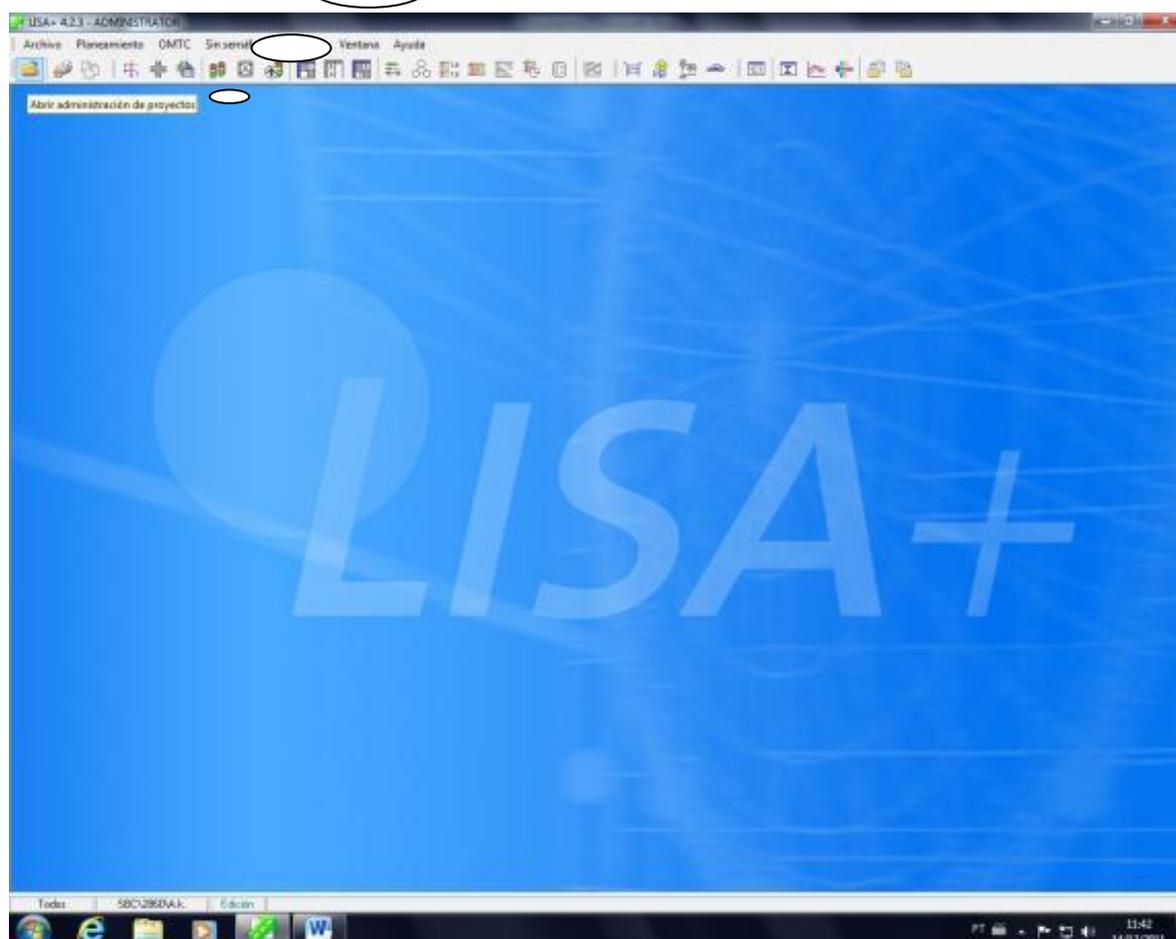
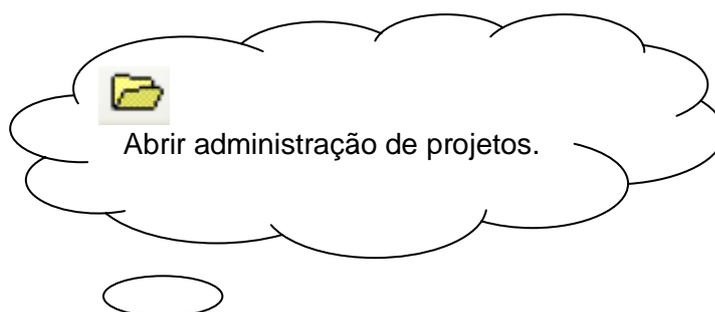
Introdução .....	2
1. Inicializando o <i>software</i> .....	3
2. Opção Funções .....	4
3. Opção de Novo Projeto .....	5
4. Opção de Novo Lugar .....	7
5. Opção Salvar .....	9
6. Opção Dados de Intersecção em Tabela (Tabular) .....	11
7. Criação de uma intersecção .....	12

## ***Introdução:***

De maneira didática e usual foi desenvolvido o seguinte manual do *software* Lisa + através do treinamento proporcionando por profissional capacitado, avaliando até onde foi explorado, montagem de intersecções utilizando os recursos do *software*, para posteriormente serem testados em simulações incluindo a intersecção estudada neste projeto de iniciação científica.

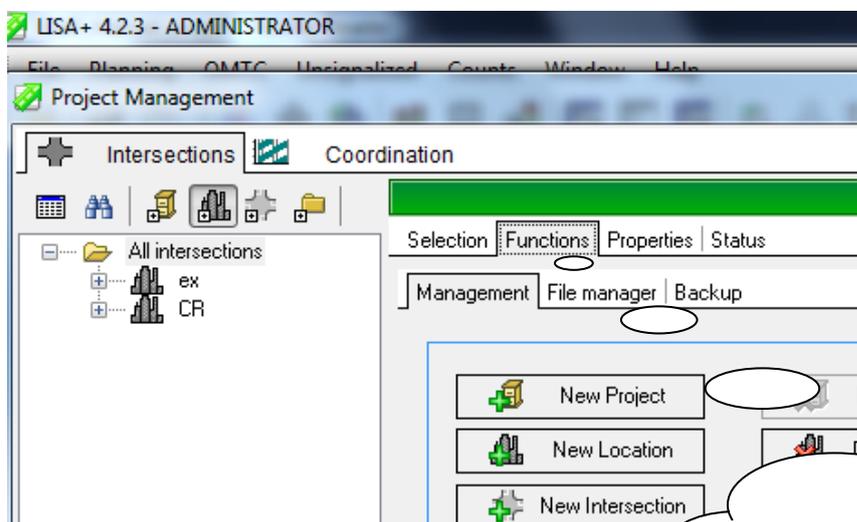
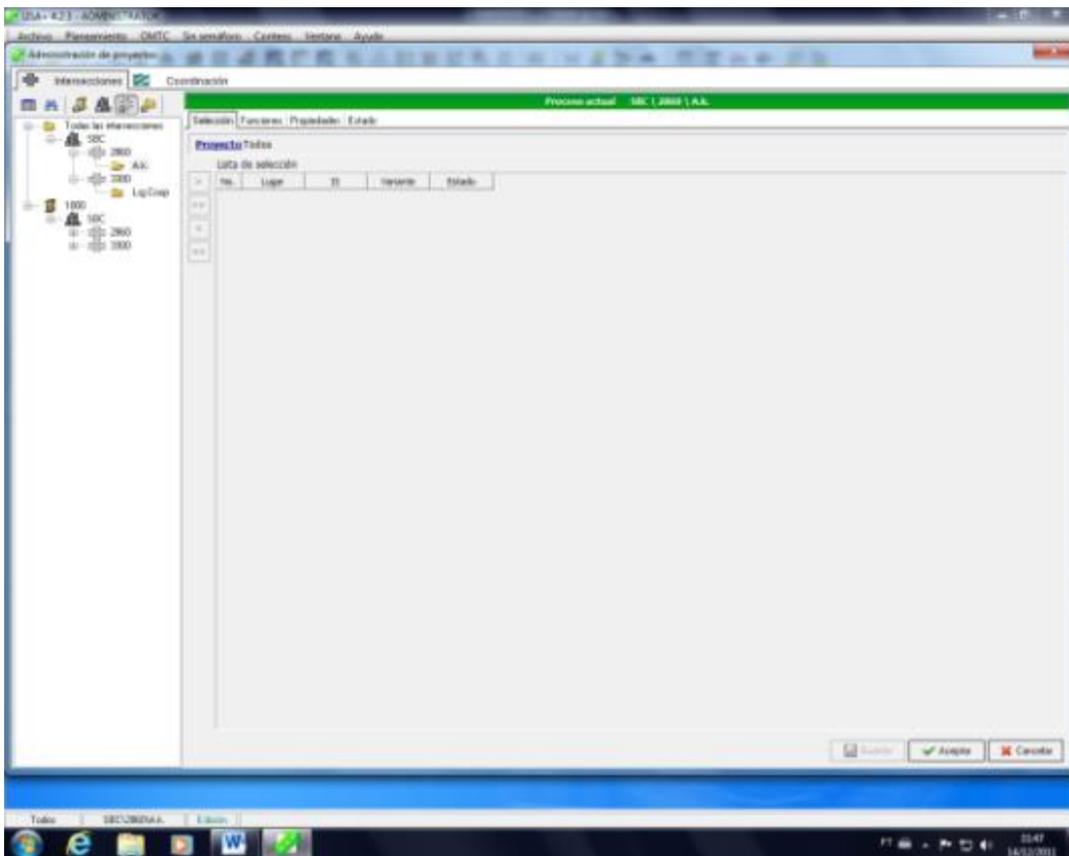
### 1. Inicializando o *software*

Ao abrirmos a tela inicial do *software*, para a criação de um novo projeto acessamos o seguinte ícone:



## 1. Opção Funções

Ao abrir a seguinte janela temos um panorama das opções de projetos a serem criados. Deve – se selecionar a opção **Funções**, e observar as opções.

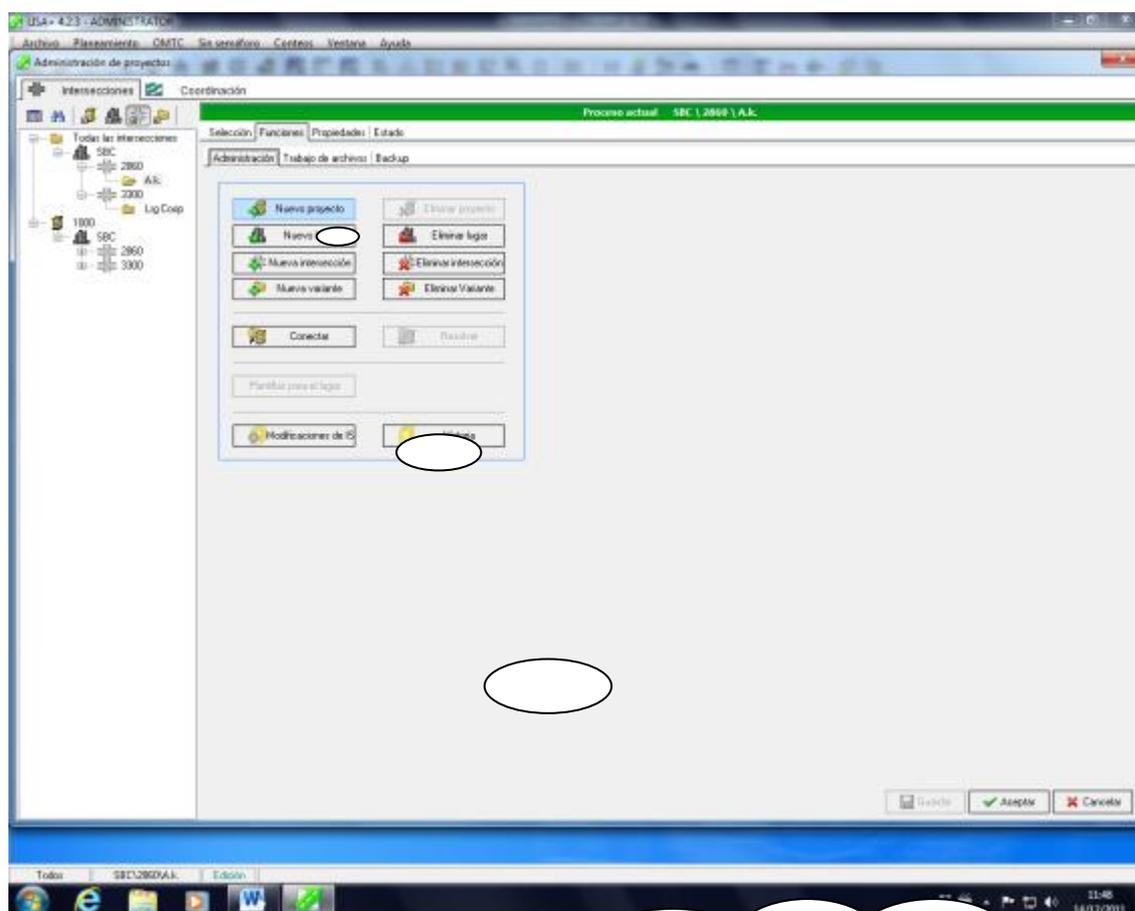


4

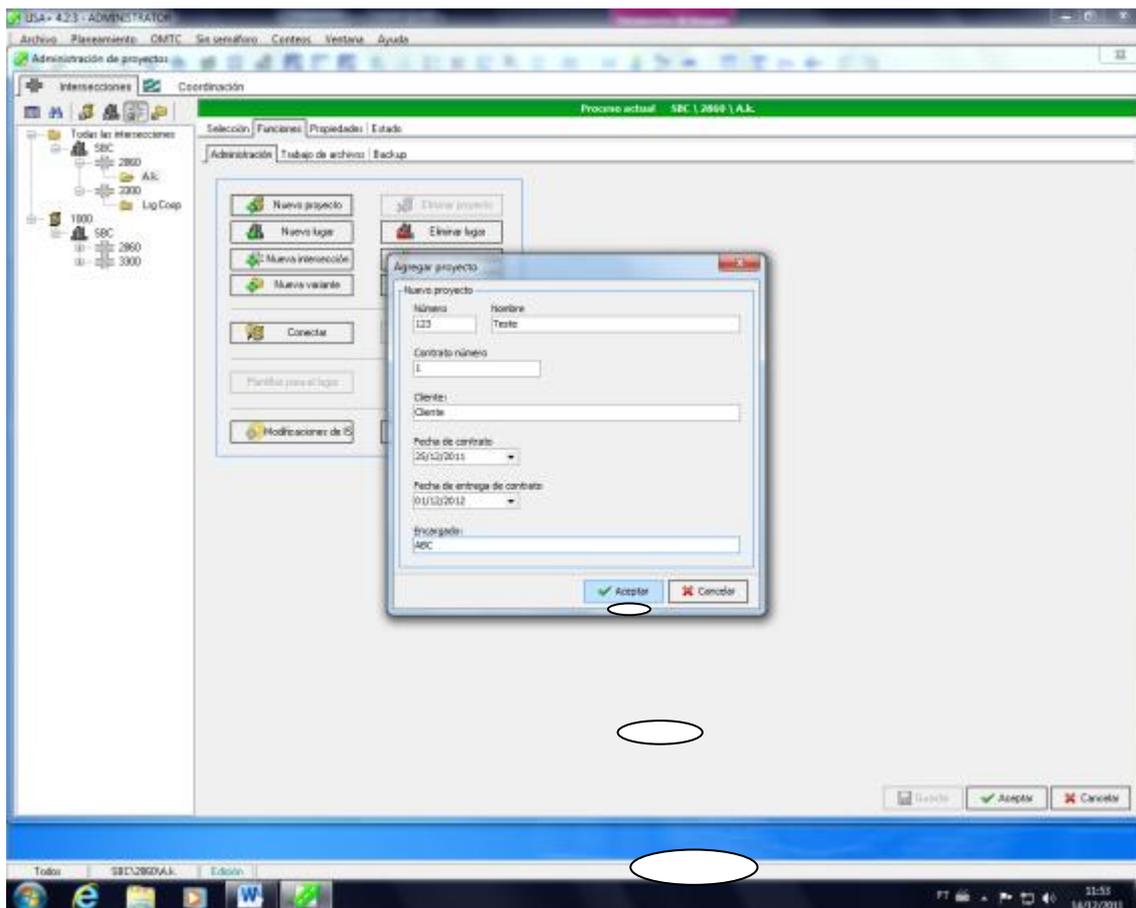
No detalhe a opção Functions (Funções).

## 2. Opção de Novo Projeto

A opção **Novo Projeto**, a seguir nos permitir dentro de um projeto atribuir a eles dados gerais. Nele é possível avaliar mais de uma intersecção criada, assim como suas variantes.



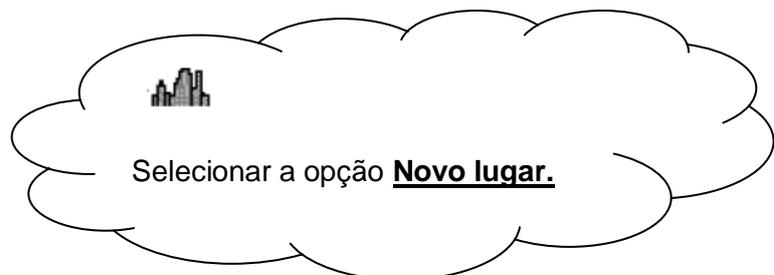
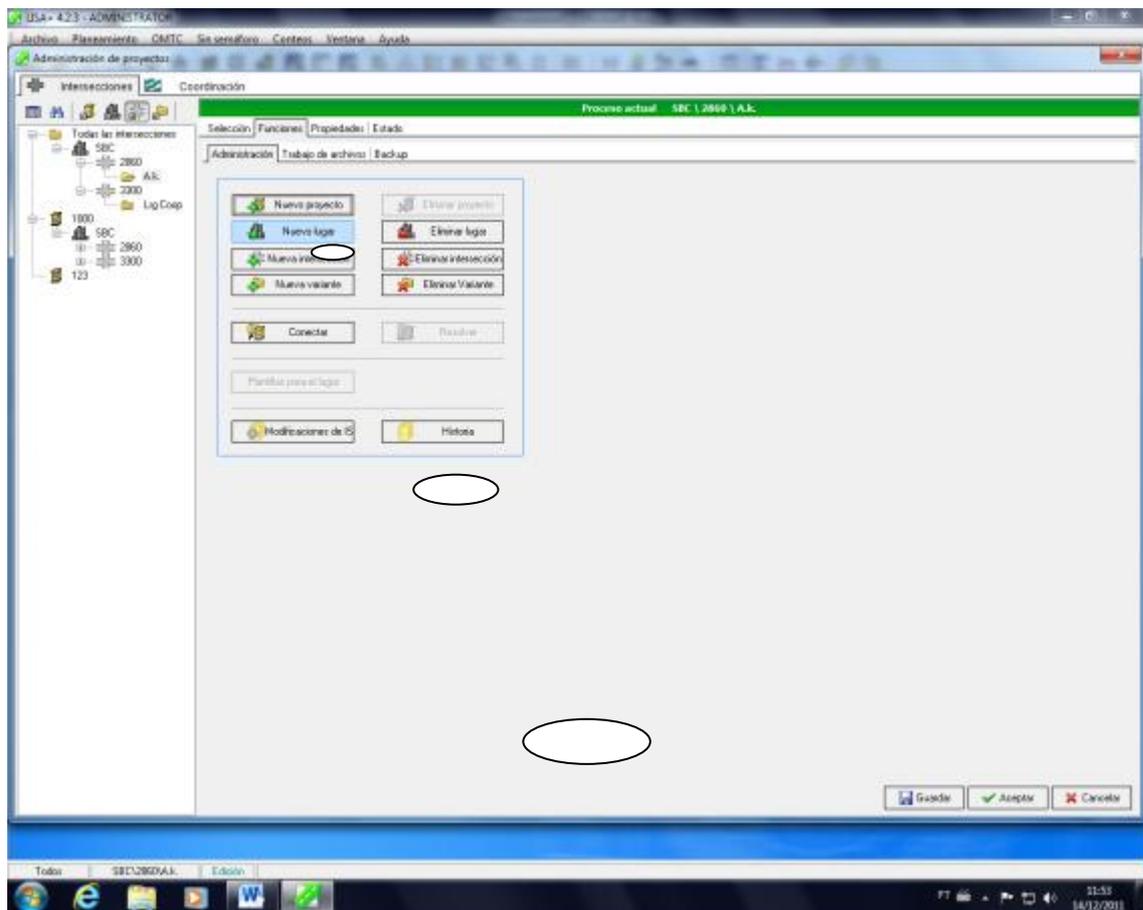
Selecionar a opção Novo Projeto.

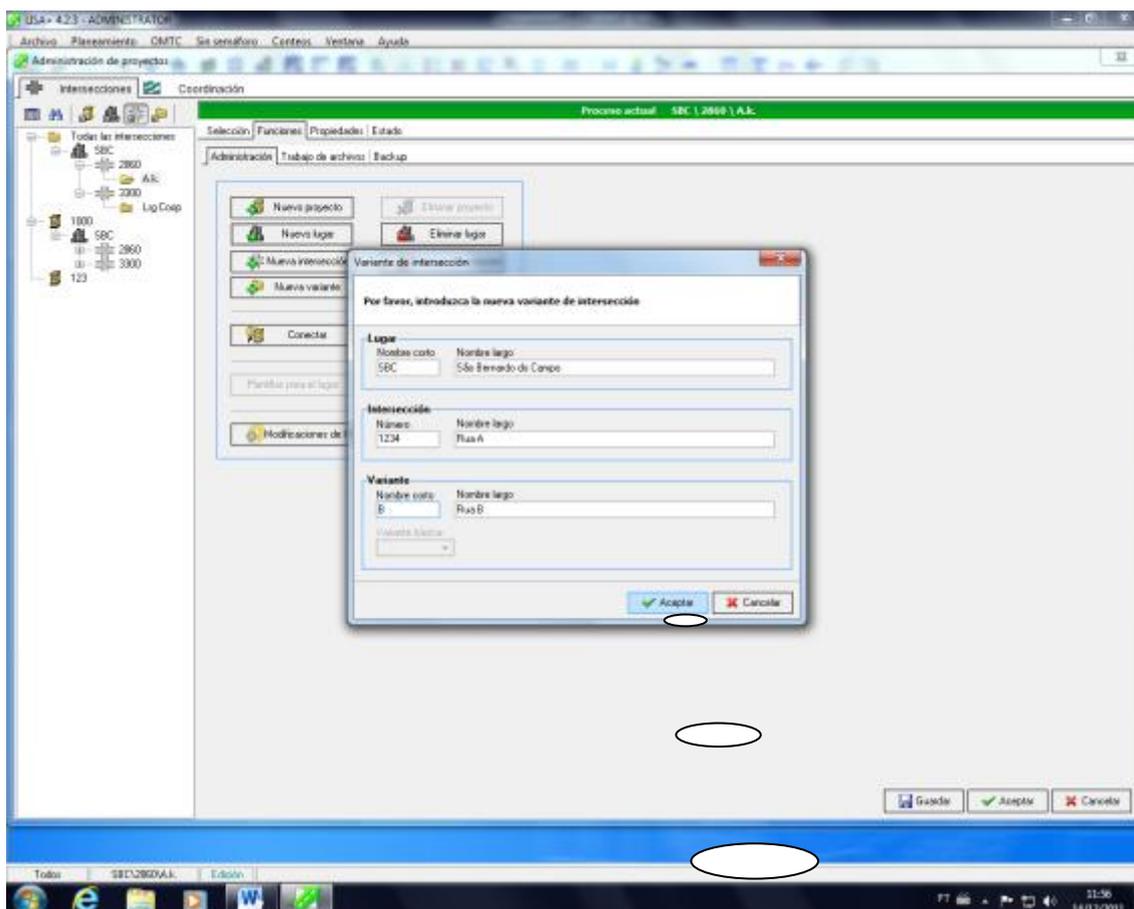


Após completado os campos de dados do projeto, clicar em **Aceitar**.

## 2. Opção Novo Lugar

A partir da opção **Novo Lugar**, podemos definir o local a ser estudado, mas especificamente a região da intersecção a ser simulada, no software, lá podemos inserir dados das ruas que compõe a intersecção e possivelmente as variantes, que a mesma irá possuir.

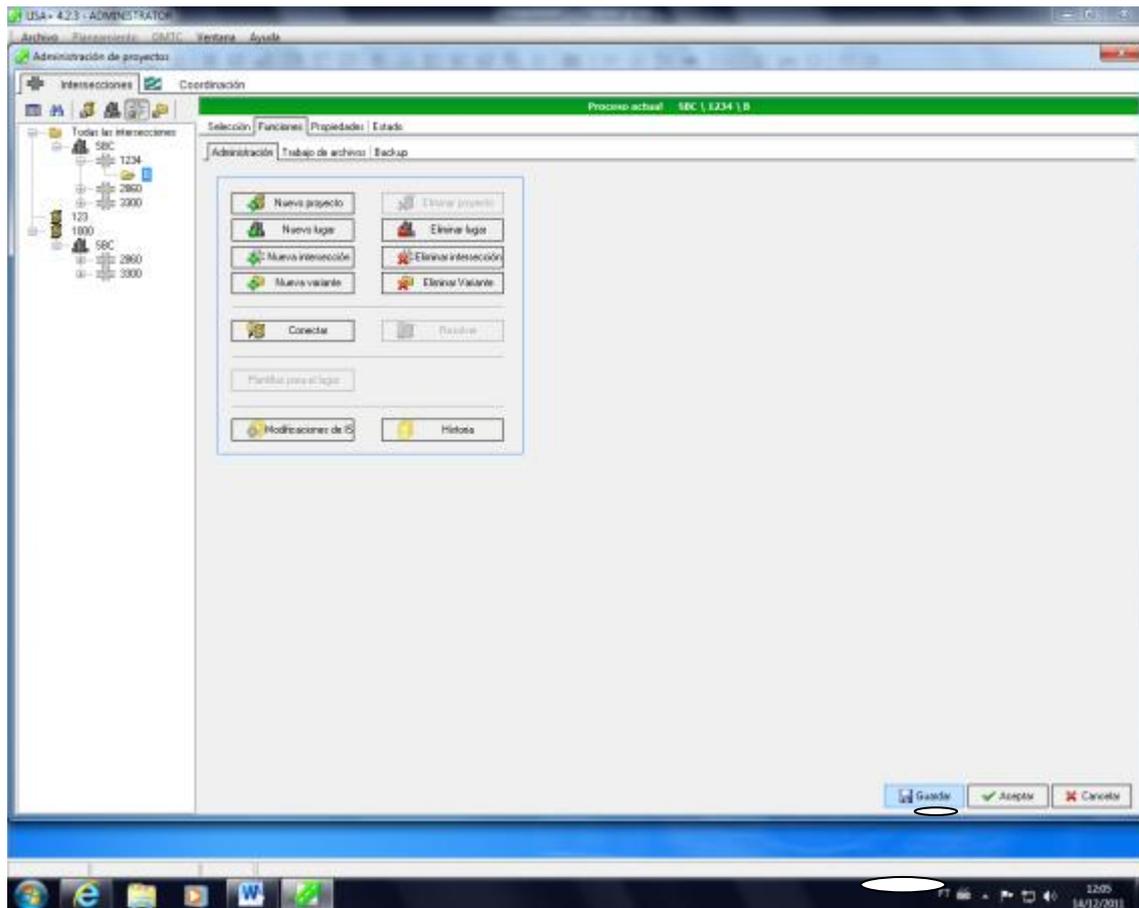




Após completado os campos de dados: lugar, intersecção e variante, clicar em **Aceitar**.

### 3. Opção Salvar

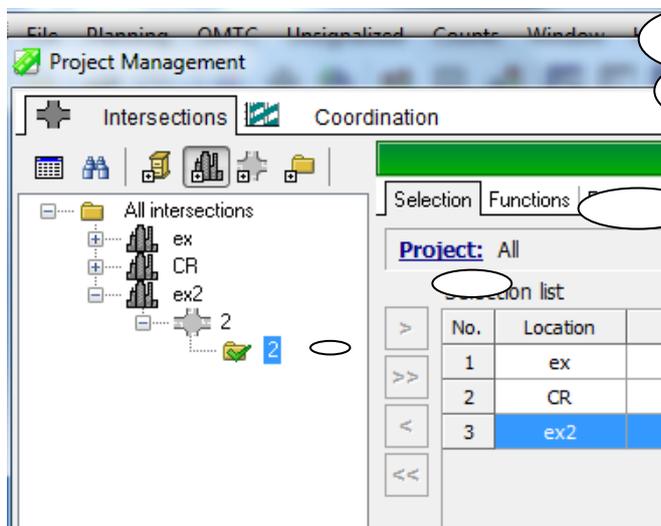
A partir desta opção é possível salvar o projeto realizado.



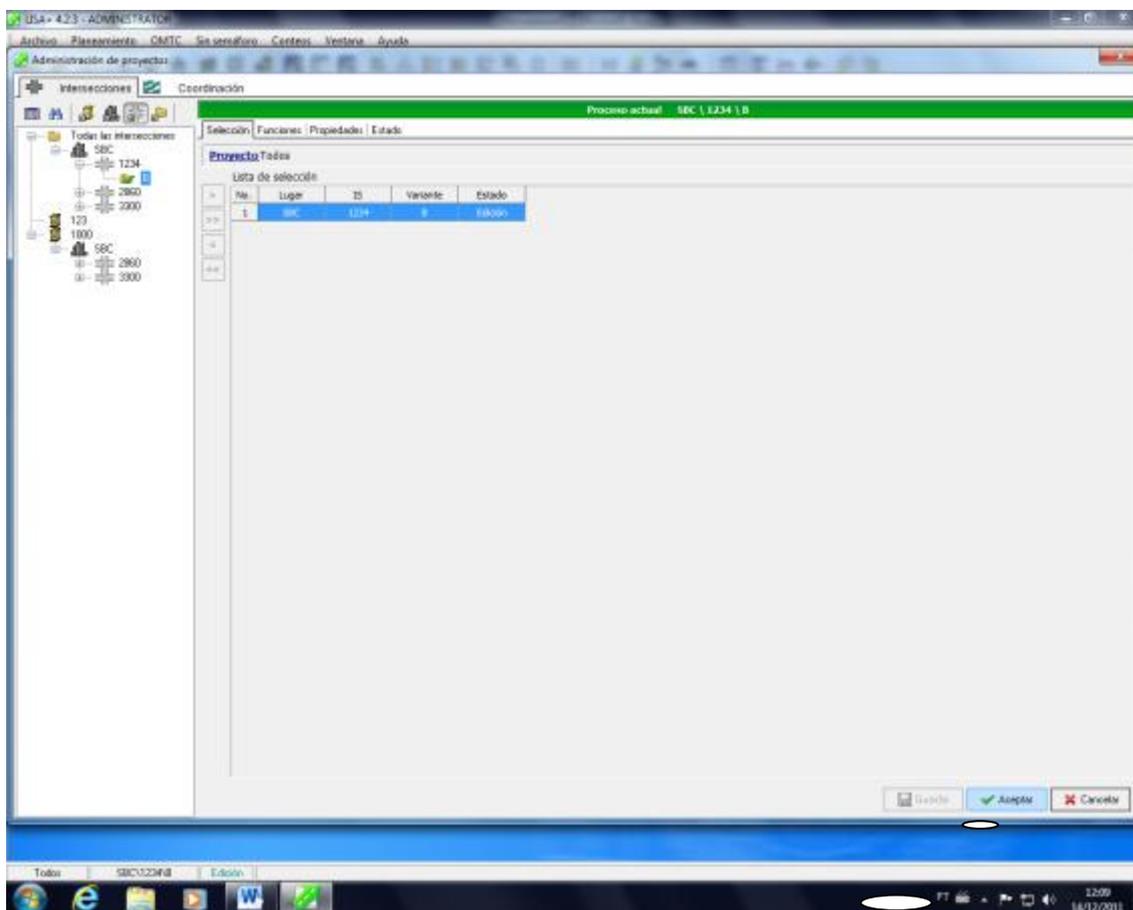
Clicar na opção **Guardar** (Salvar).

É necessário antes de iniciar as montagens de intersecções, verificar se está trabalhando com o projeto correto e a variante desejada, ou seja, a opção de intersecção desejada, em uma mesma intersecção podemos ter mais de uma variante, devido a modificações do projeto.

Podemos ver que trabalhamos com a opção correta de variante, ao ver a opção selecionada com uma seta verde.



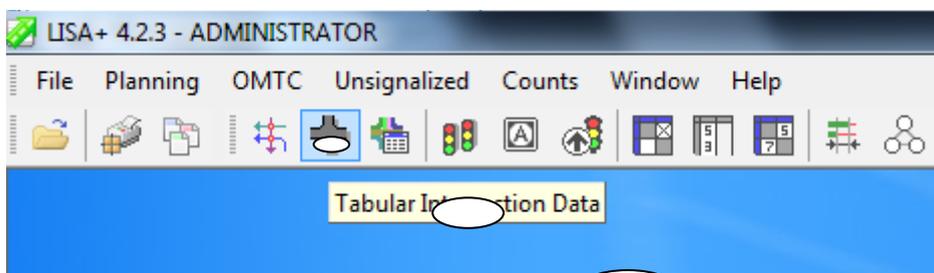
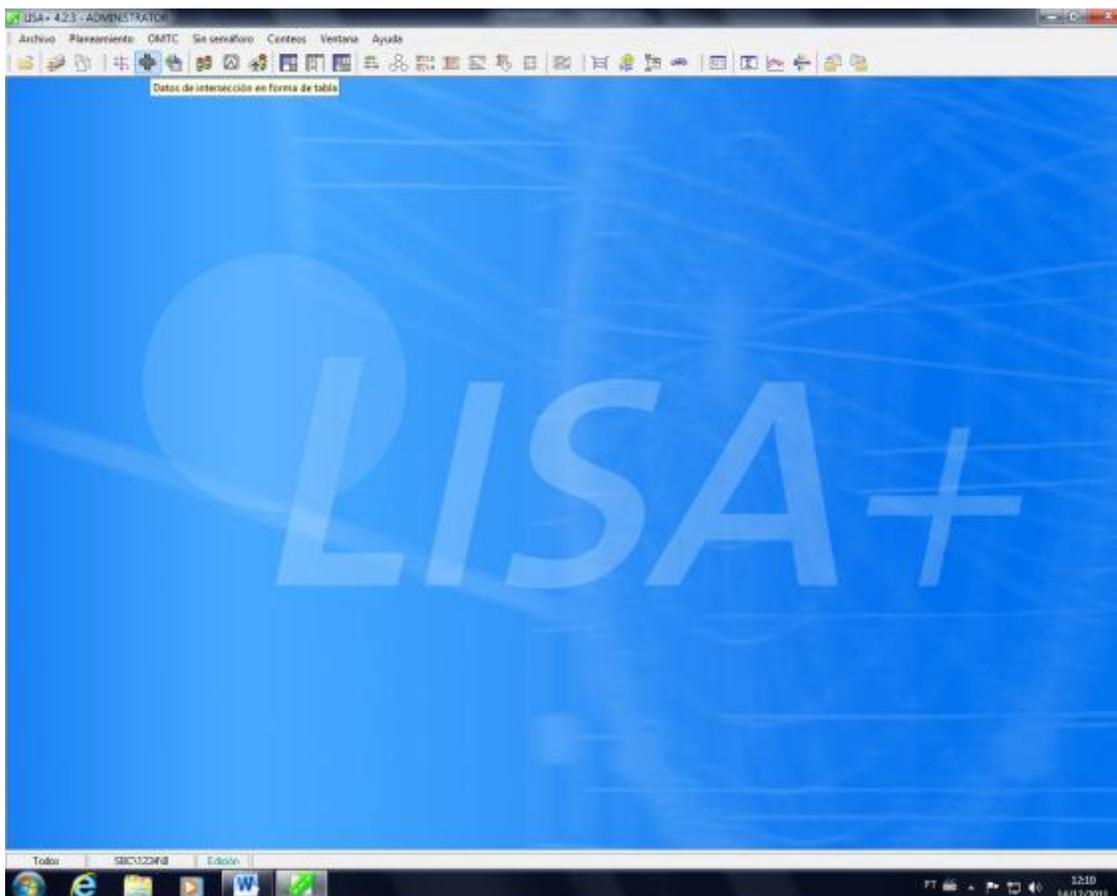
Opção de variante selecionada.



Clicar na opção **Aceptar**.

#### 4. Opção Dados de Intersecção em Tabela (Tabular)

Voltando a tela inicial do *software*, observamos a opção Tabular, podemos começar a montar a intersecção a ser estudada.

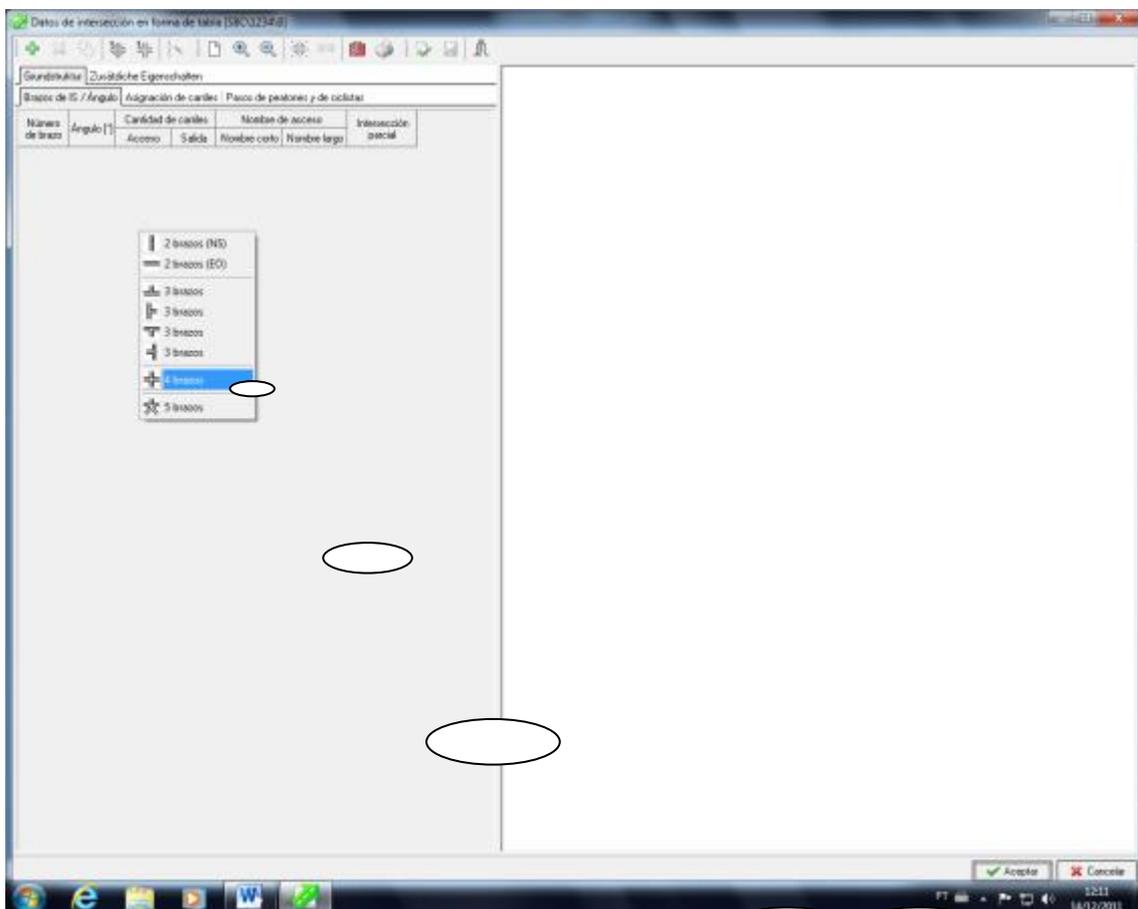


Selecionar a opção **Tabular**.

## 5. Criação de uma intersecção

A seguir o exemplo elaborado é de um cruzamento, com 2 ruas, e podemos seguir passo a passo a montagem do mesmo.

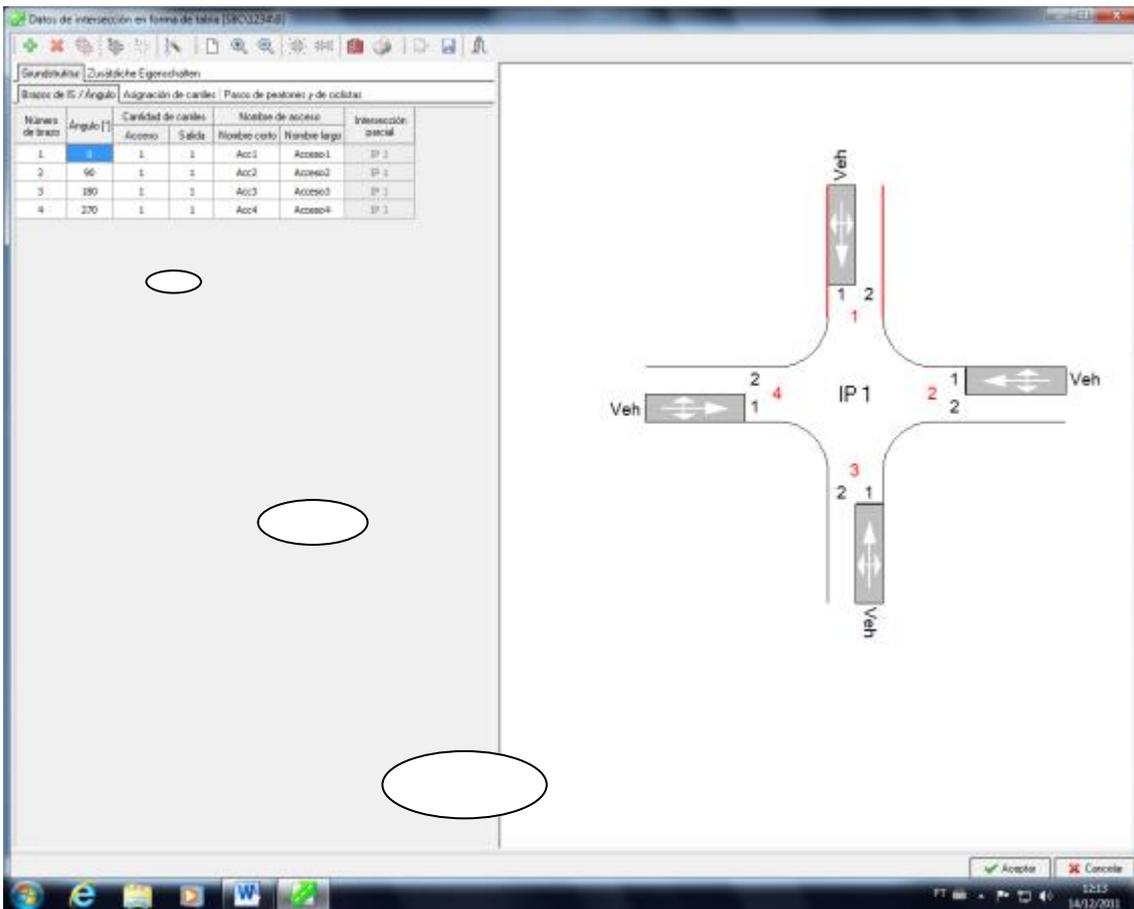
### A. Informando o número de pernas (entradas e saídas) da intersecção.



O tipo de intersecção é escolhido.

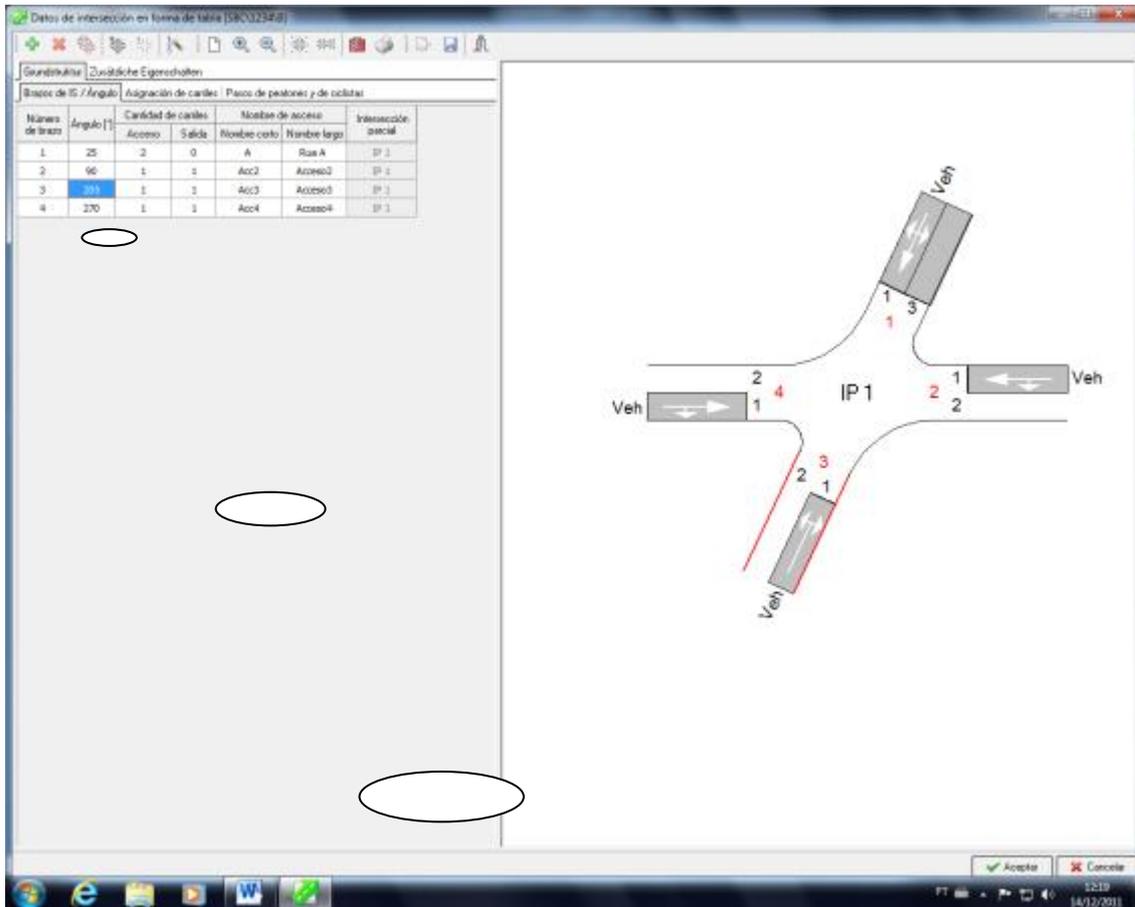
## B. Informando os dados da intersecção

Na primeira aba, a seguir é possível visualizar que é informado o número de faixas em cada perna, o sentido e direção de cada uma (entradas e saídas), sabendo assim o que se caminha em mesma mão ou mão contrária.



Número de brazos	Ángulo [°]	Cantidad de carriles	Nombre de acceso	Intersacción asociada
1	0	1 1	Acc1	IP 1
2	90	1 1	Acc2	IP 1
3	180	1 1	Acc3	IP 1
4	270	1 1	Acc4	IP 1

É possível informar o ângulo de cada perna, assim como, quantidade de faixas na opção **Cantidad de carriles**, e quais são as entradas e saídas, na opção **Nombre de Acceso**, por exemplo: na perna 1, temos 1 acesso (entrada) e 1 saída.

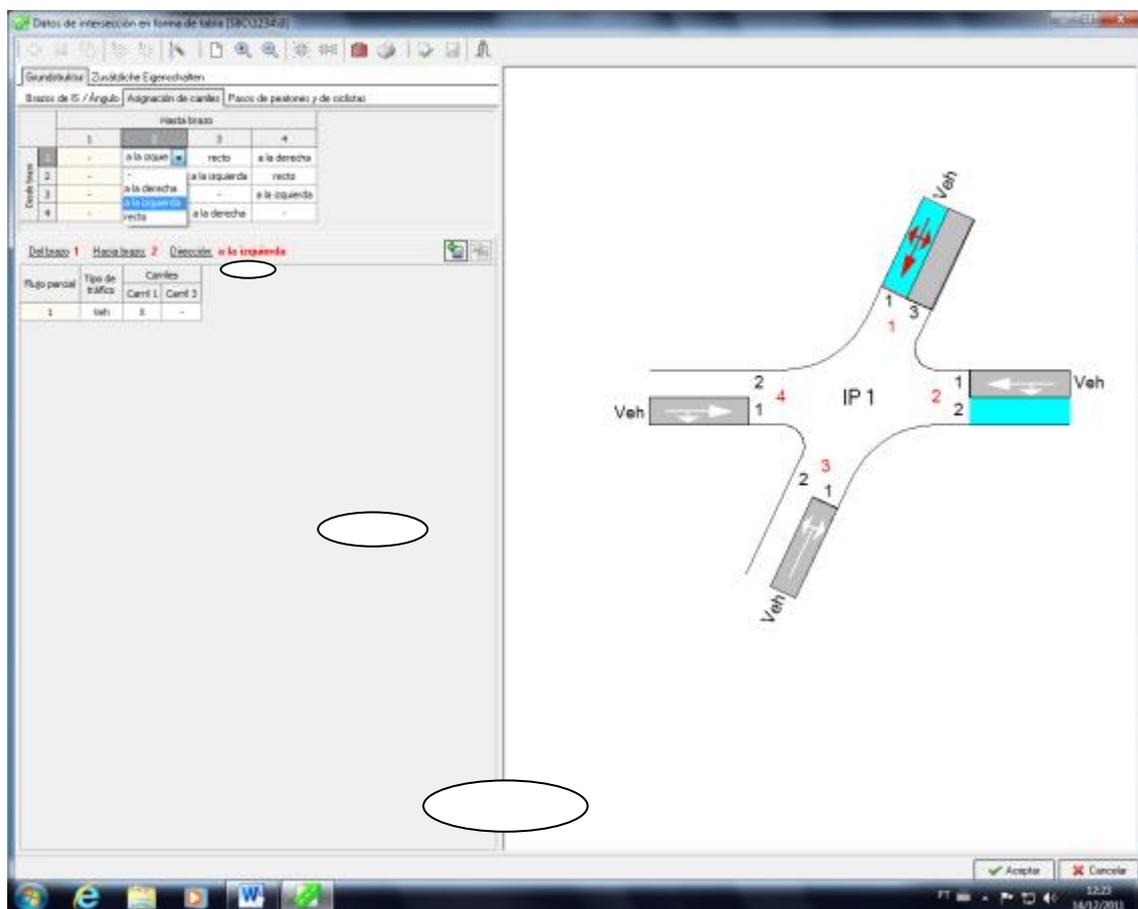


Número de brazo	Ángulo [1]	Cantidad de carriles	Nombre de acceso	Intersección asociada		
1	25	2	0	A	Rua A	IP 1
2	96	1	1	Acc2	Acceso2	IP 1
3	351	1	1	Acc3	Acceso3	IP 1
4	270	1	1	Acc4	Acceso4	IP 1

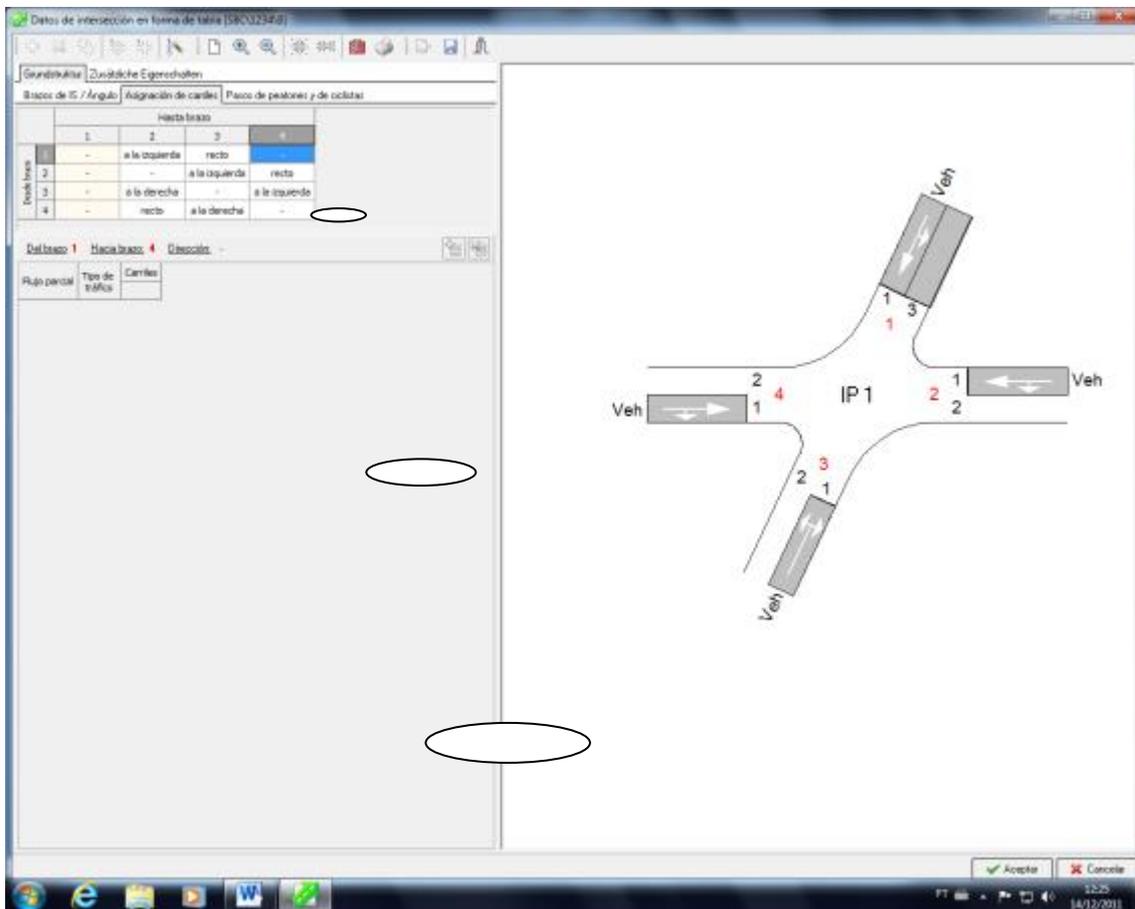
No exemplo anterior foi imposto certos ângulos as pernas, vale a pena ressaltar que o Norte é o ponto de referência, são medidos em graus e giram no sentido horário.

### C. Informando a circulação de veículos na intersecção

Na segunda aba (***Alignación de carriles***) é possível, determinar a circulação entre as faixas.



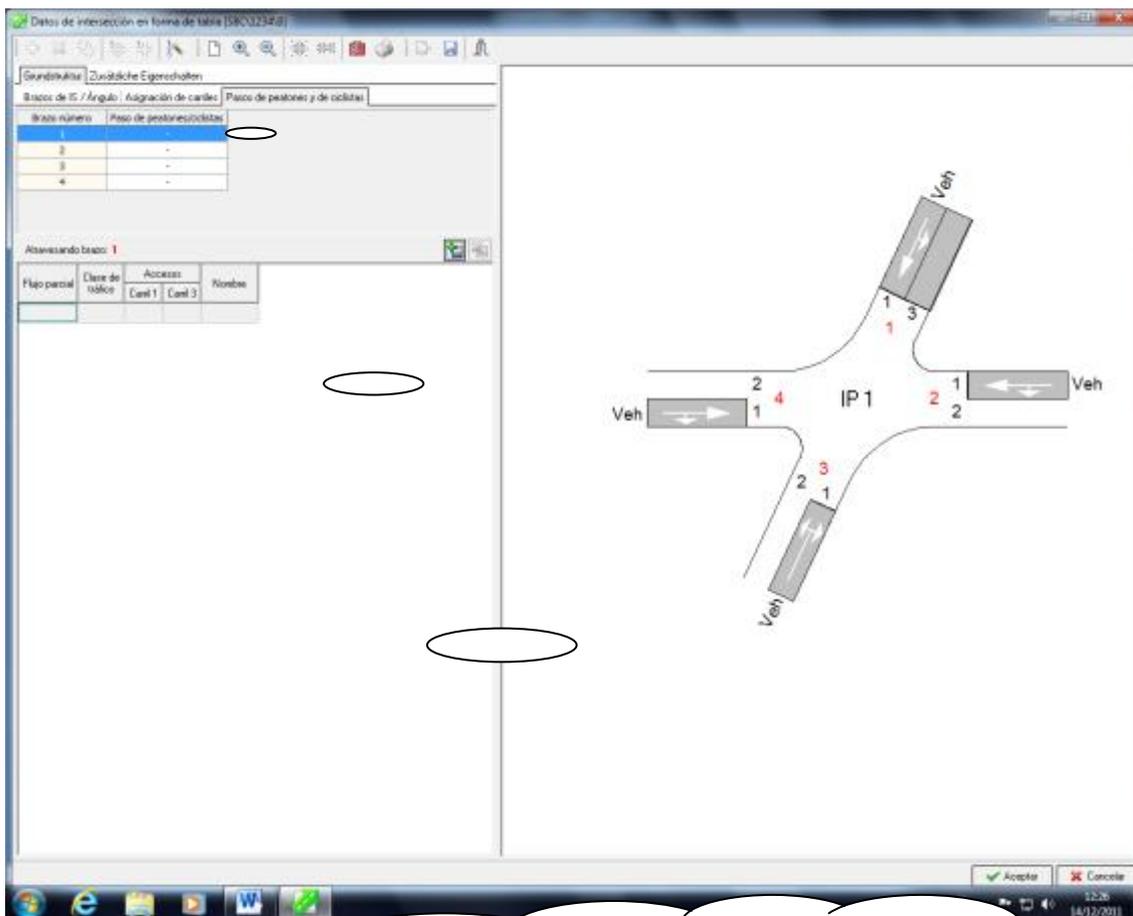
No exemplo acima, está avaliando a direção da perna 1 para a perna 2, as opções são mostradas, e a selecionada é **a la izquierda**.



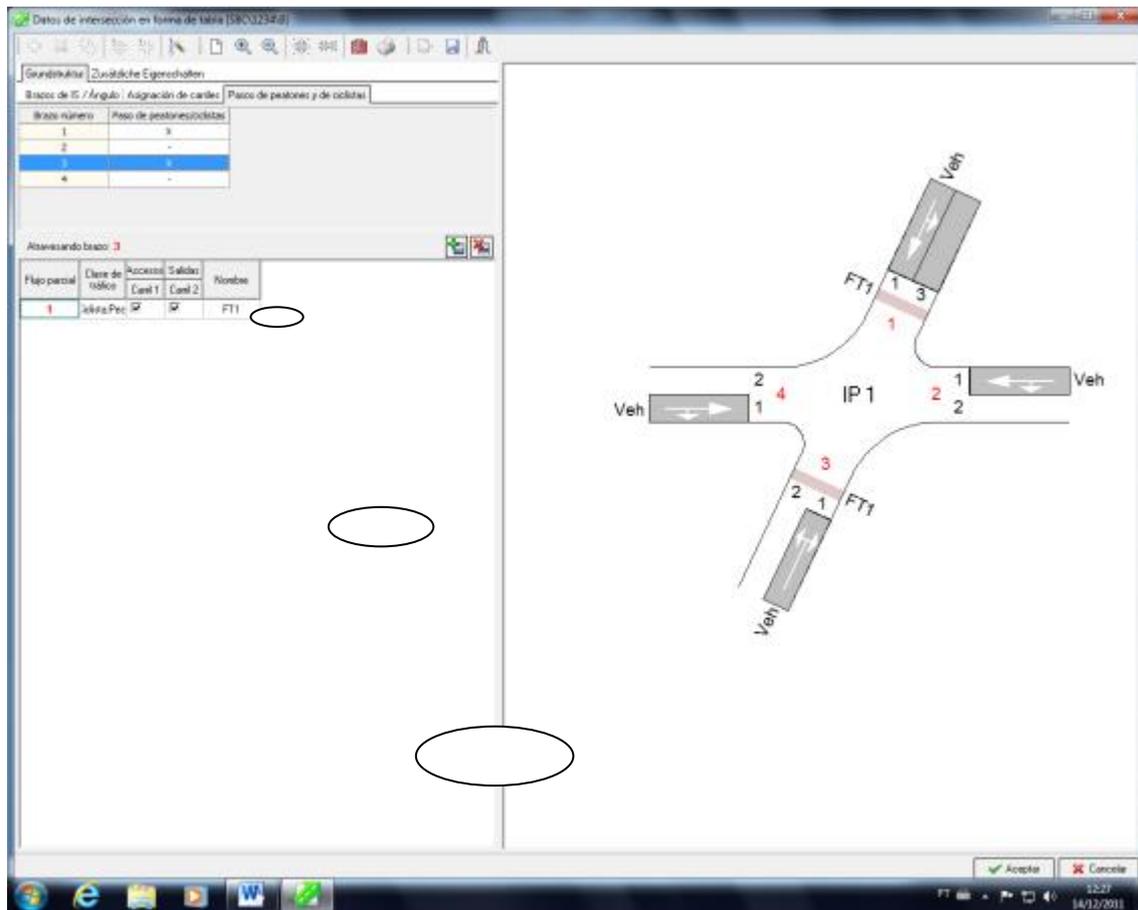
No exemplo acima, foi selecionado a opção de travamento de circulação, não autorizando assim a circulação.

#### D. Informando a circulação de pessoas ou ciclistas

Na aba é possível informar, se há faixas de pedestres ou até mesmo de ciclistas.

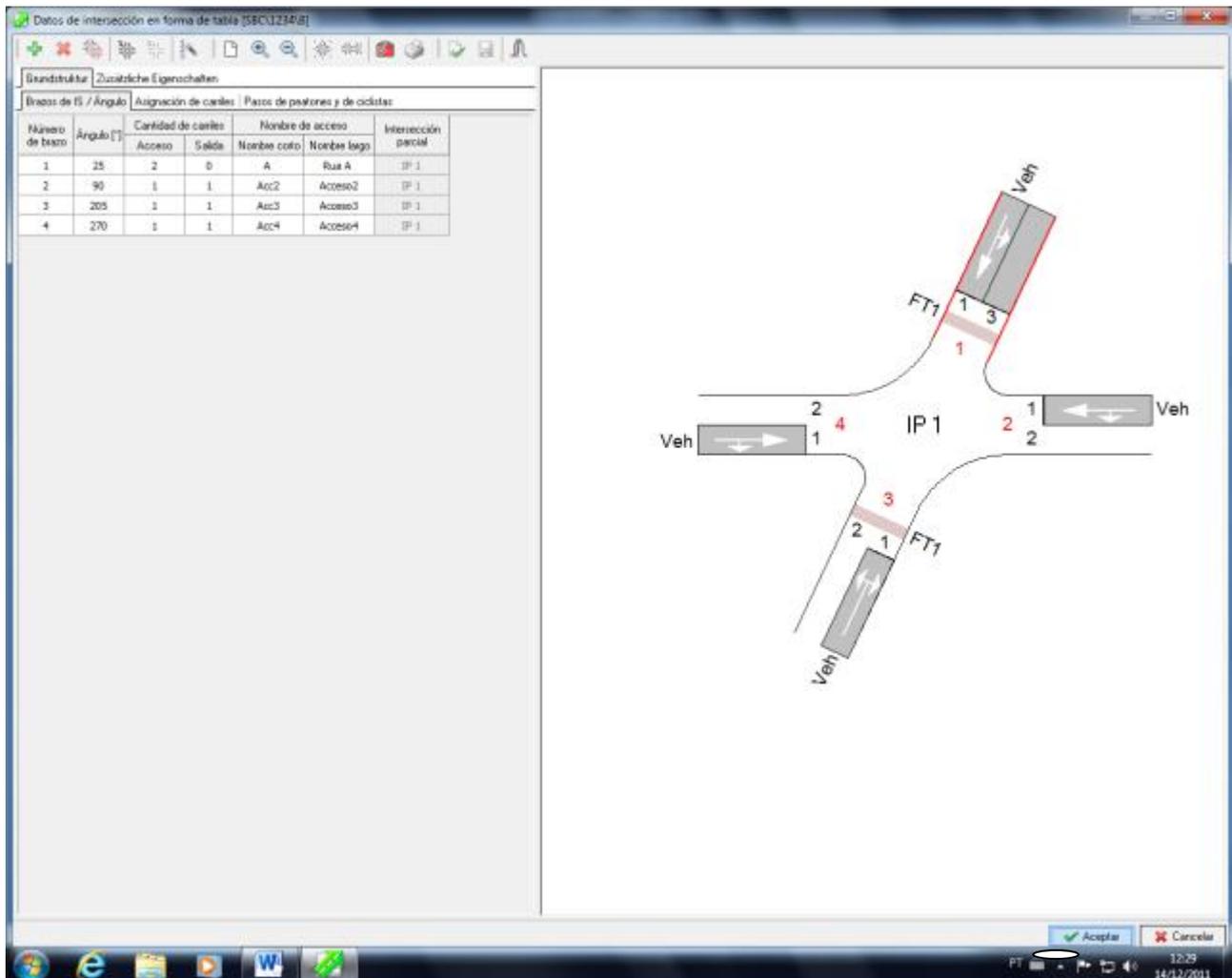


Primeiro é selecionado a perna 1, e nela podemos impor a faixa de pedestre ou de ciclista.



Foi adicionado a faixa de pedestre e ciclistas, nas pernas 1 e 3, como mostra o que foi selecionado e na perna 3, atravessando as faixas 1 e 2, como pode ser detalhado logo abaixo na tela do software.

A seguir é possível visualizar o cruzamento finalizado, deve-se clicar em aceitar para salvar o cruzamento montado, e não sair sem antes salvar, pois o arquivo não é salvo automaticamente.



Cruzamento finalizado, clicar em **Aceitar.**