



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CTC – CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
ECV5512 – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

**JONAS SCHERER**

**Projeto geométrico da interseção entre a Rua Deputado Antônio  
Edu Vieira e a Avenida Prefeito Waldemar Vieira no Município de  
Florianópolis**

Florianópolis (SC)

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**JONAS SCHERER**

**Projeto geométrico da interseção entre a Rua Deputado Antônio  
Edu Vieira e a Avenida Prefeito Waldemar Vieira no Município de  
Florianópolis**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal de  
Santa Catarina (UFSC) como requisito  
parcial para obtenção do título de  
Engenheiro Civil.

Orientador: Professora Dra. Luciana Rohde

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

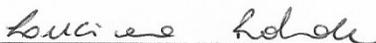
CTC – CENTRO TECNOLÓGICO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

**JONAS SCHERER**

**Projeto geométrico da interseção entre a Rua Deputado Antônio  
Edu Vieira e a Avenida Prefeito Waldemar Vieira no Município de  
Florianópolis**

**BANCA EXAMINADORA**



---

Dra. Luciana Rohde  
Professor Orientador

---

Prof Dr. Alexandre Hering Coelho

---

Eng<sup>o</sup> Anderson Rosniecek

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Scherer, Jonas

Projeto geométrico da interseção entre a rua deputado Antônio Edu Vieira e a avenida prefeito Waldemar Vieira no município de Florianópolis / Jonas Scherer ; orientadora, Luciana Rohde - Florianópolis, SC, 2014.

80 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.  
Graduação em Engenharia Civil.

Inclui referências

1. Engenharia Civil. 2. Engenharia Civil. 3. Interseção.  
4. Projeto geométrico. I. Rohde, Luciana. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

*“Hey, ho, let's go!”*

***THE RAMONES***

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 2.1 - Interseção de Woodbridge .....	16
Figura 2.2 - Merrit Parkway.....	17
Figura 2.3 - Lake Shore Drive.....	18
Figura 2.4 - Pentagon Road Network.....	19
Figura 2.5 - Conversão a Esquerda .....	23
Figura 2.6 - Modelos de Trombetas .....	24
Figura 2.7 - Rótula Moderna Próxima ao Hospital Universitário (UFSC)..	25
Figura 2.8- Formas Comuns de Interseções do Tipo Diamante .....	27
Figura 2.9- Trevo Parcial (Dois Quadrantes) .....	28
Figura 2.10- Trevo Completo com Vias Coletoras .....	29
Figura 2.11 - Modelos de Interseções Direcionais .....	30
Figura 2.12 - Modelos de Interseções Direcionais com Laço .....	31
Figura 2.13 - Modelos de Interseções Direcionais Recomendadas .....	32
Figura 2.14 - Tipos de Ramos .....	33
Figura 2.15 - Ramos de Entrada e Saída .....	34

Figura 2.16- Escolha do tipo de interconexão em função dos locais em que se situam.....	35
Figura 2.17 - Nível de Serviço A .....	38
Figura 2.18 - Nível de Serviço B .....	39
Figura 2.19 - Nível de Serviço C .....	40
Figura 2.20 - Nível de Serviço D .....	41
Figura 2.21 - Nível de Serviço E.....	42
Figura 2.22 - Nível de Serviço F .....	43
Figura 3.1 - Interseção em Estudo.....	46
Figura 3.2 - Trecho Compreendida pela Duplicação da rua Deputado Antônio Edu Vieira .....	48
Figura 3.3 - Interseção em frente a Eletrosul .....	50
Figura 3.4 - Gerador de Alinhamento Horizontal .....	52
Figura 3.5 - Gerador de Alinhamento Vertical.....	53
Figura 3.6 - Exemplo de Shape .....	54
Figura 3.7 - Seção Transversal.....	55
Figura 4.1 - Exemplo de Uso do Gabarito Horizontal.....	58
Figura 4.2 - Viadutos dos Principais Fluxos .....	60

Figura 4.3 - Quadro Avaliativo 01 .....	61
Figura 4.4 - Alça de Saída (eixo-08).....	62
Figura 4.5 - Concepção Inicial .....	63
Figura 4.6 - Quadro Avaliativo 02 .....	64
Figura 4.7 - Segunda Configuração .....	66
Figura 4.8 - Quadro Avaliativo 03 .....	67
Figura 4.9 - Terceira Configuração .....	69
Figura 4.10 - Quadro Avaliativo 04 .....	70
Figura 4.11 - Quarta Configuração .....	72
Figura 4.12 - Quadro Avaliativo 05 .....	73
Figura 4.13 - Quadro Avaliativo 06 .....	74

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 2.1 - Planilha de Composição Geral dos Fatores de Ponderação.....	36
Tabela 2.2 - Tempo Médio de Espera .....	44
Tabela 4.1 - Largura das Pista de Conversão .....	57
Tabela 4.2 - Aplicação do Método de Ponderação dos Fatores de Leisch ..	75

## **SUMÁRIO**

<b><u>1</u></b>	<b><u>INTRODUÇÃO</u></b>	<b><u>13</u></b>
<b>1.1</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>13</b>
1.1.1	OBJETIVO GERAL	13
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
<b><u>2</u></b>	<b><u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u></b>	<b><u>15</u></b>
<b>2.1</b>	<b>HISTÓRICO E EVOLUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>DEFINIÇÕES GEOMÉTRICAS</b>	<b>21</b>
2.2.1	TIPOS DE INTERSEÇÃO	22
2.2.1.2	Interseções em Desnível	25
<b>2.3</b>	<b>TIPOS DE RAMOS DE INTERLIGAÇÃO</b>	<b>32</b>
<b>2.4</b>	<b>ESCOLHA DO MODELO DE INTERSEÇÃO</b>	<b>34</b>
2.4.1	INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE NA ESCOLHA DA INTERSEÇÃO	35
2.4.2	INFLUÊNCIA DOS ACIDENTES ESPERADOS	35
2.4.3	METODOLOGIA DE PONDERAÇÃO DOS FATORES	36
2.4.4	CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DA INTERCONEXÃO	36
<b>2.5</b>	<b>CAPACIDADE E NÍVEL DE SERVIÇO</b>	<b>37</b>
<b><u>3</u></b>	<b><u>MÉTODO E LOCAL DE ESTUDO</u></b>	<b><u>45</u></b>

<b>3.1</b>	<b>LOCAL DE ESTUDO .....</b>	<b>45</b>
<b>3.2</b>	<b>FERRAMENTAS UTILIZADAS.....</b>	<b>51</b>
3.2.1	ALINHAMENTO HORIZONTAL .....	52
3.2.2	PERFIL LONGITUDINAL .....	52
3.2.3	CAIMENTOS TRANSVERSAIS .....	53
3.2.4	SEÇÕES TRANSVERSAIS .....	54
<b>4</b>	<b><u>RESULTADOS .....</u></b>	<b><u>56</u></b>
4.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	56
4.2	DESENVOLVIMENTO .....	59
<b>5</b>	<b><u>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</u></b>	<b><u>77</u></b>
5.1	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....	78
<b>6</b>	<b><u>REFERÊNCIAS .....</u></b>	<b><u>79</u></b>
<b>7</b>	<b><u>APÊNDICE .....</u></b>	<b><u>80</u></b>

## RESUMO

O presente trabalho apresenta o projeto geométrico de uma interseção em dois níveis entre a Rua Deputado Antônio Edu Vieira (DAEV) e a Avenida Prefeito Waldemar Vieira, localizada no bairro Pantanal em Florianópolis. Se trata da reformulação da interseção prevista no projeto de duplicação com faixas exclusivas para ônibus da rua DAEV, visando a separação dos principais movimentos ali presentes afim de aumentar a capacidade da via nesta região. O trabalho apresenta os processos que por fim deram origem a solução adotada, mostrando todas as etapas de raciocínio que levaram até esta. Está também presente neste uma abordagem dos conceitos e elementos que envolvem estudos de interseções, sendo expostos os principais modelos e suas características. De forma análoga foram expostas de maneira simplificada as ferramentas utilizadas para elaboração do projeto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Interconexão, Projeto geométrico de interseções, Normas de projetos geométricos rodoviários.

# 1 INTRODUÇÃO

A cidade de Florianópolis vem ao longo dos últimos anos exibindo um número crescente de vias que não atendem à capacidade demandada pelo tráfego de veículos. Isto se deve a uma combinação de fatores, sendo os dois principais o expressivo aumento do número de veículos e a deficiência no planejamento e investimento por parte do poder público na figura da Prefeitura Municipal de Florianópolis (PMF). Segundo o DETRAN/SC (2013) foi possível perceber um aumento de 83,48% nos últimos 10 anos no número de veículos no município, no entanto no mesmo período a capacidade da malha viária não correspondeu ao aumento, pois poucas obras de ampliação foram realizadas.

A região no entorno da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) é uma das mais seriamente atingidas pelos problemas de tráfego na cidade, nas vias ali próximas formam-se diariamente trechos de lentidão e/ou filas, por vezes quilométricas. Com o intuito de contribuir para uma possível solução para este problema foi escolhido como local de estudo a interseção em frente ao Armazém Vieira (Rua Deputado Antônio Edu Vieira). Deve ser ressaltado, no entanto, que o presente trabalho pretende dar solução não à interseção hoje existente, mas sim propor uma melhoria da configuração da interseção contida no projeto de duplicação da rua Deputado Antônio Edu Vieira que foi contratada pela PMF e elaborada pela empresa PROSUL.

Com a finalidade de desenvolver o projeto da interseção no local de estudo foram realizadas uma série de pesquisas a fim de embasar teoricamente todos os aspectos envolvidos em tal atividade, sendo consultadas normas nacionais e internacionais visando um olhar mais amplo acerca do tema.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 *Objetivo Geral*

Este estudo tem por objetivo desenvolver o projeto geométrico de uma interseção, visando solução adequada para o problema de tráfego no cruzamento das ruas Deputado Antônio Edu Vieira e Avenida Prefeito Waldemar Vieira.

### *1.1.2 Objetivos Específicos*

- Investigar as diferentes formas de interseções usuais, suas características, vantagens e desvantagens, assim como os elementos que as compõem;
- Reunir informações que sirvam de subsídio para a definição do tipo de interseção mais adequada às condições específicas do local em estudo;
- Desenvolver o projeto geométrico da interseção.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Histórico e Evolução

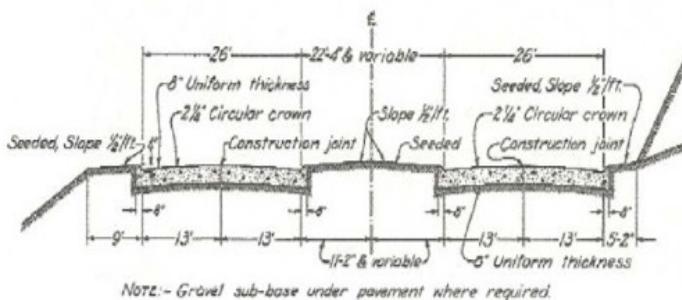
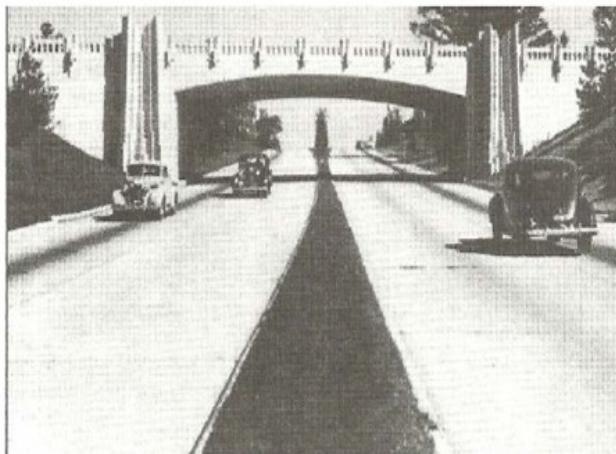
Como os primeiros automóveis possuíam baixa velocidade, os acidentes não eram muito frequentes e também não provocavam lesões aos seus ocupantes. No entanto com a evolução da tecnologia empregada na produção dos motores à combustão e a produção em larga escala disseminada por Henry Ford, os veículos automotores se multiplicaram e se tornaram cada vez mais velozes. Surgiu então, nos anos 1920, a necessidade da implementação de controles de acesso, devido ao ganho em capacidade da rodovia e principalmente redução nos acidentes já graves que ocorriam naquela época.

Visando proporcionar conforto ao usuário, além de garantir sua segurança, de acordo com Leisch (2005), em 1928 foi implantada a primeira interseção em níveis diferentes, no município de *Woodbridge* em Nova Jersey, Estados Unidos, no formato de um trevo de quatro folhas, também denominado de trevo completo, **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Este modelo era único na época, uma vez que garantia que todos os movimentos fossem contínuos, não existindo cruzamentos diretos entre eles, de modo que nenhum automóvel necessitasse parar para poder seguir viagem.



A Merrit Parkway, ilustrada na Figura 2.2, era composta por duas faixas de rolamento em pavimento rígido de concreto e um canteiro central não muito largo, vias laterais não foram implementadas, mas apesar disto, ainda era considerada revolucionária (LEISCH, 2005).

**Figura 2.2 - Merrit Parkway**



**TYPICAL CROSS SECTION**

**Fonte: Portland Cement Association (1945 apud Leisch, 2005, p. 8)**

De porte um pouco maior, a via expressa Lake Shore Drive, representada na

Figura 2.3, possuía também pavimento rígido em concreto, mas desta vez foram implantadas quatro faixas de rolamento e um canteiro central mais extenso, gerando assim uma capacidade muito maior e propiciando muito mais segurança aos seus usuários.

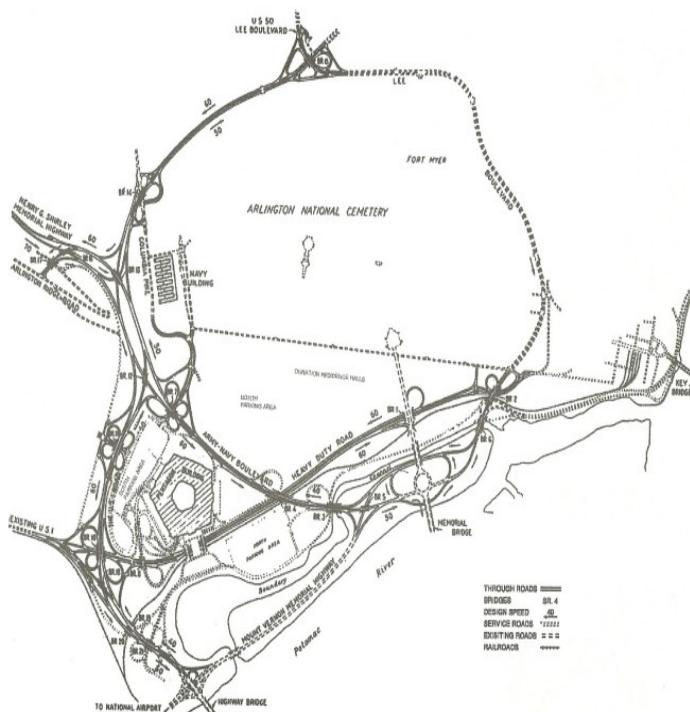
**Figura 2.3 - Lake Shore Drive**



**Fonte: Portland Cement Association (1945 apud Leisch, 2005, p. 8)**

No final dos anos 1930 e início dos anos 1940, o conceito das rodovias expressas com controle de acesso se difundiu ao longo do mundo. Outro marco na evolução das autoestradas foi o *Pentagon Road Network*, aberta para o tráfego em 1944 ilustrada através da Figura 2.4. Este era um sistema composto por 10 milhas (16 quilômetros) de rodovia e 11 interseções em desnível, formando um complexo de rodovias, que juntas resolviam o problema de circulação de forma altamente eficiente. (LEISCH, 2005).

**Figura 2.4 - Pentagon Road Network**



**Fonte : Leisch (2005, p. 10)**

Durante a Segunda Guerra Mundial, um grande esforço foi direcionado para o planejamento e construção de rodovias expressas e redes de rodovias em áreas metropolitanas. O presidente americano Roosevelt assinou legislação autorizando uma rede de rodovias expressas rurais e urbanas, chamada de “National System of Interstate Highways”, ou Sistema Nacional de Rodovias Interestaduais, responsável por cumprir as recomendações dadas pelo presidente de construir 34 mil milhas (aproximadamente 54,4 mil quilômetros) ligando todas as cidades com mais de 300 mil habitantes e 80% das cidades com mais de 50 mil habitantes. Na época faltaram recursos para implementação de tal legislação, sendo em 1956 o sistema de 1944 incorporado ao “Interstate System”, que teve as recomendações de Roosevelt ampliadas para 40 mil milhas (64 mil quilômetros). Pequenas porções destas benfeitorias foram feitas com as despesas divididas

igualmente entre o governo federal e estadual e consistiam basicamente em ampliar as pistas de 2 faixas de rolamento para 4 faixas de rolamento. Muitas destas rodovias tiveram de ser reconstruídas no final dos anos 1970 e início dos anos 1980 pois eram fisicamente, operacionalmente e geometricamente deficientes, pois foram projetadas baseadas nos critérios dos anos 1940. Em 1970, 90% de todas as vias planejadas já estavam abertas ao tráfego.

Em meados da década de 1960, muita experiência tinha sido adquirida graças aos estudos em geometria, operação e segurança baseados nos desenhos das rodovias dos anos 1940 e 1950 que serviram como um laboratório de observação, podendo assim repensar as metodologias aplicadas e então aprimorá-las. Coube mais tarde à “*American Association of State Highway and Transportation Officials*” (AASHTO) estudar e publicar manuais voltados para o Projeto Geométrico (*A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, também chamado de *Greenbook*) e estudo de tráfego (*Highway Capacity Manual*), além de outras inúmeras publicações baseadas em experimentação e observação do comportamento das rodovias.

De acordo com Lee (2008), a organização sistêmica e o efetivo desenvolvimento do setor de transporte rodoviário no Brasil, com suporte legal, institucional e financeiro, no contexto de um Sistema Nacional de Viação, tiveram seu efetivo início logo após o encerramento da Segunda Guerra Mundial, com a instituição do Decreto-Lei nº 8.463, de 27 dez. 1945.

O citado Decreto-Lei ficou conhecido como Lei Joppert, em homenagem ao insperado Engenheiro, e se constituiu no instrumento jurídico que reorganizou o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER (órgão responsável pelo setor rodoviário, criado em 1937), dando-lhe a forma de Autarquia, com estrutura técnica e administrativa adequada. Além disso, a Lei Joppert veio a se constituir também na base jurídica que fundamentou a organização da administração pública do setor rodoviário nos Estados e Territórios, no Distrito Federal e mesmo nos Municípios do Brasil.

Mais que isso, a Lei Joppert criou o Fundo Rodoviário Nacional (FRN), suprido com recursos financeiros oriundos da arrecadação de tributos incidentes sobre a propriedade de veículos automotores e sobre o consumo de combustíveis e de lubrificantes. Os recursos desse fundo,

por força de lei, eram investidos exclusivamente no desenvolvimento do setor rodoviário.

Esse modelo – de vinculação tributária – deu sustentação à implementação de nosso sistema rodoviário, que experimentou ampla expansão nas décadas de 60 e 70, e que até o presente permanece responsável pela movimentação das maiores parcelas de fluxos de cargas e de passageiros no país, relativamente aos demais modais.

No entanto, já a partir de meados da década de 1970, no contexto de um processo de modificação da distribuição dos recursos tributários, foram sendo gradualmente transferidos para outros fundos os recursos alocados ao FRN. Essa política de esvaziamento do FRN foi intensificada com a desfederalização dos tributos relativos à propriedade de veículos automotores, ao consumo de combustíveis e lubrificantes, e à prestação de serviços de transporte rodoviário, todos oriundos dos usuários de rodovias.

O processo de desmonte do modelo de vinculação tributária foi finalmente consolidado com a promulgação da Constituição Federal de 1988, que vedou expressamente a vinculação de receitas de impostos a órgão, fundo ou despesa (exceto para a educação).

## **2.2 Definições Geométricas**

Segundo DNIT (2005, p. 31), interseção é a confluência, entroncamento ou cruzamento de duas ou mais vias. O projeto de uma interseção frequentemente atende a diversos tipos de pontos de conflito, sendo constituído por uma combinação das soluções correspondentes a esses pontos. Cada ponto de conflito de tráfego exige uma forma adequada de tratamento para que se tenha a melhor solução em termos de fluência e segurança. O projeto das interseções de uma rodovia exige uniformidade no trato dos conflitos de tráfego, sendo importante que os usuários saibam o que esperar pelo simples aspecto da interseção, não devendo haver surpresas nem dificuldade em saber que caminho tomar em cada interseção.

Os tipos de interseções podem ser divididos em dois grandes grupos, interseção em nível e em desnível. Interseções em nível, como o nome já evidencia, são interseções onde o cruzamento entre fluxos conflitantes de veículos se dá no mesmo nível, ou seja, há influência direta entre estes em algum dos movimentos previstos nestas configurações. Interseções em desnível são as configurações de

interseções que apresentam separação dos níveis em pelo menos um dos movimentos.

### 2.2.1 Tipos de Interseção

Após a construção da primeira interseção em *Woodbridge*, várias formas de interseções foram evoluindo com o passar do tempo. Os modelos mais comuns nos dias de hoje são do tipo “T” e “Y”, diamante, rotatória, trevos parciais e completos e interseções especiais. É válido, no entanto, destacar que às vezes uma interseção participa das características de mais de um dos tipos fundamentais que serão apresentados, especialmente quando os problemas de circulação são complexos. (DINT, 2005).

#### 2.2.1.1.1 Interseções em Nível

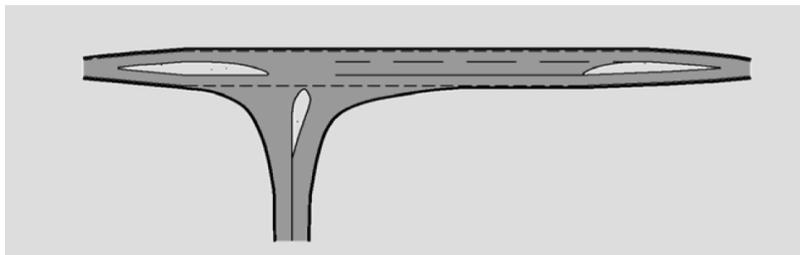
Interseções em nível em geral apresentam maior simplicidade e causam um impacto menor na região onde se encontram, devido a suas menores dimensões. Este tipo de interseção tende a apresentar custos reduzidos, por não ser necessária uma obra de arte para sua implantação. Interseções em nível único usualmente oferecem movimentos intuitivos ao condutor, neste quesito, propiciando maior segurança durante a operação. (DINT, 2005)

Existe uma grande gama de configurações possíveis quando do projeto de uma interseção deste tipo. A seguir serão expostos dois de seus tipos mais comuns, sendo que grande parte das interseções em nível se enquadram nestes ou são variações dos mesmos.

#### 2.2.1.1.2 Interseções Tipo “T” e “Y”

Interseções do tipo “T” e “Y”, ou interseções de três pontas, surgem no cruzamento de duas rodovias, onde uma delas não possui continuidade. A diferenciação entre os dois tipos se dá primariamente pelo grau de escondidade da via secundária em relação à principal, fazendo assim com que certas configurações sejam mais vantajosas em cada caso. (DNIT, 2005)

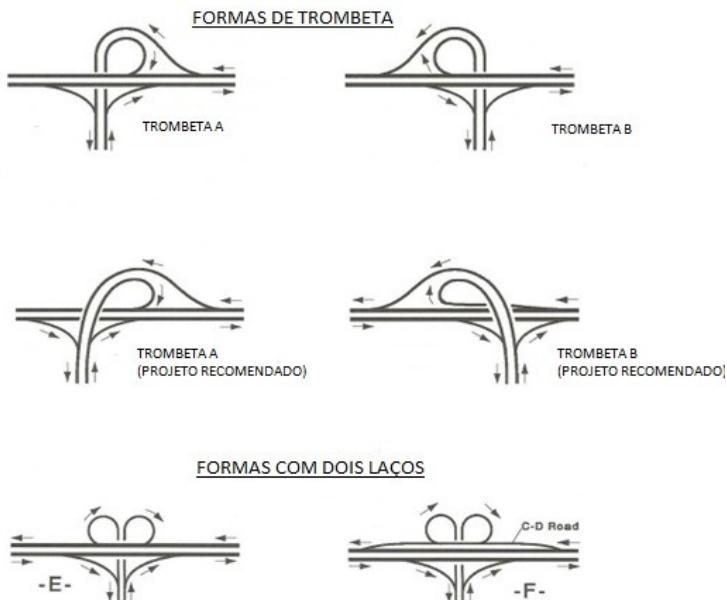
Quando ocorre um destes casos as configurações mais comumente utilizadas são as conversões à esquerda, seja ela interseção mínima, do tipo gota, ou canalizada, variando entre estas conforme o volume de tráfego da via secundária. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** exemplifica este tipo de interseção.

**Figura 2.5 - Conversão a Esquerda**

**Fonte: DINT (2005, p. 103)**

Cabe ressaltar as observações descritas por Leisch (2005), que define trombeta como uma interseção T ou Y quando a mesma apresenta um *loop*, também chamado de laço. Esta é uma interseção em dois níveis, que é utilizada em casos onde o volume de tráfego da via secundária é muito elevado, ou quando duas vias primárias se encontram desta forma. Usualmente a via que “termina” passa por cima da via onde esta se conecta, possibilitando assim níveis adequados de conforto e segurança. As interseções do tipo trombeta ainda se dividem em dois tipos, diferindo pela escolha de qual movimento se dará pelo *loop*. Recomenda-se que o movimento de saída da via principal se dê sempre pelo caminho com maior raio, possibilitando a redução de velocidade para a saída da rodovia fora da pista principal, pois a redução feita na autoestrada é perigosa podendo provocar colisões graves. Uma solução alternativa para isso é a criação de uma faixa totalmente independente da autoestrada para permitir que a desaceleração não se dê junto à rodovia e sim já na alça de acesso. Existem ainda as trombetas com dois *loops*, configuração essa que permite retorno à via secundária, sendo utilizada como uma primeira etapa para a implementação de um trevo completo.

**Figura 2.6 - Modelos de Trombetas**



**Fonte: DNIT (2005, p. 174)**

### 2.2.1.1.3 Rótulas

Rótula, ou rotatória, é um modelo de interseção em nível usualmente utilizado quando há o cruzamento de duas ou mais vias com fluxo moderado e balanceado. Com dimensões adequadas, essa configuração apresenta maior capacidade do que uma interseção semaforizada convencional. Esta é particularmente vantajosa em interseções com mais de quatro acessos, no entanto de acordo com Leisch (2005), a opção de utilização de uma rotatória deve ser analisada com cautela por se tratar de um sistema muito eficiente em baixos volumes de tráfego, mas quando submetida a uma grande quantidade de veículos, a mesma se torna problemática.

Existem rótulas do tipo convencional, em que terá a preferência de passagem o tráfego que vier pela direita, e rótulas do tipo moderna ilustrada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, onde é dada prioridade para o tráfego que está circulando na rotatória. A rotatória convencional é indicada onde a predominância é do tráfego direto, ou

seja, onde apenas uma menor parcela faz o movimento de giro. Quando há um fluxo balanceado nos movimentos da interseção, o tipo moderno atende de forma mais satisfatória as demandas do tráfego.

**Figura 2.7 - Rótula Moderna Próxima ao Hospital Universitário (UFSC)**



**Fonte:** <<http://ndonline.com.br/florianopolis/noticias/83858-rotula-da-ufsc-e-um-desafio-onstante-para-ciclistas-e-pedestres.html>>. Acesso em: 13 novembro 2014.

Existem ainda as chamadas rótulas alongadas. Estas são interseções maiores que priorizam o tráfego de passagem, possuem uma faixa interna para os movimentos de retorno e de conversões à esquerda. Este tipo de rótula, com as dimensões adequadas, apresenta maior capacidade e é indicada sua preferência às demais quando em rodovias rurais.

### *2.2.1.2 Interseções em Desnível*

Interseções em desnível são todas aquelas onde, com o uso de rampas, são separados movimentos que de outra forma seriam conflitantes. Para estas é necessário conceber uma obra de arte especial que separe verticalmente duas ou mais vias que se cruzam.

A separação dos movimentos em uma interseção propicia uma maior velocidade de operação, o que acarreta em uma maior capacidade da mesma, tendo em vista o aumento do fluxo em uma mesma quantidade de faixas. A segurança também é aumentada quando há a separação dos movimentos, pois além de serem separados fluxos contrários, as variações de velocidade são reduzidas, evitando colisões

traseiras. (DNIT, 2005).

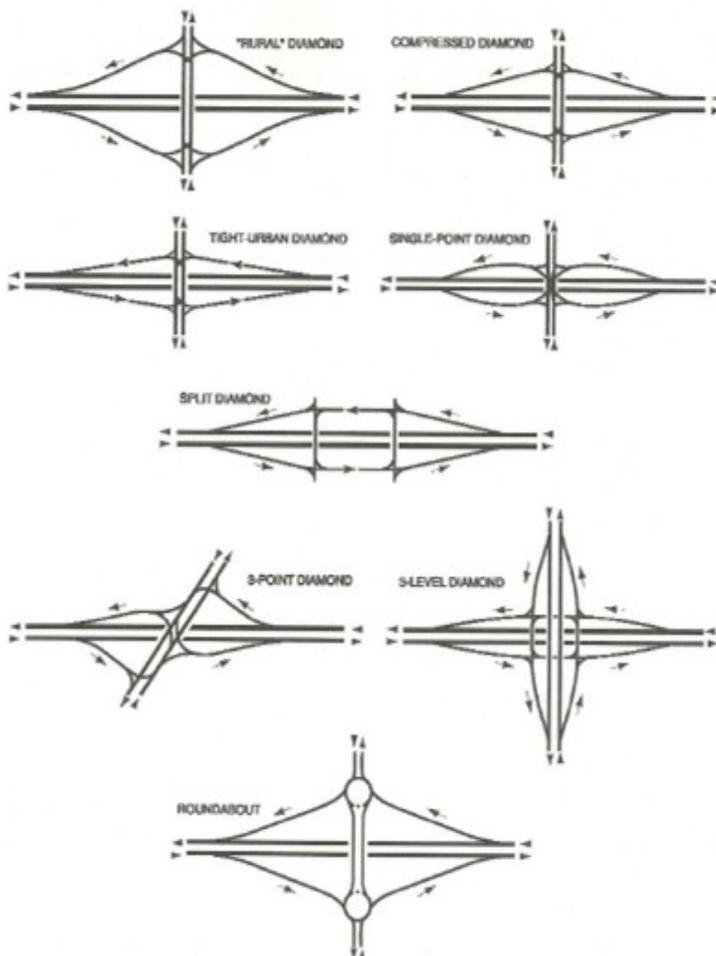
Interseções deste tipo são, em geral, mais onerosas que as em nível, por possuírem maiores dimensões, além do custo da já citada obra de arte especial. Estas possuem ainda como ponto negativo, serem antiestéticas principalmente em meios urbanos, além de não serem facilmente adaptáveis em interseções com muitos ramos. (DNIT, 2005).

#### 2.2.1.2.1 Interseções Tipo Diamante

Um dos modelos mais comuns são as interseções em formato de diamante, isto se deve a sua simplicidade, pois são constituídas por simples saídas e entradas nos dois sentidos de tráfego ao longo da via. Esta configuração é compatível com as expectativas do condutor, sendo de fácil operação e sinalização anterior à interseção. Interseções deste tipo não possuem uma capacidade elevada e permitem muitos cruzamentos, geralmente se utiliza a diamante quando uma autoestrada intercepta rodovias secundárias ou locais, caso contrário deve-se adotar uma solução mais segura. (LEISCH, 2005).

Segundo Leisch (2005) existem oito configurações básicas para interseções do tipo diamante, conforme a **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, onde a operacionalidade ao longo da rodovia não difere muito entre os tipos, havendo diferenças na via secundária. Estas dizem respeito ao controle da interseção e aos requerimentos na canalização dos movimentos.

**Figura 2.8- Formas Comuns de Interseções do Tipo Diamante**



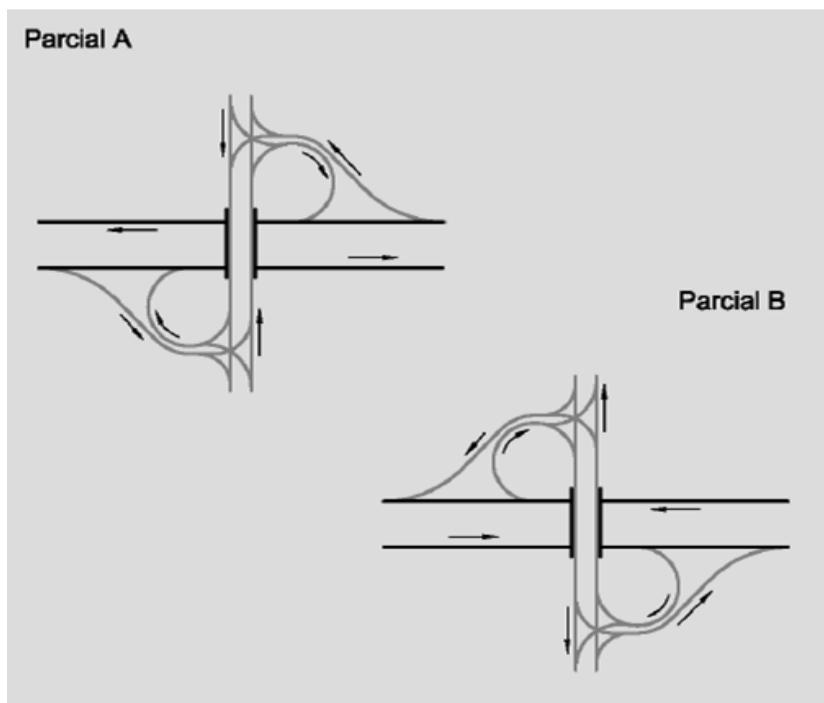
**Fonte: DNIT (2005, p. 180)**

#### 2.2.1.2.2 Trevos Parciais e Completos

Este modelo é semelhante ao tipo diamante, no entanto se utiliza de laços para acomodação do usuário que deseja convergir à esquerda, sendo esta sua maior característica que, em seu modo completo, todos os movimentos de conversão à esquerda sejam

acomodados nestes laços. O modelo completo é constituído por quatro laços, dando origem ao nome trevo, mas quando um ou mais ramos são retirados do modelo, o mesmo é denominado de trevo parcial. Esta alteração no formato original pode advir do espaço disponível ou pelo baixo volume de tráfego existente em alguns movimentos, tornando dispensável o isolamento total destes. A Figura 2.9 e a Figura 2.10 ilustram ambas as configurações descritas acima.

**Figura 2.9- Trevo Parcial (Dois Quadrantes)**

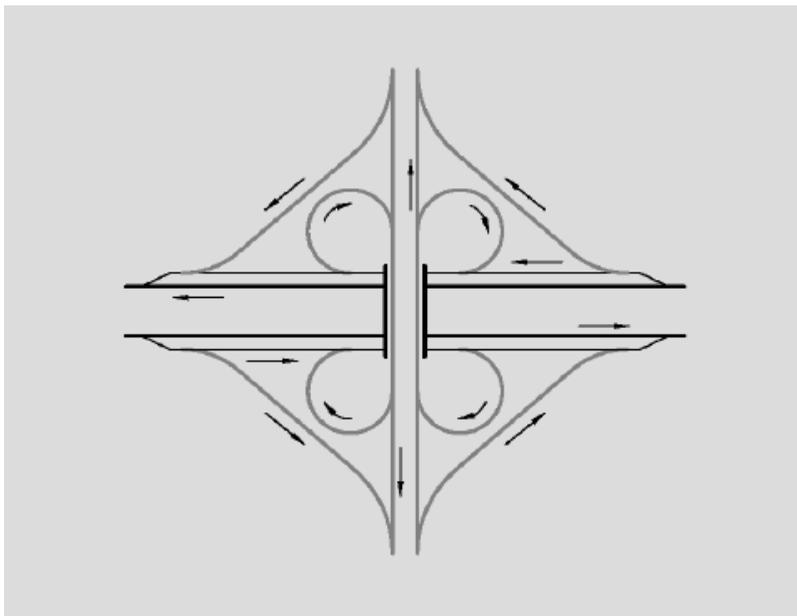


**Fonte: DNIT (2005, p. 144)**

Os trevos completos são adotados em interseções entre vias de alta capacidade. No entanto, nas últimas décadas, essa configuração vem sendo menos utilizada em países com maior tradição em projetos de interseções, pois os quatro segmentos de entrelaçamento entre os laços do trevo apresentam relativamente baixa capacidade e altos índices de acidentes. Em seu lugar tem sido implantados trevos parciais semaforizados na via secundária, que permitem os mesmos movimentos,

excetuando o movimento de retorno. (LEISCH, 2005).

**Figura 2.10- Trevo Completo com Vias Coletoras**

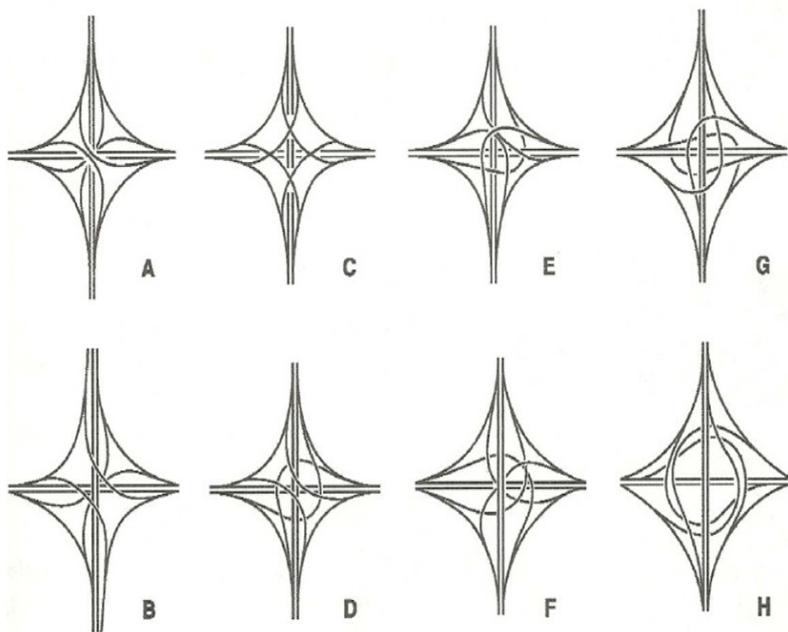


**Fonte: DNIT (2005, p. 143)**

#### 2.2.1.2.3 Interseções Direcionais

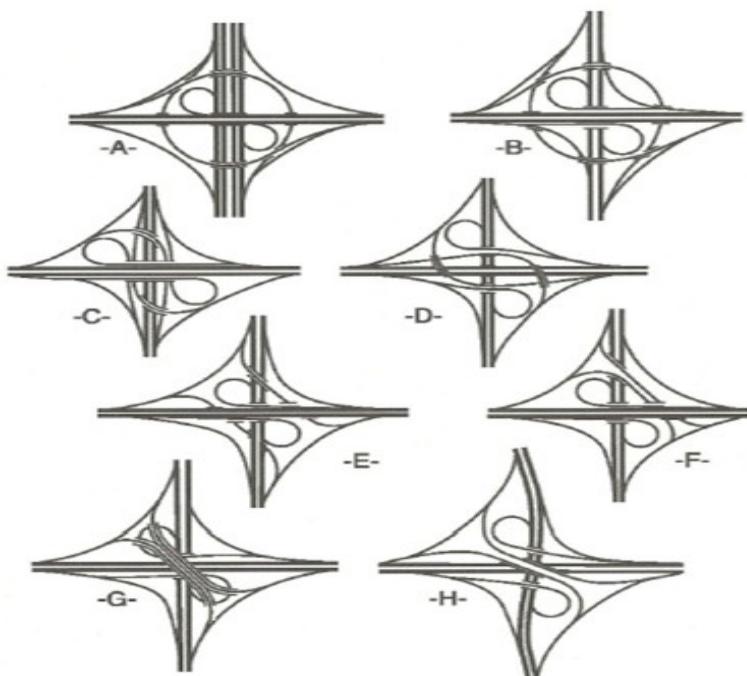
Interseções direcionais possuem fluxo livre para todos os movimentos de tráfego, seja este de conversão ou de passagem. Estas formas de interseções podem ser totalmente direcionais ou direcionais com laços. Operacionalmente as interseções direcionais são semelhantes, diferindo apenas na velocidade dos acessos e nos raios dos laços. Devido ao isolamento dos movimentos das interseções, estas tendem a apresentar maior capacidade que as demais, sendo utilizadas em cruzamento de vias com alta capacidade, tanto em ambiente rural quanto urbano. (LEISCH, 2005).

**Figura 2.11 - Modelos de Interseções Direcionais**



**Fonte: Leisch (2005, p. 213).**

**Figura 2.12 - Modelos de Interseções Direcionais com Laço**

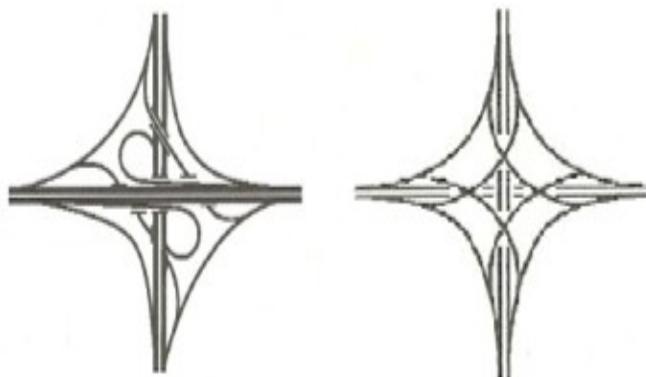


**Fonte: Leisch (2005, p. 215)**

De acordo com Leisch (2005), interseções deste tipo apresentam uma grande gama de configurações possíveis, algumas destas estão ilustradas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e na Figura 2.12, no entanto ao longo dos anos, através da observação de sua utilização, estas sofreram aprimoramentos e foram propostas algumas melhorias em suas configurações. A experiência mostrou que entradas e saídas da via principal devem se localizar à direita, tendo em vista haver um maior índice de acidentes quando a entrada à via se dá no lado contrário. É aconselhado a existência de uma única saída da via em cada sentido, afim de tornar mais intuitivos os movimentos para o usuário. Deve ser evitada também a utilização de regiões de entrelaçamento dentro das interseções, pois estas configuram regiões de conflito e tendem a gerar acidentes. Somente duas configurações respeitam os três preceitos expostos acima, sendo a

interseção totalmente direcional e a direcional com *loops* mostradas a seguir.

**Figura 2.13 - Modelos de Interseções Direcionais Recomendadas**



Fonte: Leisch (2005, p. 211)

### 2.3 Tipos de Ramos de Interligação

Segundo Leisch (2005), ramos são as vias de interconexão de uma interseção, transferindo tráfego entre autoestradas. Os ramos que acomodam movimentos de conversão devem consistir de três segmentos distintos: ramal de entrada, tronco do ramo e o ramal de saída.

“Ramo Diagonal - Ramo que assume uma posição diagonal, geralmente com um sentido único de tráfego e curvas de conversão à direita e à esquerda na interseção com a via secundária. Pode ser projetado com trecho longo em tangente ou utilizando curvas, inclusive reversas. A interconexão em diamante normalmente tem quatro ramos diagonais” (DNIT, 2005, p. 415).

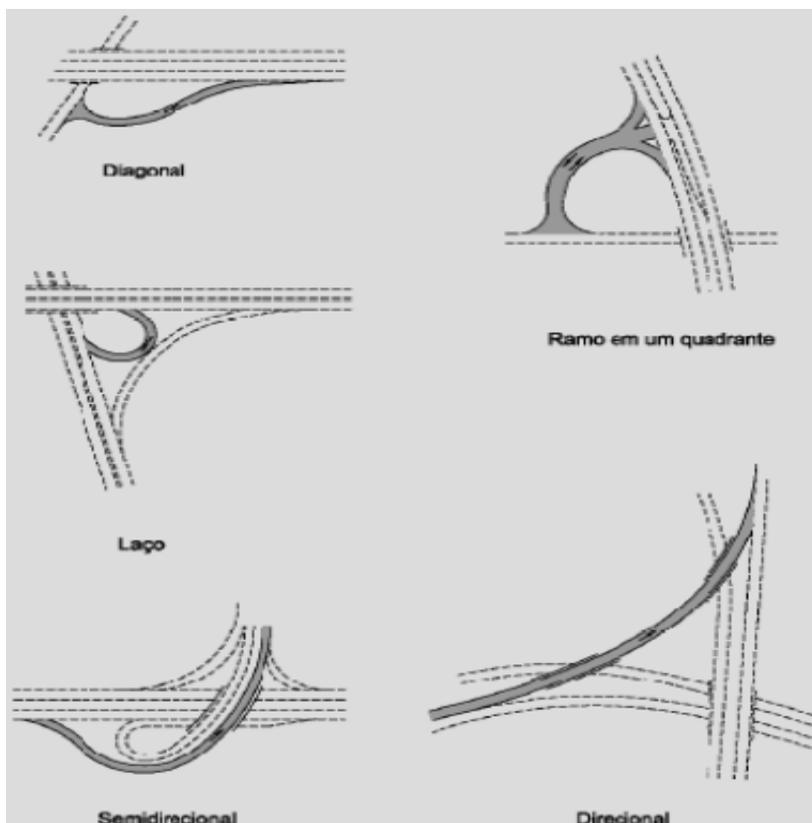
“Ramo em Laço - Ramo que proporciona conversão à esquerda (à direita) mediante giro contínuo à direita (à esquerda), com ângulo central da ordem de 270°” (DNIT, 2005, p. 415).

“Ramo Semidirecional - Ramo incluindo uma curva em “S”, desviando parcialmente do percurso mais direto para minimizar interferências com outros ramos do projeto. É utilizado principalmente

para conversões à esquerda. Geralmente, tanto a saída como a entrada são feitas pelo lado direito das vias que se interceptam” (DNIT, 2005, p. 415).

“Ramo direcional – ramo cujo traçado acompanha o percurso mais espontâneo e intuitivo. Tratando-se de conversões à esquerda, com grande capacidade e alta velocidade, o traçado será fluente, com saída pelo lado esquerdo das vias principais e será designado por direcional à esquerda. No caso de conversões à direita, será designado por direcional à direita” (DNIT, 2005, p. 415). Os tipos de ramos descritos acima estão ilustrados na Figura 2.14.

**Figura 2.14 - Tipos de Ramos**

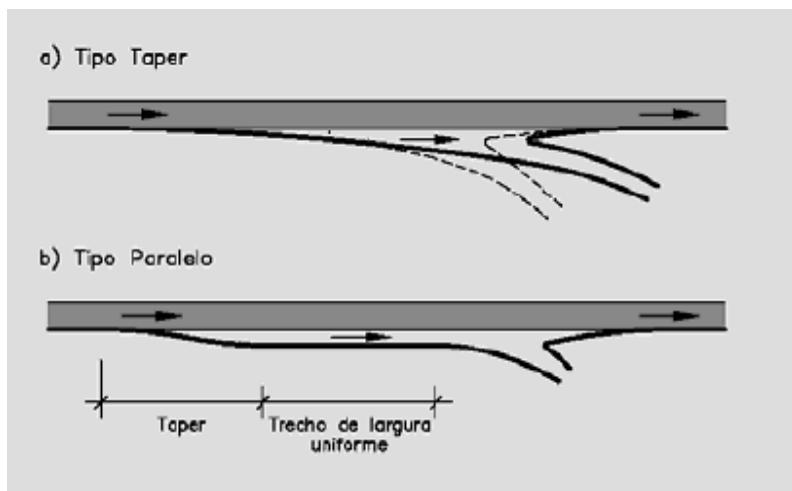


**Fonte: DNIT (2005, p.416).**

Os ramais de entrada e saída fazem parte dos ramos, objetivando a ligação de dois segmentos da rodovia da forma mais sutil possível. Estes ramais variam de diferentes maneiras, desde o seu comprimento, distância de visibilidade e até quanto ao seu tipo, que pode ser tipo taper ou tipo paralelo, conforme mostra a Figura 2.15.

Os ramais mostrados podem desempenhar ainda a função de propiciar a aceleração ou a desaceleração necessária para que o veículo possa se integrar ao tráfego de forma segura e com menor impacto no fluxo. O tipo paralelo é o mais indicado quando é necessária uma mudança na velocidade, pois permite que o veículo faça essa transição fora do tráfego de passagem, conferindo assim maior capacidade a via.

**Figura 2.15 - Ramos de Entrada e Saída**



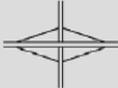
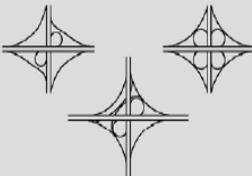
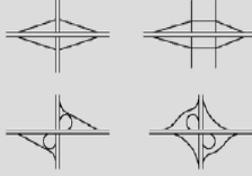
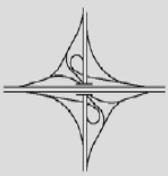
Fonte: DNIT (2005, p. 258).

## 2.4 Escolha do Modelo de Interseção

Não existem critérios generalizados para determinar com precisão o modelo mais apropriado para cada cruzamento, pois esta escolha engloba fatores complexos que envolvem volumes de tráfego, capacidade, velocidades, diferenças nos tipos de veículos, topografia, custos, e além de tudo, a intensa aleatoriedade na distribuição do fluxo de tráfego (DNIT, 2005).

O DNIT recomenda que para seleção inicial do tipo de interseção, o critério da localização quanto à área rural, suburbana e urbana seja considerado, conforme a Figura 2.16.

**Figura 2.16- Escolha do tipo de interconexão em função dos locais em que se situam**

TIPOS DE VIAS QUE SE INTERCEPTAM		RURAL	URBANA
Vias arteriais principais / Vias locais	Interconexões de serviço		
Vias arteriais principais / Vias coletoras ou arteriais secundárias			
Vias arteriais principais / Vias arteriais principais	Interconexões de sistema		

**Fonte: DNIT (2005, p. 135)**

#### 2.4.1 *Influência da Velocidade na Escolha da Interseção*

“Em trechos de rodovias de alta velocidade deve-se evitar, tanto quanto possível, interseções que impliquem em quedas bruscas de velocidade na rodovia principal, rótulas e o uso de controle por semáforos.” (DNIT, 2005, p. 130).

#### 2.4.2 *Influência dos Acidentes Esperados*

Conforme a norma Sueca *Vagutformning* (2002 apud DNIT, 2005), o número esperado de acidentes com ciclistas e pedestres pode

interferir na escolha da melhor solução para determinado cruzamento. Elevando-se a categoria e complexidade da interseção pode-se reduzir o impacto causado nos usuários não motorizados.

#### 2.4.3 Metodologia de Ponderação dos Fatores

Leisch (2005) sugere que diferentes alternativas sejam comparadas com base em cinco parâmetros básicos: características operacionais, segurança, custos, implementação e ambiente. Cada item recebe um peso de acordo com a importância que o fator representa e notas são atribuídas para cada um destes, o somatório da multiplicação entre notas e pesos dá um valor que permite a comparação entre diferentes alternativas. Para isso o autor sugere a Tabela 2.1.

**Tabela 2.1 - Planilha de Composição Geral dos Fatores de Ponderação**

1. Operacional characteristics	— 25
2. Safety	— 20
3. Costs	— 25
4. Implementation	— 15
5. Environmental and social consideration	— 15
	Total — 100

**Fonte: Leisch (2005, p. 140)**

#### 2.4.4 Critérios para Seleção da Interconexão

Conforme recomendação do Manual de Projeto de Interseções (DNIT, 2005, p.134-135), de modo geral, depois de identificadas as possíveis soluções para a resolução de determinado cruzamento, alguns critérios devem ser seguidos:

- Capacidade;
- Continuidade da via;
- Uniformidade de padrões de saída;
- Saídas simples antes da estrutura de separação de níveis;
- Existência de entrecruzamento;
- Potencial para sinalização;
- Custo;
- Disponibilidade de faixa de domínio;

- Potencial para construção por etapas;
- Compatibilidade com o meio ambiente.

## 2.5 Capacidade e Nível de Serviço

De acordo com DNIT (1999), o termo “capacidade” é usado para representar o número máximo horário de veículos que se estima poder passar por uma dada seção ou trecho homogêneo de uma rodovia, durante um certo período de tempo, segundo determinadas condições existentes da rodovia e do tráfego. No sentido geral, o termo inclui relações mais amplas entre as condições e características da rodovia, a composição do tráfego e os padrões de fluxo, assim como o grau relativo de congestionamento em vários níveis de volume de tráfego, desde os muito leves até os que igualam a capacidade da via, conforme definido anteriormente.

Apenas a capacidade, apesar de ser um valor básico, não traduz plenamente as condições de utilização da via pelos usuários, por se referir somente ao número de veículos que pode circular e ao intervalo de tempo dessa circulação. Fatores como: velocidade e tempo de percurso, tempo de espera e facilidade para manobras, segurança, conforto, custos de operação, entre outros, não são considerados na determinação da capacidade, portanto foi criado o conceito de Nível de Serviço, introduzido através do *Highway Capacity Manual* – HCM, em sua edição de 1965, para qualificar essa utilização. Segundo o DNIT (2005), o conceito de nível de serviço refere-se a uma avaliação qualitativa das condições de operação de uma corrente de tráfego, tal como é percebida por motoristas e passageiros. Os níveis de serviço variam de A (menos congestionado) a F (mais congestionado), sua divisão sendo feita de forma subjetiva.

Assim, os níveis de serviço são definidos como segue:

- Nível A: Descreve a condição de fluxo livre em rodovias de boas características técnicas. Há pequena ou nenhuma restrição de manobra devido à presença de outros veículos e os motoristas podem manter as velocidades que desejarem com pequeno ou nenhum retardamento. Nas interseções a maioria dos veículos da corrente de tráfego pode passar livremente pela interseção, praticamente sem sofrer atraso.

**Figura 2.17 - Nível de Serviço A**



- Nível B: Corresponde a condição de fluxo estável, em que os motoristas começam a sofrer restrições pela ação dos demais veículos, mas ainda tem razoável liberdade de escolha de velocidade e faixa de circulação. Nas interseções a capacidade de deslocamento dos veículos da corrente secundária é afetada pelo fluxo preferencial. Os tempos de espera são pequenos.

**Figura 2.18 - Nível de Serviço B**



- Nível C: Situa-se ainda na faixa de fluxo estável, mas as velocidades e as possibilidades de manobra são mais estreitamente condicionadas pelos volumes mais elevados. Nas interseções os motoristas da corrente secundária têm que estar atentos a um número expressivo de veículos da corrente principal. Os tempos de espera são sensíveis. Inicia a formação de retenções de veículos, mas sem grande extensão e duração.

**Figura 2.19 - Nível de Serviço C**



- Nível D: Condições de fluxo instáveis, em que os motoristas tem pequena liberdade de manobra e dificuldade em manter as velocidades desejadas. Nas interseções, a maioria dos motoristas da corrente secundária é forçada a efetuar paradas, com sensível perda de tempo. Para alguns veículos os tempos de espera podem ser elevados. Mesmo que se formem retenções de extensões maiores, elas voltam a se reduzir. O movimento do tráfego permanece estável.

**Figura 2.20 - Nível de Serviço D**



- Nível E: É o nível representativo da capacidade da rodovia. Aumentam muito as condições do fluxo, com as velocidades médias da via apresentando grandes variações. Formam-se retenções de veículos, que não se reduzirão enquanto permanecerem os mesmos volumes de tráfego. Os tempos de espera tornam-se muito elevados. Pequenos aumentos das interferências entre veículos podem provocar colapso do tráfego. Foi atingida a capacidade.

**Figura 2.21 - Nível de Serviço E**



- Nível F: Este nível reflete uma situação de colapso do fluxo. Qualquer restrição pode resultar em formação de filas de veículos com baixa velocidade, que podem ser mantidas por períodos mais ou menos longos, reduzindo os fluxos a valores inferiores à capacidade. Em casos extremos chega-se a engarrafamentos com velocidade e fluxo nulos. Nas interseções, o número de veículos que chega à interseção durante um longo intervalo de tempo é superior à capacidade. Formam-se longas e crescentes filas de veículos, com elevados tempos de espera. Esta situação é aliviada apenas com sensível queda dos volumes de tráfego.

**Figura 2.22 - Nível de Serviço F**



Para interseções são determinados diferentes níveis de serviço em cada um de seus ramos, tendo em vista estes poderem apresentar diferentes volumes de tráfego, assim como possíveis diferenças em suas configurações. A Tabela 2.2 apresenta os níveis de serviço em função dos tempos de espera para entrada na interseção.

**Tabela 2.2 - Tempo Médio de Espera**

Tempo Médio de Espera TME (s)	Nível de Serviço (NS)
$\leq 10$	A
$\leq 20$	B
$\leq 30$	C
$\leq 45$	D
$> 45$	E
$R_i < 0$	F

\*  $R_i$  = Capacidade de entrada – Fluxo de entrada

**Fonte: DNIT (2005, p.200)**

### 3 MÉTODO E LOCAL DE ESTUDO

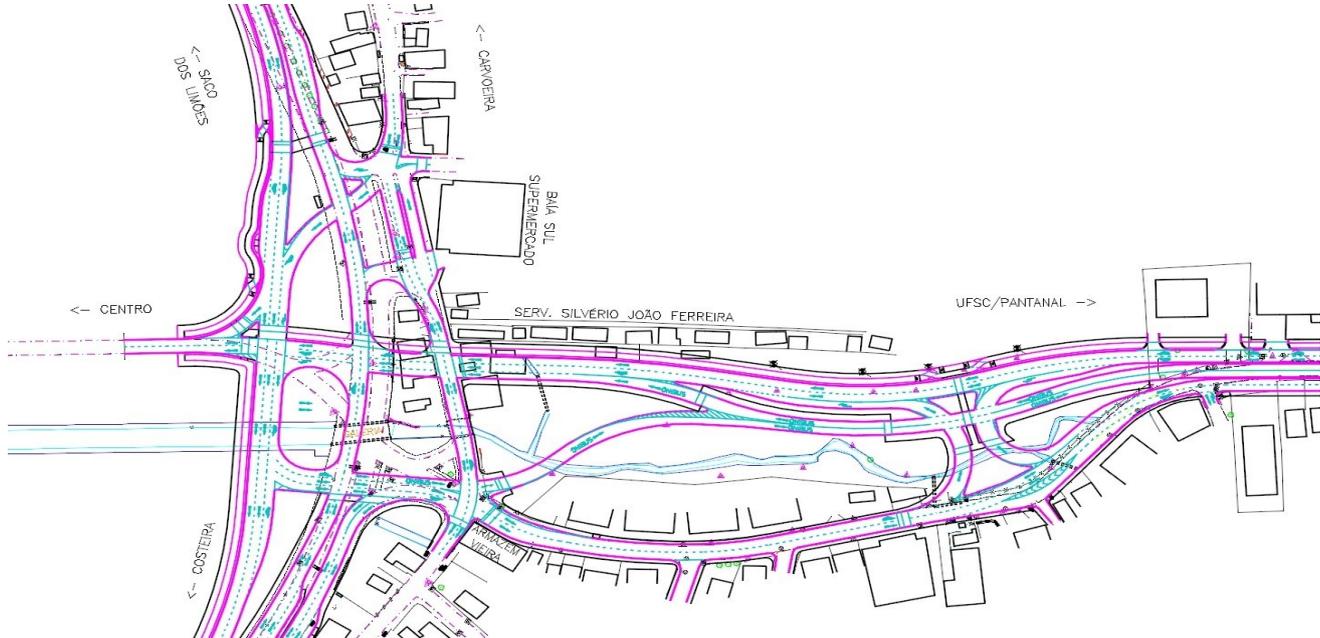
#### 3.1 Local de Estudo

A rua Deputado Antônio Edu Vieira tem grande importância na malha viária urbana de Florianópolis, notadamente por permitir a ligação entre a Av. Beira Mar Norte e a Av. Beira Mar Sul. Com a duplicação deste segmento se formará um anel viário em torno do maciço do Morro da Cruz, propiciando assim maior mobilidade a esta região que apresenta grande fluxo de veículos. Para que o referido anel funcione devidamente, vários pontos de conflito devem ser resolvidos, um destes sendo a interseção entre as avenidas Deputado Antônio Edu Vieira (DAEV) e Prefeito Waldemar Vieira (PWV), interseção esta que é o objeto de estudo deste trabalho.

O local apresenta vários elementos restritivos à implantação de uma possível solução. O encontro entre as referidas avenidas é uma região com alta taxa de urbanização, existindo construções de grande porte e imóveis tombados como bens do patrimônio cultural. Além disso, parte do local apresenta relevo acidentado, sendo que o segmento final da DAEV possui rampa acentuada. No entanto deve-se levar em consideração que a interseção que sofrerá análise e serão propostas melhorias não é a atual, mas sim o projeto da interseção contratada pela Prefeitura Municipal de Florianópolis (PMF).

No ano de 2014 foi concluído e entregue à PMF o **Projeto de Duplicação da Rua Deputado Antônio Edu Vieira e Corredor de Ônibus**, estando incluso neste uma interseção em nível no local de estudo. A interseção projetada possui a configuração de um binário formado pelos ramos de sentidos opostos da DAEV, sendo feita a conexão entre estes através de uma rótula convencional e um retorno em nível. A rótula foi o elemento escolhido para solucionar o conflito entre as avenidas DAEV e PWV. A interseção possui geometria complexa, como pode ser visto na Figura 3.2, se adaptando à configuração das vias locais, e sendo aproveitadas em grande parte as áreas já pavimentadas da PWV e da rua Aldo Alves. Devido a tal complexidade será necessária a utilização de semáforos para ordenar os fluxos conflitantes de tráfego.

**Figura 3.1 - Interseção em Estudo**

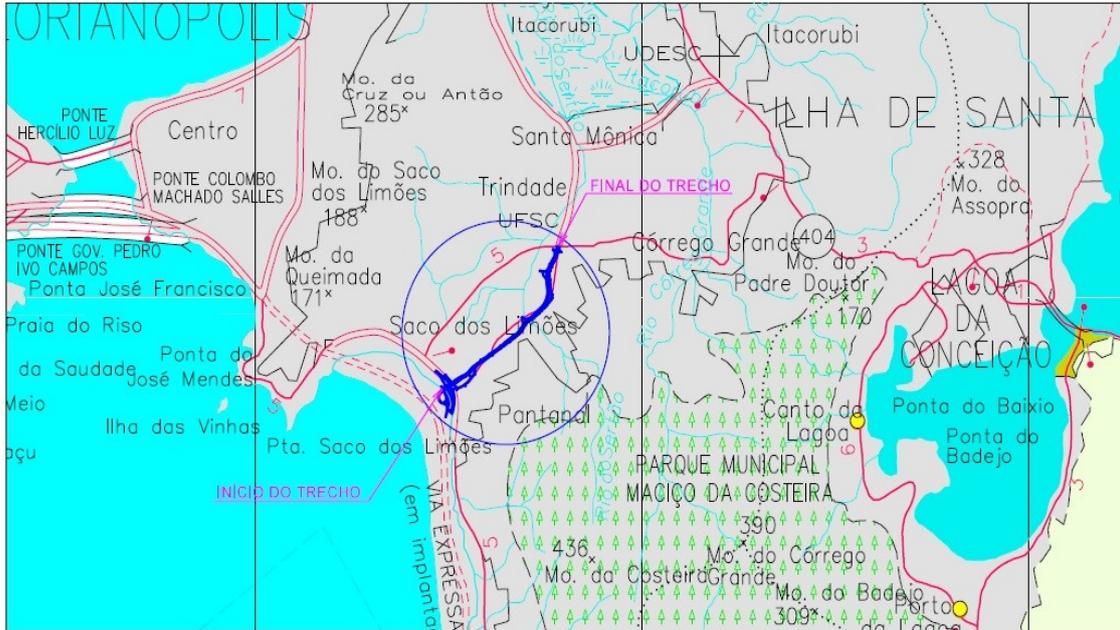


**Fonte: PROSUL, 2013.**

Localizada próximo a Universidade Federal de Santa Catarina, a Rua Deputado Antonio Edu Vieira é a principal via do bairro do Pantanal e de fundamental importância para o sistema viário de Florianópolis, pois permite a integração entre a Av. Beira Mar Norte e Beira Mar Sul o que configura um ligação curta entre o norte e sul da ilha de Santa Catarina, mas que a algum tempo vem sofrendo com constantes congestionamentos prejudicando a mobilidade urbana. Segundo o DETRAN/SC foi possível perceber um aumento de 83,48% nos últimos 10 anos no numero de veículos no município de Florianópolis, piorando assim as condições do tráfego não só neste como em outros pontos da cidade. A fim de quantificar os volumes de tráfego para a realização do projeto de duplicação da via em questão foram realizadas contagens de tráfego na rótula em frente a Eletrosul em 2013, este mostrou que o tráfego local é composto em sua maioria por veículos de passeio, utilitários e motocicletas, tendo uma parcela com menos de 5% de seu total entre ônibus e caminhões. O estudo realizado apontou também que o movimento predominante na rótula é o Norte-Sul e tem como seção mais carregada a que se encontra ao sul da rotatória, seção está que apresentou um fluxo de 34.176 veículos médios diários anuais (VMDA) no ano do estudo.

O Projeto de Duplicação da Rua Deputado Antônio Edu Vieira e Corredor de Ônibus foi realizado pela em empresa de consultoria PROSUL – Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda nos anos de 2013 e 2014. Este consiste basicamente na duplicação da via existente, na implantação de faixas de corredor exclusivo para transporte coletivo e na reconfiguração das interseções compreendidas no trecho. A Figura 3.2 mostra a localização do trecho do projeto de duplicação.

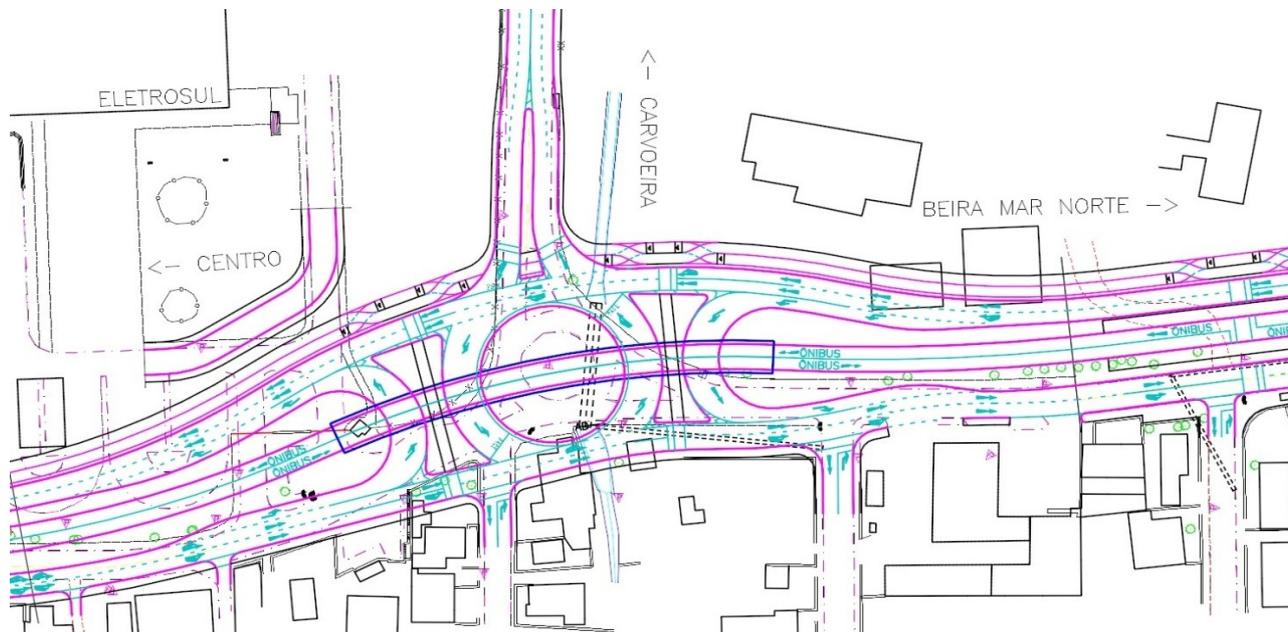
**Figura 3.2 - Trecho Compreendida pela Duplicação da rua Deputado Antônio Edu Vieira**



**Fonte: PROSUL, 2013.**

O projeto tem seu início na interseção do presente estudo, ou seja, próximo ao Armazém Vieira. Neste ponto, devido a restrições impostas pela urbanização lindeira, está previsto um binário, o sentido Sul-Norte continuará pela via existente enquanto o sentido oposto e as faixas exclusivas serão implantados em terreno virgem, passando atrás do condomínio Luiz Henrique Rosa. Após a subida inicial da Edu Vieira os sentidos opostos voltam a se encontrar próximo ao posto BR Mania, a partir de onde as novas faixas se darão para ambos os lados da via existente enquanto a calha exclusiva para transporte em massa se mantém sobre esta, configuração esta que se mantém até a rotatória em frente à Eletrosul. A interseção entre a rua Edu Vieira e a Av. César Seara continua sendo uma rótula, no entanto a rotatória projetada possui maiores dimensões e deixou de ser do tipo moderno para se tornar convencional. Além disto, a nova configuração possui retornos antes de seu raio central a fim de retirar os veículos que fariam este movimento de dentro da mesma, como pode ser visto na Figura 3.3. Futuramente as faixas exclusivas para ônibus cruzarão esta interseção através de um viaduto evitando de maneira adequada o conflito com os movimentos da interseção. Após a rotatória a implantação das novas faixas se dá sobre o terreno da UFSC, se mantendo assim até o fim do projeto quando este volta a se encaixar com a existente próximo ao Centro Tecnológico.

Figura 3.3 - Interseção em frente a Eletrosul



Fonte: PROSUL, 2013.

### 3.2 Ferramentas Utilizadas

A fim de facilitar o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizadas ferramentas computacionais específicas para a área de engenharia. A primeira, e mais geral, foi o MicroStation, que é um software CAD (*computer aided design* ou desenho assistido por computador) desenvolvido pela Bentley. Este, além de possibilitar todo o desenho envolvido em um projeto de uma interseção, serviu como base ao software específico para a área de transportes, o Power GEOPAK.

O MicroStation é uma ferramenta de desenho computacional de precisão, sendo bastante semelhante ao AutoCAD da Autodesk. O software em questão possui todas as ferramentas para o desenho dos elementos de uma interseção, no entanto não possui ferramentas específicas que auxiliem em projetos rodoviários, ou seja, os elementos por este criados não possuem informações adicionais além das simples informações visuais. Este é um software base, onde podem ser aplicados diferentes módulos com finalidades específicas, como no caso presente, um módulo para projetos rodoviários.

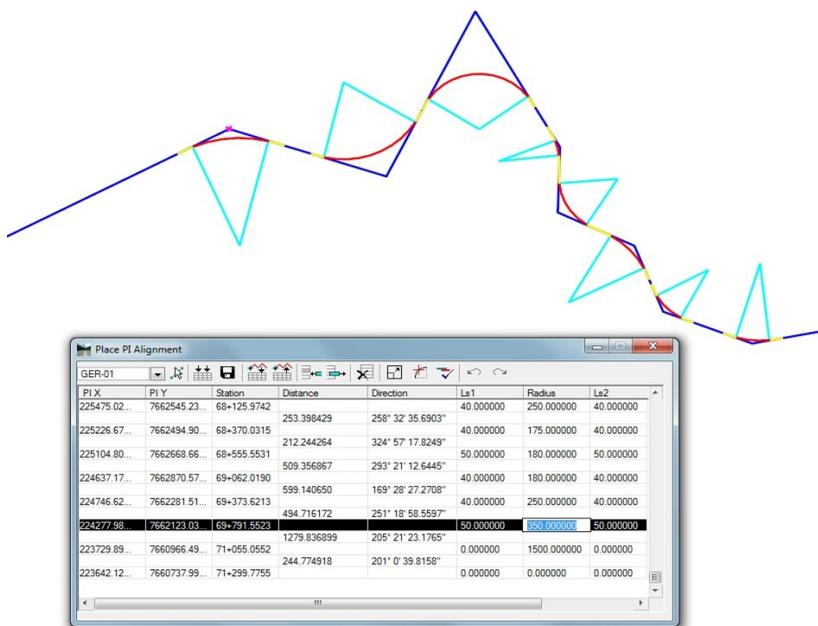
O Power GEOPACK é um software específico para a área de Transportes. Seu uso é pouco difundido no Brasil, possuindo como único usuário no país a consultora Prosul - Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda., tendo em vista o foco de vendas da desenvolvedora para o país ser o Power Civil, este sim sendo comum entre as empresas do ramo de transportes. O Power GEOPAK é de uso comum nos Estados Unidos, sendo utilizado por empresas e órgãos rodoviários estaduais naquele país.

O projeto de uma interseção através dos softwares utilizados pode ser dividido em quatro partes: Alinhamento Horizontal, Perfil Longitudinal, Caimentos Transversais e Seções Transversais. Todas as quatro são partes de um todo e não podem ser pensadas sem levar em consideração o restante. Portanto, quando o projetista contempla as possíveis soluções para determinada interseção, deve levar em consideração a influência dos parâmetros específicos a cada uma das áreas que podem vir a limitar a sua escolha e a partir destas realizar o seu estudo.

### 3.2.1 Alinhamento Horizontal

O alinhamento horizontal consiste no “desenho” que é visto como resultado final do projeto de uma interseção, com a exceção do offset. No entanto para seu desenvolvimento, além de ferramentas gráficas são utilizadas ferramentas específicas para projetos rodoviários, sendo a mais importante o *Horizontal Alignment Generator* (gerador de alinhamento horizontal), mostrada na Figura 3.4.

**Figura 3.4 - Gerador de Alinhamento Horizontal**



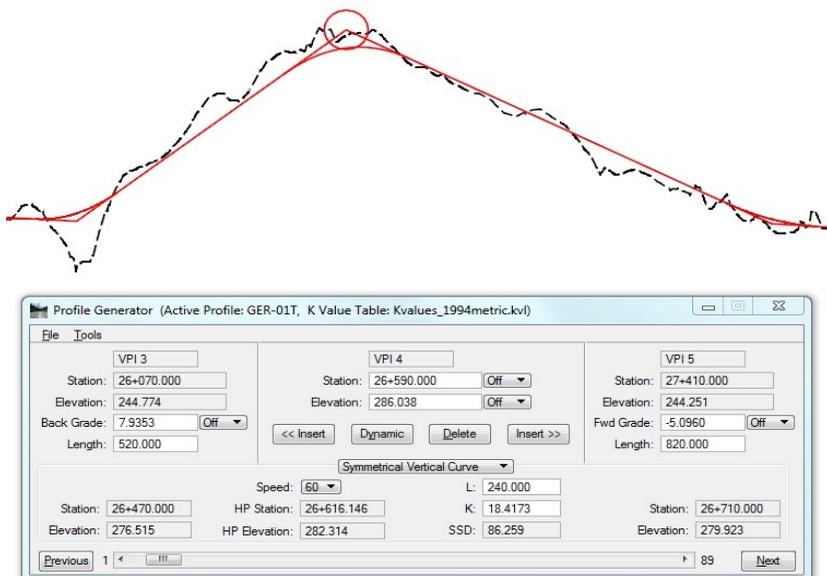
Esta ferramenta tem a função de criar eixos. Os eixos são compostos de “n” PIs, ou pontos de inflexão, sendo possível inserir curvas circulares, com curvatura determinada, entre estes, ou mesmo curvas de transição, com comprimento determinado, entre as circulares e as tangentes.

### 3.2.2 Perfil Longitudinal

O perfil longitudinal é o correspondente vertical ao eixo horizontal, este determina o traçado vertical do eixo em questão. Os softwares específicos também apresentam ferramentas próprias para o desenvolvimento do perfil, no caso do Power GEOPAK sendo chamada

de *Vertical Alignment Generator* (gerador de alinhamento vertical). Na Figura 3.5 pode ser vista a ferramenta em utilização.

**Figura 3.5 - Gerador de Alinhamento Vertical**



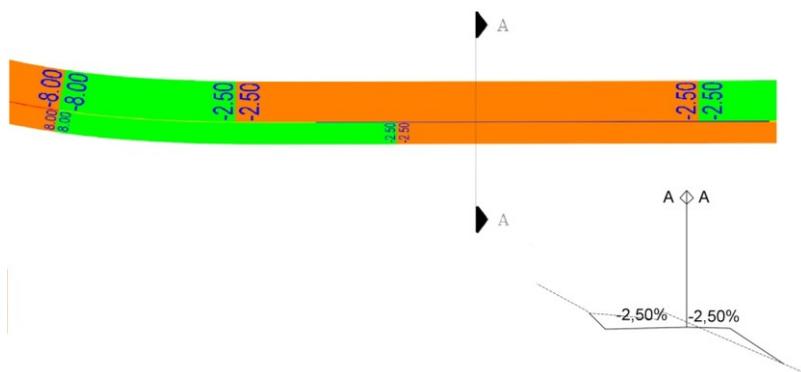
O gerador de alinhamento vertical, de maneira semelhante ao gerador de alinhamento horizontal, permite que sejam criados PIVs (pontos de inflexão vertical), e entre estes sejam determinadas as curvas de concordância vertical. A ferramenta permite que as curvas verticais possam ter por critério definidor tanto o raio vertical como o comprimento da curva. Esta ferramenta apresenta melhor trabalhabilidade frente a sua contraparte horizontal, pois apresenta vários pontos de controle, enquanto o gerador de alinhamento horizontal fica muito dependente dos elementos gráficos do MicroStation.

### 3.2.3 *Caimentos Transversais*

Outro elemento importante em um projeto é a definição dos caimentos transversais a que os elementos que compõem a via estarão submetidos. O Power GEOAPK permite que isto seja feito de duas formas. A primeira é através de um elemento chamado *shape*, onde este armazena a informação dos caimentos transversais, além da sua variação

ao longo do eixo. A segunda forma é através dos chamados *templates*, que são “regras” de como o caimento transversal (abaulamento) dos elementos da via devem se comportar em segmentos determinados, mas não é necessária a criação de elementos para isso. Em interseções devido a intensa variação de caimentos transversais, variação na largura de seção transversal e dos elementos abrangidos pelo eixo, o uso de *shapes* se torna mais atrativo, e portanto adotado neste trabalho, pois além de apresentar uso mais simples nessas condições, permite maior controle ao projetista. Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** pode ser visto um exemplo de um *shape*, os números representam o caimento transversal em relação ao eixo, se positivos o caimento é ascendente. Os números indicam o caimento transversal nos extremos do elemento, se iguais em ambos os lados não há variação do caimento neste, no entanto se os valores diferem é indicação que há variação neste segmento.

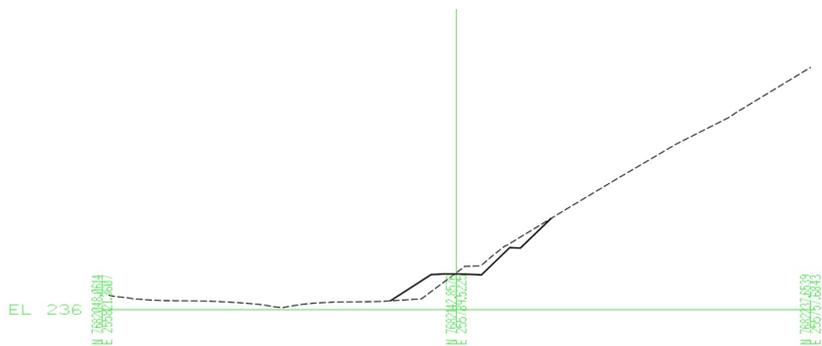
**Figura 3.6 - Exemplo de Shape**



### 3.2.4 Seções Transversais

As seções transversais são os elementos que reúnem as informações dos três elementos apresentados anteriormente – alinhamento horizontal perfil longitudinal e caimento transversal. Estes elementos resumem em si grande parte das informações sobre a via que representam, sendo através dos dados contidos nestas representações gráficas gerada a Nota de Serviço. A Nota de Serviço é o documento de geometria mais importante para a execução da via em questão. a Figura 3.7 mostra um exemplo de seção transversal já gabaritada.

Figura 3.7 - Seção Transversal



## 4 RESULTADOS

### 4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para a confecção do projeto da interseção entre as avenidas Deputado Antonio Edu Vieira e Prefeito Waldemar Vieira, foi obtido junto a empresa PROSUL o levantamento topográfico do local realizado em 2013, assim como a restituição aerofotogramétrica de 2007 da região. No entanto, dados de tráfego do local não foram obtidos nem coletados, acarretando em uma falta de segurança e precisão em certas tomadas de decisão durante o projeto. Devido a falta das informações coletadas através de um estudo de tráfego, foi necessário serem feitas certas suposições com base empírica, ou seja, por meio da observação do tráfego local, sendo então considerados como principais os fluxos entre o centro da cidade e a UFSC, seguidos como segundo maiores fluxos os que ocorrem entre a UFSC e o sul da ilha. Outros movimentos foram considerados como tendo um fluxo menor e consequentemente tratados como secundários em relação aos citados anteriormente. Durante o texto deste capítulo serão citados alguns eixos dos ramos que compõem a configuração final da interseção a fim de facilitar o entendimento do texto e propiciar maior facilidade na localização dos elementos citados, nestes casos deve ser consultada a planta da interseção constante no apêndice deste trabalho.

O manual de projeto de interseção do DNIT determina, através da Tabela 4.1, as larguras dos ramos de interseções a serem adotadas. Neste projeto, sempre que necessário, a mesma foi obedecida utilizando a condição “B” e, nos casos de uma faixa de trânsito, foi adotado o caso II, a fim de garantir a continuação do tráfego mesmo em caso de um veículo parar na faixa de rolamento. A referida tabela indica larguras adequadas para que o ramo de uma interseção consiga, com conforto e segurança, comportar os veículos que por esta trafegam. Vale ressaltar que os valores ali elencados são exclusivos para alças de interseções, possuindo maiores dimensões em relação às vias de acesso devido ao caráter conflitante que o tráfego assume em tais locais.

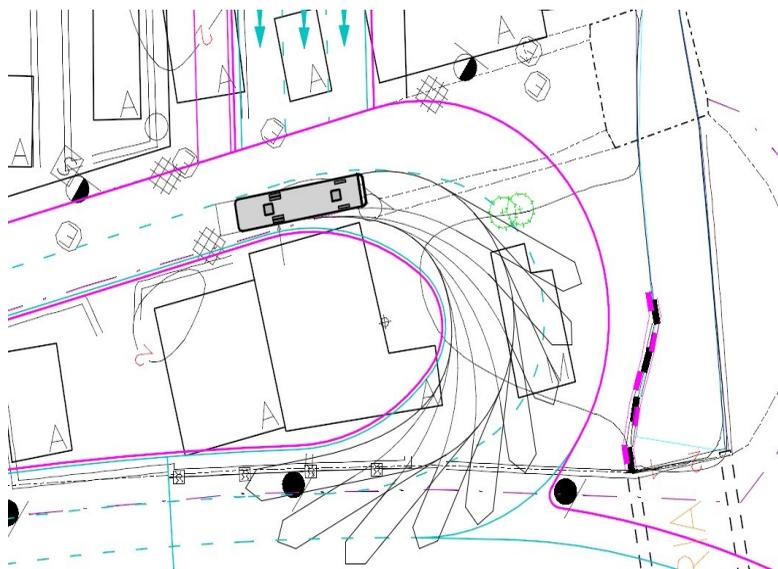
Tabela 4.1 - Largura das Pista de Conversão

Raio do bordo interno da pista (m)	Caso I Uma faixa de trânsito sem previsão de passagem à frente			Caso II Uma faixa de trânsito com previsão para passagem de um veículo parado			Caso III Duas faixas de trânsito, com um ou dois sentidos		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15	5,4	5,5	7,0	6,0	7,8	9,2	9,4	11,0	13,6
25	4,8	5,0	5,8	5,6	6,9	7,9	8,6	9,7	11,1
30	4,5	4,9	5,5	5,5	6,7	7,6	8,4	9,4	10,6
50	4,2	4,6	5,0	5,3	6,3	7,0	7,9	8,8	9,5
75	3,9	4,5	4,8	5,2	6,1	6,7	7,7	8,5	8,9
100	3,9	4,5	4,8	5,2	5,9	6,5	7,6	8,3	8,7
125	3,9	4,5	4,8	5,1	5,9	6,4	7,6	8,2	8,5
150	3,6	4,5	4,5	5,1	5,8	6,4	7,5	8,2	8,4
Tangente	3,6	4,2	4,2	5,0	5,5	6,1	7,2	7,9	7,9
<b>Modificação da largura em face das condições dos bordos do pavimento</b>									
Acostamento Não estabilizado	-			-			-		
Meio-fio transponível	-			-			-		
Meio-fio intransponível:									
Um lado.	+ 0,30 m			-			+ 0,30 m		
Dois lados.	+ 0,60 m			+ 0,30 m			+ 0,60 m		
Barreira rígida:									
Um lado	+ 0,60 m			+ 0,30 m			+ 0,60 m		
Dois lados	+1,20 m			+ 0,60 m			+ 1,20 m		
Acostamento estabilizado de um ou dois lados.	Largura da faixa para as condições B e C pode ser reduzida em tangente para 3,60 m se o acostamento for igual ou superior a 1,20 m			Subtraia a largura do acostamento. A largura não deve ser menor que a correspondente ao Caso 1.			Subtraia 0,60 m se a largura do acostamento for igual ou superior a 1,20 m.		
A = Predominam veículos VP, mas é dada alguma consideração para veículos CO. B = Número suficiente de veículos CO para governar o projeto, mas é dada alguma consideração para veículos SR. C = Número suficiente de veículos O e SR para governar o projeto.									

Fonte: DNIT (2005, p. 251).

Quando houve a necessidade da utilização de curvas com raio muito pequeno, foi utilizado um gabarito horizontal do veículo de projeto (Semirreboque), excetuando as conversões em frente ao supermercado Baía Sul, onde foi utilizado um gabarito de Ônibus. Nestas curvas, os raios são determinados por tentativas, de modo que estes se ajustem a trajetória desejada do veículo considerado, garantindo folga de 0,60m na largura para segurança em sua operação, como pode ser visto na Figura 4.1.

**Figura 4.1 - Exemplo de Uso do Gabarito Horizontal**



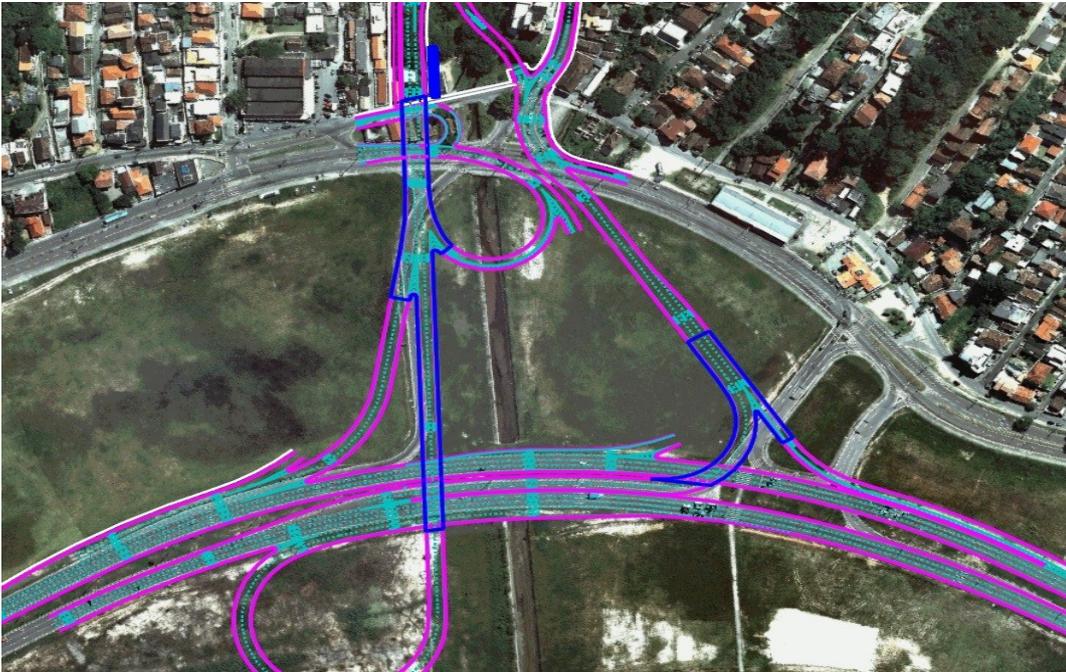
## 4.2 DESENVOLVIMENTO

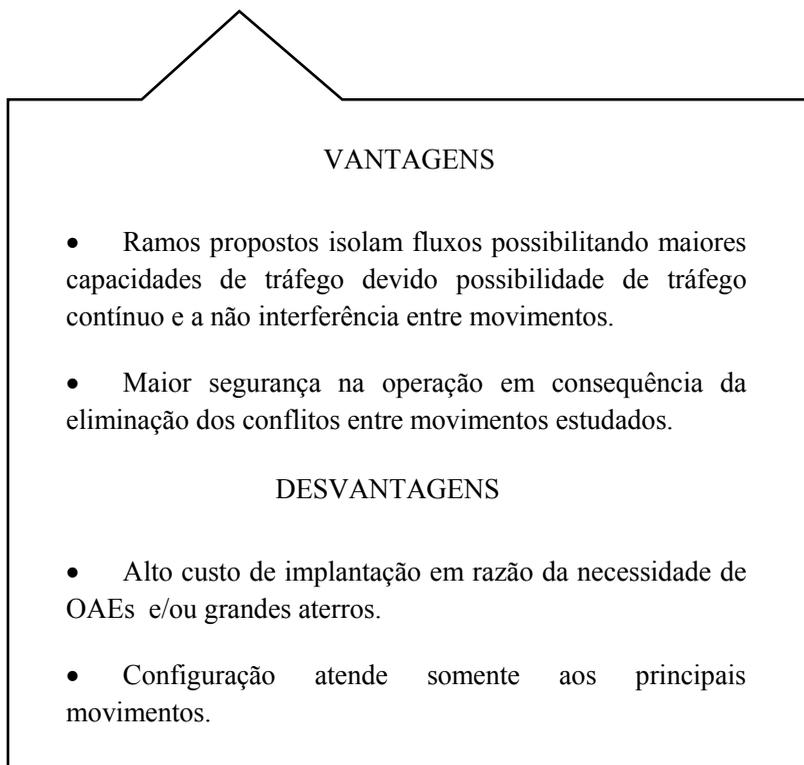
A ideia inicial do projeto da interseção do Armazém Vieira, era separar somente os movimentos Centro-UFSC e UFSC-Centro, pois foi suposto que estes possuem um maior tráfego de veículos. Os movimentos restantes permaneceriam com cruzamentos em nível e se utilizariam da configuração do projeto da PMF, visando um menor custo de implantação na modificação da interseção. Para isolar os movimentos de maior tráfego seria implantada uma via elevada que faria ligação direta entre a Edu Vieira e a Beira Mar Sul (eixo-01), além de um viaduto que transporia a Beira Mar Sul no sentido Centro-UFSC.

Ainda antes de se iniciar o projeto propriamente dito, foi realizada nova análise da interseção, onde ficou evidente que não só poderiam ser realizadas melhorias em sua configuração, como esta ainda não atendia a todos os movimentos hoje ali presentes. Por exemplo, uma das constatações foi a de que os fluxos entre a universidade federal e o sul da ilha, continuariam apresentando conflito com o tráfego de passagem na Beira Mar Sul tendo em vista estes movimentos se utilizarem de semáforos para cruzar a via. Para resolver tal situação foram consideradas duas novas ideias, o prolongamento da via elevada formando uma interseção do tipo trombeta (entre o km 1+260 e 1+843,22 do eixo-01, vide apêndices), e a criação de um ramo de ligação, vindo do sul da ilha, no viaduto do movimento Centro-UFSC (eixo-02), isolando assim ambos os fluxos.

Essas modificações na configuração do projeto da PMF, além de isolar os maiores fluxos, acarretaram na eliminação da necessidade dos semáforos existentes na Beira Mar Sul, pois todos movimentos garantidos por estes foram isolados. A retirada dos semáforos Beira Mar Sul foi um dos pontos visados pelo projeto tendo em vista esta ser a principal ligação ao sul da ilha, apresentando caráter de via arterial, devendo assim atender a função de mobilidade e ser livre de interrupções. As Figura 4.2 e Figura 4.3 mostram o desenvolvimento do projeto nesta etapa, ilustram os elementos citados, assim como ressalta os pontos fortes e fracos da configuração.

Figura 4.2 - Viadutos dos Principais Fluxos

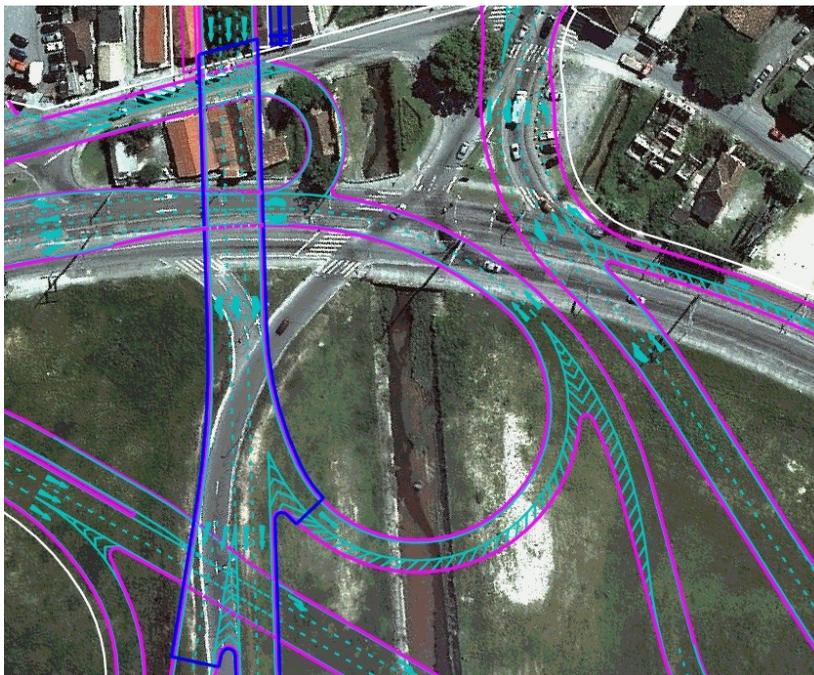




**Figura 4.3 - Quadro Avaliativo 01**

Permanecia sem solução o problema dos fluxos UFSC-Saco dos Limões e UFSC- Costeira, que ainda não podiam ser realizados dentro da interseção. Neste ponto do projeto foi previsto uma alça saindo da via elevada, Figura 4.4, e cruzando por baixo da mesma, esta ligando a Avenida Waldemar Vieira, resolvendo assim o movimento UFSC-Saco dos Limões. Prever nova alça semelhante afim de resolver o fluxo UFSC-Costeira seria contrário às recomendações de Leisch, que sugere que devem ser evitadas, quando possível, saídas consecutivas no mesmo lado da via, haja vista a confusão que isso pode causar nos condutores. Tendo em vista essa recomendação foram estudadas alternativas para resolução do acesso à costeira que não envolvessem um novo ramo, mas sim se utilizando do já projetado para atender o bairro do Saco dos Limões.

**Figura 4.4 - Alça de Saída (eixo-08)**



Paralelo a esse raciocínio, vislumbrou-se uma ligação direta entre os bairros da Costeira e do Saco dos Limões, que poderia vir a ser utilizada para também resolver o movimento entre a UFSC e a Costeira. Essa ligação foi prevista com duas faixas por sentido, como é atualmente, onde cada um destes passaria em um lado oposto da alça que desce da via elevada, conforme a Figura 4.5.

Figura 4.5 - Concepção Inicial



Ficava pendente ainda a definição de qual dispositivo geométrico organizaria os tráfegos da ligação entre os bairros adjacentes a interseção e o advindo da alça que desce do eixo-01. Este é um dos grandes desafios do projeto, pois além destes fluxos, há neste local a confluência da rua João Motta Espezim, da servidão João Medeiros Junior e o acesso ao supermercado Baía Sul. Neste ponto do projeto, mostrado na Figura 4.5, imaginou-se o uso de semáforos entre estes fluxos conflitantes, no entanto nem todos os movimentos teriam sido solucionados, como o de veículos vindos da Costeira e Carvoeira em direção ao Centro.

**Figura 4.6 - Quadro Avaliativo 02**

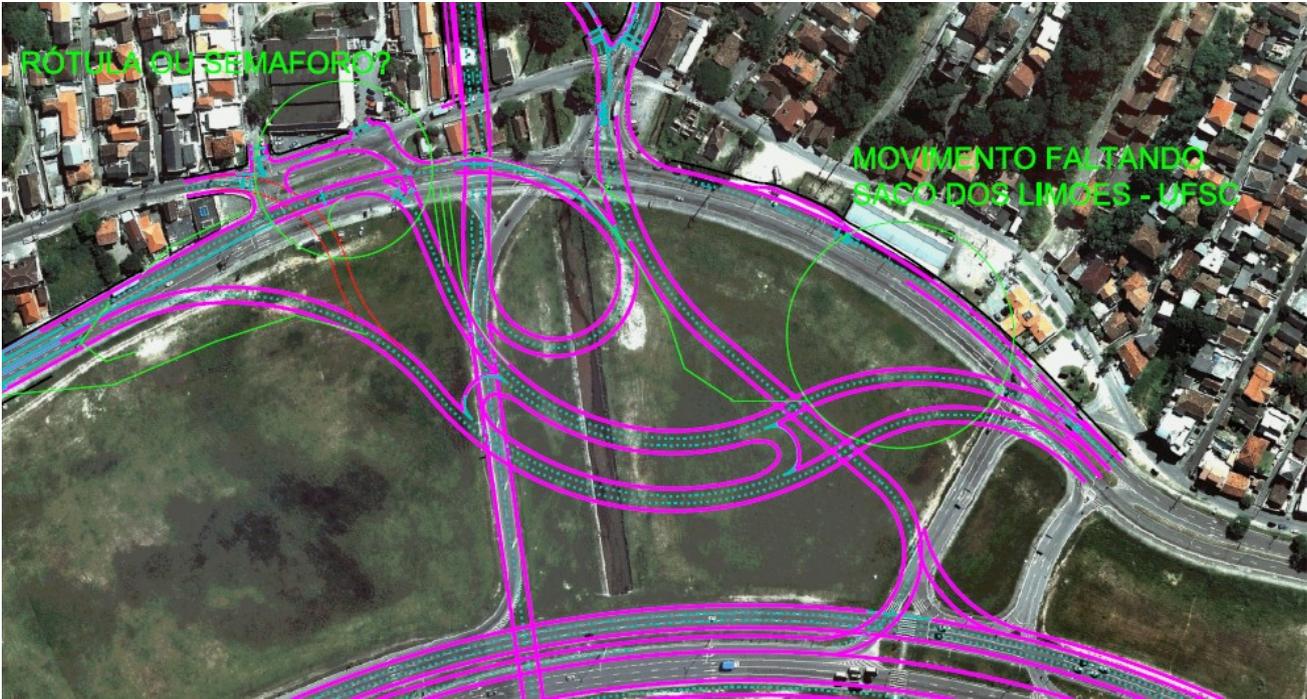
<p style="text-align: center;"><b>VANTAGENS</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Configuração apresenta movimentos entre os bairros Saco dos Limões e Carvoeira, entre o Saco dos Limões e a UFSC, além do movimento Carvoeira-UFSC.</li></ul> <p style="text-align: center;"><b>DESVANTAGENS</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Muitos movimentos ainda não estão contemplados.</li><li>• Imprecisão quanto a raios, larguras e distâncias indicadas em norma.</li></ul>
---

Avançando nos estudos logo se tornou evidente que a ligação entre as ruas João Mota Espezim e a Aldo Alves, cruzando a avenida Edu Vieira, deveria ser retirada do projeto, pois invariavelmente causaria a necessidade de um semáforo no local. Tal definição liberou uma área maior para resolver a questão anterior, sendo esta posteriormente imprescindível para a solução adotada.

A seguir foi realizado o primeiro estudo de greide da interseção, pois até então os desenhos das vias e ramos estavam sendo feitos de forma puramente conceitual, ou seja, sem haver muita preocupação com larguras, raios e distâncias necessárias que deveriam ser respeitadas. O estudo do greide apontou para a necessidade de pelo menos 150m de distância entre o ponto onde um viaduto cruza uma via e o ponto onde o perfil longitudinal volta a ficar em nível, dimensão esta considerando um K (5 côncavo e 7 convexo) compatível com velocidade de 40 km/h e rampa vertical de 6%. O gabarito vertical considerado para tal cálculo foi de 5,5m, com uma altura de viga da obra de arte especial prevista em 2,0m.

O cálculo da distância mínima para a descida do greide depois de um viaduto teve um grande impacto no que se vinha estudando até então, pois esta era uma nova restrição de projeto que ocasionava uma série de mudanças. A primeira, e principal, foi o posicionamento das vias de ligação entre os bairros da Costeira e Saco dos Limões, que não passariam mais separadas pela alça do eixo-08, mas sim juntas contornando esta. Isto resultou em dificuldades adicionais para a orientação do tráfego na confluência em frente ao supermercado Baia Sul, pois a ideia até então era juntar os fluxos UFSC-Saco dos Limões e Costeira-Saco dos Limões antes daquele ponto. A Figura 4.7 ilustra a configuração que o projeto assumiu neste período.

Figura 4.7 - Segunda Configuração



Estava prevista a princípio uma rótula alongada entre os eixos-05 e 06, esta tendo a finalidade de atender os movimentos de retorno, assim como de alguma forma possibilitar a implantação de um ramo (não desenhado na Figura 4.7) que daria acesso à Beira Mar Sul, resolvendo assim o fluxo Costeira-Centro. A configuração mostrada continuava apresentando problemas, pois esta não apresentava solução para o movimento Saco dos Limões-UFSC, além de a situação em frente ao supermercado Baía Sul ainda se manter. A questão relativa ao movimento faltante poderia até ser resolvida com um novo ramo saindo do eixo-05 após a rótula alongada, cruzando em nível o eixo-06, se utilizando de um semáforo para tanto, e se conectando ao eixo-11. No entanto o problema do Baía Sul, da forma que se encontrava, necessitava de semáforos com 4 tempos, o que tornava tal alternativa indesejável. As principais características da configuração estão resumidas na Figura 4.8.

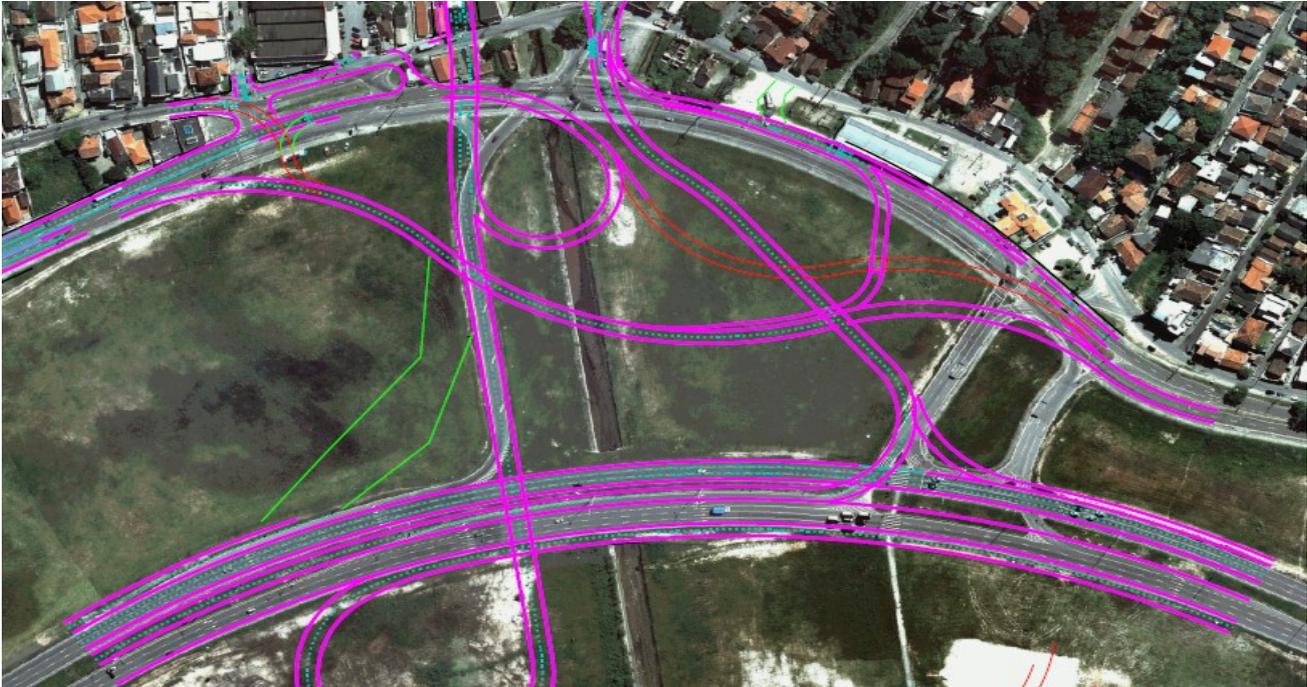
**Figura 4.8 - Quadro Avaliativo 03**

<p style="text-align: center;">VANTAGENS</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Configuração, que com algumas alterações, poderia permitir todos os movimentos necessários na interseção.</li></ul> <p style="text-align: center;">DESVANTAGENS</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Semáforo de 4 tempos necessário, em frente ao Baía Sul, para que todos os movimentos fossem contemplados.</li><li>• Cruzamento em nível no entre os movimentos Saco dos Limões-UFSC e Costeira-Saco dos Limões.</li></ul>
--

Novas ideias foram formadas para resolver a questão. A primeira era a de não ser criado um ramo fazendo uma ligação direta entre a Carvoeira e o eixo-06, a ideia seria fazer com que o fluxo que quisesse realizar tal movimento primeiro deveria acelerar até a

velocidade da via e entrar no fluxo da Avenida Waldemar Vieira em sentido ao sacco dos limões, depois entrelaçando entre suas faixas para aí sim entrar em uma faixa de desaceleração e só então retornar através de uma faixa específica. Essa alternativa não chegou a ser representada graficamente, e por isso não será mostrada aqui, pois as distâncias necessárias para fazer tal operação seriam muito grandes e sua implementação somente traria o benefício de eliminar um dos tempos nos semáforos perto do Baía Sul. Uma segunda possibilidade foi estudada, e é mostrada na Figura 4.9

Figura 4.9 - Terceira Configuração



Esta nova configuração procurava a solução para os problemas através da junção dos eixos 06 e 08, antes da região conflitante. Tal configuração não foi prontamente adotada como a de projeto, devido a dois possíveis problemas: o cruzamento semaforizado do eixo-06 com o movimento Saco dos Limoes-UFSC e o entrelaçamento entre os fluxos dos eixos 06 e 08, que poderia vir a gerar lentidão ou filas no local. Tais questões só poderiam ser analisadas em profundidade com um estudo de tráfego adequado da interseção. As principais características da configuração estão resumidas na Figura 4.10.

**Figura 4.10 - Quadro Avaliativo 04**

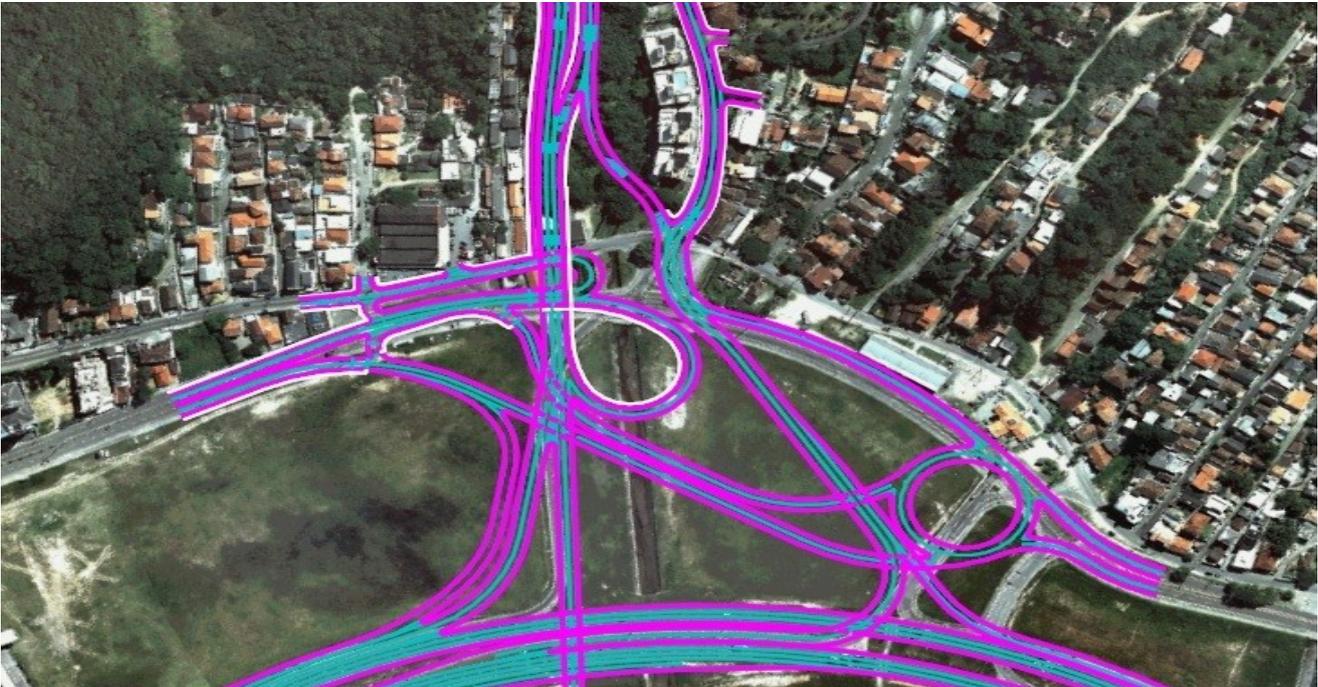
<p style="text-align: center;"><b>VANTAGENS</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Configuração permite todos os movimentos</li><li>• Redução em 1 tempo nos semáforos em frente ao Baía Sul frente a variante anterior.</li></ul> <p style="text-align: center;"><b>DESVANTAGENS</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Semáforo de 3 tempos necessário, em frente ao Baía Sul, para que todos os movimentos fossem contemplados.</li><li>• Cruzamento em nível no entre os movimentos Saco dos Limões-UFSC e Costeira-Saco dos Limões.</li></ul>
--

Outra alternativa foi estudada na sequência. A ideia básica seria usar duas rótulas para resolver os conflitos onde estavam previstos semáforos, uma em frente ao supermercado Baía Sul e outra em frente ao posto de saúde da Costeira. Para a rotatória da costeira foi estudada uma rótula com um raio de 30m, visando um maior espaçamento entre entradas e saídas, propiciando maior segurança e conforto ao usuário. Esta atendeu as expectativas e foi mantida como elemento do projeto final da interseção, tal alternativa é interessante pois o número de

entradas e saídas da rótula não é muito elevado. A mesma solução foi estudada no outro ponto de conflito, mas devido ao elevado numero de entradas e saídas, destas se localizarem muito próximas uma das outras e de ter de ser mantido o acesso ao supermercado em si, a rótula não se mostrou uma alternativa muito vantajosa neste local, sendo mantidos então os semáforos previstos anteriormente.

Por fim, a ideia de se fazer uma espécie de rotatória em frente ao Baía Sul, de forma paralela as pistas que vão em direção ao bairro Saco dos Limões, passou a ser analisada. Este novo elemento age de forma com que o fluxo da rua João Motta Espezim, da servidão Silvério João Ferreira e do próprio supermercado, entrem na atual Avenida Waldemar Vieira e possam ir em direção a Costeira ou ao Centro, organizados através de semáforos. Para tanto foi criado um ramo em cunha para o acesso entre os eixos 05 e 06. A Figura 4.11 mostra a configuração com os elementos descritos acima e a Figura 4.12 enumera alguns pontos desta.

Figura 4.11 - Quarta Configuração



**Figura 4.12 - Quadro Avaliativo 05**

<p style="text-align: center;">VANTAGENS</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Rótula projetada elimina a necessidade de semáforo e organiza o tráfego no local, permitindo também retornos de forma mais rápida.</li></ul> <p style="text-align: center;">DESVANTAGENS</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Semáforo de 3 tempos necessário, em frente ao Baía Sul, para que todos os movimentos fossem contemplados.</li></ul>
---

A configuração exibida na Figura 4.11 havia sido escolhida como a final de projeto. Todavia, quando da escrita deste capítulo foi necessário mostrar os fatores que levaram a não escolha da configuração ilustrada na Figura 4.9, viu-se que esta quando adicionada da rótula em frente ao posto de saúde da costeira e do dispositivo proposto em frente ao supermercado Baía Sul, resultava em uma configuração bastante promissora, mais a frente vindo a ser adotada como a final do projeto e estando contida no apêndice deste trabalho. A nova alternativa removia por completo os cruzamentos em nível no projeto, eliminando assim a necessidade de qualquer semáforo nesta, desta forma aumentando a capacidade das vias diretamente envolvidas. Cabe ressaltar que o sentido de tráfego da rua João Motta Espezim para esta configuração deva ser alterado para que suas duas faixas de rolagem sigam em direção a Carvoeira, caso contrário permaneceria a necessidade de um dispositivo para organizar o tráfego no local.

**Figura 4.13 - Quadro Avaliativo 06**

<p style="text-align: center;"><b>VANTAGENS</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Configuração com maior capacidade nos movimentos secundários em razão da ausência de semáforos.</li></ul> <p style="text-align: center;"><b>DESVANTAGENS</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Movimentos Carvoeira-Centro e Costeira-Centro com percurso mais longo dentro da interseção.</li></ul>
--

A fim de fornecer subsídios para a tomada de decisão na escolha da configuração que apresentaria as características mais vantajosas, foi utilizada a Metodologia de Ponderação dos Fatores Leisch (2005) já descrita anteriormente. A Tabela 4.2 resume as notas dadas para cada uma das alternativas.

**Tabela 4.2 - Aplicação do Método de Ponderação dos Fatores de Leisch**

ITEN	PESO	Alternativa 01 (Figura 4.11)	Alternativa 02 (apêndice)
Características Operacionais	25	8	10
Segurança	20	8	10
Custo	25	10	9
Implantação	15	10	10
Considerações Socioambientais	15	10	10
Nota Final (aplicados os fatores)	Total - 100	91,0	97,5

As notas para cada uma das configurações foram atribuídas de forma subjetiva e de acordo com a opinião pessoal, derivada da experiência prática do autor deste trabalho. Foi atribuída nota 10 para a alternativa que no item se mostrasse mais vantajosa, e a nota dada para a segunda configuração foi valorada em relação ao mérito desta frente a de melhor característica. Devido ao resultado obtido através da metodologia de ponderação utilizada, houve a mudança na configuração adotada como a final de projeto, decisão esta tomada com maior segurança em razão desta aplicação. O projeto final da interseção entre a rua Deputado Antônio Edu Vieira e a Avenida Prefeito Waldemar Vieira

se encontra nos apêndices deste trabalho, lá estando as plantas de interseção (PIs) assim como os perfis longitudinais (PFs) dos principais ramos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os constantes congestionamentos na rua Deputado Antônio Edu Vieira mostram que a via não atende mais o volume de tráfego que ali passa diariamente, ficando claro que um dos principais gargalos desta é a interseção semaforizada em frente ao Armazém Vieira. Os semáforos nesta região são um dos grandes responsáveis pelas filas que se formam ali, pois interrompem o fluxo nesta via de grande movimento, chegando a influenciar o tráfego de veículos alguns quilômetros distantes, como pode ser observado no horário de pico. Visando resolver o problema a PMF contratou um projeto de duplicação com implantação de faixas exclusivas para ônibus nesta via.

O projeto da PROSUL trará um grande aumento na capacidade da rua Deputado Antônio Edu Vieira tendo em vista não só a duplicação do número de faixas desta, como a reformulação das interseções presentes na via, além do incentivo ao uso de transporte coletivo e a redução no número de veículos trafegando na região devido ao uso deste outro modal. No entanto o projeto já nasce com limitações, tendo em vista todas as interseções previstas neste submeterem o tráfego de passagem a cruzamentos em níveis, semaforizados ou não. Cabe ressaltar que as limitações foram impostas pela própria PMF, tendo em vista o alto custo de interseção em desnível, assim como resistência por parte da comunidade acadêmica ali presente.

Visando retirar do sistema os conflitos, redução da capacidade e segurança ocasionados pelos cruzamentos em nível que uma interseção semaforizada proporciona, chegou-se através deste estudo a uma configuração de interconexão tal que isolou cada um dos movimentos presentes nesta, fazendo com que os principais somente interagissem através de entrelaçamentos. Além dos já citados aumento de capacidade e segurança proporcionados pela interseção em dois níveis projetada, esta proporciona outros benefícios, como o movimento de retornos para todos os fluxos presentes, assim como a diminuição nos tempos de espera, este último influenciando diretamente na formação de filas na região, problema que deveria ser solucionado com o projeto contratado pela PMF.

Durante o desenvolvimento do projeto ficou clara a importância das normas do DNIT relativas a interseções, assim como recomendações expostas em normas e textos técnicos internacionais de países com maior tradição na área, pois estes dão subsídio e segurança ao projetista na elaboração do mesmo, fazendo com que o profissional seja capaz de

produzir projetos de qualidade de acordo com as necessidades da sociedade.

### **5.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS**

Como complementação e conclusão do projeto geométrico da interseção, recomenda-se para trabalhos futuros que seja realizado o estudo de tráfego na interseção existente, tendo como finalidade a obtenção de dados que permitam definir com confiança os fluxos de veículos para cada um dos movimentos presentes no local. Com essa informação seria possível se utilizar de métodos de microsimulação e eliminar o subjetivismo presente no trabalho. Com os dados do estudo também pode ser realizado o projeto de pavimentação da interseção, tendo em vista o número "N" ser obtido através deste.

Sugere-se também a realização dos demais elementos geométricos que ficaram fora deste projeto, tais como as seções transversais dos ramos, o que permitiria a obtenção dos volumes de terraplanagem da interseção, sendo este um primeiro passo para uma análise de custo da mesma.

## 6 REFERÊNCIAS

DNER, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Manual de projeto geométrico de rodovias rurais**. Rio de Janeiro, 1999.

DNER, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Manual de projeto de interseções**. Rio de Janeiro, 2005.

DNER, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas**. Rio de Janeiro, 2010.

LEISCH, Joel P. **Freeway and Interchange: Geometric Design Handbook**. Washington: Intitute os Transportation Engineers, 2005.

LEE, Shu Han. **Introdução ao projeto geométrico de rodovias**. 3.ed. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2008.

## **7 APÊNDICE**