

Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina
Diretoria de Estudos e Projetos

Diretrizes para a Concepção de Estradas (DCE)

**Interseções
DCE-I**

Parte 2: Interseções a Níveis Diversos

DCE-I-2

Fevereiro/2000



**Diretrizes
para a Concepção de Estradas
(DCE)**

**Interseções
DCE-I**

Parte 2: Interseções a Níveis Diversos

DCE-I-2

Notas Preliminares

Esta Publicação é tradução das publicações de origem alemã intituladas “ **Richtlinien für die Anlage von Landstrassen (RAL) , Teil : Knotenpunkte (RAL - K) , Abschnitt 2 : Planfreie Knotenpunkte (RAL- K - 2) , Ausgabe 1976** e **Aktuelle Hinweise zur Gestaltung planfreier Knotenpunkte ausserhalb bebauter Gebiete - Ergänzungen zu den RAL - K - 2 (AH - RAL - K - 2) , Ausgabe 1993** . Será utilizado pelo Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina para a Concepção de Interseções a Níveis Diversos. As diferenças sensíveis, se houverem, entre alguns dados usados na aplicação do processo por força de comportamento dos participantes do trânsito, diferenças entre veículos, etc., por hora serão desconsiderados, pois, as diferenças de resultados, se existirem, não representariam um erro grosseiro a ponto de comprometer a praticidade destes resultados. Mesmo porque, nos levantamentos dos dados e na manipulação destes para a obtenção dos parâmetros utilizados na aplicação do processo, existe tal empirismo que, talvez, uma busca por um preciosismo não seria nem realístico e nem prático.

A opção de traduzir as publicações originais e aplicar os seus conceitos é perfeitamente válida, partindo do princípio de que, essas publicações originais, desde a idealização até a finalização, foram, sem dúvida, objetos de amplas pesquisas e estudos e não caberia a nós mudar ou adaptar conceitos sem pesquisas e/ou estudos conduzidos propriamente. Se assim procedêssemos, isto é, tentássemos adaptar as publicações originais sem estes cuidados, ai sim estaríamos incorrendo em erros grosseiros quando da aplicação do método. Caberá ao DER-SC, portanto, no futuro, promover pesquisas, estudos e observações do método aqui contido.

Com a divulgação desta Publicação objetivamos, portanto, suprir o DER-SC de ferramentas práticas e simples para resolver seus problemas relacionados com a concepção de interseções.

Talvez algum conceito desta publicação não possa ser aplicado devido à insuficiência de dados. Nestes casos então procurou-se uma outra forma de solucionar o problema com a aplicação de um outro processo, o qual constará em local apropriado. Por força de legislação brasileira e outras diferenças marcantes, poderão aparecer valores diferentes relativamente às publicações originais. Estas mudanças, sempre que existirem, estarão devidamente anotadas.

Para finalizar, queremos deixar aqui nossos votos de um bom uso destas diretrizes, que seja aplicada com critério e racionalidade e que, cada vez mais, tenhamos boas soluções para os nossos problemas na área de engenharia de estradas.

NOTA : O DER - SC não é responsável por erros de tradução porventura existentes.

Diretoria de Estudos e Projetos

Índice

0. Introdução	9
1. Área de Validade	11
2. Princípios Básicos em Relação ao Projeto de Interseções	13
2.1 Generalidades	13
2.2 Segurança	13
2.3 Capacidade	13
2.4 Economia.....	14
3. Pré-Considerações em relação ao Projeto de Interseções	15
3.1 Documentação para a Concepção	15
3.2 Escolha da Pista Direta.....	15
3.3 Velocidade de Projeto na Interseção.....	15
3.4 Distanciamento entre as Interseções	15
3.5 Posicionamento da Interseção	16
3.5.1 Generalidades	16
3.5.2 Plano Horizontal	16
3.5.3 Plano Vertical	16
3.6 Considerações sobre os Serviços de Manutenção	17
4. Sistemas de Interseções	19
4.1 Diretrizes Básicas para a escolha do Sistema de uma Interseção	19
4.2 Tipos de Ramos de Interligação	19
4.3 Interseções entre Auto-Estradas.....	20
4.3.1 Generalidades	20
4.3.2 Interseções de Três Braços	20
4.3.3 Interseções de Quatro Braços (cruzamentos de auto-estradas).....	22
4.4 Locais de Conexão	25
4.4.1 Generalidades	25
4.4.2 Interseções de Três Braços	25
4.4.3 Interseções de Quatro Braços	26
5. Dimensionamento e Construção	31
5.1 Generalidades	31
5.2 Ramos de Interligação 1)	31
5.2.1 Grupos e Tipos de Ramos.....	31
5.2.2 Elementos de Projeto nos Planos Horizontal e Vertical	31
5.2.3 Elementos de Projeto na Seção Transversal	33
5.3 Saídas	37
5.3.1 Generalidades	37
5.3.2 Configuração das Áreas para Saídas	37
5.3.3 Dimensões (medidas das faixas para acomodação nas saídas)	38
5.3.4 Formação da Ponta da Ilha.	38
5.4 Entradas	41
5.4.1 Generalidades	41
5.4.2 Configuração da Área para Entradas	41
5.4.3 Medidas das Faixas para as Entradas	45
5.4.4 Configuração da Ponta da Ilha	45

5.5 Faixas para Entrelaçamentos	46
5.5.1 Faixas para Entrelaçamentos em Pistas Diretas	46
5.5.2 Faixas para Entrelaçamentos em Áreas de Ramos de Interligação	46
5.6 Conexões de Ramos a Estradas Secundárias	46
5.7 Medidas da Visibilidade	50
5.7.1 Generalidades	50
5.7.2 Visibilidade de Movimentação Inicial	50
5.7.3 Visibilidade de Aproximação	51
5.8 Interseções a Níveis Diversos em Estradas de Pista Simples	52
6. Equipamento	53
6.1 Princípios Básicos	53
6.2 Placas de Sinalização de Trânsito	53
6.2.1 Generalidades	53
6.2.2 Adição de Faixas	53
6.2.3 Subtração de Uma Faixa	53
6.2.4 Casos de Aplicação	53

**Complementação para a DCE-I-2
DCE-I-2/A**

Índice	65
1. Generalidades	67
2. Sistemas de Interseções	69
3. Ramos de Interligação	73
4. Entradas, Saídas e Entrelaçamentos	75
5. Interseções a Níveis Diversos em Estradas de Pista Simples	79
6. O Equipamento	81
7. A Reconfiguração de Interseções a Níveis Diversos de Implantação Antiga através de Medidas Simples	83
8. Bibliografia	89
Glossário	91

0. Introdução

Interseções a Níveis Diversos são formadas por áreas e elementos parciais individuais (faixas diretas, áreas de saídas, áreas de entradas, ramos de interligação, etc...), que se sucedem em espaços definidos e que exigem do condutor do veículo ações especiais. Os princípios da uniformidade na elaboração da concepção valem, por isto, em primeiro lugar para estas áreas parciais e, em segundo lugar, para a totalidade da interseção. Para isto as diretrizes correspondem, devido a sua forma de elaboração, apresentando grande número de configurações básicas de sistemas de interseções (**item 4**). Os detalhes para a concepção podem ser encontrados, de preferência, ao se estudar as áreas parciais (**item 5**).

As diretrizes partem do princípio básico de que a característica do trecho fora da interseção não é

conservada nos ramos de interligação. Por meio da definição dos elementos da concepção, deve ser alcançada, conscientemente, uma restrição da liberdade de escolha no universo dos ramos de interligação e uma homogeneização do desenrolar do tráfego, para tornar claro aos participantes do trânsito os riscos em termos de segurança decorrentes da separação e da união de fluxos de tráfego. Os princípios de um traçado satisfatório de linhas em termos de harmonia estética devem freqüentemente ser subordinados à exigência por um reconhecimento inequívoco de pontos críticos. O desenrolar dos trabalhos de concepção de uma interseção a níveis diversos é mostrada no fluxograma do **Quadro 56**.

Os conceitos mais importantes estão listados no **Item 8** e explicados na **Quadro 57**.

1. Área de Validade

Os princípios contidos nestas diretrizes valem para construção nova, a ampliação e a reforma de interseções em auto-estradas e outras estradas rurais com pistas separadas para os sentidos de trânsito que se entrelaçam.

Os princípios básicos destas diretrizes devem também ser aplicados em outras estradas com interseções a níveis diversos.

São chamadas de interseções a níveis diversos tanto os entrelaçamentos entre auto-estradas entre si

(interseções de auto-estradas), os entrelaçamentos entre auto-estradas com a rede de estradas secundárias (locais de conexão), bem como também os entrelaçamentos de estradas de igual valor entre si que não possuam interseções de nível único.

Para os segmentos em áreas urbanizadas¹⁾, as diretrizes devem ser aplicadas se a característica local da rede e do trânsito corresponderem amplamente àquela de áreas não urbanizadas.

1) Já existem Diretrizes específicas para áreas urbanizadas
DCE-I-2 - 02/2000

2. Princípios Básicos em Relação ao Projeto de Interseções

2.1 Generalidades

Interseções a níveis diversos tem que ser implantadas de tal forma que:

- todos os movimentos do tráfego possam se desenrolar com segurança;
- a capacidade das áreas parciais seja individualmente suficiente para alcançar uma qualidade do desenrolar do tráfego correspondente à um trajeto sem interseções; e
- se justifiquem os gastos com segurança e qualidade suficiente do desenrolar do tráfego ao se avaliar as vantagens destes em comparações com os custos.

2.2 Segurança

Uma interseção a níveis diversos é segura em relação ao trânsito, em especial para pessoas não conhecedoras da região, quando for transitável, em suas áreas parciais, de uma maneira reconhecível em tempo hábil, visível, compreensível e não apresentar dificuldades para o motorista (ver **DCE-I-1**). Se estas exigências não puderem ser cumpridas simultaneamente, então terá que ser adotado um compromisso de se dar importância em primeiro lugar à segurança do desenrolar do tráfego.

Devido ao alto valor da característica do trajeto nas estradas com interseções a níveis diversos, das altas velocidades e da densidade do tráfego, os seguintes princípios terão que ser observados nestas interseções:

A *reconhecibilidade* pode muitas vezes ser conseguida através de uma sinalização de condução chamativa e que provoque reações em tempo hábil. Locais de saídas e entradas devem ser destacados por meio do tipo do traçado, assim como através de dispositivos inequívocos verticais e horizontais de orientação.

A *visibilidade* é assegurada em interseções a níveis diversos se forem criadas distâncias e áreas de visibilidade suficiente nas áreas parciais individuais e se for mostrado ao motorista o elemento do projeto imediatamente à frente de seu percurso de modo claro e inequívoco. Não há necessidade de uma visão global da interseção.

Para a *possibilidade de compreensão*, em geral a homogeneização das áreas parciais de interseções a níveis diversos é mais importante do que a homogeneização do conjunto. Além disso, a escolha certa do caminho pelo condutor não familiarizado com DCE-I-2 - 02/2000

o local só poderá ser conseguida através de uma sinalização indicadora clara e posicionada de tal maneira que permita a tomada de decisões em tempo hábil.

A passagem de um elemento menor do projeto para um outro relativamente maior exige extensão menor de adaptação do que a situação contrária. Devem ser almejadas distâncias suficientes entre os pontos de decisão, tanto em relação ao tempo como em relação ao espaço. Elementos relativamente pequenos que exigem uma diminuição repentina da velocidade terão que ser visualizados por meio de elementos geométricos do traçado (dobras óticas), de modo claro, mesmo que se abstenha da aplicação do princípio de traçado harmônico e estético. Pode-se também aumentar a compreensão através de uma sinalização de apoio, por meio de placas indicadoras (placas de orientação do trânsito, indicadores e, em casos especiais, marcações com setas de condução).

Assegura-se uma *boa possibilidade de trânsito* numa interseção a níveis diversos se estiverem à disposição trajetos necessários para a mudança da velocidade nos seguintes casos: quando as pistas corresponderem às exigências geométricas e dinâmicas de trânsito; quando os limites das pistas (linhas demarcatórias) e os cantos das ilhas estiverem claramente marcados e quando forem tomados cuidados para que haja boa drenagem superficial (eliminação de águas sobre a pista).

2.3 Capacidade

Embora seja possível determinar valores de capacidade para as áreas parciais de interseções a níveis diversos conforme as condições atuais de conhecimento, estes valores de capacidade estão mencionados em forma de valores limites de aplicação, quando se tratar dos elementos do projeto.

A capacidade (o maior volume de tráfego possível com o mínimo de qualidade no desenrolar deste) de uma faixa direta pode ser admitida como sendo em torno de **1.800** veículos automotores por hora. Se uma tal densidade de tráfego é alcançada em uma hora e em diversos intervalos de tempo sucessivos, então terá que se contar com uma qualidade insuficiente do desenrolar do tráfego nos pontos de entradas, saídas e entrelaçamentos.

É princípio básico de que, em uma interseção, os locais de saídas devem ser posicionados antes dos locais de entradas. Movimentos de entrelaçamento devem ser efetuados, se possível, fora da faixa direta, numa faixa

de distribuição. Se os volumes de tráfego de saída ou de entrada ultrapassarem a capacidade de uma faixa, então subtrações ou adições de faixas podem ser práticas e necessárias.

Devido às incertezas nas projeções, interseções a níveis diversos deveriam ser projetadas de tal maneira que possam ser adaptadas às alternâncias e modificações dos volumes de tráfego sem maiores custos de implantação, especialmente para os volumes de conversão.

2.4 Economia

Devido aos pontos de conflito que obrigatoriamente existem, não é justificável economicamente a adoção das mesmas condições geométricas do trajeto fora das interseções nas áreas dos ramos de interligação.

A qualidade do desenrolar do tráfego em geral não é prejudicada quando se adota este princípio e a segurança do tráfego pode até melhorar. Se princípios de ordem superior não tiverem influência, é válida a exigência de que os custos de implantação e os custos operacionais da estrada sejam mínimos e que os benefícios e os custos sejam ponderados entre si em se tratando de uma interseção a níveis diversos.

3. Pré-Considerações em relação ao Projeto de Interseções

3.1 Documentação para a Concepção

Para a tarefa de concepção terão que estar disponíveis os seguintes dados e documentos:

- a) dados sobre a função atual e futura da interseção na rede.
- b) dados sobre a característica atual e futura das estradas a serem entrelaçadas e das interseções vizinhas.
- c) dados sobre o volume futuro: espécie e composição dos fluxos de tráfego, sob consideração do crescimento esperado da área de planejamento e as modificações futuras nos fluxos de tráfego devido a complementações da rede ou suas modificações.
- d) dados sobre influências externas, tais como: particularidades de relevo, paisagísticas ou geológicas; áreas com possibilidades de urbanização; edificações existentes; linhas de transmissão; dutos de abastecimento e de saneamento; redes de estradas e caminhos; condução do tráfego no decorrer das obras.
- e) planta do terreno com curvas de nível.

3.2 Escolha da Pista Direta

A escolha das pistas diretas em uma interseção a níveis diversos é influenciada pela posição da interseção na rede, pelo volume de tráfego e pela característica do trajeto das estradas a serem entrelaçadas e também pelo volume dos fluxos de tráfego de conversão.

Em interseções de auto-estradas, as pistas diretas devem ser escolhidas com base nos sentidos dominantes da rede.

Se os fluxos de conversão forem predominantes, as pistas diretas devem somente acompanhar esta tendência se a intensidade desses fluxos o exigir; se a projeção do tráfego assegurar a longo prazo esta situação e se, com a continuação do crescimento da rede em sua totalidade, forem esperadas somente fracas modificações em relação ao tráfego.

Em locais de conexão, a auto-estrada é a estrada principal e as pistas diretas tem a mesma direção desta.

3.3. Velocidade de Projeto na Interseção

No local das interseções, as pistas diretas não devem, se possível, sofrer alterações em suas características. Suas velocidades de projeto continuam em geral sendo as mesmas do segmento fora das interseções. Somente em casos individuais, tais como áreas de grande volumes de tráfego de entrada, de saída e de entrelaçamento (**ver item 5.5.1**) e por motivos de segurança e de capacidade do fluxo de tráfego pode se tornar necessário uma limitação da velocidade máxima permitida.

Dentro das áreas dos ramos de interligação¹⁾ devem ser tomadas como base velocidades de projeto²⁾ menores do que em trajetos sem interseções. Através da escolha dos elementos do traçado pode ser determinada a característica das pistas dos ramos, a qual difere do segmento fora da interseção. Para alcançar, se possível, procedimentos iguais nas interligações por ramos em diferentes interseções mostradas no **Quadro 30**, deverá ser obedecida a velocidade de projeto.

Em caso de um traçado sem boa visibilidade dos ramos de interligação e em casos onde o segmento fora da interseção passa para um ramo de interligação (**ver item 4.3.2**), então a velocidade prevista de projeto deverá ser mostrada ao motorista como sendo a velocidade máxima admissível.

3.4 Distanciamento entre as Interseções

O distanciamento desejado entre interseções a níveis diversos resulta da função da rede e é definido na abrangência do planejamento desta rede.

O distanciamento mínimo importante para o projeto de interseções a níveis diversos pode ser determinado através das exigências de distanciamento mínimo para colocação da sinalização com placas indicadoras de itinerário e da qualidade desejável do desenrolar do tráfego entre interseções seqüências.

São necessárias as distâncias mínimas desejáveis entre pontas de ilhas de entradas e saídas adjacentes citadas nas **Colunas 1 e 2 da Tabela 1** para pistas de único sentido com duas faixas de trânsito, considerando a conservação das diretrizes básicas do projeto e da sinalização por placas para interseções individuais.

Se, em casos individuais, estas distâncias não puderem

1) No texto utiliza-se o termo abreviado "Ramo" em vez de ramo de interligação

2) Nestas Diretrizes denomina-se velocidade de projeto a velocidade de cálculo para o dimensionamento dos elementos de projeto

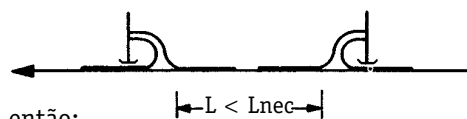
Tabela 01: Distâncias Mínimas entre Pontas de Ilhas para Saídas e Entradas Subseqüentes em Pistas de Único Sentido com Duas Faixas, em função do Posicionamento das Placas de Condução

Tipo de Interseções Subseqüentes em relação ao Trânsito	Distância Mínima Desejada (m) ¹⁾		Distância Mínima Permitida (m) com uma só Placa de Condução
	trajetos com volumes de tráfego relativamente grandes	trajetos com volumes de tráfego relativamente pequenos	
	1	2	3
Interseções de Auto-Estradas	2700+ E+ s **)	2700+ E+ s	600+ E+ s ***)
Locais de Conexão	2200+ E+ s	1700+ E+ s	600+ E+ s

*) distância entre pontas de ilhas em entradas e saídas subseqüentes
 **) |E| - comprimento da abertura para as entradas (ver quadro 36)
 |s| - comprimento da abertura para saída (ver quadro 34)
 ***) geralmente com Indicador de Itinerário em forma de pórtico

ser realizadas, então as distâncias normais entre as placas de sinalização podem ser diminuídas, com a supressão das placas de distância e de advertência entre duas interseções. Resultam então, com esta atitude, os distanciamentos mínimos definidos para interseções individuais em pistas de único sentido com duas faixas (tabela 1, coluna 3), o que, porém, não pode ser

quando $L < L_{nec}$



1. modificação de ordem dos ramos



2. faixa para entrelaçamentos



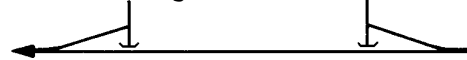
3. pista para distribuição



4. ramos cruzados



5. ramos alongados



Quadro 01: Medidas Alternativas em caso de Distância Insuficiente entre Interseções¹⁾

aplicado em mais de duas interseções seqüenciais.

Se não for possível cumprir estas distâncias mínimas, então as interseções se influenciarão tanto na configuração como também em relação ao desenrolar do tráfego. Nestes casos, podem ser aplicáveis as medidas alternativas do **Quadro 1**, nos casos em que a distância entre estradas a serem conectadas for fixa. A aplicação de uma faixa para entrelaçamentos (ver **item 5.5.1**) exige em geral formas especiais para os sinais de condução. Em caso de não adoção de conexões completas (**tipos 4 e 5 no quadro 1**), então os movimentos de trânsito faltantes podem ser desenvolvidos através de estradas secundárias.

Para pistas de único sentido com mais de duas faixas, as distâncias mínimas conforme a **Tabela 1** só são aplicáveis quando se adota uma sinalização por placas especialmente elaborada (p. ex.: pré-indicação por meio de pórticos atingindo diversas interseções).

3.5 Posicionamento da Interseção

3.5.1 Generalidades

Na área da interseção, os valores limites de traçado permitidos conforme **DCE-C** não devem ser utilizados para as pistas diretas das estradas que terão que ser conectadas.

Para o cumprimento das diretrizes básicas enumeradas sob **Item 2**, deverão ser observados os aspectos mencionados no item a seguir.

3.5.2 Plano Horizontal

- entradas e saídas devem ser feitas em áreas de segmentos retos.
- entradas em curvas à direita pouco fluentes devem ser evitadas devido às más condições de visibilidade pelo espelho retrovisor (ver **item 5.7.2**).
- se for inevitável uma saída numa curva à esquerda, então o percurso da pista direta deve continuar nitidamente reconhecível. O ramo para as saídas deve começar dentro da curva à esquerda com um nítido arco à direita e não pode sair tangencialmente em relação à pista direta.

3.5.3 Plano Vertical

- consegue-se uma boa visão geral se os pontos de decisão da interseção se situarem em uma baixada.
- as inclinações longitudinais das estradas a serem conectadas devem ser as mínimas possíveis. O

1) As estradas de único sentido são representadas através de um traço. No lugar dos ramos paralelos, são também utilizáveis outros tipos de ramos.

desenrolar do tráfego na auto-estrada torna-se pior quando as áreas para as entradas ou para as saídas estão localizadas em áreas com inclinação longitudinal relativamente alta. Se ambas as estradas a serem entrelaçadas apresentarem uma inclinação relativamente alta, então os ramos de interligação não podem ser colocados de uma forma igualmente tão boa em todos os quadrantes das interseções (inclinações longitudinais contrárias dos braços).

- c) ramos para as saídas em aclave e ramos para as entradas em declive são favoráveis sob o ponto de vista da movimentação e por motivos de boa visibilidade, porém podem levar à circunstâncias desfavoráveis de visibilidade em casos de traçado desfavorável do plano vertical da estrada secundária (cumes relativamente pequenos) na área da conexão dos ramos.
- d) passagens por sobre vales situadas numa cota alta relativamente ao fundo destes, levam muitas vezes à interseções complicadas nos casos de interligações com estradas situadas no fundo destes vales, devido a adoção de longos ramos de interligação ou de estradas especiais de acesso/acesso indireto). Nestes

casos deverá ser examinado também a possibilidade de uma modificação do traçado da linha da auto-estrada no plano vertical, visando a economia, além da modificação do posicionamento do local de interligação.

3.6 Considerações sobre os Serviços de Manutenção

Os interesses dos serviços de manutenção tem que ser incluídos na concepção de interseções à níveis diversos.

Em especial para os veículos do serviço de manutenção de inverno, torna-se importante a existência de possibilidades de manobras dentro da interseção. Porém, pistas auxiliares tem que se diferenciar oticamente de ramos normais de interligação (pistas estreitas, raios relativamente pequenos e eventualmente barreiras) e devem ser ligadas aos ramos normais em locais de boa visibilidade.

Semelhantes princípios de concepção se aplicam para acessar taludes e áreas verdes isoladas (sem acesso por outros meios).

4. Sistemas de Interseções

4.1 Elementos Básicos para a Escolha do Sistema de uma Interseção

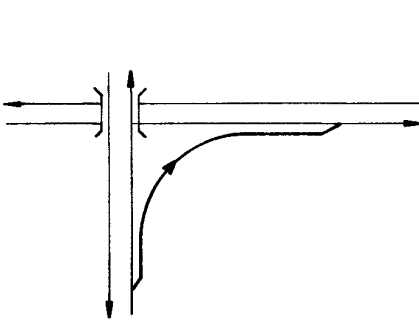
Complementando os princípios básicos de configuração e as considerações preliminares citadas nos **Itens 2 e 3**, deve-se partir das seguintes exigências ao escolher o sistema de uma interseção:

- as pistas diretas de uma interseção devem ser escolhidas de tal forma que mereçam realmente esta classificação dentro da rede (ver **item 3.2**).
- entradas e saídas de uma auto-estrada devem ser feitas sempre do lado direito da pista direta. Na área dos ramos de interligação são permitidas entradas e saídas do lado esquerdo somente quando existir adições e/ou subtração de faixas.
- para os fluxos de conversão relativamente significativos e especialmente fortes da rede, devem ser colocados à disposição, sempre que possível, as configurações mais vantajosas dos ramos, principalmente em relação ao traçado e às regras de trânsito. Assim devem também ser consideradas as alterações temporárias de volume de tráfego devido à eventuais medidas amplas de condução (alternância de sentido de trânsito).
- nas pistas diretas, os pontos para as saídas devem ser dispostos antes dos pontos para as entradas.
- como regra geral, os fluxos de tráfego que saem numa interseção devem fazê-lo num mesmo ponto da pista direta. Saídas relativamente próximas entre si provocam dificuldades na sinalização das pistas diretas e raramente são necessárias por motivos de capacidade de absorção de tráfego. Entre pontos para saídas subsequentes nas áreas de ramos devem ser obedecidos intervalos mínimos pre-estabelecidos (ver **item 5.3.2.3**).

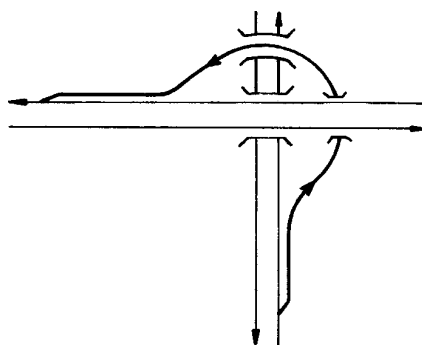
- em geral, os fluxos de tráfego de entrada em uma interseção devem ser aglomerados nas áreas dos ramos de interligação e conduzidos juntos para a pista direta. Porém, ramos diversos podem embocar individualmente na pista direta (ver **item 4.3.3.2 e quadro 39**) quando, em uma pista para distribuição, houver encontros de fluxos de tráfego relativamente fortes ou se a obediência aos critérios de concepção em caso de embocadura individual exigir custos demasiadamente altos (p. ex: devido a incompatibilidade de interligação de um ramo com menor volume de tráfego e um outro com maior volume).
- nas faixas para entrelaçamentos de pistas diretas devem ser obedecidas as exigências citadas no **Item 5.5.1** para assegurar um desenrolar satisfatório do tráfego.
- ao se aglomerar pistas de único sentido (ramos de interligação), em geral deve existir somente uma faixa a menos depois da união, relativamente a soma das faixas das duas pistas de único sentido (pistas de interligação) antes da união. A não-observância deste princípio é possível (por exemplo $3 + 2 \rightarrow 3$) se os volumes de tráfego de projeto nas pistas diretas e nos ramos acontecerem em horários diferentes ou se os fluxos dos que entram forem continuamente maiores do que o fluxo na pista direta.
- a colocação da sinalização por meio de placas antes e ao longo da interseção pode ser determinante na escolha do sistema mais adequado de interseção e, por isso, deve ser considerada antecipadamente.

4.2 Tipos de Ramos de Interligação

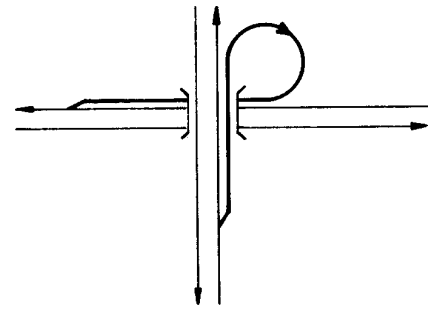
Para o traçado de ramos de interligação em interseções existem três possibilidades:



Quadro 02: Ramo Direto de Interligação (ramo tangencial, tangente)



Quadro 03: Ramo Semi-Direto de Interligação



Quadro 04: Ramo Indireto de Interligação (ramo em forma de laço)

- ramos **diretos** de interligação (**quadro 2**)¹⁾
- ramos **semi-diretos** de interligação (**quadro 3**)
- ramos **indiretos** de interligação (**quadro 4**)

A compreensibilidade, a fluência do traçado e a fluência do desenrolar do tráfego vão diminuindo na mesma seqüência das Figuras.

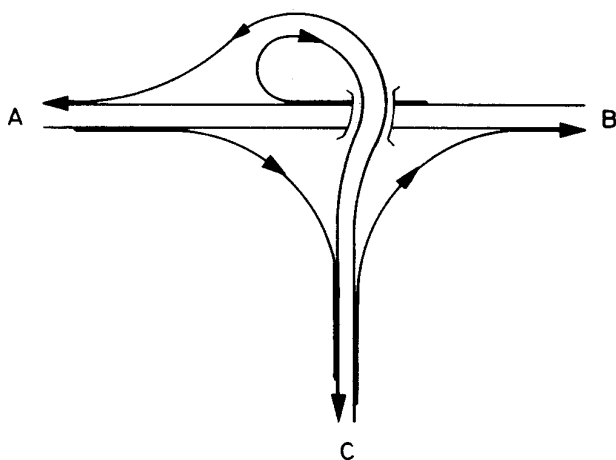
4.3 Interseções entre Auto-Estradas

4.3.1 Generalidades

Para as interseções entre auto-estradas podem ser projetados sistemas básicos, os quais terão prioridade no momento da aplicação. Esses sistemas básicos diferenciam-se entre si conforme o traçado dos ramos, o distanciamento entre os pontos de separação e de junção do tráfego e, em parte, a quantidade de locais para as entradas.

Modificação das formas básicas ou outras combinações de áreas parciais não apresentam dificuldades, desde que se consiga um ótimo desenrolar do tráfego, uma boa orientação através da configuração clara e visível e uma boa sinalização por placas. O princípio básico deve ser a preparação do motorista para que ele perceba em tempo hábil e de uma maneira inequívoca a manobra a ser executada.

Por isto, a configuração uniforme das áreas parciais (ver **item 5**) é mais importante do que a aplicação de sistemas de interseções uniformes como um todo.



Quadro 05: Trombeta Posicionada do Lado Esquerdo (solução usada em geral)

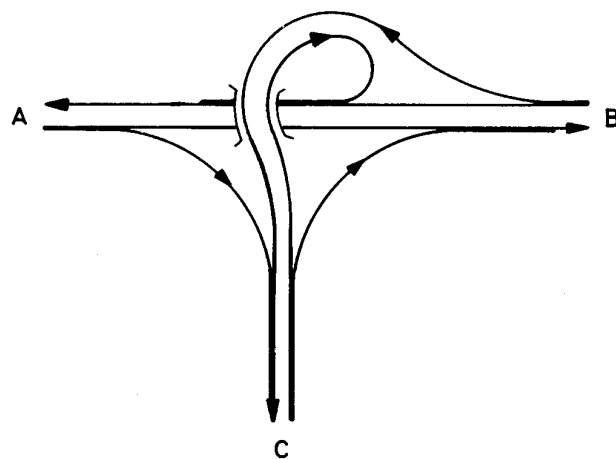
1) em todos os quadros do **Capítulo 4** estão representados os Guarda-Corpos das passagens superiores. As pistas de único sentido estão representadas por um traço.

4.3.2 Interseções de Três Braços

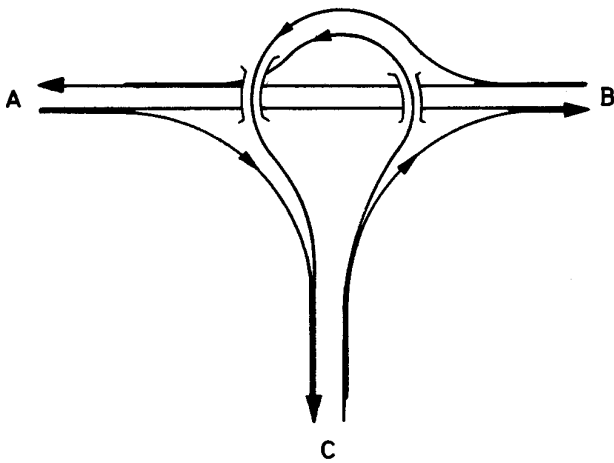
4.3.2.1 Trombeta e Pera

A *trombeta* (**quadros 5 e 6**) é a solução mais econômica relativamente aos custos de obra para acessos em auto-estradas. A sua aplicação deve se restringir a tipos de embocaduras nas quais a diminuição da velocidade seja também possível para as pistas de único sentido que passam diretamente do trajeto fora da interseção para os ramos. Para tornar claro aos participantes do trânsito os raios relativamente pequenos nas pistas de único sentido, é necessário fazer com que a curva principal do ramo comece antes da obra especial da interseção. Uma curva imediatamente adjacente fletida para o lado contrário; taludes de corte (em passagem inferiores de auto-estradas que embocam) e curvas de fuga (em passagens superiores de auto-estradas que embocam) podem, adicionalmente, melhorar bastante a reconhecibilidade do traçado do ramo. Por motivos de segurança de trânsito, a trombeta posicionada do lado esquerdo é a formação regular (**quadro 5**). Assim, o veículo com velocidade relativamente alta que vai entrar à esquerda na estrada direta, é conduzido através de uma curva à esquerda de raio constante. Em caso de forte predomínio do fluxo de saídas **AC**, poderá ser usada uma forma especial com a subordinação do ramo **BC** ou a demarcação do ramo **BC** com a adição posterior do fluxo **AC**.

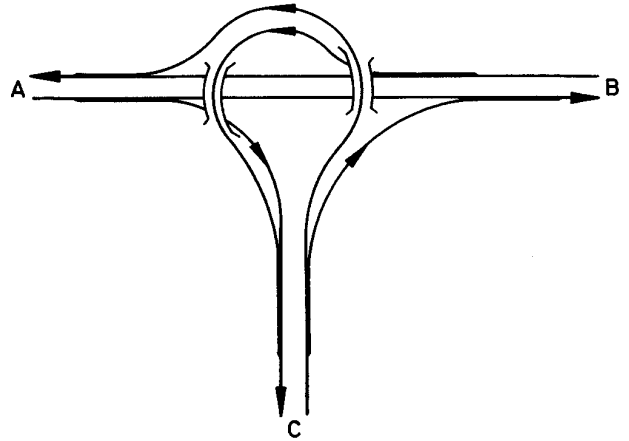
Se uma trombeta à esquerda não puder ser aplicada por motivos locais, então poderá ser escolhida uma trombeta à direita como solução excepcional (**quadro 6**). Esta solução tem a desvantagem de que os que entram à esquerda tem que se movimentar através de uma seqüência de curvas com raios decrescentes sem pré-visualização de uma saída. Esta deficiência pode ser evitada através de soluções especiais conforme **Quadros 7 e 8**.



Quadro 06: Trombeta Posicionada do Lado Direito (caso excepcional)



Quadro 07: Pera com Condução Privilegiada para o Ramo de Interligação BC



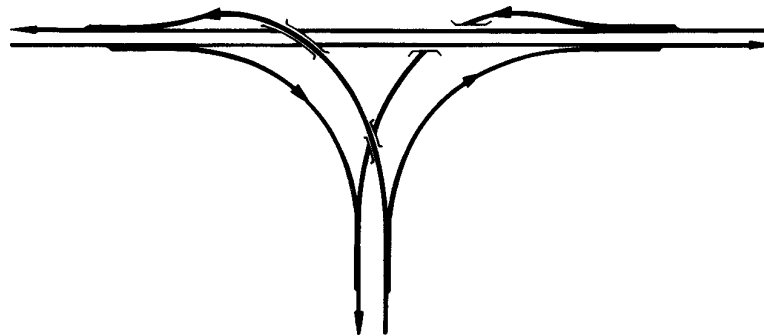
Quadro 08: Pera com Condução Privilegiada para o Ramo de Interligação AC

4.3.2.2 Triângulo

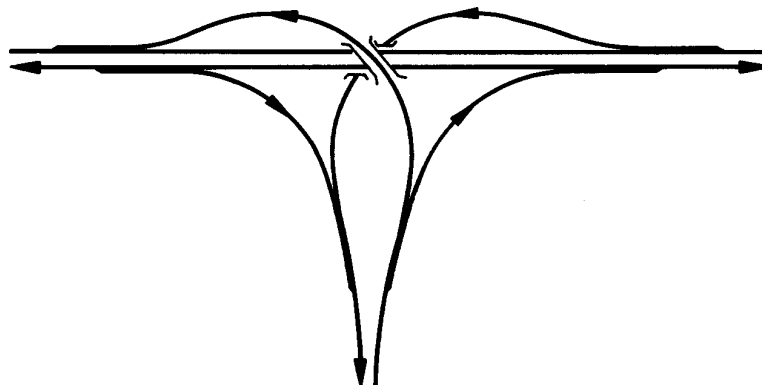
Nos *triângulos* (**quadros 9 e 10**), os que saem à esquerda e os que entram da esquerda são conduzidos de forma semi-direta. Esta solução implica em maior necessidade de área e em custos maiores do que na trombeta. Têm que ser evitados traçados extremamente generosos dos ramos ($V_p > 80 \text{ km/h}$), pois a característica do trajeto fora da interseção tem que ser quebrada o mais tardar nos locais para entradas na auto-estrada direta com exceção nos casos de adição de faixas. Subordinações de ramos podem ser práticas em casos de fluxos de conversão com volumes desiguais.

4.3.2.3 Bifurcações

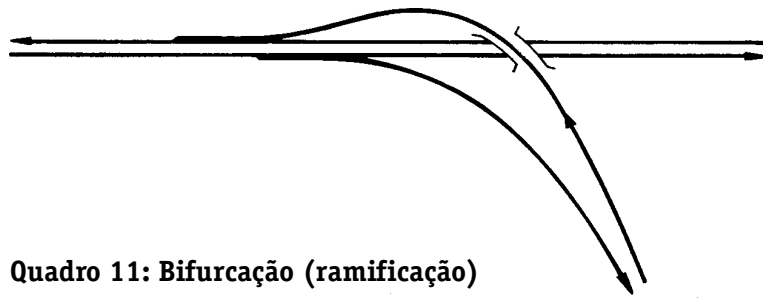
A *bifurcação* representa um caso excepcional da interseção de **três** braços e tem a forma de um triângulo sem dois fluxos de esquina, os quais possuem volumes relativamente baixos. Os movimentos excluídos tem que ser oferecidos em um outro local o mais próximo possível da interseção principal. Recomenda-se deixar reservadas as áreas necessárias para uma futura implantação completa, devido talvez a possíveis falhas no prognóstico do tráfego e a eventuais complementações da rede.



Quadro 09: Triângulo com Três Obras Especiais para Cruzamentos de Dois Níveis



Quadro 10: Triângulo com Uma Obra Especial para Cruzamentos de Três Níveis



Quadro 11: Bifurcação (ramificação)

4.3.3 Interseções de Quatro Braços (cruzamentos de auto-estradas)

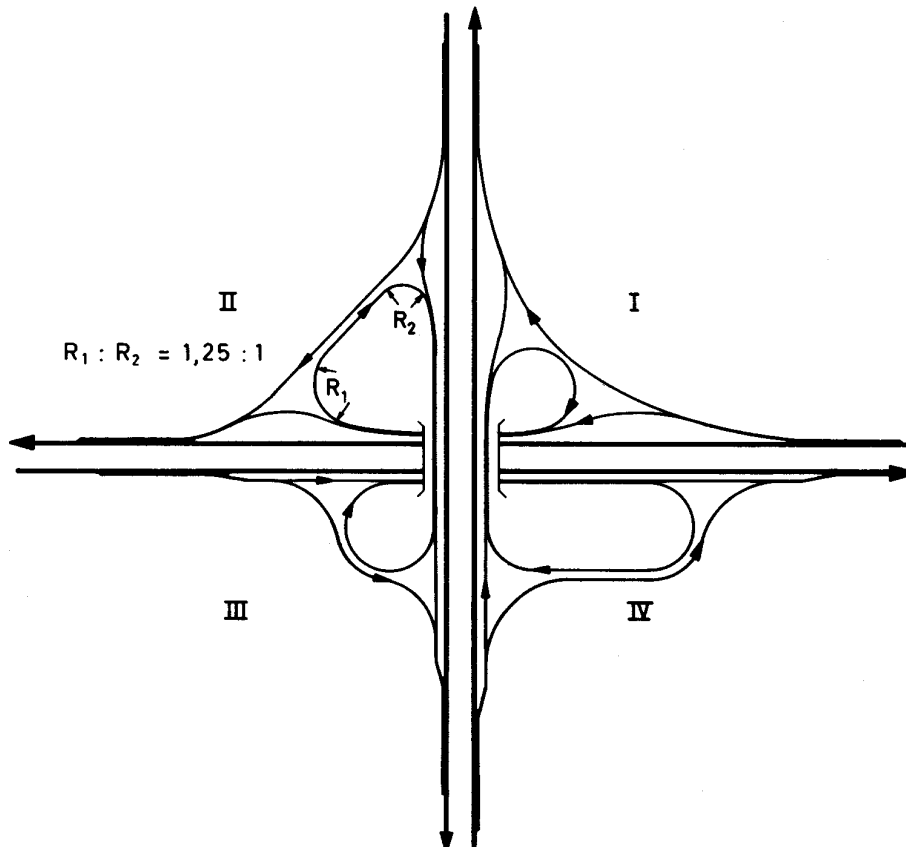
4.3.3.1 Trevo

No *trevo* (quadro 12), todos os que saem à esquerda são conduzidos através de ramos em forma de laço, de forma indireta. Como para cruzamentos é necessária somente uma obra especial e como os ramos de interligação possuem formas relativamente curtas, o trevo é o sistema de interseção mais econômico para o entrelaçamento de duas auto-estradas, desde que o volume de tráfego dos que saem à esquerda não seja relativamente grande demais. É aplicável se em nenhum dos trajetos para entrelaçamentos é esperado um volume de tráfego superior a cerca de **1.500 vam/h** e se estiverem à disposição os comprimentos necessários para as faixas de entrelaçamento conforme **Item 5.5.2 (quadro 41)**.

Em geral devem ser colocadas faixas distribuidoras em um trevo. Uma faixa para distribuição pode ser substituída por uma faixa para entrelaçamentos, se:

- não são esperados problemas de capacidade nos segmentos para entrelaçamentos;
- a velocidade máxima admissível na pista direta não superar **80 a 100 km/h**;
- as dificuldades da sinalização por meio de placas de condução podem ser resolvidas satisfatoriamente; e
- as faixas para entrelaçamentos receberem um comprimento mínimo de **300,0 m** (distância entre as pontas das ilhas das entradas e das saídas).

No **Quadro 12** estão representados os quatro quadrantes, mostrando as diversas possibilidades para o traçado de ramos em laço, ramos tangenciais e pistas para distribuição:



Quadro 12: Exemplo de Configuração para o Traçado de Pistas para Distribuição, Ramos em Forma de Laço e Ramos Tangenciais em uma Interseção Tipo Trevo

- ramos em laço na forma de circunferência (**quadrantes I e III do quadro 12**) possibilitam um desenrolar uniforme do fluxo de tráfego e com a área pré-determinada para a implantação procura-se aplicar os maiores raios possíveis. Pode-se assim proceder pois mesmo assim se consegue um trajeto para entrelaçamentos suficientemente comprido (ver **item 5.5.2**).
- através de ramos em forma de laços achatados (**quadrante II do quadro 12**) os segmentos para entrelaçamentos podem ser alongados nas pistas para distribuição. Para suavizar o efeito negativo das mudanças de raios das curvas nestes ramos em laço, não se deverá ultrapassar uma proporção de $R_1 : R_2 = 1,25 : 1,00$. Terá que ser aceito um raio relativamente pequeno na área de ingresso no ramo se a área a ser utilizada tiver que ser limitada pela área necessária para o ramo em forma de laço circular.
- ramos prolongados em laço (**quadrante IV do quadro 12**) são aplicáveis se for o caso criar um longo trajeto para entrelaçamentos; quando forem necessários desenvolvimentos relativamente longos para as linhas das auto-estradas a serem entrelaçadas (com inclinações longitudinais relativamente grandes) e quando as circunstâncias locais exigirem (relevô, edificações, proteção de certas áreas).
- ramos tangenciais não-ajustados (**quadrante I do quadro 12**) permitem velocidades relativamente maiores do que os ramos tangenciais ajustados para veículos que saem, porém, em geral, conduzem a interseções com necessidade de áreas relativamente grandes.
- ramos tangenciais ajustados (**quadrantes II, III e IV do quadro 12**) em geral proporcionam uma economia de área e permitem uma diminuição da área da interseção. Porém, devido ao ajuste, surgem raios relativamente menores no plano horizontal e assim também diminuem as velocidades possíveis. Aplicando-se uma curva em forma de **S** (**quadrantes III e IV do quadro 12**) podem aparecer traçados óticamente insatisfatórios das bordas das pistas devido às mudanças da inclinação transversal necessária (oscilações), assim como também problemas de drenagem (ver **item 5.2.3.3**).
- pistas deformadas para distribuição (**quadrantes I e II do quadro 12**) são proveitosas. Nas entradas aumentam a distância entre o ponto de união dos fluxos e o ponto de entradas e possibilitam uma configuração adequada deste ponto (ver **item 5.4.2.3**). Nas saídas, a deformação provoca o aumento da distância entre o ponto das saídas e o ponto de separação do fluxo, o que torna mais clara

a sinalização por placas de itinerário. Sua implantação é vantajosa devido ao uso de quantidade de área igual ou até menor relativamente à outras soluções. A pista para distribuição é menos notada visualmente do que o ramo tangencial. Então o alargamento da primeira ponta da ilha melhoraria sua reconhecibilidade. Além disto, consegue-se, através da deformação, uma redução da velocidade com vistas ao trajeto seguinte de entrelaçamento. Se para a deformação forem escolhidos valores de raios tais que haveria a necessidade de mudanças da inclinação transversal (ver **item 5.2.3.2**), então poderão aparecer traçados óticamente insatisfatórios da borda da pista (oscilações) e dificuldades na drenagem. No **Item 5.2.3.2** e no **Quadro 31** encontram-se detalhes para a formação da obliquidade.

- o trajeto formado pelo segmento para entrelaçamentos localizado entre os laços do trevo e a pista para distribuição pode ser configurado de forma melhor quando as deformações de ambos os lados forem conduzidas até o segmento para entrelaçamentos e quando a pista para distribuição for paralela à pista direta somente nas imediações da obra especial do cruzamento (**quadrantes I e II do quadro 12**). Nestes casos, deve-se dar atenção especial ao plano vertical longitudinal.

4.3.3.2 Sistemas com Saídas à Esquerda de Forma Fluente

Trevos modificados com ramos de interligação semi-diretos isolados são práticos quando os fluxos de saídas forem tão volumosos que em um ou em diversos segmentos para entrelaçamentos poderiam surgir volumes de **1.500 vam/h** ou maiores. Os exemplos são mostrados nos **Quadros 13 e 14**.

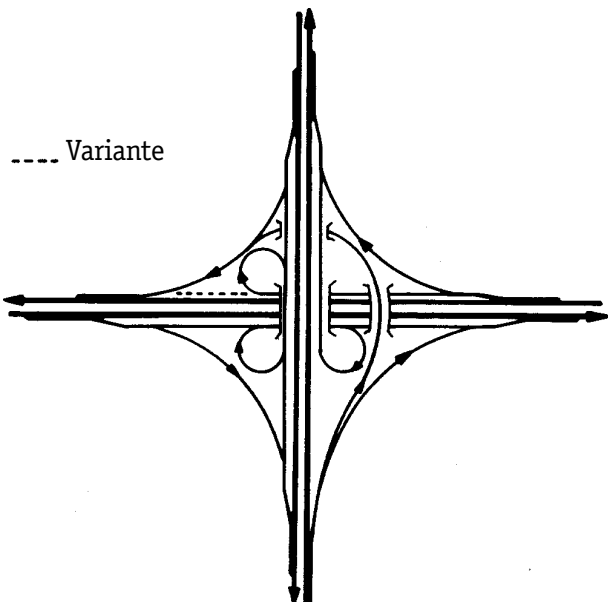
Em tais sistemas de interseção devem ser tomadas precauções especiais de segurança nos locais onde as pistas para distribuição passam diretamente para os ramos em laço. Tais precauções podem ser: marcações de pista, placas de condução, placas referentes à velocidades, colocação de uma curva fletida para o lado contrário imediatamente antes do laço e talvez também a continuação da pista para distribuição até à ramo tangencial conforme **Variante do Quadro 13**.

A **Variante** mostrada no **Quadro 14** com embocaduras individuais para os ramos de interligação diretos e semi-diretos (ver **item 5.4.2.2** e **quadro 39**), pode influenciar positivamente o desenrolar do tráfego quando são esperados fluxos de saída com volumes relativamente altos nos ramos de interligação (ver **item 3.2**).

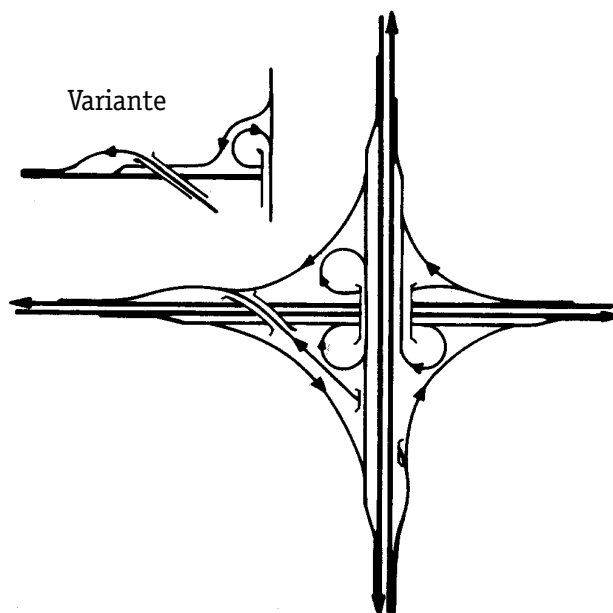
Os sistemas de interseções mostrados nos **Quadros 15, 16 e 17** são aplicados quando um trevo funciona de forma insuficiente devido à limitação de capacidade dos trajetos para entrelaçamento ou quando se pretende melhorar a qualidade do desenrolar do tráfego em relação ao trevo para diversos tipos de saídas também na área deste trevo. Os sistemas se diferenciam devido ao grau de fluência nos ramos de interligação para os que saem à esquerda; pela necessidade de espaço; pelo

número de passagens superiores e pela distancia entre os pontos de separação e de entradas. Exigem, em geral, maiores custos de obra do que o formato trevo. Nestas interseções não é possível retornos. Através de combinações de áreas parciais podem ser criados sistemas mistos.

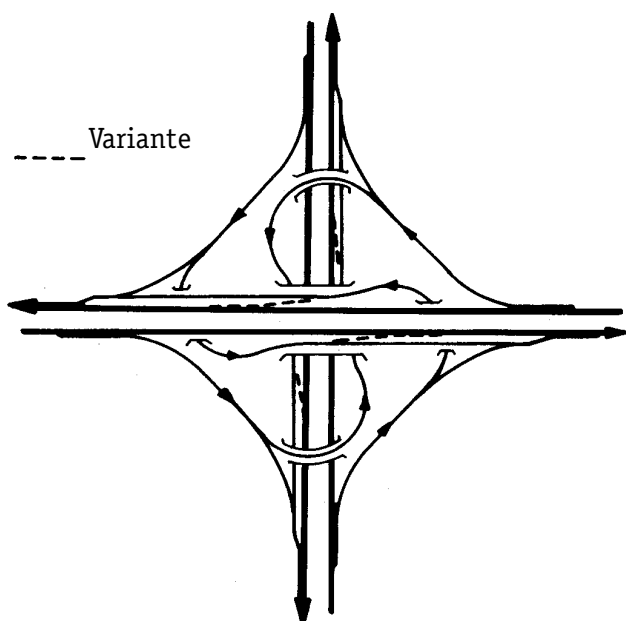
Na aplicação de *moinhos de vento* (**quadros 15 e 16**) surgem, muitas vezes, inclinações longitudinais relativamente altas e más condições de visibilidade nas



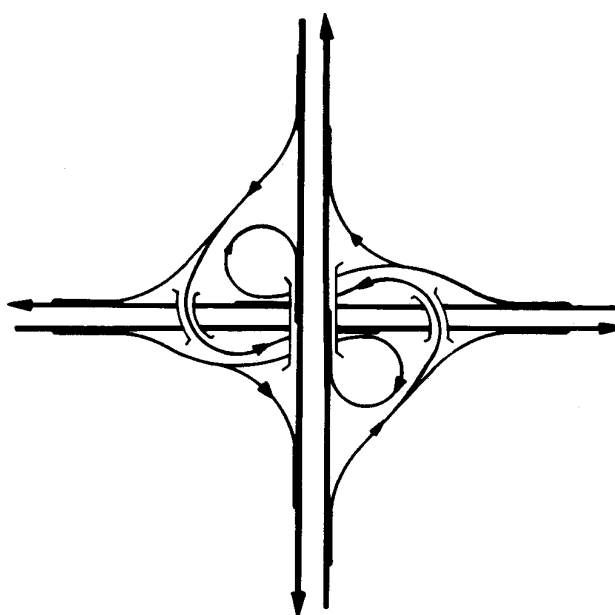
Quadro 13: Trevo Modificado com um Traçado Semi-Direto para um Fluxo de Saídas à Esquerda



Quadro 14: Trevo Modificado com um Traçado Semi-Direto de Forma Fluente para um Fluxo de Saídas à Esquerda



Quadro 15: Moinho de Vento



Quadro 16: Moinho de Vento Modificado com Traçado Indireto de Dois Ramos de Interligação com Volumes de Tráfego relativamente Baixos

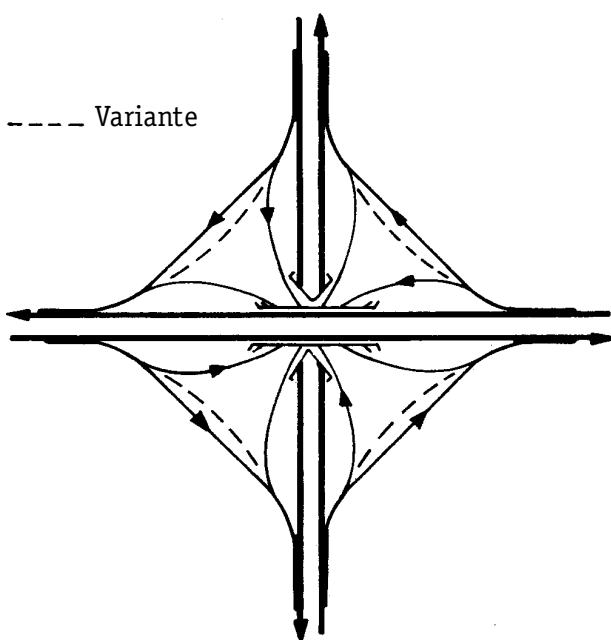
áreas dos cumes dos ramos de interligação, porque, em geral, só estão disponíveis trajetos curtos de ramos para vencer as diferenças de altura.

O moinho de vento modificado do **Quadro 16** tem a vantagem de que em dois quadrantes existe uma menor necessidade de área do que no moinho de vento do **Quadro 15**. A desvantagem é que as duas pistas para distribuição terminam diretamente nos ramos em laço e que as áreas de mudança podem ficar após os cumes.

Por este motivo, os ramos em laço devem ser traçados, sempre que possível, no sentido ascendente (**quadro 16**).

A aplicação da *cruz de malta* (**quadro 17**) pode ser vantajosa se existirem diferenças de altura relativamente altas entre as auto-estradas que se cruzam. Através do deslocamento dos ramos para as saídas à esquerda no sentido das áreas externas da interseção podem ser criadas variantes da cruz de malta com no máximo **três** níveis.

Na aplicação de moinhos de vento ou de cruzes de malta podem surgir dificuldades no desenrolar do tráfego devido ao distanciamento relativamente pequeno entre o ponto de união dos fluxos e o ponto para as entradas. Nestes casos, poderá ser prático, em ramos de interligação com volumes de tráfego relativamente altos, conduzir individualmente para a pista os ramos diretos e os semi-diretos (ver **item 5.4.2** e **variantes** nos **Quadro 14** e **15**).



Quadro 17: Cruz de Malta com Obra Especial Central de Quatro Níveis

DCE-I-2 - 02/2000

4.4 Locais de Conexão

4.4.1 Generalidades

Para os locais de conexão podem ser concebidos sistemas básicos, os quais devem ser aplicados preferencialmente. Estes sistemas diferenciam-se entre si da seguinte maneira: pelo traçado dos ramos; pela posição dos ramos de interligação em relação à estrada conectada; pela largura da obra especial do cruzamento e pela dimensão da área da interseção na estrada secundária.

As áreas dos ramos próximos a auto-estrada nos locais de conexão têm que ser esboçadas com elementos de traçado tais que possibilitem a adaptação do comportamento e da velocidade dos motoristas na passagem da auto-estrada para a estrada secundária. Relativamente a esta situação, os locais de conexão de nível único são concebidos conforme as **DCE-I-1**. Em estradas com quatro ou mais faixas, interseções de nível único sempre recebem semáforo e em estradas de pista simples só recebem semáforo se o volume de tráfego assim o exigir.

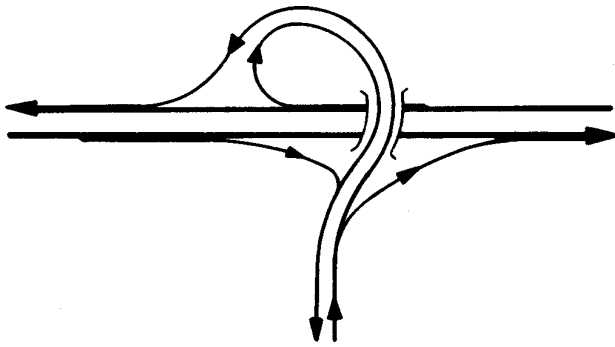
O cálculo da capacidade para as áreas de nível único é de importância decisiva para a escolha do sistema de interseção mais adequado, sendo então parte necessária da concepção. Este estudo de capacidade deve assegurar em especial que não aconteçam congestionamentos na auto estrada e que existam comprimentos suficientes de armazenamento para os que saem à esquerda da estrada secundária.

Decisivo para a escolha da configuração mais prática dos ramos são os compromissos locais e a exigência de que na interseção de nível único os fluxos com volumes relativamente mais altos executem os movimentos mais fáceis. Com isto, será mais fácil resolver o problema gerado entre os que saem à esquerda e os que entram à esquerda. Estes princípios básicos não são decisivos para a coordenação dos ramos nos casos em que a interseção de nível único possui semáforo.

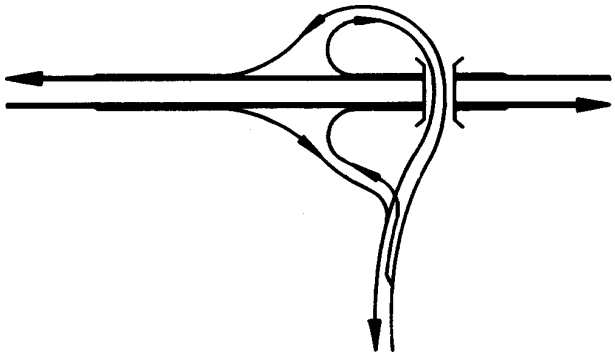
4.4.2 Interseções de Três Braços

A solução geral para a interligação de uma estrada de ordem inferior com uma auto-estrada é a trombeta (**quadro 18**). O ramo de interligação para os que vão sair à direita tem que ter forma alongada e, em caso de seção transversal de pista simples da estrada secundária, ser conduzido de forma a embocar perpendicularmente nesta estrada.

Um não-alinhamento das embocaduras dos ramos de interligação na via secundária (ramo das entradas antes do ramo das saídas relativamente à via direta melhora a orientação em caso da ausência de separação



Quadro 18: Local de Conexão em Forma de Trombeta



Quadro 19: Local de Conexão em Forma de Meio-Trevo

construtiva dos sentidos de trânsito na estrada que emboca e diminui a possibilidade de decisões de trânsito errôneas. Neste sentido, pode-se utilizar para a concepção o preconizado no **Item 4.3.2.1**.

Além da trombeta, existem muitas soluções especiais que podem ser aplicadas, as quais podem também conter movimentos de cruzamentos e de entrelaçamentos na estrada secundária. No **Quadro 19** é mostrado um exemplo de uma concentração de área de interseção relativamente ao sentido longitudinal da auto estrada, a qual pode ser vantajosa em caso de pequeno distanciamento da interseção vizinha. No caso excepcional da aplicação de um triângulo, devem ser usados elementos de traçado relativamente menos generosos do que os normalmente usados em interseções de auto-estradas (ver **item 4.3.2.2**).

4.4.3 Interseções de Quatro Braços

Soluções gerais para pontos de conexão de **quatro** braços são o *meio-trevo* e o *losango*.

4.4.3.1. Meio-Trevo

Em *meios-trevo*, as duas estradas que se cruzam são interligadas por ramos, posicionadas em dois quadrantes. A posição e a forma dos ramos de interligação orientam-se conforme os aspectos técnicos de trânsito, das condições locais e a do posicionamento

relativo dos níveis das estradas a serem interligadas. Através de uma coordenação ajustada ao volume de tráfego dos ramos de ligação nos quadrantes correspondentes, existe a possibilidade relativamente fácil para a formação com capacidade suficiente para tais locais de conexão. A orientação do motorista na estrada secundária se torna mais difícil porque nem sempre é possível executar os movimentos de entrada e de saída de modo simples.

Nos **Quadros 20 a 23** estão representados sistemas básicos do meio-trevo. As iterações principais dos fluxos de tráfego nos diversos tipos de interseções sem semáforo são mostrados através de setas.

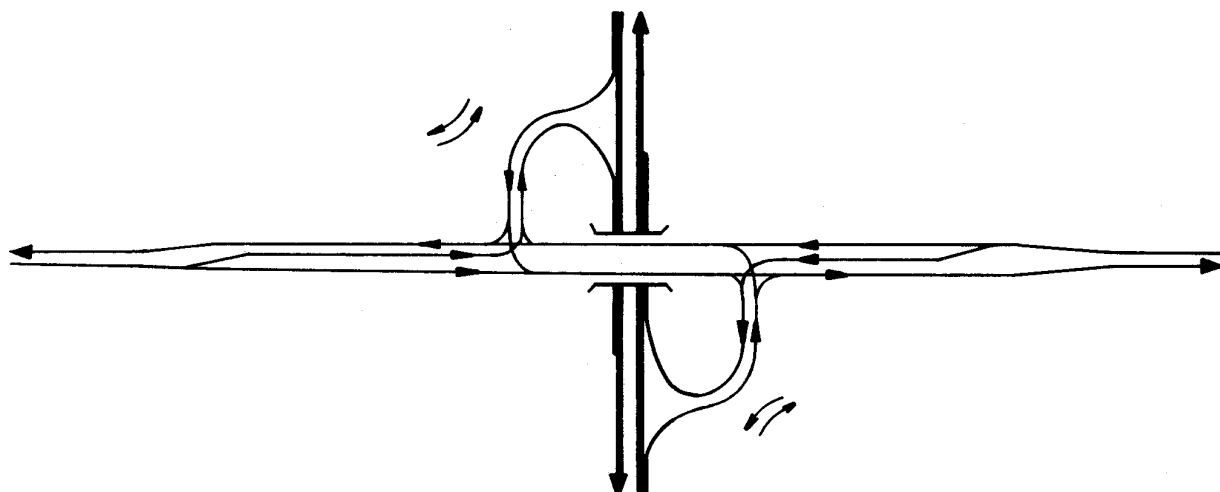
Para evitar pontos com capacidade relativamente baixa ou para a melhoria do desenrolar do tráfego pode ser necessário a implantação de ramos adicionais de interligação (ver **item 4.4.3.3**).

O meio-trevo mostrado no **Quadro 20** pode ser considerado a solução geral para locais de conexão fora de áreas urbanizadas, desde que fluxos de saída dominantes não exigirem outras configurações de ramos. Ele tem a vantagem da existência de um ramo de interligação de traçado fluente à disposição dos veículos que estão saindo da auto-estrada e as faixas necessárias para saídas à esquerda na estrada secundária podem simplesmente ser prolongadas em caso de modificações dos volumes dos fluxos de tráfego. Na área da obra especial do cruzamento, a seção transversal poderá ser estreitada para somente duas faixas se a distância entre o encontro da obra especial e o eixo do ramo de interconexão for maior que **70,0 m**. Pode ser desfavorável para o desenrolar do tráfego na estrada secundária se a interseção ocupar uma área ampla.

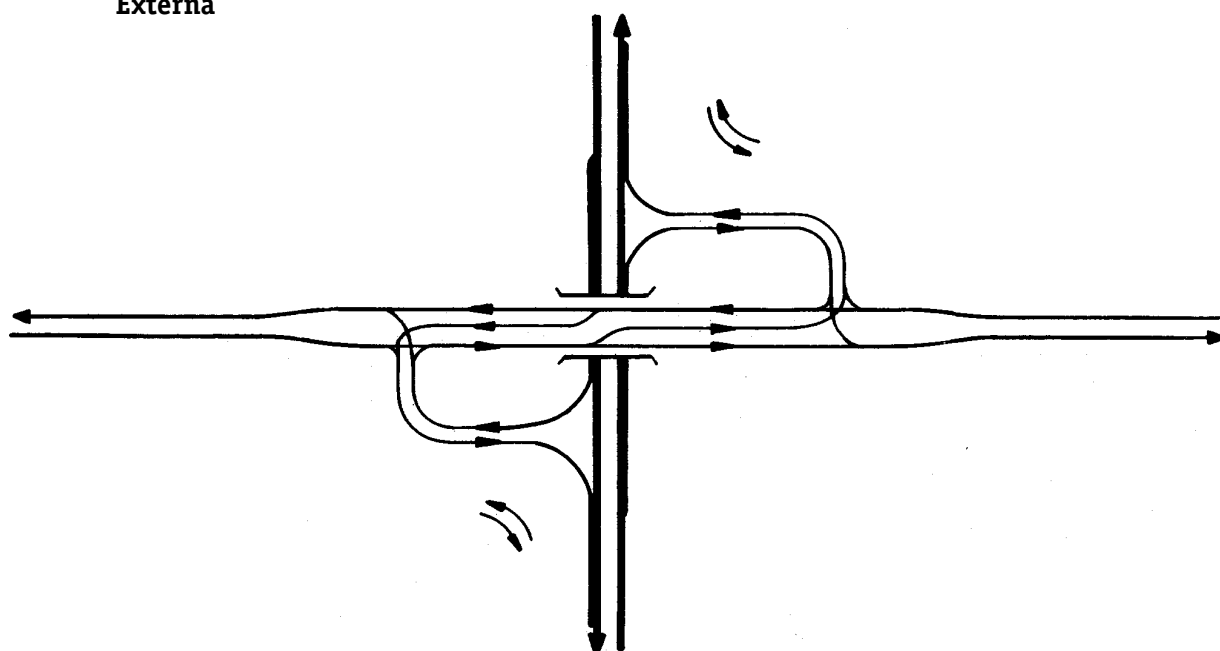
Na aplicação do meio-trevo mostrado no **Quadro 21** pode ser necessário alongar os ramos de interligação ao longo da estrada secundária para que se obtenha faixas suficientemente longas para os que saem à esquerda desta. Neste caso não são possíveis alongamentos posteriores das faixas para as saídas à esquerda.

Na solução conforme o **Quadro 22** resulta uma obra especial mais larga relativamente à solução do **Quadro 21** devido aos ramos das saídas à direita de ambas as estradas se situarem lado a lado, mas, por outro lado, com a diminuição do segmento de pista alargada, consegue-se uma diminuição da área de interseção ao longo da estrada secundária. É uma aplicação frequentemente possível, pelo menos em áreas urbanizadas.

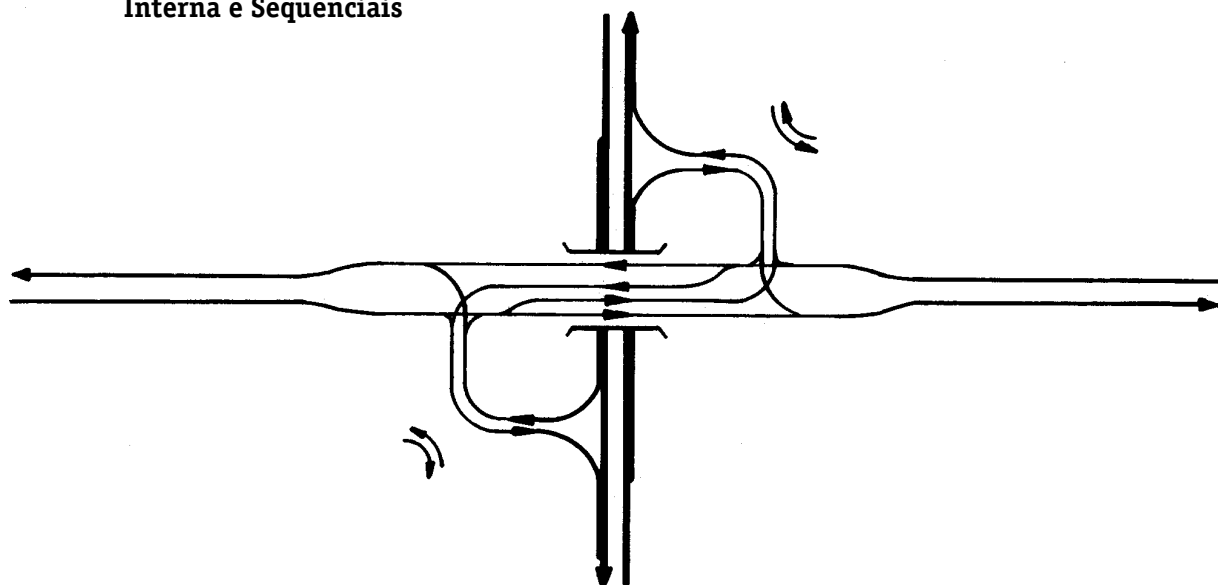
No meio-trevo simétrico mostrado no **Quadro 23** nenhum movimento de saída é favorecido tanto num sentido como no outro. É aplicável **quando existe em**



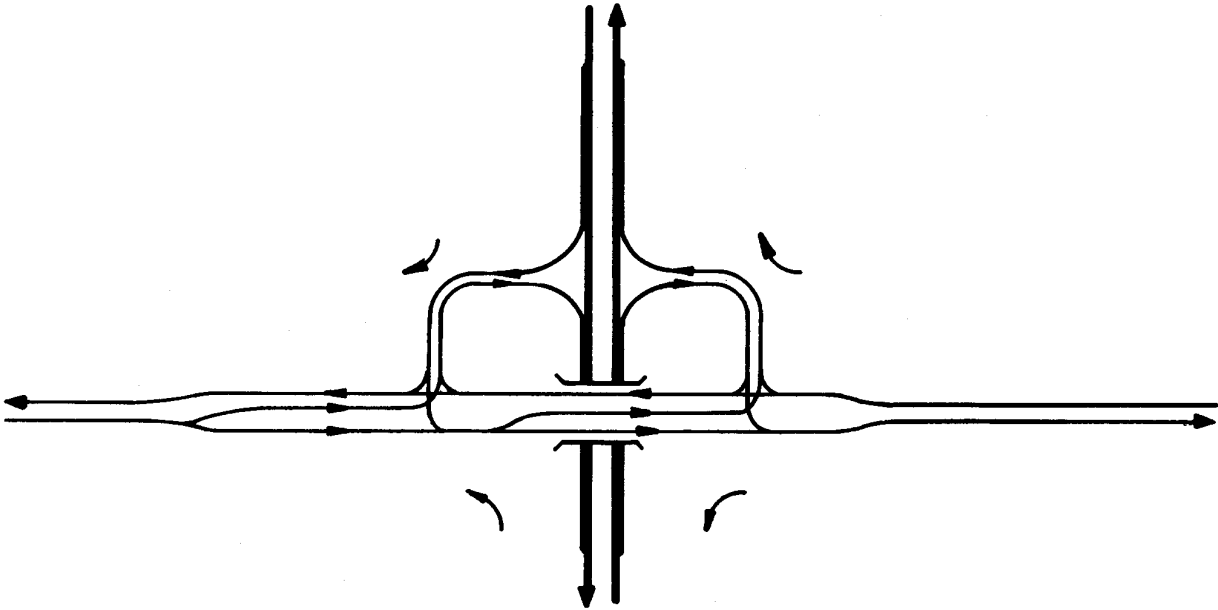
Quadro 20: Meio-Trevo Assimétrico com Faixas para as Saídas à Esquerda Posicionadas na Parte Externa



Quadro 21: Meio-Trevo Assimétrico com Faixas para as Saídas à Esquerda Posicionadas na Parte Interna e Seqüenciais



Quadro 22: Meio-Trevo Assimétrico com Faixas para Saídas à Esquerda Posicionadas na Parte Interna e Lado a Lado



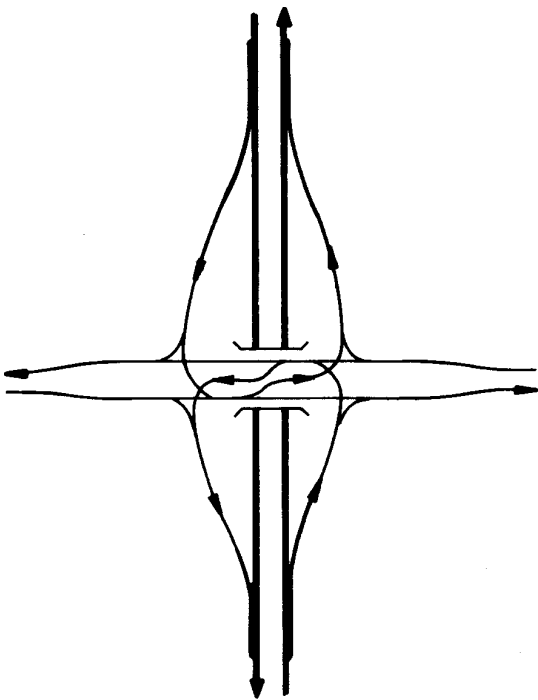
Quadro 23: Meio-Trevo Simétrico

um lado da auto-estrada (exemplo **quadro 23** à esquerda) um gerador relevante de tráfego (por exemplo: uma cidade); quando as condições locais não permitem outra escolha (por exemplo, um rio, uma linha de trem, gradientes desfavoráveis) ou quando os aspectos da capacidade não são relevantes. A colocação de uma sinalização compreensível por meio de placas de condução é dificultada devido à proximidade das faixas para as saídas à esquerda seqüenciais, comparativamente às soluções conforme **Quadros 20 a 22**.

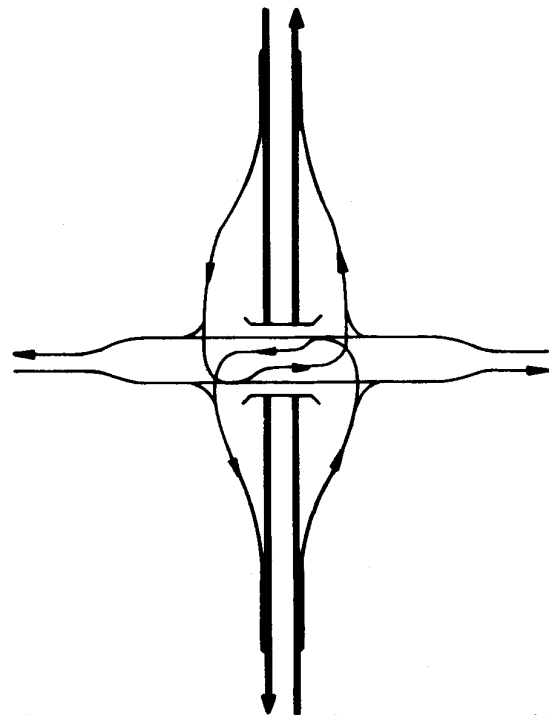
4.4.3.2 Losango

Em *losangos*, as duas estradas que se cruzam são interligadas em cada quadrante por meio de um ramo direto, posicionado no sentido da auto-estrada.

Devido à pouca necessidade de área; ao avanço relativamente pequeno da área da interseção no sentido da estrada secundária e a um traçado correto dando condições prévias positivas para o controle do desenrolar do tráfego com semáforo, então os losangos são especialmente adequados para locais de conexão com volumes de tráfego relativamente altos, assim como



Quadro 24: Losango com Faixas para as Saídas à Esquerda Posicionadas na Parte Interna e Seqüenciais

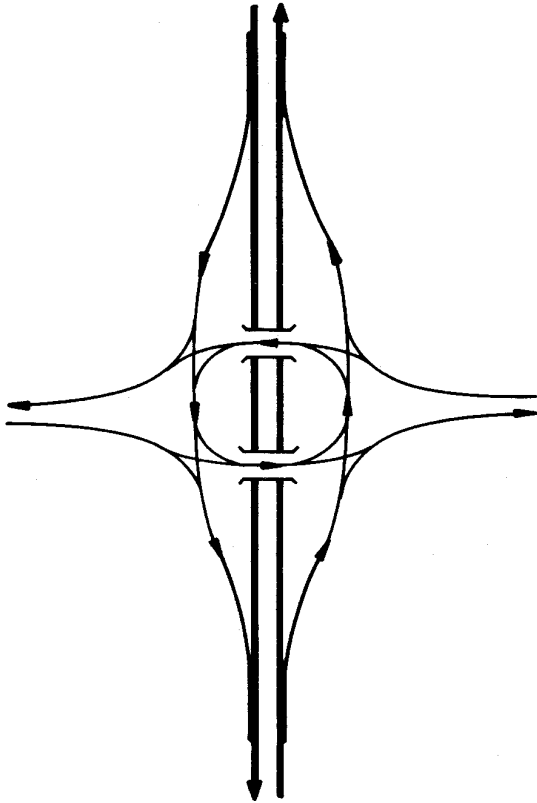


Quadro 25: Losango com Faixas para as Saídas à Esquerda Posicionadas na Parte Interna e Lado a Lado

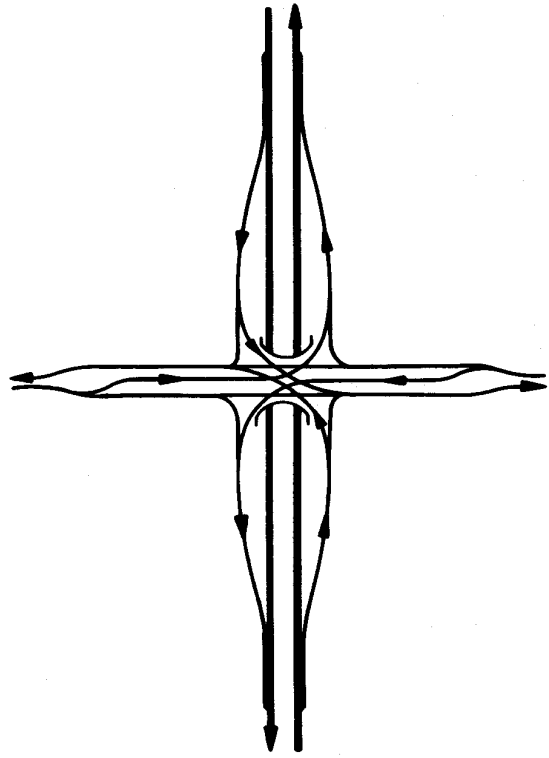
também em áreas urbanizadas. É um fator negativo a dificuldade da colocação de sinalização compreensível por meio de placas e não podem ser descartadas as possibilidades de trânsito indevido em áreas parciais de nível único.

Nos **Quadros 24 a 27** estão representados losangos em seus sistemas básicos.

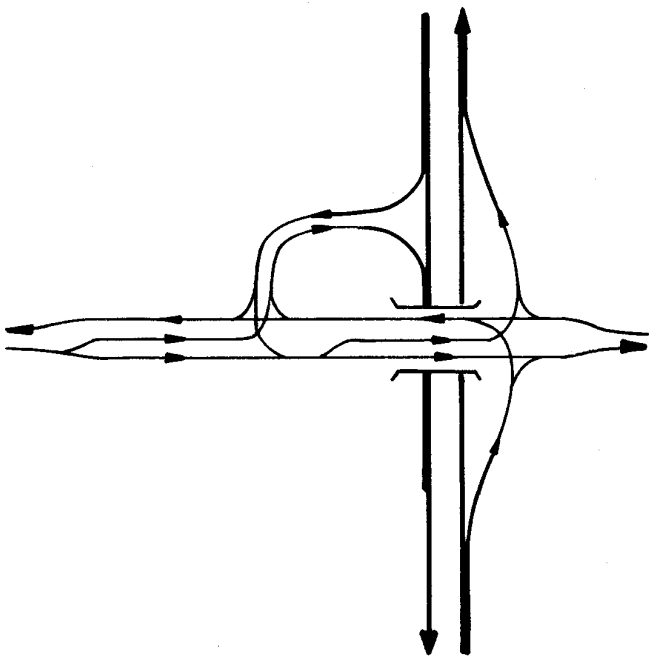
Os losangos dos **Quadros 24 e 25** só são aplicáveis sem semáforo em casos de fluxos de saídas à esquerda com volumes relativamente baixos. O cálculo da capacidade influencia na medida apropriada do afastamento



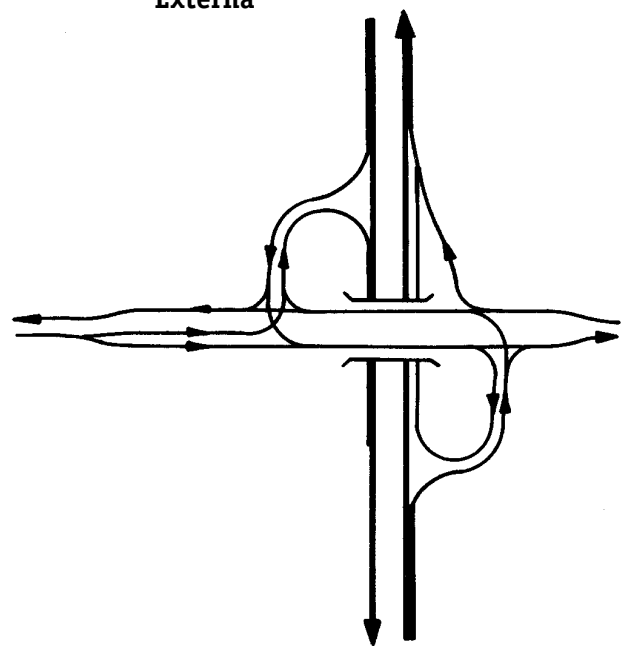
Quadro 26: Losango com Alargamento do Cruzamento



Quadro 27: Losango com Faixas para as Saídas à Esquerda Posicionadas na Parte Externa



Quadro 28: Sistema Especial para Situações de Área Restrita



Quadro 29: Sistema Especial de Meio-Trevo para a Eliminação de um Volume de Tráfego relativamente Alto de Saídas à Esquerda (em geral somente com semáforo)

entre as embocaduras dos ramos na estrada secundária e, por isto, este cálculo é uma base importante para a determinação do sistema da interseção. Um losango com faixas para as saídas à esquerda lado a lado (**quadro 25**) com igual afastamento entre as embocaduras dos ramos é mais funcional do que um losango com faixas para as saídas à esquerda sequenciais com igual distanciamento entre as embocaduras dos ramos (**quadro 24**).

Através dos losangos dos **Quadros 26 e 27** pode-se conseguir uma capacidade relativamente maior do que pelos losangos simples (**quadros 24 e 25**). Em áreas urbanizadas, uma forma especial como a mostrada no **Quadro 26** pode trazer vantagens quando a conexão for feita com duas pistas de único sentido de trânsito.

No losango do **Quadro 27** em geral não pode ser dispensado o uso de semáforo devido ao acúmulo de pontos de conflito e devido também à entrada em ângulo relativamente muito esconso na área da obra especial do cruzamento. Os que saem à direita e os que entram à direita podem se desenrolar melhor ao adotar-se para estes um desenrolar livre. A solução exige custos relativamente grandes para a obra especial do cruzamento. Por meio das faixas posicionadas externamente para as saídas à esquerda e a possibilidade de seu prolongamento torna-se possível fazer adaptações, devido às modificações no volume de tráfego, utilizando-se meios simples.

4.4.3.3 Sistemas Especiais

Sistemas Especiais de locais de conexão surgem por exemplo quando devem ser combinados meios-trevo

de forma total ou parcial com determinados ramos diretos; devido à falta de espaço ou em casos de diversos fluxos de saídas com volumes relativamente altos. Devido ao maior número de conexões dos ramos na estrada secundária em comparação ao meio-trevo, poderá haver dificuldades na colocação da sinalização por meio de placas de condução de forma compreensível e pode aumentar o número de motoristas que decidem erroneamente sobre o seu destino. Tais soluções especiais devem portanto ser aplicadas somente em áreas urbanizadas e quando os sistemas básicos citados nos **Itens 4.4.3.1 e 4.4.3.2** não proporcionarem um desenrolar satisfatório do fluxo de tráfego.

O **Quadro 28** mostra um sistema especial no qual o laço do trevo foi substituído por ramos paralelos devido à falta de área.

Nos sistema especial mostrado no **Quadro 29**, o qual é em geral contemplado com semáforo, foi inserido um ramo de interligação direto adicional para um fluxo com volume relativamente alto de saídas à direita, para facilitar o comando por meio de um semáforo e aumentar a capacidade das conexões dos ramos à estrada secundária.

5. Dimensionamento e Construção

5.1 Generalidades

As estradas a serem interligadas devem ser traçadas se possível de tal forma que os seus traçados originais possam ser conservados relativamente ao plano horizontal e o vertical dentro da área da interseção. Se isto não for possível ou tecnicamente não recomendável, então deverá acontecer uma adaptação da estrada secundária.

5.2 Ramos de Interligação ¹⁾

5.2.1 Grupos e Tipos de Ramos

Os ramos recebem duas diferenciações:

Grupo de Ramos 1: *Interligação de duas auto-estradas (níveis diversos - níveis diversos).*

Grupo de Ramos 2: *Interligação de uma auto-estrada com uma estrada secundária (níveis diversos - nível único).*

A diferenciação dos tipos de ramos conforme o percurso do tráfego já foi tratado no **Item 4.2**.

Conforme o traçado, podem aparecer, isoladamente:

- ramos de interligação **não-ajustados**; ou

- ramos de interligação **ajustados** (ver **item 4.3.3.1**)

O **Quadro 30** mostra uma visão geral dos tipos de ramos aplicáveis para os dois grupos e cita as velocidades recomendadas de projeto. Aos grupos e tipos de ramos são atribuídos, individualmente, diferentes seções transversais, além de valores limites dos elementos do projeto de acordo com as velocidades recomendadas (**quadro 30**).

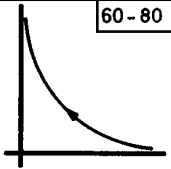
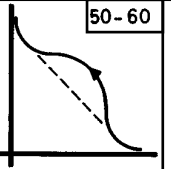
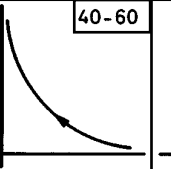
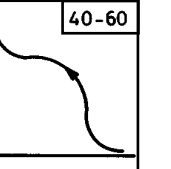
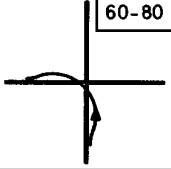
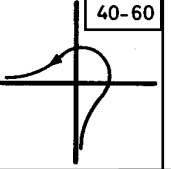
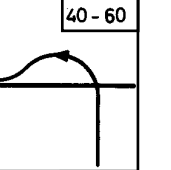
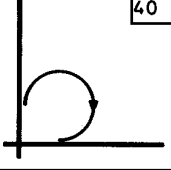
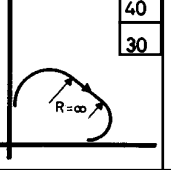
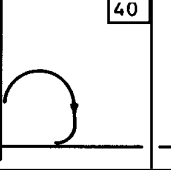
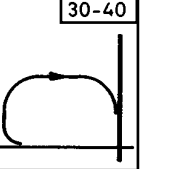
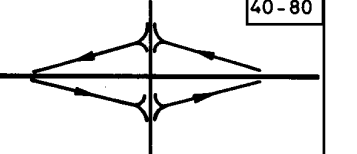
5.2.2 Elementos de Projeto nos Planos Horizontal e Vertical

5.2.2.1 Fundamentos

A concepção dos ramos de interligação é baseada em velocidades de projeto fixadas (**V_p = 30, 40, 50, 60, 70 ou 80 km/h**). A relação das velocidades recomendadas de projeto e os diferentes grupos e tipos de ramos se encontram também no **Quadro 30**.

A característica do trajeto fora da interseção não deve ter continuidade nos ramos de interligação.

Os princípios básicos do item *Traçado Espacial das DCE-*

Tipo de Ramo (condução do tráfego)	Grupo de Ramos 1 níveis diversos - níveis diversos		Grupo de Ramos 2 níveis diversos - nível único	
	traçado da linha			
	não ajustado	ajustado	não ajustado	ajustado
direto	 60-80	 50-60	 40-60	 40-60
semi-direto	 60-80	 40-60	—	 40-60
indireto	 40	 40 30	 40	 30-40
(direto)	pista para distribuição		 40-80	

Quadro 30: Tipos de Ramos e Velocidades Recomendadas em km/h

1) Ramos para Distribuição pertencem também aos Ramos de Interligação DCE-I-2 - 02/2000

C somente são válidos quando se referem à criação de distâncias de visibilidade suficientes e para evitar ilusões óticas. Inconstâncias óticas têm que ser aceitas de um modo freqüente e consciente em interseções a níveis diversos, para tornar suficientemente reconhecíveis elementos projetados inevitavelmente com padrões abaixo do mínimo.

Os princípios básicos e valores limites dos elementos de projeto aqui citados referem-se somente aos ramos de interligação e às áreas de entradas e saídas. As conexões de nível único dos ramos com as estradas secundárias devem ser concebidas conforme **DCE-I-1** e **Item 5.6**.

Os comprimentos mínimos dos ramos de interligação são determinados pelas condições técnicas do traçado e, além disto, também pelo comprimento para leitura, pela separação física e de tempo dos pontos de decisão, pela pré-ordenação de posicionamento e, eventualmente, pelas necessárias faixas para posicionamento. Em caso de ramos lado a lado não se deveria ultrapassar comprimentos máximos de **200,0 a 300,0 m**, para evitar a impressão de uma estrada própria e independente conduzida paralelamente.

Para melhorar a compreensibilidade e para a simplificação da sinalização indicadora de itinerários, os ramos das saídas antes da conexão à estrada secundária devem ter um traçado horizontal e vertical fluente tal que exista um "segmento de leitura" de no mínimo **50,0 m** antes das placas de sinalização. De

outro modo terão que ser colocadas placas de pré-sinalização nos ramos para as saídas.

5.2.2.2 Plano Horizontal

A reta é aplicável sem restrições.

Os raios mínimos de curvas horizontais circulares são fixados em dependência das velocidades de projeto referenciados aos grupos e tipos. Estes raios constam no **Quadro 30** e na **Tabela 2**.

As curvas de transição devem ser feitas por meio de clotóides com parâmetros de $A = \frac{1}{3} R$ até $A=R$. Para

a curva situada na área da ponta da ilha das saídas deverão ser almejados valores menores devido à reconhecibilidade. Em ramos para as saídas em forma de laço com raios principais de curvas de **R = 40,0 a 60,0 m**, ao contrario são necessários parâmetros de clotóides de $A \cong R$, para ser possível girar a pista na curva de transição (ver **item 5.2.3.3**).

Para que nos locais das saídas se forme com antecedência uma ponta adequada para a ilha tal que seja bem reconhecível e que os veículos que saem possam diminuir suas velocidades, o ângulo de saída na ponta da ilha deve ser de no mínimo **12,0 graus**.

Em ramos paralelos e em pistas para distribuição, a obediência a estas condições exigirá, em muitas casos, uma flexão da linha no plano horizontal (**quadros 31a e 31c**). Se tais flexões não forem possíveis em uma

Tabela 02: Valores Limites dos Elementos de Projeto¹⁾

Elementos de Projeto	Simbologia e Unidades de Medida	Valores Limites de Projeto para Velocidade de Projeto em (km/h)					
		30	40	50	60	70	80
Raio Mínimo de Curva Horizontal	R (m)	25	50	80	130	190	280
Inclinação Longitudinal Máxima	Aclive + i (%)	5,0					
	Declive - i (%)	6,0					
Raio Mínimo dos Cumes	R _{vv} (m)	500	1000	1500	2000	2800	4000
Raio Mínimo das Baixadas	R _{vc} (m)	250	500	750	1000	1400	2000
Inclinação Transversal Mínima	q (%)	2,5					
Inclinação Transversal Máxima (em curvas)	q _c (%)	6,0					
Gradiente de Inclinação Longitudinal Mínimo	Δ i (%)	0,1 · a a = distância da borda da pista ao eixo de giro					
Distância de Visibilidade Mínima para Paradas	D _p (m)	25	30	40	60	85	115

1) Os valores limites se baseiam nos mesmos modelos de deslocamento dinâmico da **DCE-C**. Devido à maior atenção dos motoristas e outros comportamentos, foram utilizadas outras grandezas de entrada, relativamente ao traçado fora da interseção.

pista para distribuição (**quadro 31b**), então deverá ser mantido um ângulo de saída mínimo de **6,0 graus**. Em caso de pista para distribuição conforme **Quadro 31b**, deverá ser prevista uma faixa para as saídas no local correspondente (**tipos SR1 e SR3 no quadro 35**).

No caso da implantação conforme **Quadro 31c**, poderá também ser feita uma bifurcação no ramo para as saídas (**tipos SR2 e SR4 no quadro 35**).

Como a capacidade dos locais de entradas aumenta se os veículos que entram puderem aumentar a velocidade já antes da ponta da ilha e se, nesta área, houver bastante visibilidade no sentido do tráfego direto, deve-se então embocar os ramos de entradas por meio de um ângulo menor possível (**3,0 a 5,0 gr**) (ver **item 5.7.3**).

5.2.2.3. Plano Vertical Longitudinal

A inclinação longitudinal máxima é fixada para todos os grupos e tipos de ramos de forma uniforme e podem ser vistos na **Tabela 2**. Em caso de inclinações

longitudinais relativamente fortes das estradas a serem entrelaçadas e como conseqüência a necessidade de maior inclinação dos ramos de interligação, permite-se a aplicação de valores maiores ($i_{max} = 10,0 \%$ no declive, porém só em segmentos retos). Com isto ainda tem-se uma inclinação transversal razoável quando se usa, para $R \leq 60,0 \text{ m}$, curvas de transição com $A \cong R$. Nos segmentos de giro da pista deve permanecer uma inclinação longitudinal mínima de **0,15 %** na borda menos inclinada desta, por motivos de drenagem.

Cumes e baixadas são arredondados por meio de arcos de circunferência, os quais podem ser substituídos com suficiente exatidão por parábolas quadráticas (ver **DCE-C**). Os raios mínimos dos arredondamentos estão na **Tabela 2**. Os raios mínimos dos cumes podem ser menores se as distâncias mínimas de visibilidade para parada existirem por meio da sobreposição das curvas horizontais e verticais e se forem garantidos os campos visuais.

5.2.3 Elementos de Projeto na Seção Transversal

5.2.3.1 Coordenação (classificação das seções transversais relativamente aos grupos de ramos)

O **Quadro 32** mostra as seções transversais aplicáveis para ramos de interligação e também os limites desta aplicabilidade.

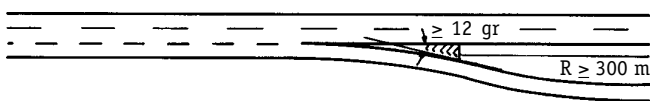
Grupo de Ramos 1 (níveis diversos - níveis diversos)

A seção transversal **ST1** deve ser aplicada quando o comprimento de um ramo de interligação for menor do que o comprimento limite mostrado no **Quadro 32**. Independentemente dos seus comprimentos, os ramos em laço e as pistas para distribuição com trajetos subseqüentes para entrelaçamentos em interseções padrão (por exemplo; trevo) recebem sempre a seção transversal **ST1**, com exceção das interseções de **três** braços de auto-estradas (ver **item 4.3.2.1**). Como comprimento do ramo de interligação deve ser considerada a distância entre a ponta da ilha das saídas (ou da subtração de faixa) e a ponta da ilha da entrada seguinte relacionada com fluxo de tráfego em questão (adição de faixa). Deve-se considerar as faixas para entrelaçamentos como adições e subtrações de faixas. Os ramos em laço não são considerados para a definição do comprimento.

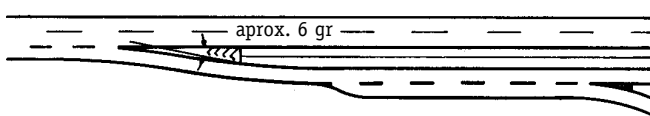
Ramos de interligação devem receber o seção transversal **ST2** quando os seus comprimentos ultrapassarem os comprimentos limites do **Quadro 32**. Assim, são possibilitadas ultrapassagens também em casos de volumes de tráfego abaixo do limite da capacidade de um ramo de interligação de uma só faixa.

Se o volume de tráfego de um ramo de interligação

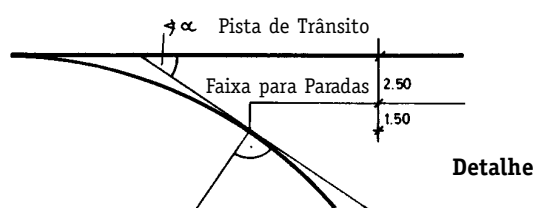
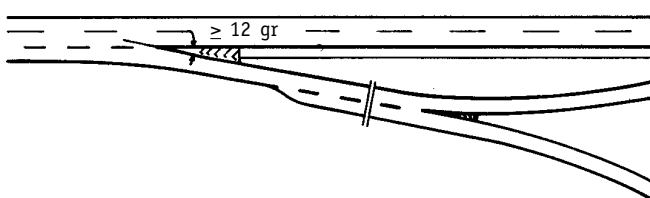
a) Ramo Paralelo



b) Pista para Distribuição em Posição Paralela



c) Pista para Distribuição em forma de Ramo para as Saídas, com Deformação



Quadro 31: Escondidade de Ramos Paralelos e de Pistas para Distribuição

ultrapassar a **1.000 veículos/hora**, então deverá ser aplicada a seção transversal **ST3**.

Pistas para distribuição recebem a seção transversal **ST2** (ou **ST3**) se estas pistas integram diversas interseções e quando houver uma faixa a mais no segmento para entrelaçamentos (ver **item 5.5.2**). Se não se dispuser da largura necessária (nos casos de ampliação), então a faixa para entrelaçamentos terá prioridade em relação à configuração de duas faixas da pista para distribuição.

Em interseções com **três braços** (ver **item 4.3.2**), aqueles ramos que nascem diretamente no trajeto fora da interseção ou neles embocam recebem a seção transversal de **uma única** faixa por sentido em vez da seção transversal **ST2** (respectivamente **ST3**).

Nos locais para entradas e saídas do **Grupo de Ramos 1**, deverá ser prevista, nas imediações da ponta da ilha, a mesma seção transversal do ramo para interligação imediatamente sequencial. Os estreitamentos necessários de seção transversal no local das entradas para as seções transversais **ST1** e **ST2** são realizados somente por meio de marcação de faixa (ver **item 5.4.2**).

Se uma das auto-estradas a serem entrelaçadas

apresentar, no trajeto fora da interseção, medidas menores para os elementos individuais da seção transversal, comparativamente às medidas das seções transversais **ST2** e **ST3**, então estas medidas do trajeto fora da interseção poderão ser também aplicadas para a seção transversal do ramo.

Grupo de Ramos 2 (níveis diversos - nível único)

Para o grupo de ramos 2 são aplicáveis as seções transversais **ST1**, **ST2** e **ST4**.

Os ramos das entradas e das saídas podem receber seções transversais diferentes se for providenciado um espaço de separação de sentidos. Enquanto que a conexão à estrada secundária deve ser formada conforme **Item 5.6** e de acordo com a **DCE-I-1**, as áreas de saídas e de entradas receberão sempre as seções **ST1** ou **ST2** nas imediações da ponta da ilha.

A seção transversal **ST2** deverá ser escolhida se o volume de tráfego na conexão à estrada secundária exigir mais de uma faixa para um sentido de trânsito num segmento relativamente mais longo, como por exemplo na necessidade de faixas para posicionamentos nos casos de semáforo e que, através das duas faixas, se possa evitar um possível congestionamento na auto-estrada.

Seção Transversal		Medidas (m)	Limites de Aplicação
Simbologia	Designação		
ST1	seção transversal de uma faixa superlarga		
ST2	seção transversal de duas faixas		
ST3	seção transversal de duas faixas com faixa para paradas		
ST4	pista com duas faixas de trânsito em sentidos contrários		
<p>1) é possível 1,00 m em cortes e aterros sem defensas 2) em raios $R \leq 130,0$ m é necessária uma largura adicional conforme Item 5.2.3.4 3) ver Item 5.2.3.1</p>			

Quadro 32: Seções Transversais de Ramos de Interligação

Neste caso, deverá ser previsto um espaço de separação de sentidos de trânsito ($l \geq 2,00 \text{ m}$) na área das duas faixas lado a lado das entradas e das saídas.

Se não for necessário aplicar a seção transversal **ST2**, então na área do ramo com entradas e saídas lado a lado terão que ser aplicadas as seções transversais **ST1** com espaço de separação de sentidos de trânsito ou as **ST4** (pista com dois sentidos de trânsito).

Por motivos econômicos, a seção transversal **ST4** deverá em geral ser aplicada se o segmento com dois sentidos de trânsito (medido da ponta da ilha triangular até a ponta da ilha em forma de gota) ultrapassar **125,0 m** de comprimento. Em caso da aplicação de um espaço de separação de sentido de trânsito, será então permitido um traçado independente em termos de plano vertical das faixas das entradas e das saídas, se disto resultarem vantagens importantes.

5.2.3.2 Inclinação Transversal

Os ramos de interligação recebem sempre uma inclinação transversal de uma água. Nas curvas, o caimento é no sentido da borda interna. Esta mesma inclinação é aplicada também nas faixas de borda e nas faixas para paradas. A inclinação mínima necessária devido à drenagem (escoamento das águas) é de **2,5 %**. Em curvas, a máxima é de **6,0 %** (ver **Tabela 2**). As inclinações transversais em curvas para diferentes valores de raios são mostradas no **Quadro 33**, em dependência da velocidade de projeto.

Em raios de $R \leq 50,0 \text{ m}$ é possível o aumento da inclinação transversal para até **6,0 %** isto é, independentemente da relação do **Quadro 33**, em casos justificáveis e excepcionais.

Em caso de flexões contrárias da pista para distribuição (**quadrantes I e II do quadro 12 e quadros 31 b e 31 c**), a inclinação transversal com sentido para o lado externo na curva fletida para o lado contrário pode ser de até **2,5 %**, desde que esta curva tenha um raio $R \geq 1.000 \text{ m}$.

Em ramos de laço ajustados e em ramos tangenciais ajustados sem curvas fletidas para o lado contrário (**quadrante II do quadro 12**) o traçado da borda da pista pode ser melhorado óticamente com a adoção de uma inclinação superior a **2,5 %** no segmento em reta.

5.2.3.3 Rampas e Giro

Entre segmentos com inclinações transversais diferentes, as bordas das pistas são providas de rampas enquanto que as superfícies das pistas de

trânsito sofrem um giro. A linha referencial para o giro da superfície da pista de trânsito é em geral sua borda direita no sentido do trânsito. Se assim procedendo surgir uma visão insatisfatória da pista (oscilações) quando se utiliza ramos tangenciais ajustados fletidos para o lado contrário (**quadrantes III e IV do quadro 12**), então poderá ser escolhido também, como linha referencial para o giro, o eixo ou a borda esquerda da pista de trânsito do ramo.

Não deverá haver obediência a um valor máximo de rampa. A **Tabela 2** indica a inclinação mínima necessária de rampa por medidas técnicas de escoamento de águas. Em casos de diferenças de inclinações longitudinais com mais de **0,5 %**, os vértices deverão ser arredondados.

Em geral o giro deverá ser realizado no segmento da curva de transição. O giro é feito conforme as **DCE-C**.

Divergindo da regra geral, a qual preconiza que uma faixa para as saídas recebe a mesma inclinação transversal da faixa direta, é permitido uma aresta na seção transversal no final da área da faixa para as saídas se esta aresta for consequência do giro da faixa. A diferença de inclinação transversal entre a pista direta e a faixa para as saídas não deve ser maior que **5,0 %** na ponta da área de bloqueio. Se isto não se verificar, então a ponta da área de bloqueio terá que ser prolongada por meio de uma linha contínua. O início do giro do ramo para as saídas poderá, se necessário, ser antecipado, de tal maneira que, no início da curva de transição do ramo, já se tenha uma inclinação transversal de $q = 0,0 \%$.

Estas considerações são válidas também para o ramo das entradas.

5.2.3.4 Alargamentos das Pistas em Curvas

Nos ramos de interligação que são transitadas em único sentido (seções transversais **ST1**, **ST2** e **ST3**) não há necessidade de alargamentos nas curvas. Nos ramos de interligação com trânsito nos dois sentidos (**ST4**), o alargamento da curva terá que ser visto nas **DCE-C** quando se emprega raios $R \leq 130,0 \text{ m}$. O alargamento da pista de trânsito é feito na borda interna da curva (ver **DCE-C**).

5.2.3.5 Deformação da Borda da Pista nos Alargamentos

As deformações da borda da pista de trânsito nos alargamentos de ramos de interligação devem ser as

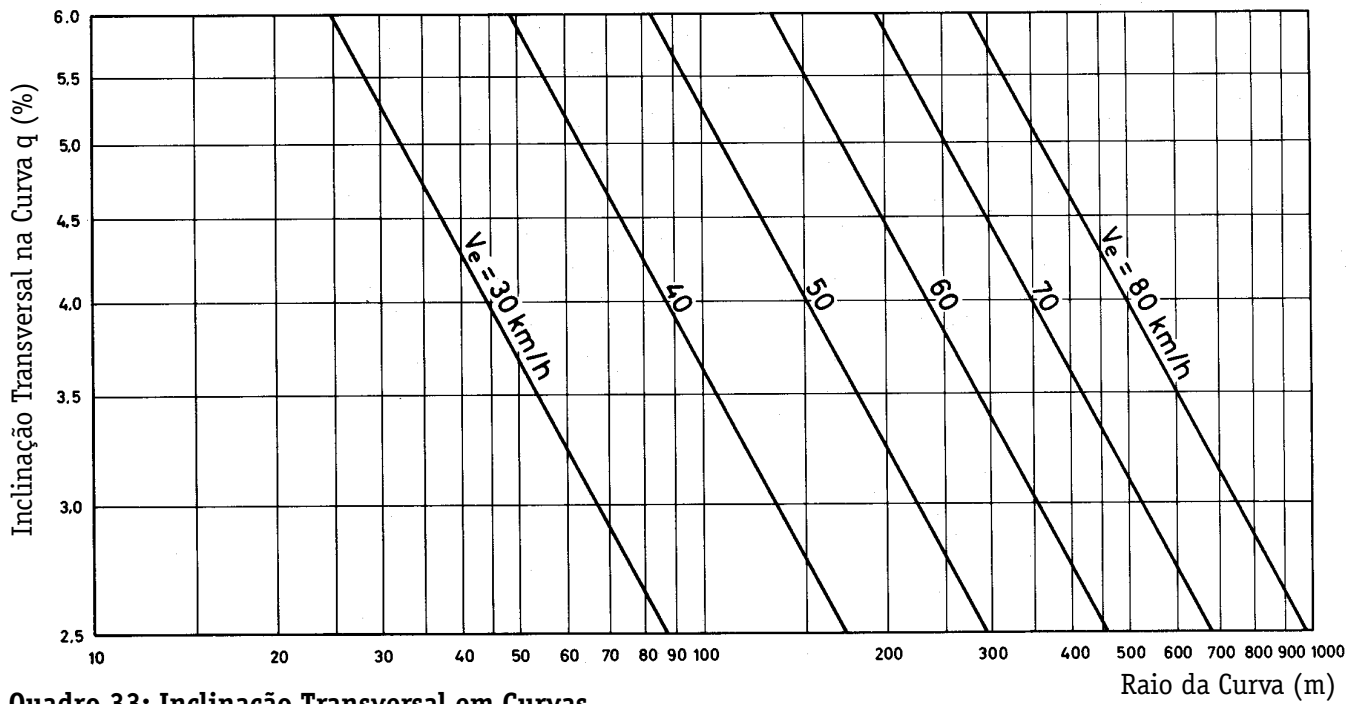
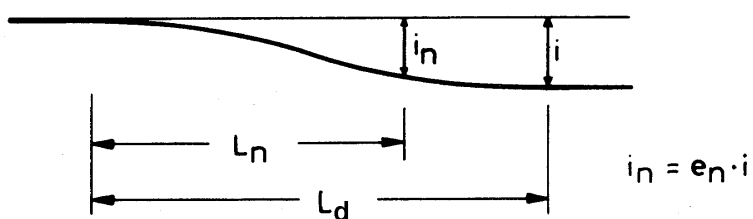


Tabela 03: Ordenadas Intermediárias para uma Deformação Uniforme (parábola quadrática)

$a = \frac{L_n}{L_d}$	e_n	Δe_n	$a = \frac{L_n}{L_d}$	e_n	Δe_n
0.00	0.000	0.005	0.50	0.500	0.095
0.05	0.005	0.015	0.55	0.595	0.085
0.10	0.020	0.025	0.60	0.680	0.075
0.15	0.045	0.035	0.65	0.755	0.065
0.20	0.080	0.045	0.70	0.820	0.055
0.25	0.125	0.055	0.75	0.875	0.045
0.30	0.180	0.065	0.80	0.920	0.035
0.35	0.245	0.075	0.85	0.955	0.025
0.40	0.320	0.085	0.90	0.980	0.015
0.45	0.405	0.095	0.95	0.995	0.005
0.50	0.500		1.00	1.000	



mais curtas possíveis na transição entre as seções transversais **ST1** e **ST4**, porém, se possível, sem flexão para o lado contrário. Esta exigência fica cumprida em geral se for observada a seguinte relação em função do raio **R** do eixo:

$$R < \frac{L_d^2}{4 \cdot i}$$

onde:

L_d (m) comprimento da deformação;

i (m) medida da deformação.

As bordas das pistas podem ser traçadas independentemente do eixo destas ou através dos valores **La** e **i** conforme a **Tabela 3** (ver **DCE-I-1**).

5.3 Saídas

5.3.1 Generalidades

As áreas para as saídas devem ser implantadas de modo o mais uniforme possível por meio da aplicação de tipos padronizados. Para as saídas nas áreas dos ramos de interligação, as exigências podem ser menores do que para as das pistas diretas.

5.3.2 Configuração das Áreas para Saídas

5.3.2.1 Generalidades

Para a configuração das áreas para saídas, além de seu significado como área para acomodação dos veículos que saem, também possuem um papel muito importante quanto as questões de reconhecibilidade e de capacidade. Por isto, as áreas para saídas devem em geral ser implantadas com uma faixa paralela para acomodação.

A faixa para paradas deverá ser implantada ao lado da faixa para acomodação somente se no ramo de interligação é usado a seção transversal de uma pista de único sentido. Em todos os outros casos é suficiente recuar as defensas do lado da faixa para acomodação, tal que sejam possíveis paradas de emergência esporádicas entre os postes de condução (balisadores). Então, nestes casos, a largura da faixa lateral não pavimentada deverá ser de **2,00 m**.

Na área do trajeto de deformação e na área da abertura da saída não poderá ser dispensada uma marcação duradoura com traços largos. O início da saída terá que apresentar uma marcação muito nítida (ver detalhe no **quadro 34**).

5.3.2.2 Tipos de Saídas em Pistas Diretas

Para a configuração das saídas, é de fundamental importância a seção transversal prevista para o ramo

(ver **quadro 32**). Tipos padronizados de saídas em pistas diretas são mostradas no **Quadro 34**.

O ramo para as saídas de uma faixa com faixa simples de acomodação (**tipo S1**) representa a implantação padronizada para os locais de conexão. Pressupõe ramos de interligação de uma faixa (**seção transversal ST1**).

O ramo das saídas com duas faixas e com faixa simples de acomodação (**tipo S2**) deverá ser aplicado nos casos em que for escolhida a seção transversal **ST2** para o ramo de interligação (ver **item 5.2.3.1**). Esta forma de implantação aumenta a capacidade da saída, mostra claramente se a situação de duas faixas for anunciada por meio de placas de sinalização e uma marcação da área para as saídas. Para eliminar retardamentos relativamente intensos na **faixa 1** da auto-estrada, o ramo das saídas não deverá ter uma flexão relativamente alta logo depois da ponta da ilha.

O ramo das saídas de **duas** faixas com **duas** faixas para acomodação (**tipo S3**) deverá ser aplicado se, por motivos de volume de tráfego, tiver que ser escolhida uma seção transversal de duas faixas (**ST3**) para o ramo e quando a quantidade de faixas diretas tiver que ser conservada (o tráfego de saída é dominante em relação ao tráfego direto temporariamente ou permanentemente, conforme **item 3.2**). Este tipo de saída exige uma sinalização através de pórticos.

O ramo das saídas de **duas** faixas com subtração de faixa (**tipo S4**) deverá ser escolhido, quando, por motivos de volume de tráfego, for necessário a implantação de uma seção transversal **ST3**, (**duas** faixas no ramo) e quando o número de faixas diretas puder ser diminuído em **uma** faixa (quando em geral os volumes de projeto acontecerem simultaneamente na pista direta e no ramo para as saídas). Nestes casos, a faixa subtraída é transformada na faixa esquerda do ramo e a faixa direita do ramo é conduzida à direita, lado, a lado como uma faixa para acomodação. Se excepcionalmente não existir faixa para paradas na pista direta, então a faixa a ser subtraída continuará após a ilha por cerca de **250,0 m**, relativamente à ponta desta ilha, na forma de faixa para paradas. Nos casos de subtração terão também que ser usados pórticos. Nas faixas das saídas terão que ser marcadas setas de condução.

Nos tipos **S2**, **S3** e **S4** deverão ser aplicadas as seções transversais de **uma** faixa por sentido em vez das seções transversais **ST2** ou **ST3** quando o ramo das saídas embocar numa pista de único sentido de uma outra auto-estrada sem uma configuração de entrada (p. ex.; em interseções de **três** braços em auto-estradas, conforme **item 4.3.2**).

5.3.2.3 Tipos de Saídas na Área de Ramos de Interligação

Para a implantação de saídas nas áreas de ramos de interligação são determinantes as seções transversais dos ramos posicionados imediatamente antes e depois do ponto de separação. A distância necessária entre saídas subseqüentes nas áreas de ramos de interligação (distância compreendida entre a ponta da ilha anterior e a ponta da área de bloqueio seguinte) é de **180,0 m** (para orientação da condução e mudança de faixa) quando aplicados os tipos de saída **S1** e **S2** é de **260,0 m** (para orientação de condução e entrelaçamento) quando aplicados os tipos **S3** e **S4**.

Os tipos padronizados de saídas nas áreas de ramos de interligação estão representados no **Quadro 35**.

A saída de **uma** faixa (tipo **SR1**) de um ramo de interligação também de uma faixa deve ser usada se os dois ramos de interligação subseqüentes tiverem **uma** só faixa (seção transversal **ST1**). Na área da faixa para acomodação das saídas poderá também ser usado a seção transversal **ST2** se o alargamento necessário da pista de trânsito for possível sem prejuízos para a parte ótica (por exemplo em curvas).

A simples bifurcação (tipo **SR2**) poderá ser aplicada quando a distância entre a ponta da primeira ilha e a ponta da segunda ultrapassar o comprimento constante no **Quadro 32**, ou quando uma bifurcação se torna prática, baseada no traçado linear do ramo de interligação (p. ex.: em casos de uma pista para distribuição com deformação).

A saída de **uma** faixa (tipo **SR3**) de um ramo de interligação de duas faixas deverá ser aplicada se de um ramo de interligação relativamente longo (seção transversal **ST2**) ou de um ramo com volume de tráfego relativamente alto (seção transversal **ST3**) bifurcar um ramo de interligação curto com volume de tráfego relativamente baixo (seção transversal **ST1**).

A saída de **duas** faixas de um ramo de interligação em forma de bifurcação (tipo **SR4**) deverá ser aplicada quando o ramo de interligação com volume de tráfego relativamente mais alto bifurcar à direita.

Para os tipos **SR2**, **SR4** e **SR3** (com seção transversal **ST3**) deverão, em geral, ser implantados pórticos de sinalização. Os tipos **SR2** e **SR4** recebem marcação de setas. Para os tipos **SR1** e **SR3** (com seção transversal **ST2**) poderão também ser usados alternativamente placas de sinalização em forma retangular. Devem ser observadas, além disso, as determinações das *Diretrizes para a Indicação de Itinerário em Auto Estradas*.

Para se obter uma boa reconhecibilidade do ponto de

separação do tráfego, não deverão ser previstos nos tipos **SR1** até **SR4**, também na falta de faixa para paradas, afastamentos das pontas das ilhas em relação às bordas dos ramos de interligação.

5.3.3 Dimensões (medidas das faixas para acomodação nas saídas)

Os **Quadros 34 e 35** mostram as medidas usadas regularmente para os comprimentos e as larguras das faixas para acomodação nas saídas, assim como também para o comprimento dos segmentos de deformação.

Nos tipos de saída **S1** e **S2**, faixas para acomodação nas saídas com um comprimento de **250,0 m** poderão ser práticas em casos excepcionais quando a pista de único sentido tiver mais de duas faixas ou quando a participação do tráfego de veículos pesados for relativamente alta. Comprimentos com mais de **500,0 m** não devem ser aplicados em nenhum dos tipos de saídas.

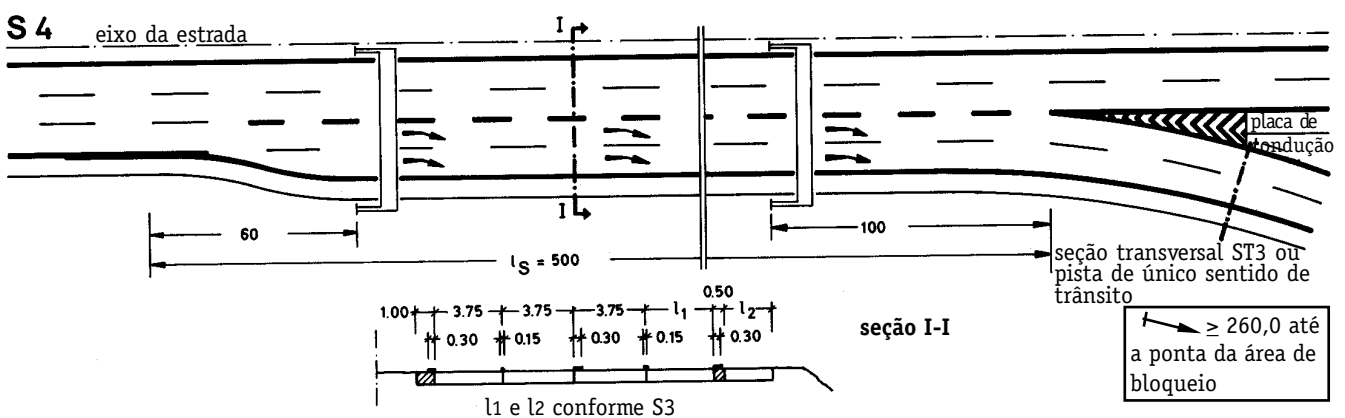
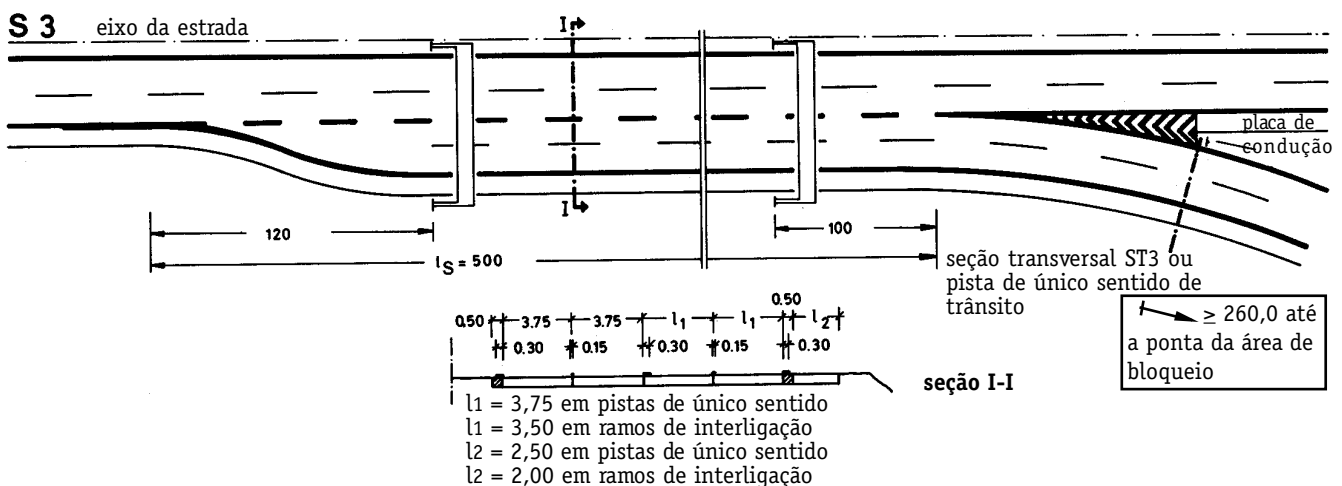
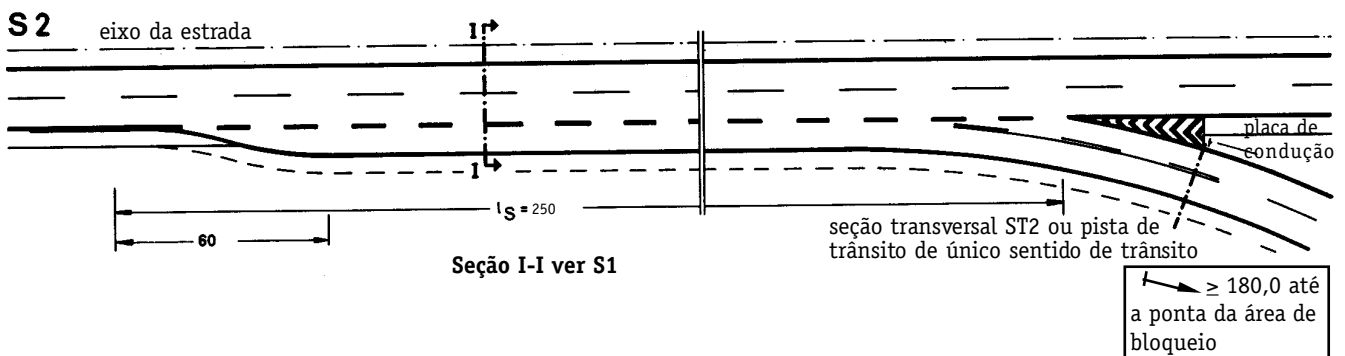
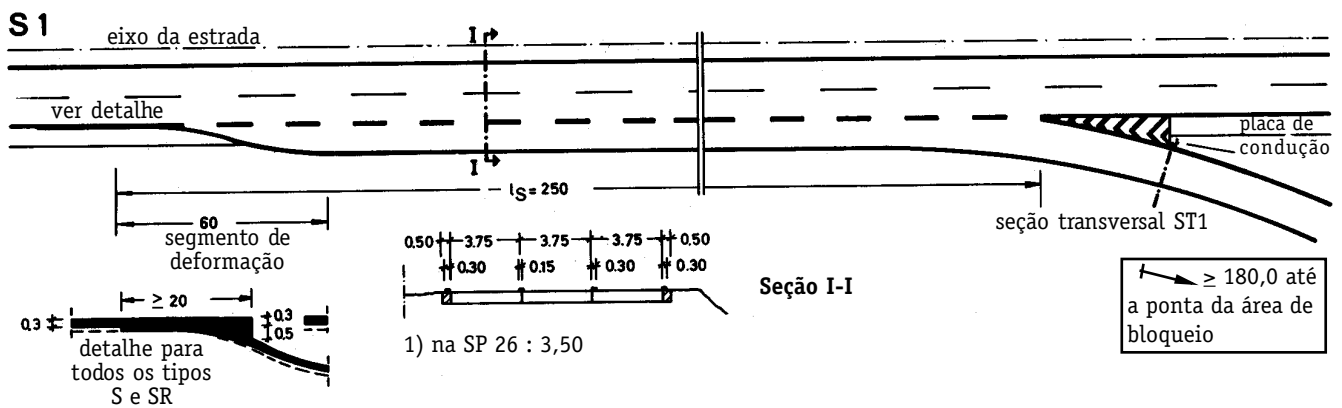
O segmento de deformação poderá ser encurtado para **30,0 m**, respectivamente **60,0 m** (tipo **S3**), em áreas urbanizadas se, devido a isto, surgirem vantagens para a Obra Especial.

O segmento de deformação deverá ser feito conforme a **Tabela 3** ou com curvas circulares correspondentes. O **Quadro 34** mostra no detalhe um tipo especialmente bom de marcação.

Faixas para acomodação nas saídas tem construtivamente a mesma largura das faixas das pistas diretas. Marcações de faixas não exigem uma largura adicional (ver seções transversais nos **quadros 34 e 35**). Aplicando a seção transversal padrão **SP26**, todas as larguras de faixas de **3,75 m** do **Quadro 34** deverão ser substituídas por larguras de faixa de **3,50 m**.

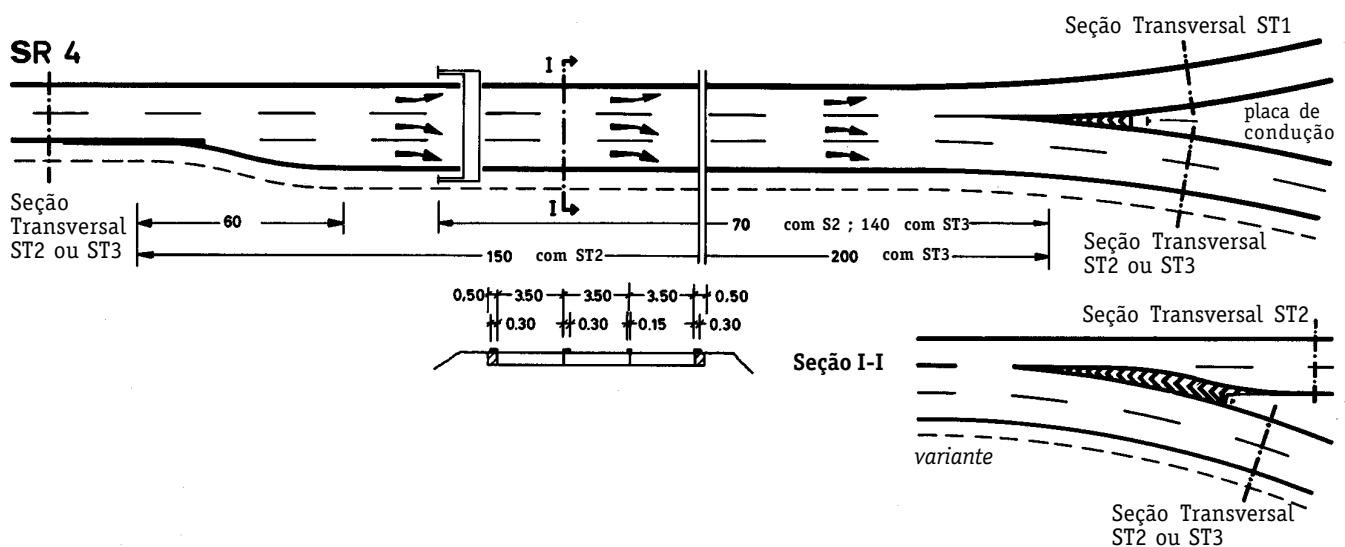
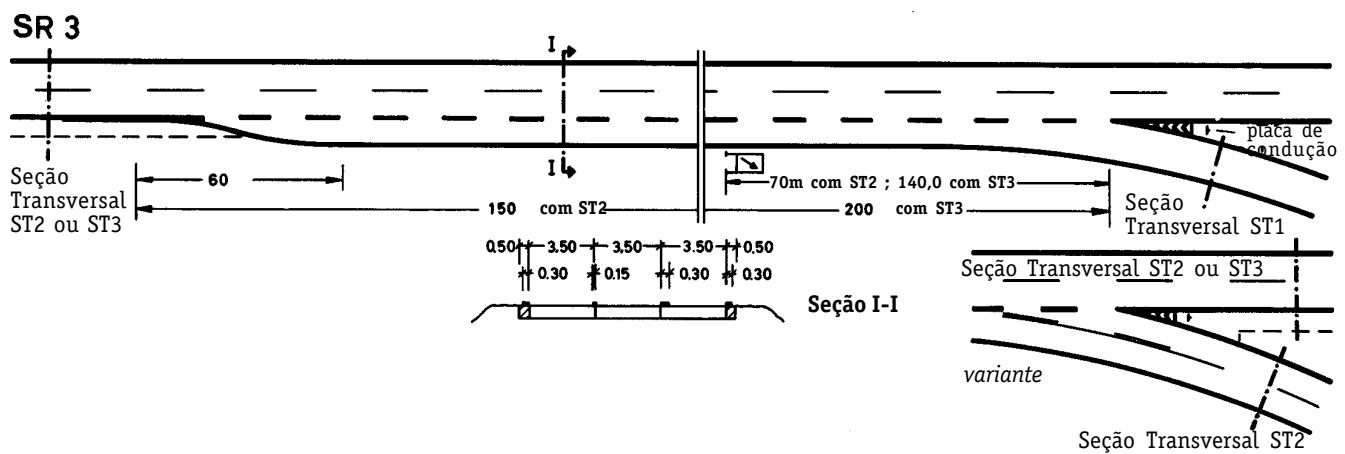
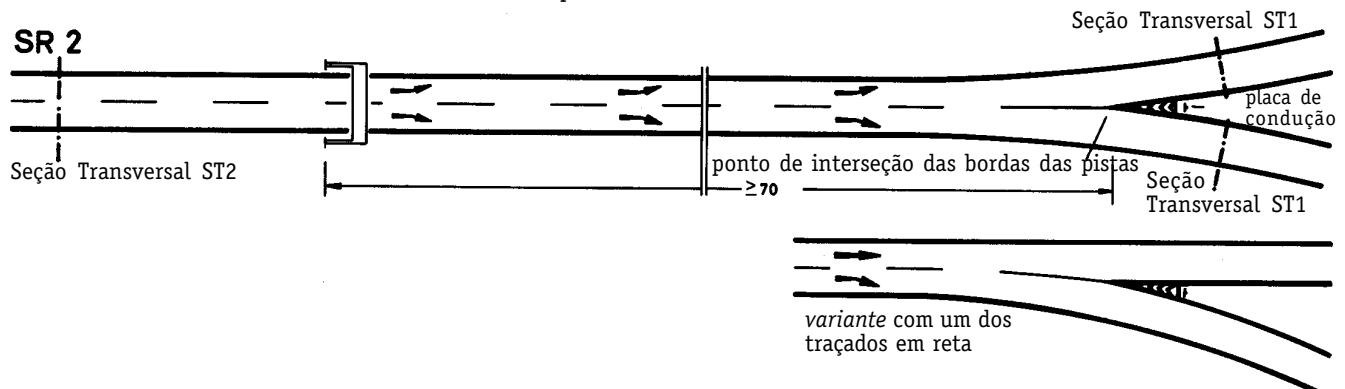
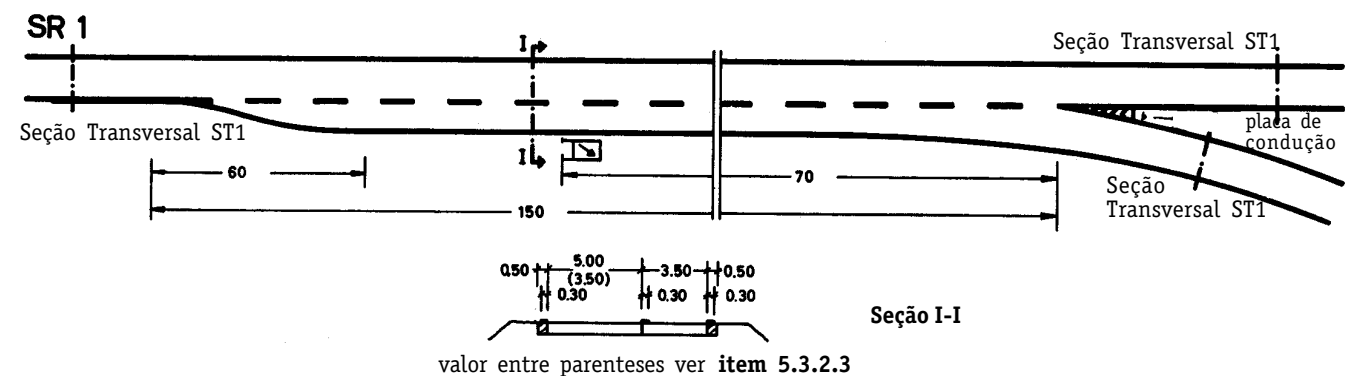
5.3.4 Formação da Ponta da Ilha.

A construção prática da ponta da ilha em saídas é influenciada pela reconhecibilidade e a segurança do tráfego. Por motivos de reconhecibilidade, a ponta da ilha terá que ter uma placa de condução reconhecível também à noite (**60,0 cm** de base, **120,0 cm** de altura, **50,0 cm** do chão). Raios relativamente menores seqüenciais deverão ser sinalizados nas bordas por placas de condução ou postes de condução com espaçamentos menores entre si (**10,0 a 20,0 m**). Em geral, antes da ponta da ilha deverá ser marcada uma área de bloqueio, cujo efeito pode ser aumentado por meio de pequenos elementos salientes com reflexão. Não se pode dispensar a área de bloqueio se entre a pista direta e a faixa para acomodação nas saídas for permitido uma aresta na seção transversal (ver **item** DCE-I-2 - 02/2000



Medidas em (m)

Quadro 34: Tipos Padronizados de Saídas de Pistas Diretas
 DCE-I-2 - 02/2000



Medidas em (m)

Quadro 35: Tipos Padronizados de Saídas na Área de Ramos de Interligação

5.2.3.3).

A ponta da ilha tem uma largura de **1,50 m**. Somente deverá ser arredondada (**R = 0,75 m**) quando excepcionalmente for contornada por meio-fio saliente (borda-alta).

A área depois da ponta da ilha deverá sempre que possível ficar na altura da pista geral e não deverá ter placas de sinalização ou defensas.

5.4 Entradas

5.4.1 Generalidades

Áreas para entradas deverão ser implantadas de modo o mais padronizado possível, utilizando-se tipos padrão. Nas entradas em áreas de ramos de interligação pode-se aplicar menos exigências do que nas entradas em pistas diretas.

5.4.2 Configuração da Área para Entradas

5.4.2.1 Generalidades

Para a configuração de entradas em uma pista direta ou nas áreas de ramos de interligação deverá ser observado que a diferença de velocidade entre os veículos de passagem direta e os veículos que entram seja a menor possível, para ser alcançada uma segurança relativamente alta e uma capacidade também relativamente alta.

Por isto, em todas as entradas deverão existir faixas para as entradas ou adição de faixas.

Para a continuação da faixa para paradas valem as determinações do **Item 5.3.2.1**.

Se excepcionalmente em uma pista direta não existir faixa para paradas, então terá que ser previsto com pelo menos **150,0 m** de comprimento na faixa para entradas.

5.4.2.2 Tipos de Entradas em Pistas Diretas

A seção transversal prevista (ver **quadro 32**) para o ramo é muito importante para a configuração da entrada. Tipos padrão de entradas em pistas diretas são mostrados no **Quadro 36**.

O **Quadro 37** contém os limites aplicáveis em dependência dos volume de tráfego no ramo das entradas e do volume na pista direta.

A embocadura de **uma** faixa com faixa simples para entradas (tipo **E1**) representa o tipo padrão. O ramo de interligação de **uma** faixa (seção transversal **ST1**) com **5,00 m** é afunilado para uma largura de **3,45 (3,20) m**, (ver detalhe do **quadro 36**). O volume de tráfego de entrada depende de diversas relações de

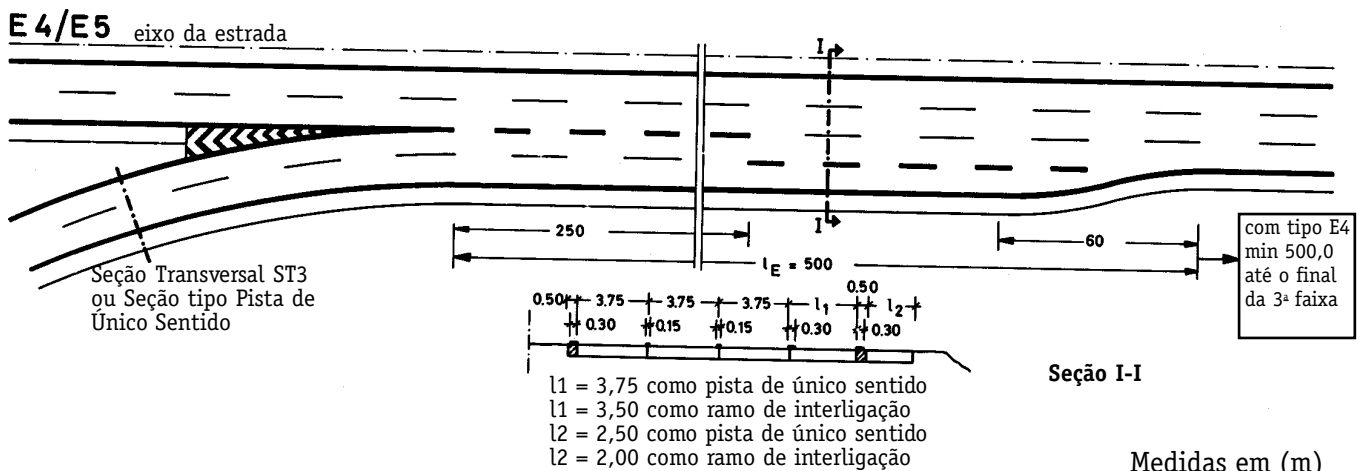
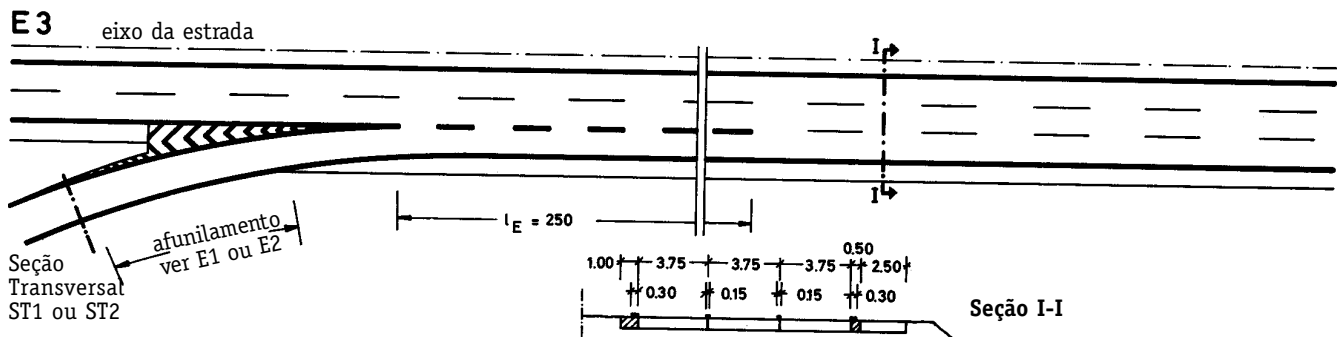
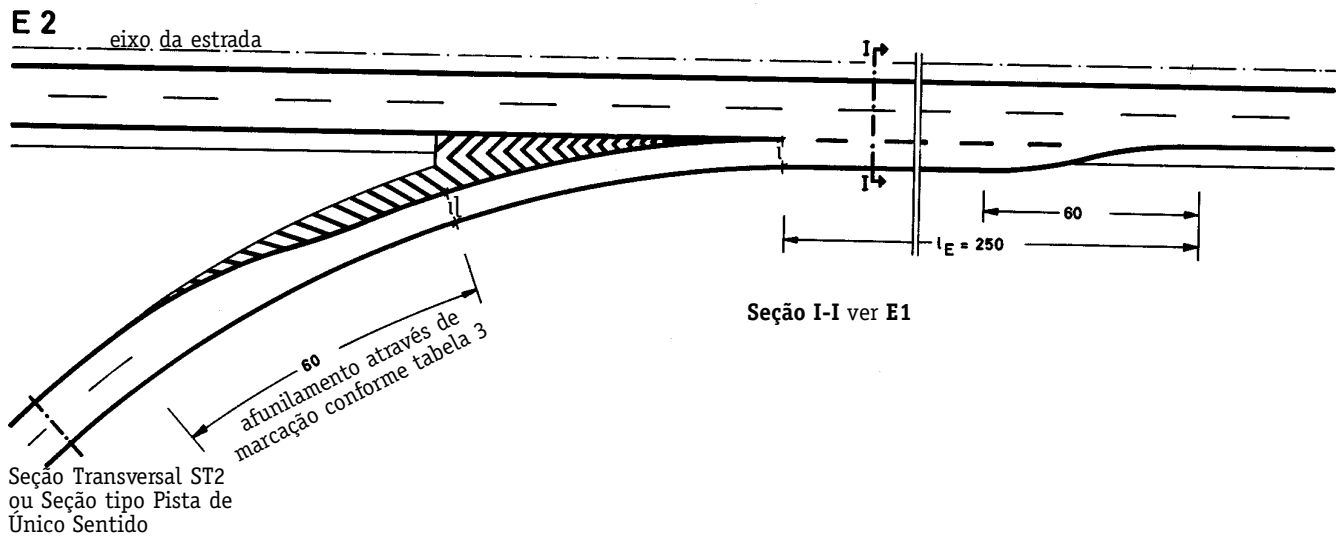
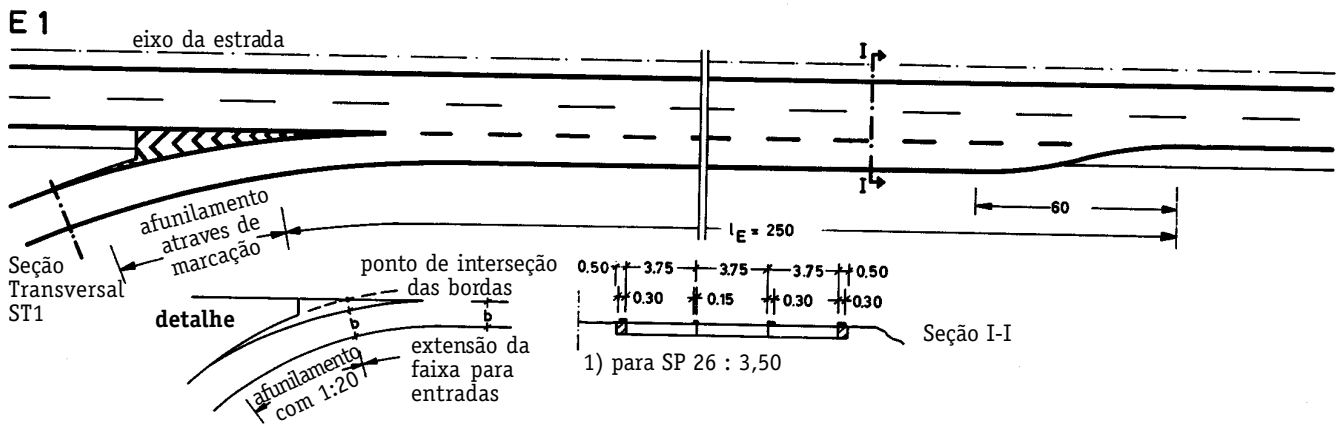
velocidades, em dependência do volume de tráfego nas faixas diretas, conforme **Quadro 38**.

A entrada afunilada com faixa **simples** para incorporação (tipo **E2**) deverá ser aplicada quando se escolher a seção transversal **ST2** para o ramo de interligação (ver **item 5.2.3.1**). A seção transversal de **duas** faixas tem que ser afunilada para se formar antes da ponta de ilha somente **uma** faixa e ter do lado esquerdo uma área de bloqueio para caracterizar o afunilamento e assim disciplinar o procedimento de acomodação na faixa única. Em casos de posicionamento do ramo em cumes ou em curvas horizontais, poderá ser necessário deslocar a área de afunilamento no sentido contrário ao sentido de trânsito tal que o afunilamento possa ser reconhecido em tempo hábil. Se o comprimento determinado da abertura da entrada não for alcançável com a área de bloqueio posicionada na borda esquerda do ramo, então a seção transversal **ST2** poderá também ser excepcionalmente deformação por meio de uma área de bloqueio do lado direito, formando então uma única faixa. O **Quadro 38** mostra os valores dos volumes de tráfego permitidos de entrada.

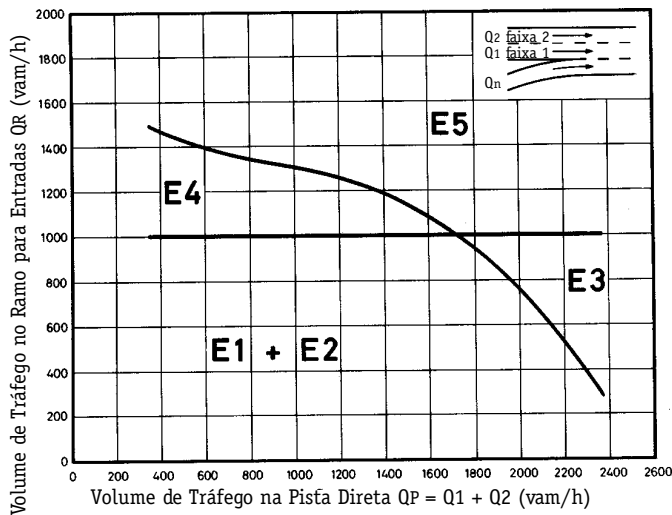
A entrada de uma faixa com adição de faixa (tipo **E3**) deverá ser aplicada quando as seções transversais **ST1** ou **ST2** forem suficientes para o ramo das entradas, mas, devido ao volume de tráfego da pista direta, o tráfego de entrada não pode mais se desenrolar satisfatoriamente por meio de entradas dos tipos **E1** ou **E2**.

A entrada com **duas** faixas com também **duas** faixas para as entradas (tipo **E4**), (respectivamente com adição de faixa - tipo **E5**), deverá ser aplicada quando, devido a motivos de volume de tráfego, tiver que ser escolhida uma seção transversal do ramo com **duas** faixas (tipo **ST3**). Nesta solução, a faixa esquerda do ramo é adicionada à pista direta e a direita se transforma numa faixa para entradas. Se por motivos de volume de tráfego não houver necessidade de uma pista de único sentido com **três** faixas, de acordo com o **Quadro 37**, (tráfego de entrada predominante em certos horários ou sempre predominante relativamente ao tráfego direto conforme **item 3.2**) então a faixa adicional poderá ser eliminada após no mínimo **500,0 m** em relação ao final da faixa para as entradas (tipo **E4**). O término desta faixa deverá ser mostrado aos motoristas através de placas de sinalização com indicação de distâncias (ver **item 6.2**).

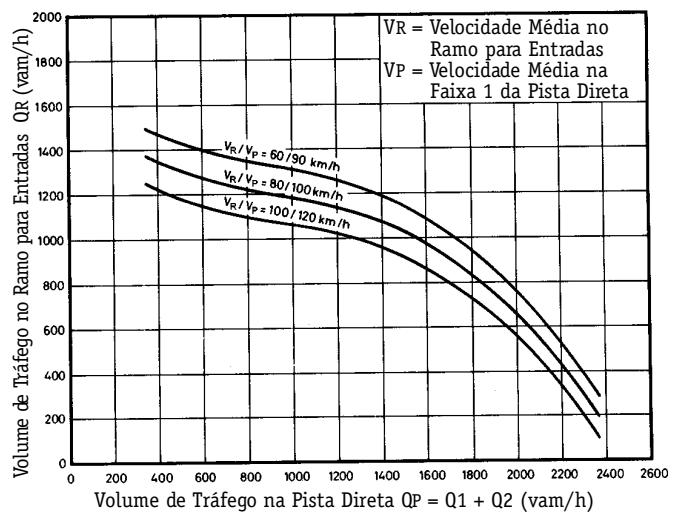
Nos tipos **E2**, **E4** e **E5** deverá ser aplicada a seção transversal padrão tipo *Pista de Único Sentido* em vez das seções transversais **ST2** e **ST3**, quando uma das pistas de único sentido de uma outra auto-estrada seguir como ramo das entradas (p. ex.: em interseções



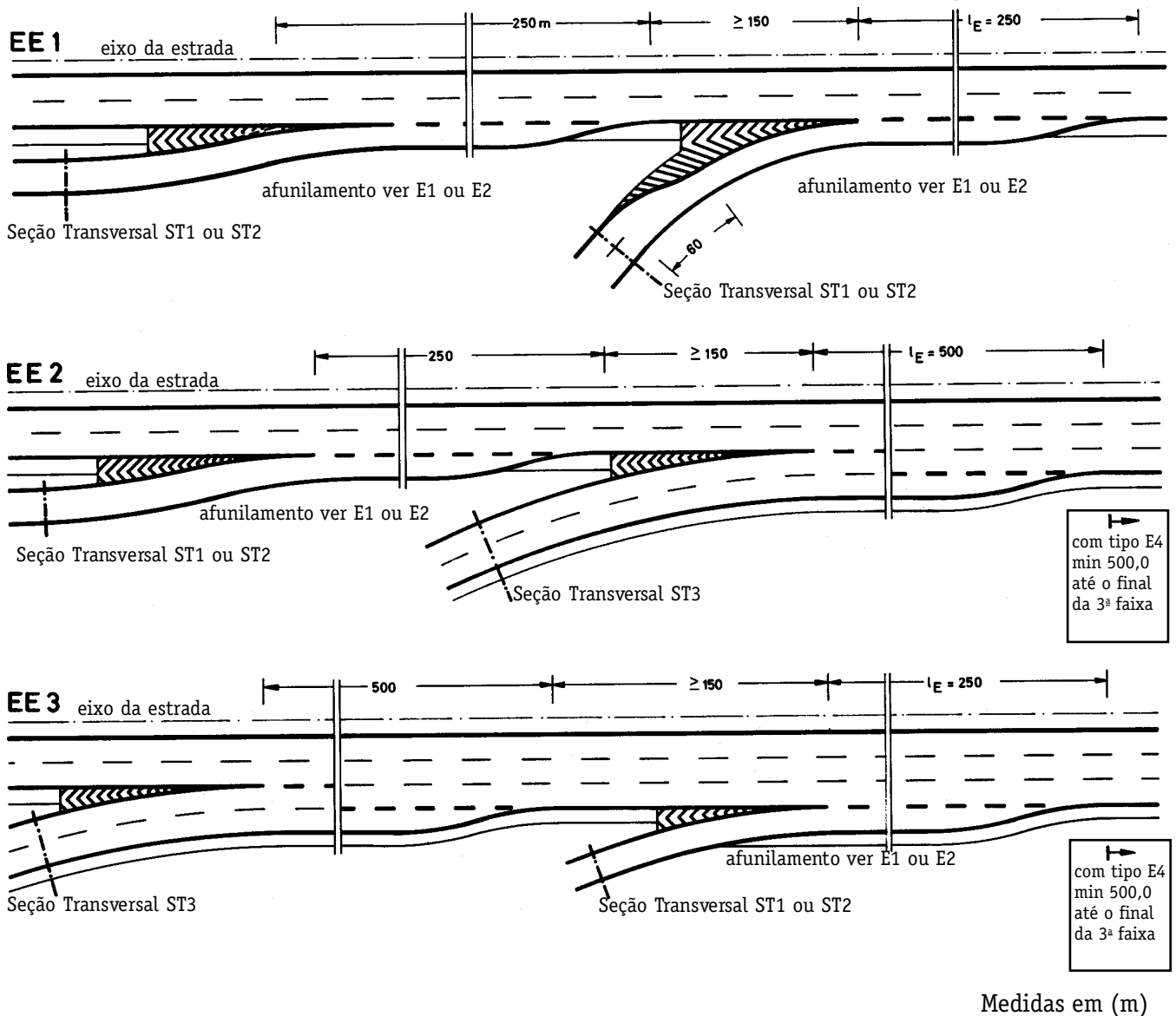
Quadro 36: Tipos Padrão de Entradas em Pista Diretas



Quadro 37: Limites de Aplicabilidade para Entradas em Pistas Diretas



Quadro 38: Volume de Tráfego Permitido em Entradas de Uma Faixa (tipos E1 e E2) para Diversas Qualidades de Desenrolar do Tráfego



Quadro 39: Tipos de Entradas Seqüenciais em uma Pista Direta com Separação dos Fluxos dos Ramos

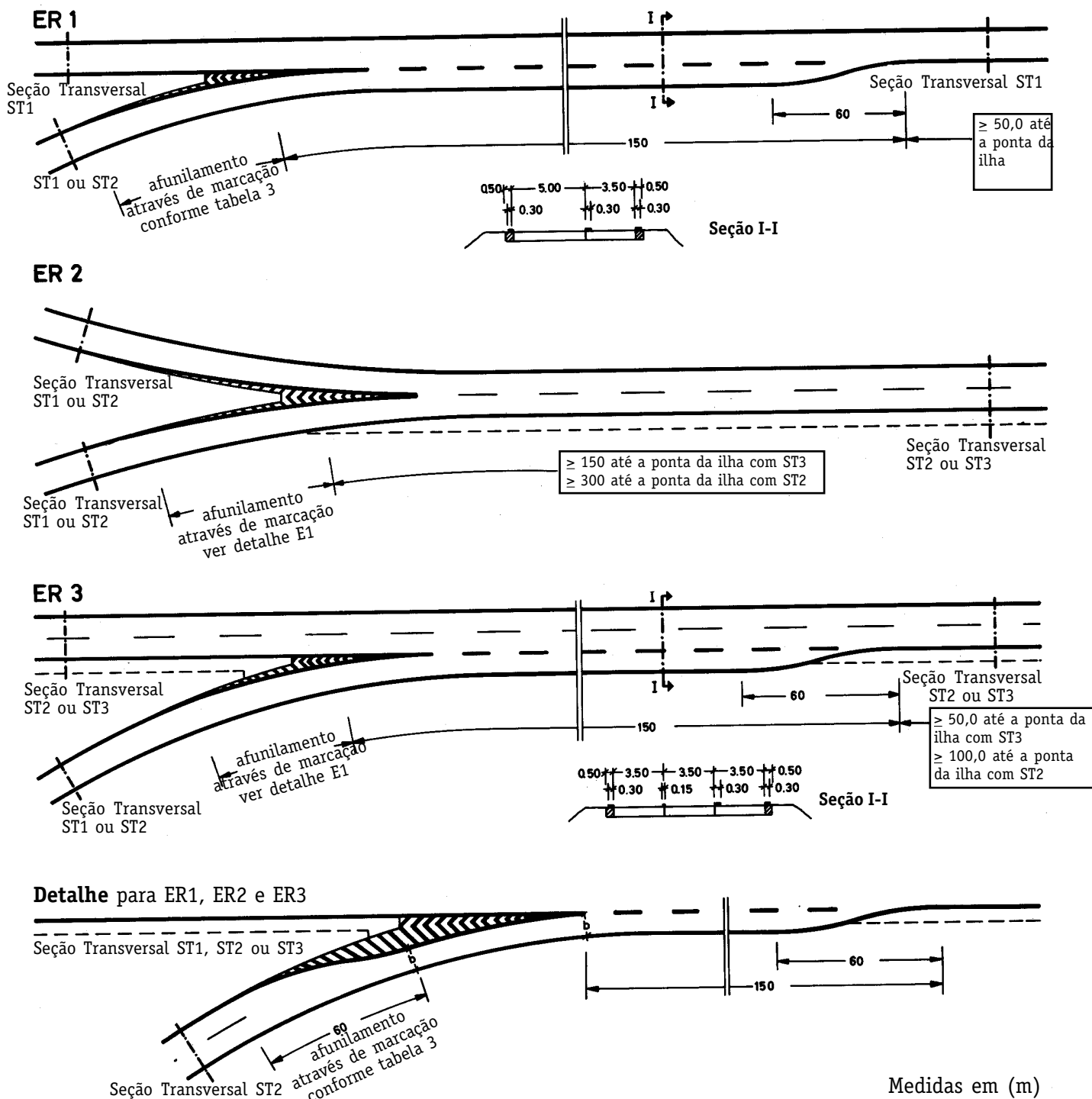
de três braços em auto-estradas conforme item 4.3.2).

1. Se, em casos excepcionais, ramos de entradas embocarem individualmente na pista direta (ver item 4.3.3.2), então deverão ser aplicados os tipos de entradas seqüências mostrados no Quadro 39.

O tipo EE1 deverá ser aplicado quando forem suficientes as seções transversais ST1 ou ST2 nos dois ramos para entradas e a comprovação da capacidade conforme Quadro 38 demonstre que, em ambas as entradas, a qualidade de trânsito é alcançada.

Os tipos EE2 e EE3 deverão ser aplicados quando um dos dois ramos tiver que receber a seção transversal ST3 por motivos de volume de tráfego.

As entradas individuais deverão ser configuradas com o tipo padrão conforme Quadro 36, considerando-se os limites de aplicabilidade citados no Quadro 37. Especialmente em auto-estradas com somente duas faixas por sentido de trânsito, dever-se-á almejar no tipo EE1 uma distância maior entre as duas entradas do que é mostrado no Quadro 39.



Quadro 40: Tipos de Entradas em Ramos de Interligação

5.4.2.3 Tipos de Entradas em Áreas de Ramos de Interligação

Para a configuração de entradas em áreas de ramos de interligação, são determinantes as seções transversais previstas para os ramos antes e depois do local de entrada. Além da configuração com **uma** faixa para entradas, é possível também a configuração com adição de faixa. Para o afastamento entre entradas seqüenciais em áreas de ramos de interligação, os valores não podem ser menores do que os citados no **Quadro 40**.

O **Quadro 40** mostra tipos padrão de entradas em áreas de ramos de interligação.

A entrada de **uma** faixa num ramo de ligação também de **uma** faixa (tipo ER1) deverá ser aplicada quando o volume de tráfego após entrada, não ultrapassar o volume de tráfego permitido para entradas de pista direta, tipo **E1**.

A junção de dois ramos de interligação através de seções transversais **ST1** ou **ST2** poderá ser feita quando, antes do ponto de junção, as seções transversais **ST1** ou **ST2** para os ramos de interligação forem suficientes, mas se, depois do ponto de junção, devido ao distanciamento do ponto de junção em relação a embocadura na pista direta, for exigido um ramo com **duas** faixas, então deve ser usada a seção transversal **ST2** e, se for devido ao volume de tráfego, usa-se a seção transversal **ST3**.

Caso se tenha que embocar num ramo de interligação de **duas** faixas (**ST2** ou **ST3**) um ramo de interligação com a seção transversal **ST1** ou **ST2** e se o fluxo de tráfego de entrada for menos significativo do que o fluxo direto, então terá que ser feita a implantação conforme o tipo **ER3**.

As entradas **ER1** até **ER3** sofrem poucas modificações em sua configuração quando, em vez da seção transversal de **uma** faixa **ST1**, for aplicada a seção transversal **ST2** estreitada com marcações (ver detalhe no **quadro 40**).

Se o ramo de interligação que emboca pela direita exigir uma configuração conforme seção transversal **ST3**, então o ramo de interligação com relativamente menor volume de tráfego terá que ser fletido no ponto de junção ou ser embocado na pista direta por meio de uma entrada própria separada (conforme **quadro 39**) (tipo **EE2**).

5.4.3 Medidas das Faixas para as Entradas

Os **Quadros 36, 39 e 40** contêm as medidas regulares tanto para o comprimento como para a largura de faixas para as entradas, assim como para o comprimento de segmentos de afunilamento.

DCE-I-2 - 02/2000

O comprimento das aberturas de entradas é também diferente, por motivos construtivos, mesmo para entradas semelhantes (ver **quadros 36, 39 e 40**). As diferenças mínimas que ocorrerem por este motivo construtivo, poderão ser toleradas devido aos raios normalmente usados para o ramo de interligação.

O segmento de deformação para o afunilamento tem que ser feito conforme a **Tabela 3** ou por meio de curvas circulares correspondentes.

Faixas para acomodação recebem construtivamente a mesma largura que as das faixas diretas. As marcações de faixa não exigem larguras adicionais (ver seções transversais nos **quadros 36 e 40**). Na aplicação da seção transversal regular **SP 26**, todas as larguras de faixa do **Quadro 36** deverão ser diminuídas de **3,75** para **3,50 m**.

5.4.4 Configuração da Ponta da Ilha

Nas entradas, a ponta da ilha deverá ser mantidas livres de vegetação e de construções que possam influenciar na visibilidade. Através da condução das bordas da ilha e da área de bloqueio, terá que ser almejado um paralelismo do tráfego o mais cedo possível em relação à faixa direta (visão pelo espelho retrovisor). Através do uso de elementos salientes reflexivos, poderá ser aumentado o efeito da área de bloqueio.

A ponta da ilha receberá uma largura de **1,50 m**. Só deverá ser arredondada (**R = 0,75 m**) quando, excepcionalmente, for contornada por meio-fio saliente (borda-alta).

5.5 Faixas para Entrelaçamentos

5.5.1 Faixas para Entrelaçamentos em Pistas Diretas

Faixas para entrelaçamentos em pistas diretas podem ser necessárias quando, por exemplo, conforme o **Item 3.4**, a distância mínima exigida entre as pontas das ilhas não puder ser cumprida em entradas e saídas seqüenciais, ou se outras medidas alternativas conforme **Quadro 1** não puderem ser cogitadas. Então terá que ser examinado se as dificuldades surgidas na sinalização, por meio de placas de itinerário poderão ser solucionadas de maneira satisfatória e se os problemas referentes à capacidade na área de entrelaçamentos puderem ser solucionados com segurança. Na área de faixas para entrelaçamentos com distâncias entre ilhas menores do que **500,0 m**, as velocidades terão que ser limitadas de **80 a 100 km/h** (ver **item 4.3.3.1**). Faixas para entrelaçamentos não deverão ter menos que **300,0 m** de comprimento. Em caso de um comprimento menor do que **500,0 m**, elas deverão ser limitadas em relação à faixa contínua por

meio de linhas tracejadas de traço largo. Uma faixa para paradas só deve ser prevista do lado de uma faixa para entrelaçamentos se em um dos ramos de interligação for aplicada a seção transversal **ST3** ou a *seção transversal tipo pista de único sentido*. Em todos os outros casos bastará que as defensas do lado da faixa para entrelaçamentos sejam recuadas das bordas de tal maneira que paradas emergenciais possam ser feitas entre os postes de condução (largura da faixa lateral não pavimentada então igual a **2,00 m**).

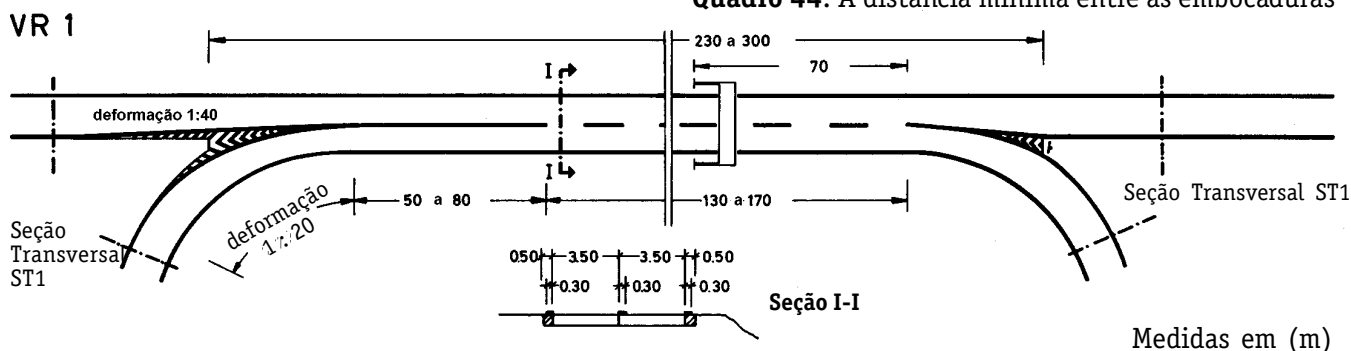
5.5.2 Faixas para Entrelaçamentos em Áreas de Ramos de Interligação

Nas áreas de ramos de interligação, as faixas para entrelaçamentos aparecem em especial nos laços dos trevos. O **Quadro 41** mostra a configuração de um trajeto para entrelaçamentos (tipo **VR1**).

A área útil para entrelaçamentos com um comprimento de **130,0 a 170,0 m** é precedida por um trajeto de acomodação de **50,0 a 80,0 m** de comprimento que serve para que os fluxos a serem entrelaçados se posicionem paralelamente entre si. Assim resulta então um comprimento total de **230,0 a 300,0 m** entre as pontas das ilhas.

Um tal trajeto para entrelaçamentos proporciona uma qualidade suficiente para cerca de **1.500 veículos/hora** (ver item **4.3.2.2**). Em caso de volumes maiores, o **Quadro 42** dá uma idéia da diminuição da qualidade do desenrolar do tráfego.

Se uma pista para distribuição tem que receber a seção transversal **ST2**, respectivamente **ST3**, porque junta diversas interseções, então os trajetos para entrelaçamentos deverão ser configurados com **uma** faixa adicional para entrelaçamentos conforme o **Quadro 41**. Se não estiver disponível a largura necessária para as medidas de ampliação, então a faixa para entrelaçamentos terá preferência em relação à configuração de **duas** faixas da pista para distribuição.



Quadro 41: Configuração de um Trajeto para Entrelaçamentos no Trevo

5.6 Conexões de Ramos a Estradas Secundárias

Em princípio, as conexões dos ramos são configuradas como acessos conforme **DCE-I-1** (ver **quadros 5, 6 e 9**). Podem ocorrer particularidades apenas pelo fato que muitas vezes existe espaço de separação de sentidos de trânsito nos ramos de interligação e que na estrada secundária em geral embocam dois ou mais ramos imediatamente próximos, os quais levam sempre, conforme o sistema da interseção (ver **item 4.4**), a diferentes combinações de faixas para as saídas à esquerda e áreas de bloqueio.

Exemplos para os casos nos quais a estrada secundária tem uma seção transversal de pista simples são mostrados nos **Quadros 43 a 49**. As conexões dos ramos sem semáforo estão representadas nos **Quadros 43 a 46** e com semáforo nos **Quadros 47 a 49**. Se conexões de ramos conforme os **Quadros 43 a 46** forem também comandadas por semáforo, então terá que existir regularmente duas faixas para posicionamentos ao lado da gota (conforme **DCE-I-1**).

Em caso de um *semi-trevo assimétrico* com faixas para as saídas à esquerda posicionadas na parte externa (ver **quadro 20**), recomenda-se então a configuração conforme o **Quadro 43**. Na área da obra especial da interseção, a seção transversal de pista simples poderá ser conservada (eventualmente com limitação bilateral de faixa), quando a distância entre o encontro da obra especial e o eixo da conexão do ramo for maior do que **70,0 m**. Na variante do **Quadro 43** com espaço separador de sentidos contrários no ramo de interligação, deverá ser construída uma gota conforme **DCE-I-1** com início na embocadura do ramo na estrada secundária e terminando no eixo do espaço separador. Este espaço separador deverá sofrer uma deformação tal que se tenha uma pista de **4,50 m** de largura na área para posicionamentos quando for aplicado uma seção transversal **ST1** (ver variante do **quadro 43**).

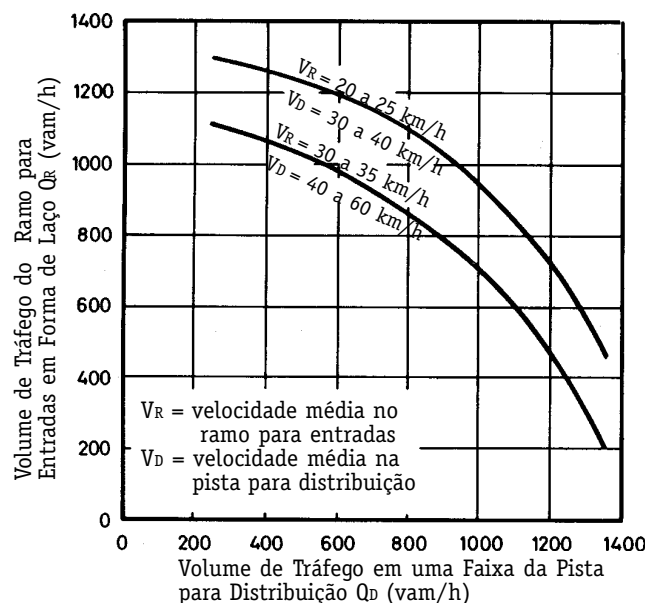
Em caso de um *semi-trevo assimétrico* com faixas para as saídas à esquerda dentro da interseção e faixas para as saídas à esquerda sequenciais (ver **quadro 21**), as conexões dos ramos terão que ser feitas conforme o **Quadro 44**. A distância mínima entre as embocaduras

resulta do comprimento mínimo necessário para as faixas para as saídas à esquerda. Na área da deformação entre as duas faixas para as saídas à esquerda terá que ser colocada uma pequena área de bloqueio.

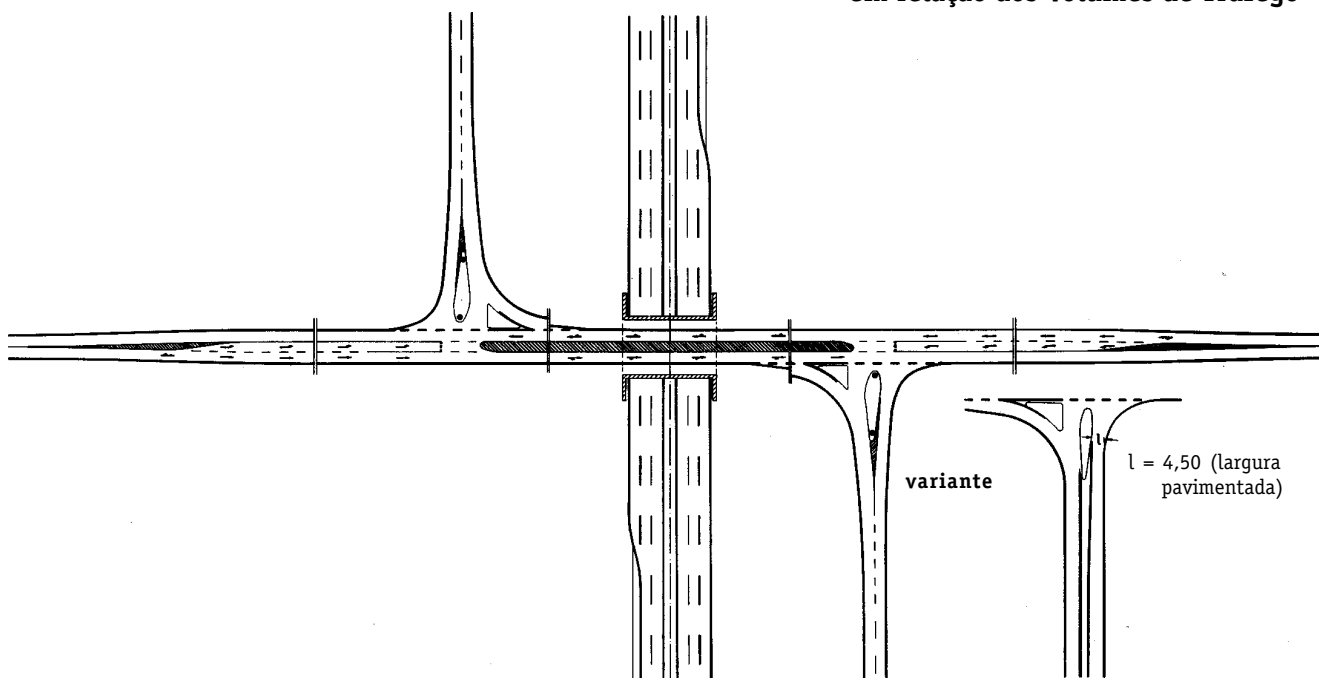
Em caso de um *semi-trevo assimétrico* com faixas para saídas à esquerda posicionadas internamente à interseção e adjacentes (ver **quadro 22**), recomenda-se então as conexões dos ramos conforme o **Quadro 45**.

Em caso de um *semi-trevo simétrico* (ver **quadro 23**) terão que ser previstas **duas** faixas para as saídas à esquerda seqüenciais conforme **Quadro 46**. Nestes casos, a sinalização em forma de marcação exige um cuidado todo especial.

Em losangos com faixas para as saídas à esquerda posicionadas internamente à interseção (ver **quadros 24 e 25**), as conexões dos ramos tem que ser formadas conforme os **Quadros 47 e 48**.



Quadro 42: Qualidade do Desenrolar do Tráfego em Trajetos para Entrelaçamentos em relação aos Volumes de Tráfego



Quadro 43: Configuração das Conexões dos Ramos com Faixas para Saídas à Esquerda em um Semi-Trevo Assimétrico

O *losango* com faixa para as saídas à esquerda externamente à interseção (**quadro 27**) em geral só precisa de um semáforo na área central da conexão. Os que saem à direita e os que entram à direita podem muitas vezes se movimentarem livremente. O **Quadro 49** mostra uma configuração prática para conexões de ramos.

5.7 Medidas da Visibilidade

5.7.1 Generalidades

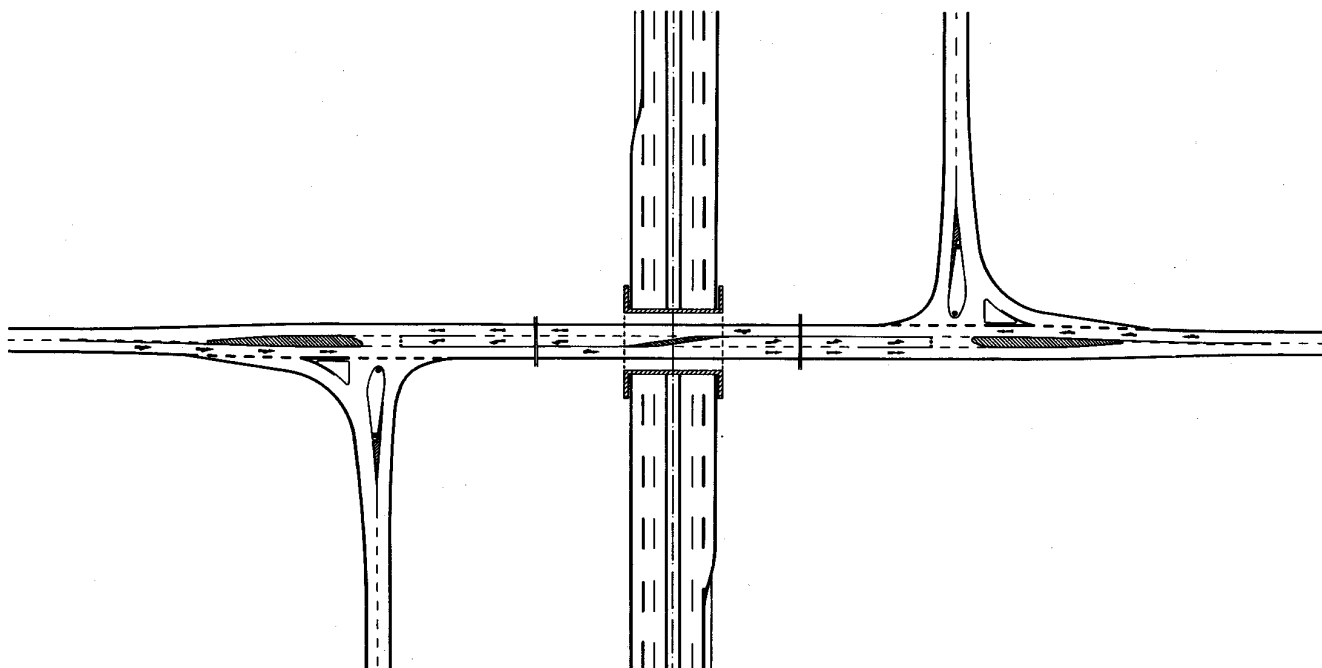
A exigência por visibilidade suficiente e a manutenção DCE-I-2 - 02/2000

de campos de visibilidade livres para proporcionar a visibilidade em interseções de níveis diversos é válida em primeiro lugar para as áreas parciais tomadas individualmente (ver **item 2.2**).

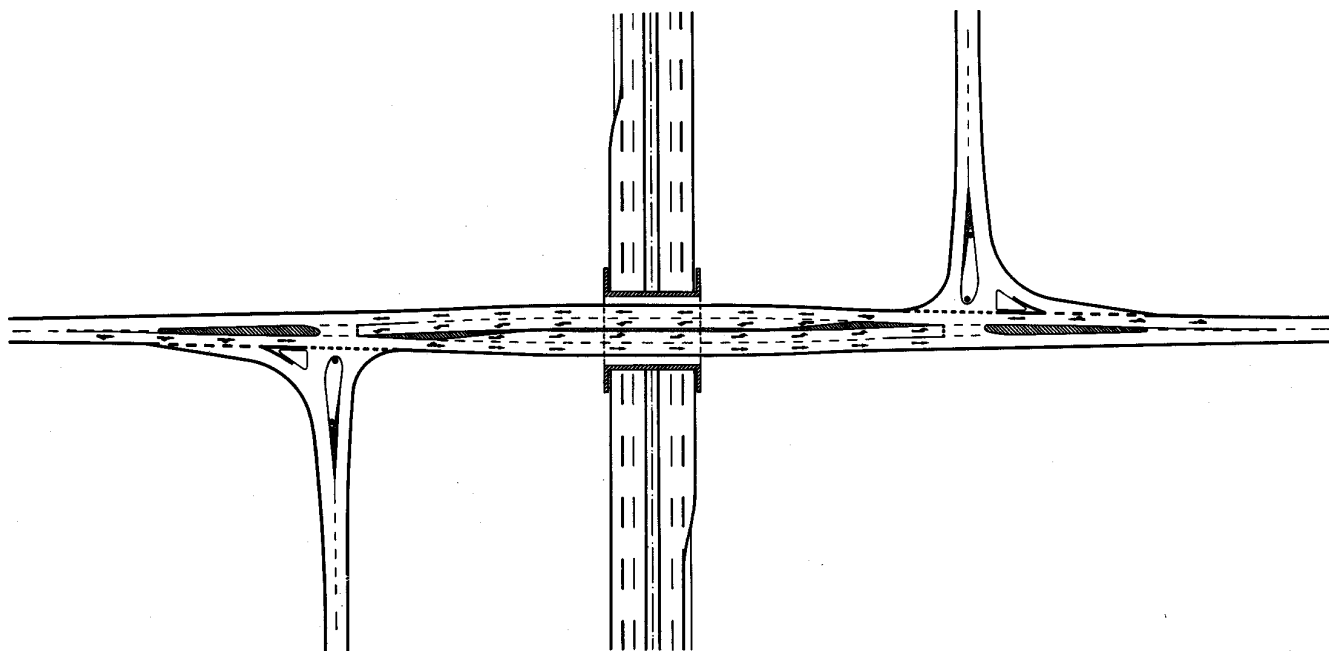
Na área das saídas deverá haver uma visibilidade de no mínimo **180,0 m** de comprimento para a ponta da ilha e para as placas de sinalização. Esta medida pode ser diminuída para **100,0 m** antes de pontos de bifurcação na área de ramos de interligação. A distância de visibilidade necessária para placas de sinalização resulta, em casos individuais, das distâncias para leitura, da extensão que a placa não é mais vista e

mais um adicional para o percurso de reação (ver *Diretrizes sobre Indicações de Itinerários*).

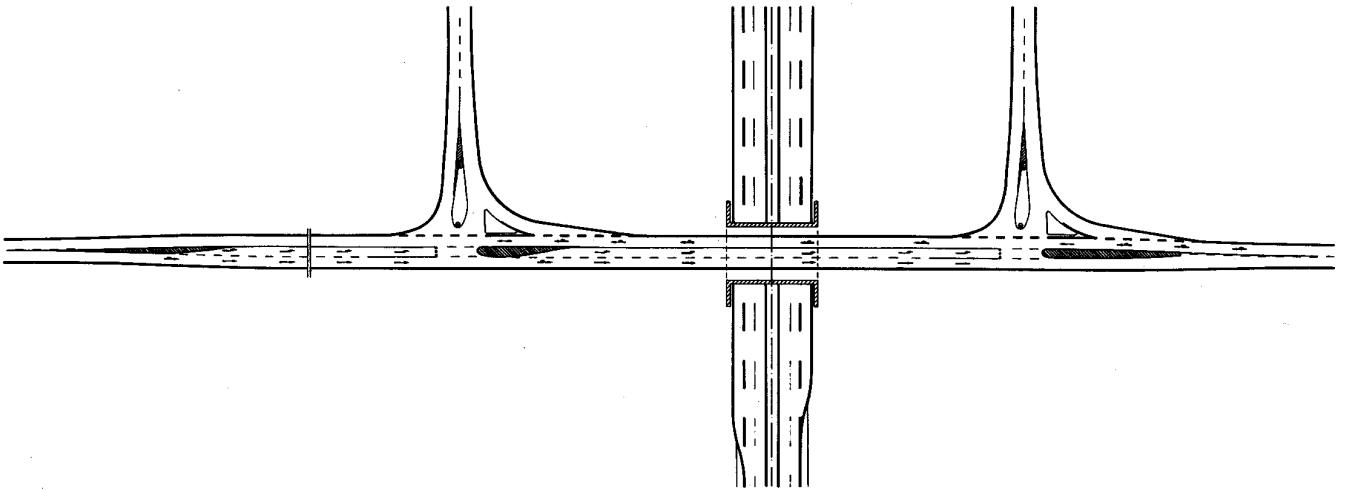
Nos ramos de interligação, os campos de visibilidade devem ser calculados de maneira tal que o traçado seja claramente reconhecível e especialmente os elementos



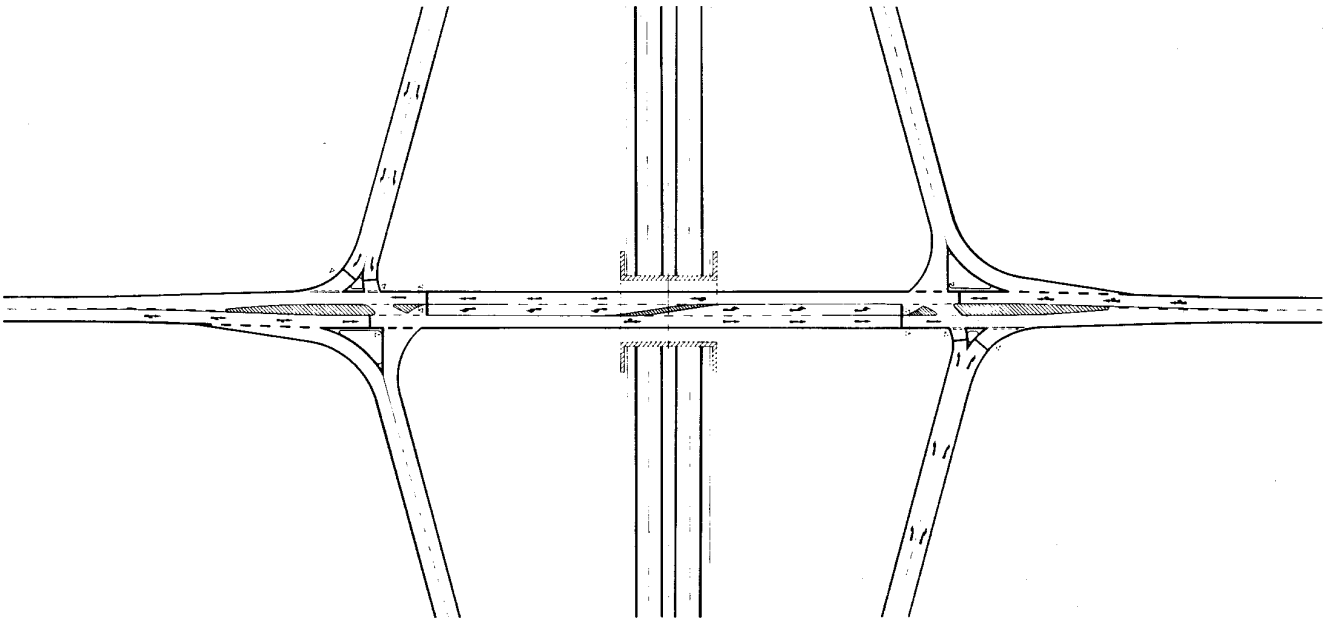
Quadro 44: Configuração das Conexões de Ramos com Faixas para Saídas à Esquerda posicionadas internamente à Interseção e Sequenciais em Semi-Trevo Assimétricos



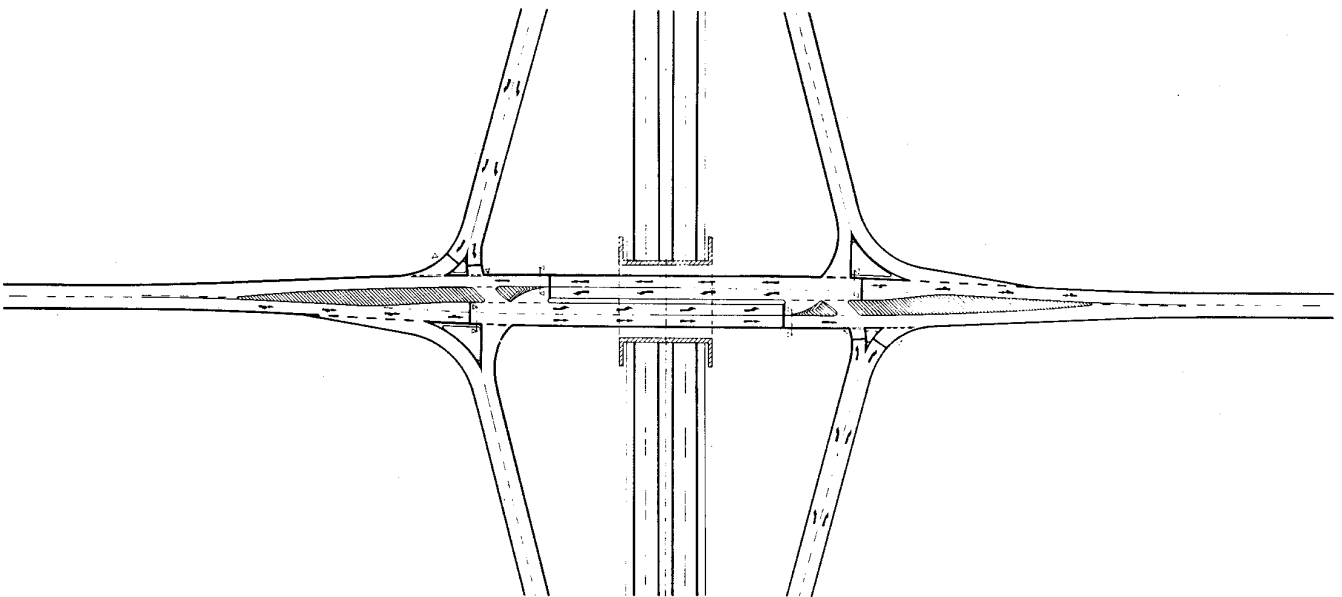
Quadro 45: Configuração das Conexões de Ramos com Faixas para Saídas à Esquerda posicionadas internamente à Interseção e Lado a Lado em Semi-Trevo Assimétricos



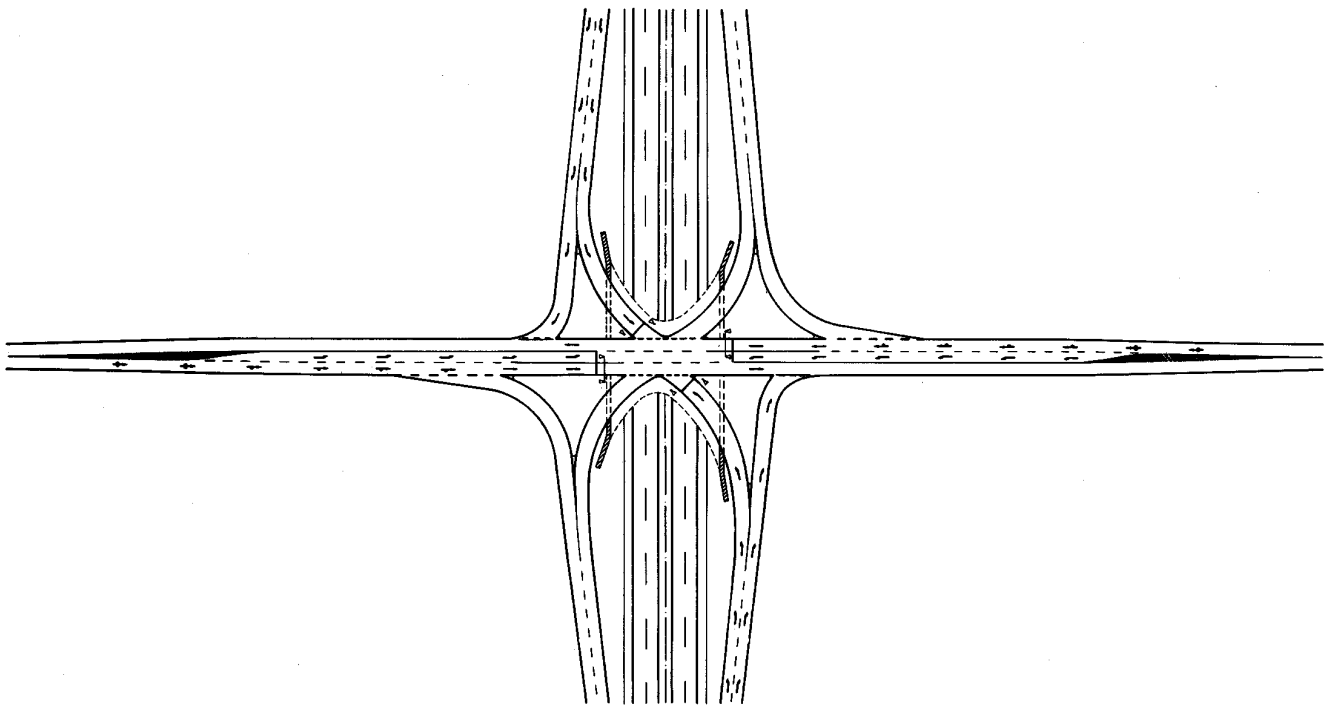
Quadro 46: Configuração de Conexões de Ramos num Semi-Trevo Simétrico



Quadro 47: Configuração de Conexões de Ramos em um Losango com Faixas para as Saídas à Esquerda posicionadas internamente à Interseção e Seqüenciais



Quadro 48: Configuração de Conexões de Ramos em um Losango com Faixas para as Saídas à Esquerda posicionadas internamente à Interseção e Lado a Lado



Quadro 49: Configuração de Conexões de Ramos em um Losango com Faixas para as Saídas à Esquerda posicionadas externamente à Interseção

mínimos (p. ex.: raios relativamente pequenos) e curvas fletidas em sentido contrário (p. ex.: em retas ajustadas conforme **item 4.3.3**) possam também ser reconhecidos em tempo hábil.

Curvas com raios relativamente pequenos são mais visíveis quando, na aproximação, o segmento de ramos após a curva é visível.

Em todas as áreas parciais deverão ser supridas no mínimo as distâncias de visibilidade para paradas conforme a **Tabela 2**.

Na área das entradas, o motorista que é obrigado a dar a preferência terá que ter uma visibilidade tal ao longo da pista de trânsito preferencial ou do ramo de interligação de modo que ele possa entrar sem perigos (visibilidade de movimentação inicial). Além do mais, na aproximação vinda da secundária, a pista preferencial ou o ramo de interligação deverão ser visíveis numa extensão relativamente longa, porque, com isto, é aumentada a capacidade do desenrolar do tráfego de entrada (visibilidade de aproximação).

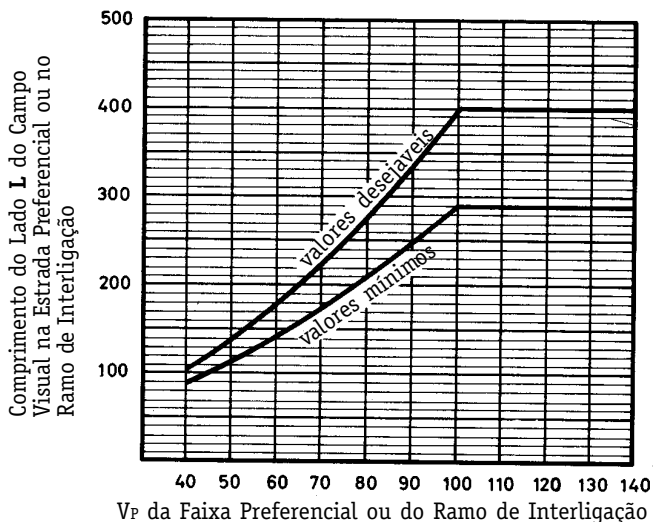
Na área de conexões dos ramos à estrada secundária têm que ser observados os campos de visibilidade necessários conforme **DCE-I-1 (item 5.11)**.

Ao se examinar as condições de visibilidade espaciais, a altura da visão de um motorista de automóvel deve ser adotada como sendo de **1,00 m**; a de um motorista de caminhão de **2,00 m** e a altura do veículo a ser visado que tem preferência de trânsito é de **1,00 m**, sempre em relação à pista.

5.7.2 Visibilidade de Movimentação Inicial

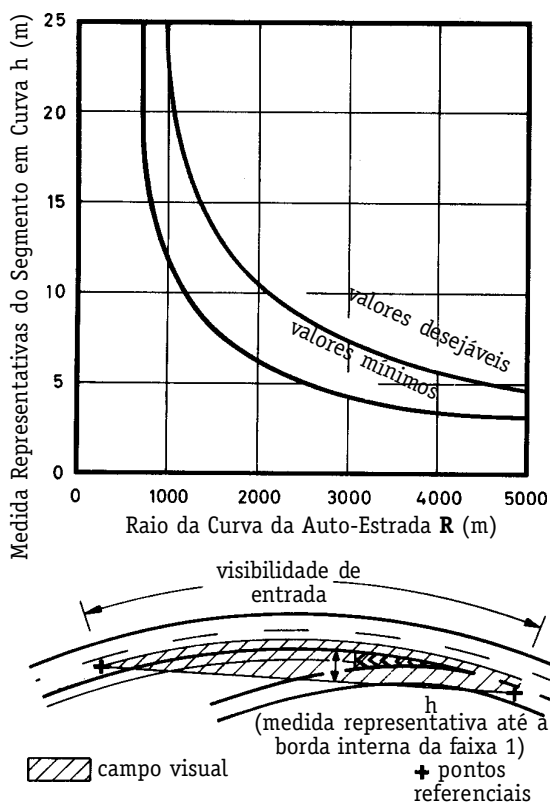
Denomina-se de *visibilidade de movimentação inicial* aquela visibilidade que deve existir ao longo da pista preferencial ou do ramo de interligação para que um motorista parado ao lado da ponta da ilha ou posicionado na faixa para acomodação possa ingressar sem dificuldades no fluxo dos veículos que se encontram na via preferencial. A visibilidade de movimentação inicial é uma grandeza de segurança. Tem que existir em todos os pontos da área da entrada (desde a ponta da ilha até ao final da faixa para entradas) e de preferência também através do espelho retrovisor. O comprimento necessário do lado **L** do campo visual dependerá da velocidade de projeto da pista preferencial ou da velocidade do ramo de interligação (ver **quadro 50**). Presume-se que na **faixa 1** de auto-estradas e em ramos de interligação não são esperadas velocidades **$V > 100$ km/h**. Na verificação da visibilidade espacial e a na aplicação dos valores mínimos do **Quadro 50** deverá ser tomado como base um motorista de automóvel na preferencial.

Se excepcionalmente a entrada estiver posicionada na borda interna de uma curva na estrada direta, a linha de visão através do espelho retrovisor poderá ficar fora da seção transversal da estrada. Nestes casos, terá que ser aumentado o raio da curva à direita ou a formação do campo visual tem que objetivar uma área livre de vegetação alta e de elementos físicos. O **Quadro 51** mostra a relação entre o raio da curva e medida exata necessária para assegurar uma visão para as entradas, medida em relação à borda direita da **faixa 1**. Os valores



Quadro 50: Comprimento L do Campo Visual em Entradas

são válidos para $V = 100 \text{ km/h}$ na faixa preferencial ou no ramo de interligação. Em cumes, os campos visuais requerem um exame específico. Se uma entrada tiver que ser implantada na borda interna de uma curva com $R < 750 \text{ m}$ ou se não se conseguir deixar totalmente livre o campo visual, então a velocidade na faixa preferencial ou no ramo de interligação terá que ser limitada a $V < 100 \text{ km/h}$.



Quadro 51: Raios Necessários e Elementos Determinantes dos Segmentos em Curva para assegurar uma Visibilidade para Entradas à Direita em Bordas Internas de Curvas

5.7.3 Visibilidade de Aproximação

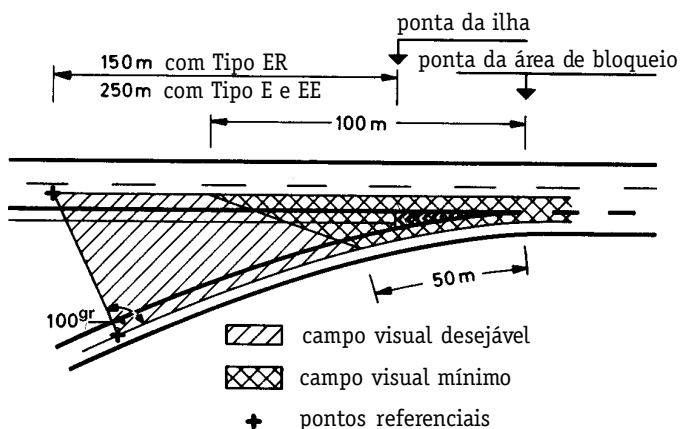
Denomina-se visibilidade de aproximação a visibilidade que deverá existir antes da área de entradas para o motorista que está entrando na faixa preferencial ou no ramo de interligação. Nos casos de traçados curvos dos ramos para entradas, a visibilidade de aproximação poderá ser dada por visão direta sob um ângulo favorável e nos casos de traçados retos do ramo para entradas poderá ser dada pelos espelhos retrovisores.

A visibilidade de aproximação deverá servir para que:

- o motorista que está em movimento de entrada reconheça em tempo hábil a faixa preferencial ou o ramo de interligação;
- o motorista que está em movimento de entrada possa se orientar em relação à frequência dos veículos que têm a preferência e que ele assim possa coordenar o seu comportamento de condução e especialmente a escolha da sua velocidade;
- através da pré-orientação do motorista que está em movimento de entrada seja objetivado uma acomodação em tempo hábil e um ingresso rápido no fluxo principal;
- o motorista que tem a preferência possa reconhecer em tempo hábil os veículos que estão entrando, para que, conforme o caso, libere a faixa da direita.

O campo visual desejável para a visibilidade de aproximação está representado no **Quadro 52**.

Deve-se almejar um bom direcionamento visual vertical em relação ao eixo do ramo para entradas (ângulo visual de 100 gr). Se não se conseguir alcançar este ângulo visual devido às circunstâncias locais ou devido ao traçado nos planos horizontal e vertical, então o ponto de referência visual no ramo de interligação terá que ser deslocado ao longo do ramo de entradas de tal maneira que no sentido da ponta da ilha que seja alcançada a visibilidade necessária para



Quadro 52: Campo Visual Desejável e Mínimo na Aproximação

o ponto de referência visual da faixa preferencial ou do ramo de interligação. Se o ângulo visual for superior a **150 gr**, então o ramo para entradas terá que ser conduzido, se possível, paralelamente e na mesma cota relativamente à faixa preferencial ou ao ramo de interligação e unida a estes em um ângulo de entrada de **3,0 a 5,0 gr**.

O campo visual mínimo conforme o **Quadro 52** terá que ser previsto quando o campo visual desejável não puder ser implantado com custos justificáveis.

5.8 Interseções a Níveis Diversos em Estradas de Pista Simples

Até o presente momento não se pode fornecer determinações básicas para a aplicação de interseções a níveis diversos em estradas de pista simples por falta de experiências conclusivas e por motivo da diversidade de concepções em relação a esta questão.

No entanto, resultados intermediários de trabalhos de pesquisa realizados, mostram que interseções a níveis diversos em estradas de pista simples são problemáticas e que são bastante caras no caso de uma aplicação racional ao longo de trechos mais longos e contínuos. Por isto, deverá ser analisado em cada caso individual

se não se conseguiria uma capacidade suficiente e uma liberdade para o desenrolar do tráfego com segurança equivalente aplicando-se o tipo mais econômico de interseção (**Tipo IV** conforme **DCE-I-1**).

Nos casos de aplicação de interseções a níveis diversos em estradas de pistas simples, terá que ser prevista faixas para as saídas à direita juntamente com faixas para as saídas e faixas para as entradas quando as entradas se localizarem em trajetos de aclive ou unirem-se em ângulo relativamente muito agudo à estrada de ordem superior. Os comprimentos de tais faixas para entradas/saídas não devem ficar muito abaixo dos valores de **150,0 m** para $V_I \leq 70 \text{ km/h}$ e **250,0 m** para $V_I \geq 90 \text{ km/h}$. Uma faixa para paradas ou uso de múltiplo (também de comprimento limitado) é proveitosa juntamente com a faixa para entradas.

Exames de acidentes mostram que manobras de ultrapassagem na área de interseções a níveis diversos em estradas de pista simples tem que ser proibidos por meio de placas de proibição de ultrapassagem e de limitações de faixa.

6. Equipamento

6.1 Princípios Básicos

Dados para o equipamento de interseções tem que ser considerados como parte necessariamente integrante de uma concepção de um projeto porque o comportamento desejado de condução em termos de desenrolar e segurança não é, em geral, assegurado através da escolha de elementos apropriados do projeto.

Partindo do princípio comprovado da técnica de trânsito em estradas de que o projeto, a construção e o funcionamento de dispositivos de trânsito nas estradas tem que ser vistos como uma só unidade, o projetista deverá então elaborar conjuntamente com o trabalho de concepção as plantas de sinalização por meio de placas e marcações sem prejuízo das responsabilidades das autoridades de trânsito para a implantação de medidas reguladoras de trânsito. Este trabalho contém as medidas necessárias para o bom funcionamento de uma certa interseção referentes ao trânsito em forma de proposições à autoridade competente de trânsito em estradas e concretizam assim os regulamentos contidos na legislação correspondente.

6.2 Placas de Sinalização de Trânsito

6.2.1 Generalidades

As placas de sinalização em interseções a níveis diversos tem por finalidade chamar a atenção do condutor do veículo automotor às particularidades da geometria da interseção.

Particularidades são:

- adição de faixas; e
- subtração de faixas.

As placas são instaladas a uma distância suficiente da situação para a qual se quer chamar a atenção e devem conter uma informação relativa à distância (placa adicional). Conforme o caso terão que ser repetidas ao longo do trajeto referente.

Para a separação de fluxos de tráfego em geral não são necessárias placas de sinalização especiais de condução quando as subtrações de faixas são anunciadas por meio de setas contidas nas placas de indicação de itinerário (conforme o caso: placas mistas).

Em faixas para entrelaçamentos com um comprimento de $L \geq 500,0$ m, chama-se a atenção por meio de placas "adição de faixa". Em comprimentos menores não são usadas placas de condução do tráfego, porém a indicação do itinerário terá que corresponder às exigências especiais do entrelaçamento.

6.2.2 Adição de Faixas

Uma adição de faixa acontece quando uma faixa num sentido com no mínimo **500,0 m** (inclusive a deformação) é conservada ao lado da faixa direta. Adições de faixas são anunciadas pelas **Placas 1, 2 e 3 (quadro 53)** conforme o número de faixas de trânsito a serem somadas.

As placas de sinalização ficam no ramo que emboca, a uma distância suficiente da própria embocadura. A **Placa 3** é colocada nas duas margens da pista e as **Placas 1 e 2** somente à direita. A indicação de distância da placa adicional orienta-se conforme as condições locais e se refere à ponta da área de bloqueio.

6.2.3 Subtração de Uma Faixa

Se for suprimida uma faixa de uma pista com diversas faixas, então isto terá que ser anunciado em geral em ambos os lados da estrada numa distância suficiente antes da deformação para a subtração por meio de placas conforme o **Quadro 54**. A distância relativa é indicada em *metros* na placa adicional. Caso se suprima uma faixa na área de um ramo, então esta situação terá que ser anunciado por meio da **Placa 4**. Se, em casos excepcionais, se suprimir a faixa do lado direito, então aplica-se a **Placa 4a**. Caso se suprima uma faixa de um ramo após a entrada por meio de uma adição de faixa na estrada (tipos de entrada **E4/E5, quadro 36**), então terá que se chamar à atenção por meio das **Placas 5b e 5a, ou 5b**.

O sinal "Estreitamento de Pista" e o sinal "Proibido Ultrapassagem" não deverão ser colocadas adicionalmente.

6.2.4 Casos de Aplicação

Para os tipos de entradas mostrados nos **Quadros 36, 39 e 40**, serão usadas as placas seguintes, conforme os princípios acima formulados:

Quadro 36:

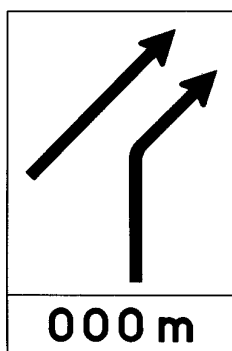
E1: nenhuma placa de condução do tráfego;

E2: **Placa 4** no ramo;

E3: **Placa 2** no ramo;

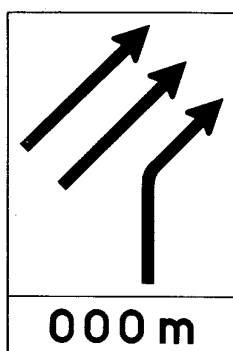
E4: como **E5**; adiciona-se a **Placa 5a 200,0 m** antes do começo da deformação da terceira faixa;

E5: **Placa 3** no ramo; **Placa 5b** à uma distância de **200,0 m** antes do início da deformação da faixa que vai ser suprimida; informação acerca da distância na **Placa 5b, (200,0 m)**.



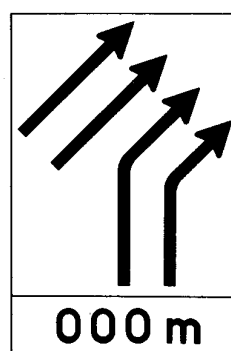
Placa 1

uma faixa de trânsito se junta à outra faixa



Placa 2

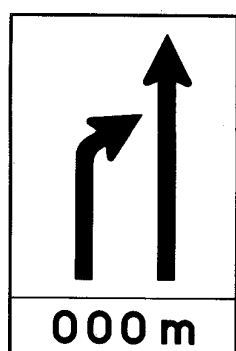
uma faixa de trânsito se junta à outras duas faixas



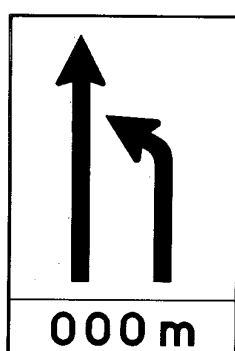
Placa 3

duas faixas de trânsito se juntam a duas ou mais faixas

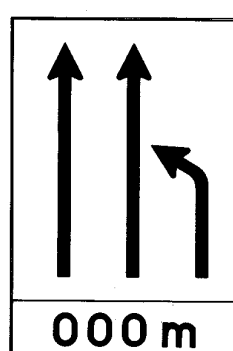
Quadro 53: Placas de Condução do Trânsito para Alertar sobre a Adição de Faixas



Placa 4

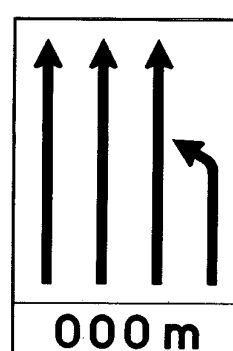


Placa 4a



Placa 5a

a quantidade de setas retas indica a quantidade de faixas diretas



Placa 5b

Quadro 54: Placas de Condução de Trânsito para Alertar sobre a Supressão de Faixas

Quadro 39: em entradas seqüenciais (tipos **EE**), as entradas serão tratadas individualmente de conformidade com os tipos **E**.

Quadro 40:

ER1: nenhuma placa de condução do tráfego quando a seção transversal do ramo de entrada for **ST1**;

Placa 4 no ramo de entrada quando este tiver a seção transversal **ST2**.

ER2: **Placa 1** no ramo que vem pela direita quando a distância entre a ponta da área de bloqueio e o começo da deformação subsequente for de no mínimo **500,0 m** ou quando o ramo apresentar em sua continuação as seções transversais **ST2** ou **ST3**;

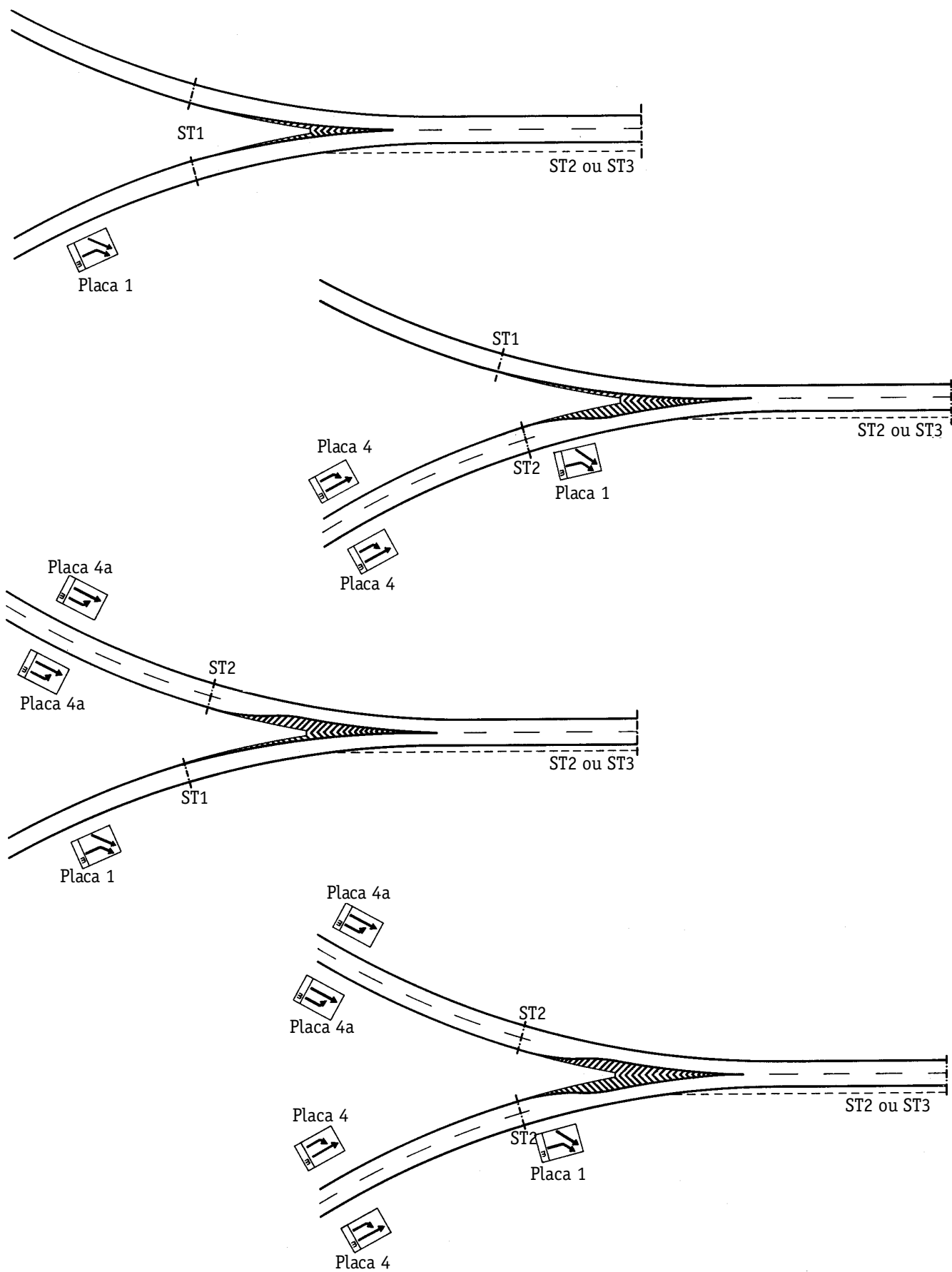
adicionar a **Placa 4a** no ramo que vem pela esquerda se para este for prevista a seção transversal **ST2**.

adicionar a **Placa 4** no ramo que vem pela direita se este apresentar a seção transversal **ST2**.

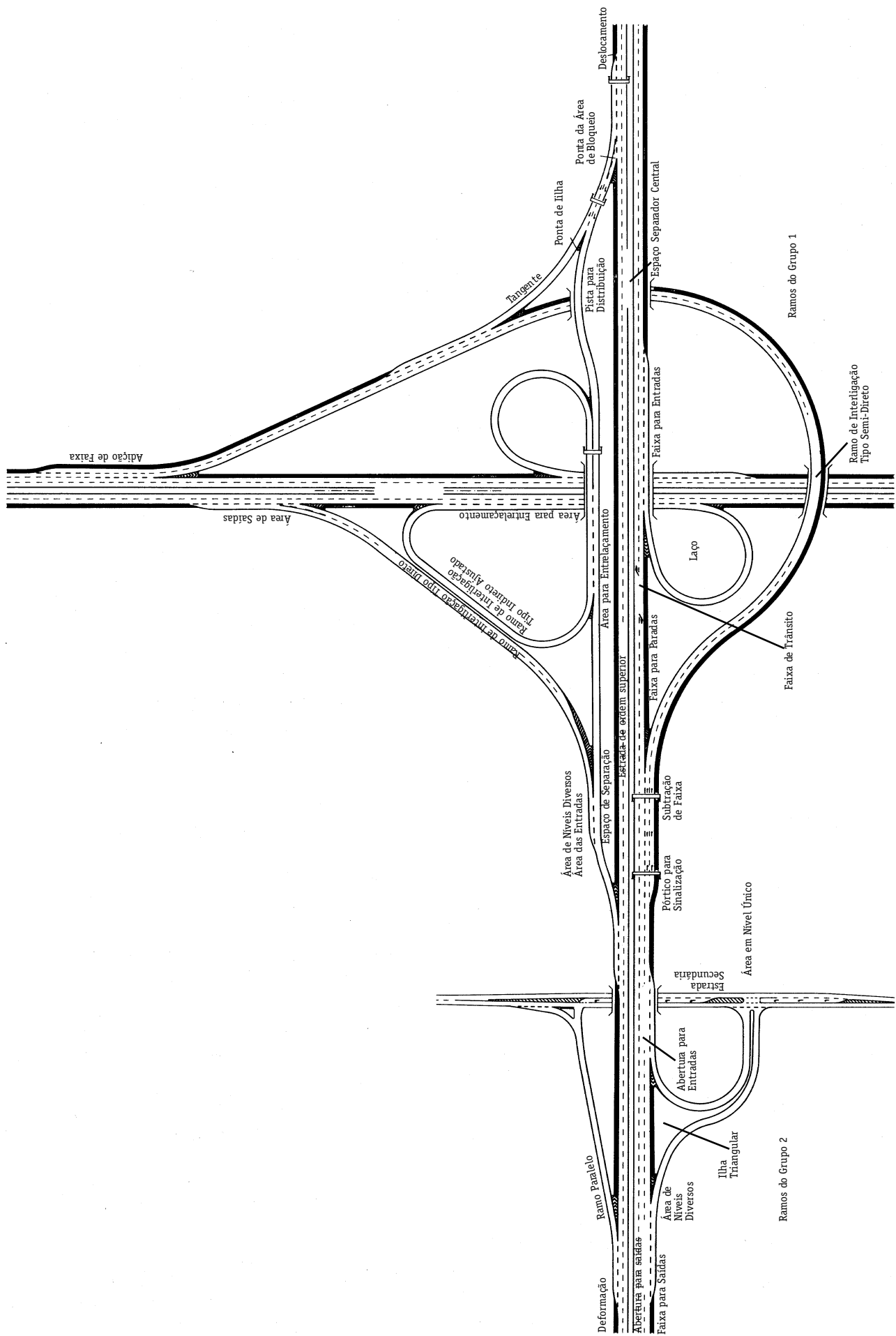
ER3: nenhuma placa de condução do tráfego se no ramo de entrada tiver a seção transversal **ST1**;

Placa 4 no ramo que vem da direita se este apresentar a seção transversal **ST2**.

O **Quadro 55** mostra exemplos para a colocação de placas de condução do tráfego em ramos para entradas do tipo **ER2**.



Quadro 55: Exemplos para a colocação de Placas de Condução em Ramos para Entradas Tipo ER2
 DCE-I-2 - 02/2000



Quadro 57: Representação dos Elementos Essenciais

Folha que substitui o Quadro 56 em Tamanho A3.

NOTA

As diretrizes a seguir são a tradução do original alemão intitulado **Aktuelle Hinweise zur Gestaltung planfreier Knotenpunkte ausserhalb bebauter Gebiete - Ergänzungen zu den RAL - K - 2 (AH - RAL - K - 2)** e é uma publicação originalmente em separado. Foi aqui juntada à DCE - I - 2 por conveniência e praticidade.

Diretoria de Estudos e Projetos - DER - SC

A Complementação para a DCE-I-2 está no diretório DCE-I-2-A com arquivo de mesmo nome.