



CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco.

ESTUDOS PRELIMINARES

OBJETO: COMPLEMENTAÇÃO DOS ESTUDOS PRELIMINARES E CONSOLIDAÇÃO DO PROJETO RODOVIÁRIO DO RAMAL DO MANGA, NO ESTADO DO AMAPÁ.

Outubro de 2023



CNPJ: 19.445.350/0001-90
E-mail: marviva.eng@gmail.com
Tel.: (84) 99414-4352
(96) 98132-1444

**Marcus Vinícius Vasconcelos
Nascimento**
Engenheiro civil CREA nº 210.169.654-1

Sumário

Sumário	2
1 DADOS DO PROJETO	4
1.1 ENDEREÇO	4
1.2 RESPONSÁVEL TÉCNICO	4
2 CARACTERIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS	5
2.1 OIAPOQUE-AP	5
2.1.1 Localização	5
2.1.2 Aspectos Socioeconômicos	5
2.1.3 Aspectos Fisiográficos	6
2.1.4 Geologia	7
2.1.5 Recursos Hídricos	7
3 PREMISSAS	8
4 CONCEPÇÃO DO PROJETO	9
4.1.1 ROTAS ACESSÍVEIS	9
5 CONCEPÇÃO DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	10
5.1 OBJETIVO	10
5.2 PROJETO GEOMÉTRICO DE RODOVIAS	11
5.2.1 CLASSIFICAÇÃO DA RODOVIA	11
5.2.2 CLASSIFICAÇÃO DO RELEVO	12
5.3 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO PROJETO GEOMÉTRICO	13
5.4 VELOCIDADE DIRETRIZ	13
5.5 VELOCIDADE OPERACIONAL	13
5.6 DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARADA	17
5.6.1 DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARADA.	17
5.7 DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM.	19
5.8 SUPERELEVAÇÃO	20
5.9 LARGURA DA FAIXA DE ROLAMENTO	21
5.10 ACOSTAMENTO	22
5.10.1 PISTA SIMPLES	22

5.10.2	PISTA DUPLA	23
5.11	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	23
5.12	INCLINAÇÃO DOS TALUDES DOS CORTES E ATERROS	24
5.12.1	Em Cortes	24
5.12.2	Em aterros	24
5.13	FAIXA DE DOMÍNIO	25
5.13.1	Nas Zonas Rurais	25
5.13.2	Nos Trechos Urbanos	25
5.13.3	Nos Cruzamentos ou Entroncamentos	26
5.13.4	Recuo das Obras Civas ao Longo das Rodovias e nas Interseções	26
5.14	PLANIMETRIA	26
5.14.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS DE TRAÇADO	26
5.14.1.1	ALINHAMENTO HORIZONTAL	26
5.14.1.2	ALINHAMENTO VERTICAL	27
5.14.1.3	COORDENAÇÃO DOS ALINHAMENTOS HORIZONTAL E VERTICAL	28
5.15	RAIOS MÍNIMOS DE CURVATURA	28
5.16	SUPERELEVÇÃO DE CADA CURVA	29
5.17	SUPERLARGURA	29
5.18	ALTIMETRIA	30
5.18.1	RAMPAS	30
5.19	CURVAS VERTICAIS	31
5.20	DADOS DO PROJETO VIÁRIO	32
5.21	CONCEPÇÃO DO PAVIMENTO	33
5.21.1	OBJETIVO	33
5.21.2	INTRODUÇÃO	33
5.21.3	CONCEPÇÃO DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	33
5.22	CONCEPÇÃO DA INTERSEÇÃO, ENTROCAMENTO BR 156 – RAMAL DO MANGA.	34
5.22.1	CLASSIFICAÇÃO DO TIPO DE INTERSEÇÃO	35
5.22.2	TIPOS DE INTERSEÇÕES EM NÍVEL	35
5.22.3	RAIOS MÍNIMOS PARA CONVERSÕES DE VEÍCULOS DE PROJETO	37
5.22.4	INTERSEÇÃO BR-156 / RAMAL DO MANGA	41

1 DADOS DO PROJETO

ASSUNTO:	ESTUDOS PRELIMINARES	ESTPRE 01 Rev.: 00
OBJETO:	COMPLEMENTAÇÃO DOS ESTUDOS PRELIMINARES E CONSOLIDAÇÃO DO PROJETO RODOVIÁRIO DO RAMAL DO MANGA, NO ESTADO DO AMAPÁ.	
ÁREAS:	<div> <div> PAVIMENTAÇÃO..... 50.258,26 m² CALÇADA2.183,30 m² MEIO FIO E SARJETA.....818,74 m² ÁREA TOTAL 53.260,30 m² </div> <div> <hr/> PROPRIETÁRIO: CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco. <hr/> AUTOR DO PROJETO: Marcus Vinicius V. Nascimento Engenheiro civil CREA nº 210.169.654-1 </div> </div>	

1.1 ENDEREÇO

OIAPOQUE-AP: Ramal do Manga.

1.2 RESPONSÁVEL TÉCNICO

PROJETOS, ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS e ORÇAMENTO.

Marcus Vinicius Vasconcelos Nascimento, engenheiro civil. CREA nº 210.169.654-1



CNPJ: 19.445.350/0001-90
E-mail: marviva.eng@gmail.com
Tel.: (84) 99414-4352
(96) 98132-1444

**Marcus Vinicius Vasconcelos
Nascimento**
Engenheiro civil CREA nº 210.169.654-1

2 CARACTERIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS

2.1 OIAPOQUE-AP

2.1.1 Localização

O município de Oiapoque está situado na parte mais setentrional do estado do Amapá, fazendo fronteira com a Guiana Francesa ao norte e limitando-se ao sul com os municípios de Calçoene, Serra do Navio e Pedra Branca do Amapari. À leste, banha-se pelo Oceano Atlântico, enquanto a oeste faz fronteira com o município de Laranjal do Jari. Este município é composto por sua sede, Oiapoque, e dois distritos distintos: Clevelândia do Norte, destinada às atividades militares, e Vila Velha, voltada para atividades agroextrativas.

Além disso, ao longo do território municipal, encontramos várias outras localidades de importância variada. A Ponte do Caciporé destaca-se como um ponto de intersecção crucial na rodovia BR-156, facilitando o tráfego na região. O Rio Cassiporé é um elemento fundamental, servindo como ponto de apoio tanto para o tráfego rodoviário na BR-156 quanto para o transporte fluvial, especialmente para os pecuaristas e agricultores locais. Além disso, há uma série de povoados menores, incluindo comunidades indígenas como Manga, Santa Isabel, Espírito Santo, Açaizal, Urucaura e Kumarumã.

Vila Brasil atua como um ponto de apoio para os garimpeiros que operam na Guiana Francesa, enquanto Taperebá desempenha um papel vital como área de suporte aos pescadores que trabalham ao longo da costa marítima. A ligação de Oiapoque com a capital do estado, Macapá, é assegurada pela rodovia BR-156, que se estende por cerca de 600 km, tornando-a a principal via de acesso. Além disso, a Ponte Internacional sobre o Rio Oiapoque permite a conexão com a Guiana Francesa, proporcionando uma importante rota de acesso entre as duas regiões.

2.1.2 Aspectos Socioeconômicos

O município de Oiapoque, localizado na parte mais setentrional do estado do Amapá, possui uma economia diversificada com vários aspectos socioeconômicos de destaque. Em primeiro lugar, o agroextrativismo desempenha um papel fundamental na região, com a produção de frutas como açaí, cupuaçu e castanha-do-pará, além de outros produtos da floresta. Essas atividades fornecem empregos e renda para muitos habitantes locais, sustentando a economia local.

Além disso, o setor pesqueiro é uma importante fonte de subsistência para a população de Oiapoque, uma vez que a região costeira é rica em recursos pesqueiros. Isso contribui para a segurança alimentar e o sustento de diversas comunidades que dependem da pesca.

O garimpo também é uma atividade econômica significativa na região, atraindo garimpeiros em busca de minerais preciosos, especialmente ouro. Vila Brasil, uma localidade em Oiapoque, serve de apoio para os garimpos na Guiana Francesa, fortalecendo a economia local.

A localização estratégica de Oiapoque na fronteira com a Guiana Francesa e a presença da Ponte Internacional sobre o Rio Oiapoque fizeram do município um ponto de trânsito vital entre

o Brasil e a Guiana Francesa. O comércio transfronteiriço desempenha, portanto, um papel importante na economia da região.

No entanto, Oiapoque enfrenta desafios de infraestrutura, como estradas precárias e falta de eletricidade em algumas áreas, que limitam o desenvolvimento econômico. Investimentos em educação e saúde são necessários para atender às necessidades da população e melhorar a qualidade de vida.

Além disso, a região abriga várias comunidades indígenas, que desempenham um papel crucial na cultura e economia locais. Essas comunidades frequentemente dependem da agricultura de subsistência e da pesca para sua sobrevivência, mantendo tradições culturais valiosas.

Oiapoque, apesar de seu potencial econômico, também enfrenta o isolamento geográfico relativo, pois o acesso principal à capital do estado, Macapá, é feito pela BR-156, que, muitas vezes, pode estar em condições precárias. Portanto, a melhoria da infraestrutura e o desenvolvimento de setores econômicos diversificados podem ser essenciais para impulsionar o crescimento sustentável na região.

2.1.3 Aspectos Fisiográficos

O município de Oiapoque, situado na porção mais setentrional do estado do Amapá, é caracterizado por sua rica hidrografia. A presença de vários rios e riachos, com destaque para o Rio Oiapoque, desempenha um papel fundamental na fisiografia da região. Esses cursos d'água não apenas influenciam o relevo, mas também são essenciais para o abastecimento de água, atividades agrícolas e transporte local.

Ao leste, Oiapoque possui uma extensa costa marítima, que é um elemento significativo de sua fisiografia. Essa faixa litorânea não apenas contribui para o clima local, mas também oferece oportunidades para atividades pesqueiras e turismo, com praias e paisagens costeiras que caracterizam a região.

O relevo de Oiapoque varia consideravelmente, com áreas planas próximas ao litoral e colinas mais elevadas no interior. Essa topografia diversificada tem implicações diretas na agricultura e na distribuição de comunidades humanas, influenciando a paisagem e o uso da terra.

O clima predominante em Oiapoque é de natureza equatorial, caracterizado por temperaturas elevadas ao longo do ano e chuvas bem distribuídas. Essas características climáticas desempenham um papel relevante na fisiografia da região, afetando a vegetação, a disponibilidade de recursos hídricos e a biodiversidade local.

A biodiversidade é um elemento marcante na fisiografia de Oiapoque, com uma ampla variedade de espécies de flora e fauna. Essa riqueza biológica é influenciada pela geografia

da região e desempenha um papel central nas atividades de agroextrativismo e pesca que sustentam a economia local.

A proximidade com a Guiana Francesa e a presença da Ponte Internacional sobre o Rio Oiapoque são elementos significativos na fisiografia da região, pois conectam o município ao território francês, impactando o comércio e o intercâmbio cultural.

Além disso, a presença de comunidades indígenas na área é um aspecto fisiográfico notável, uma vez que influencia o uso da terra, as práticas agrícolas e a configuração da paisagem local. Essas comunidades desempenham um papel integral na fisiografia, mantendo tradições culturais e estabelecendo uma ligação única com a terra.

2.1.4 Geologia

A geologia de Oiapoque é uma parte importante dos aspectos fisiográficos da região. Essa área do estado do Amapá está situada dentro da porção norte da Bacia do Rio Amazonas. A geologia é caracterizada por rochas sedimentares e depósitos aluviais, formados ao longo de milhões de anos. A região é marcada por planícies costeiras e colinas mais altas no interior, resultado de processos geológicos que moldaram o relevo local.

A presença do Rio Oiapoque desempenha um papel fundamental na geologia da região, uma vez que a ação da água molda o solo e a paisagem ao longo do tempo. Além disso, a área é propícia a depósitos aluviais de minerais, como ouro, devido à sua conexão com a Guiana Francesa, onde a mineração é uma atividade significativa. Isso torna a geologia de Oiapoque relevante para a exploração mineral e atividades de garimpo na região.

A Bacia do Rio Amazonas, na qual Oiapoque está inserida, é conhecida por sua rica biodiversidade e paisagens geológicas variadas. Isso é notável não apenas nas formações rochosas, mas também na vegetação e nas características do solo que influenciam as atividades agrícolas e de agroextrativismo na região. Portanto, a geologia desempenha um papel central na compreensão da fisiografia e dos recursos naturais de Oiapoque.

2.1.5 Recursos Hídricos

Os recursos hídricos desempenham um papel fundamental na geografia de Oiapoque. A região é cortada por vários rios e riachos, com destaque para o Rio Oiapoque, que é o principal curso d'água da área. Além disso, outros rios menores e afluentes contribuem para a rica hidrografia da região, influenciando a fisiografia local e a vida das comunidades que dependem dessas fontes de água.

A proximidade do município com a costa marítima a leste também torna o oceano Atlântico uma parte importante dos recursos hídricos. As águas costeiras desempenham um papel crucial nas atividades pesqueiras que sustentam muitas comunidades locais, fornecendo uma fonte significativa de alimento e renda para a população.

Além disso, os recursos hídricos de Oiapoque são essenciais para a agricultura e o abastecimento de água para a comunidade. A disponibilidade de água é um fator-chave na configuração das práticas agrícolas e na sustentabilidade das atividades agrícolas, especialmente para o cultivo de frutas tropicais, como açaí e cupuaçu.

Os recursos hídricos também têm implicações diretas na biodiversidade da região, uma vez que esses rios e riachos são habitats naturais para diversas espécies de flora e fauna. Portanto, a gestão sustentável desses recursos é crucial para a preservação do ecossistema local e o bem-estar das comunidades que dependem deles.

3 PREMISSAS

Este projeto, originado da carência de infraestrutura no município de Oiapoque-AP, foi concebido para atender às necessidades das famílias residentes no Ramal do Manga, uma comunidade já consolidada com igrejas e comércio. O principal objetivo é fornecer acesso seguro e conveniente, melhorando significativamente a qualidade de vida dos moradores.

Para alcançar esse propósito, o plano engloba a construção de uma rodovia vicinal de classe A, com uma pista de rolamento de 6,00 m de largura e acostamento de 1,00 m de cada lado. A infraestrutura incluirá superelevação em trechos de curva, garantindo viagens mais seguras e confortáveis.

A execução desse projeto atenderá a uma demanda antiga da comunidade, particularmente em períodos chuvosos, quando a locomoção se torna desafiadora. O impacto positivo na qualidade de vida da população será notável, proporcionando acesso melhorado e mobilidade pela cidade.

A avaliação de viabilidade técnica e financeira é crucial para garantir a eficiência na utilização dos recursos disponíveis, assegurando que o projeto cumpra seu propósito e promova um desenvolvimento duradouro na região.

A pavimentação em CBUQ, conforme estabelecido nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), será cuidadosamente executada, e qualquer dúvida técnica será esclarecida com a fiscalização ou o autor do projeto, se necessário.

O construtor será responsável por fornecer todos os materiais, mão de obra especializada e equipamentos necessários para garantir a execução de serviços de alta qualidade, em conformidade com as normas brasileiras atualizadas.

Em resumo, a implementação desse projeto é fundamental para aprimorar a infraestrutura urbana, a qualidade de vida dos moradores e o acesso a oportunidades de trabalho na região. Tudo isso será realizado com base em padrões rigorosos e de acordo com as necessidades da comunidade.

4 CONCEPÇÃO DO PROJETO

A concepção do projeto foi adotada a partir da necessidade de construção de infraestrutura para o município de Oiapoque-AP, obtido através das reuniões realizadas com o cliente.

Nesse projeto, será planejado a construção de PAVIMENTAÇÃO DO RAMAL DO MANGA, MUNICÍPIO DE OIAPOQUE - AP, sendo:

TRECHO RAMAL DO MANGA:

- RAMAL DO MANGA com cerca de 6.509,71 m de extensão;

O desenvolvimento do estudo preliminar seguirá uma abordagem sistemática, começando pelo levantamento planialtimétrico in loco e a definição do programa de necessidades. Com base nessas informações, será elaborado o estudo preliminar que fornecerá as diretrizes e orientações para o projeto básico e, subsequentemente, o projeto executivo. Cada etapa será cuidadosamente conduzida para atender às peculiaridades e demandas específicas de cada município, assegurando que a pavimentação em paralelepípedo traga melhorias significativas para a mobilidade urbana e a qualidade de vida da população.

A obra será constituída em execução de pavimentação em CBUQ, ao longo dos trechos foram previsto a distribuição de superelevação para o segmentos em curva, a área pavimentada total possui 50.258,26 m².

A pavimentação receberá base e sub base de 15 cm cada com material laterítico compactado com proctor normal a 100%, receberá revestimento com CBUQ espessura de 5 cm na pista de rolamento e 3 cm no acostamento.

Nesse contexto, em consonância com a proposta de criar uma infraestrutura digna para os moradores, este plano contempla a construção de vias de acesso com pista de rolamento 6 m de largura, até à estaca 280 com acostamento de 1m, e após a estaca 280 até à estaca 325 + 9,71 meio fio e sarjeta, calçada de 1,20 m e com rampas de acessibilidade. Essa infraestrutura irá beneficiar a população local quanto a um trajeto mais seguro, eficiente e confortável.

4.1.1 ROTAS ACESSÍVEIS

A solução viável para implantação de rotas acessíveis nas calçadas com atendimento aos dispostos do item 6 da NBR 9050/2015 e seus respectivos subitens consistirá em realizar uma adequação geral dos locais de intervenção, garantindo a acessibilidade contínua nas ruas contempladas. Para tanto, será primordial seguir as características previstas na referida

norma, de forma a garantir a inclusão e a mobilidade de todas as pessoas, independentemente de suas habilidades físicas.

A implantação de rotas acessíveis nas calçadas requer uma abordagem cuidadosa e detalhada, buscando atender às necessidades específicas de cada área. Para isso, serão elaborados projetos de acessibilidade que fornecerão informações detalhadas e especificações precisas para a adequação das calçadas, garantindo a acessibilidade a pedestres e pessoas com mobilidade reduzida.

Os projetos de acessibilidade irão considerar aspectos como rampas de acesso, largura adequada das calçadas, sinalização tátil no piso, piso podotátil, entre outros elementos que possibilitam a inclusão e a segurança de todos os usuários da via pública.

Além disso, a adequação das calçadas será feita de forma integrada com o ambiente urbano, considerando a harmonização das intervenções com o entorno e o uso eficiente do espaço público. Dessa forma, as ruas se tornarão exemplos de acessibilidade e mobilidade para toda a comunidade, proporcionando uma experiência mais inclusiva e segura para os pedestres.

A implementação dessas rotas acessíveis nas calçadas não apenas atende aos requisitos normativos, mas também representa um importante passo em direção a uma cidade mais inclusiva, valorizando o bem-estar e a qualidade de vida de todos os cidadãos. A acessibilidade é um direito fundamental, e sua promoção é essencial para garantir a participação plena e igualitária de todas as pessoas na vida em sociedade. As ruas, por meio dessas intervenções, se tornarão espaços acolhedores e acessíveis para todos, refletindo o compromisso do município em construir uma cidade mais inclusiva e solidária.

5 CONCEPÇÃO DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

5.1 OBJETIVO

Temos como objetivo, o estudo das características do Ramal do Manga, visando sua classificação de acordo com as seguintes normas:

- NORMAS PARA PROJETO GEOMÉTRICO DE ESTRADAS DE RODAGEM;
- INSTRUÇÃO PARA O PROJETO GEOMÉTRICO DE RODOVIAS RURAIS – DNER (1979);
- Manual de Rodovias vicinais – BIRD – DNER-BNDES (1983).
- “A Policy on Geometric Design of Rural Highways (1965)”.

Estas normas destinam-se a fixar as principais características dos projetos das estradas estaduais e vicinais.

Para efeito das mesmas, consideram-se rodovias estaduais as que fazem parte do Plano Rodoviário do Estado e rodovias vicinais as municipais. As rodovias estaduais Classe IV apresentam características de rodovias vicinais.

5.2 PROJETO GEOMÉTRICO DE RODOVIAS

5.2.1 CLASSIFICAÇÃO DA RODOVIA

O Ramal do Manga é uma rodovia vicinal localizada em uma Área Indígena na região conhecida como Manga, situada no município de Oiapoque-AP. Esta via tem início na rodovia BR-156, seguindo em direção à Aldeia Auça e terminando no rio Curipi, onde há um atracadouro destinado ao embarque e desembarque de passageiros e cargas. A extensão do ramal do atracadouro até a BR-156 é de aproximadamente 6,50 km, e a distância da BR-156 até o município de Oiapoque-AP é de 16,6 km.

Com base nessas informações, é possível considerar que, no futuro, o Ramal do Manga poderá integrar a malha viária estadual.

As classes das rodovias estaduais e vicinais de acordo com o critério de classificação por volume diário médio (VDM), estão apresentadas no quadro 1 e 2.

Quadro 1 - Classes de projeto para rodovias estaduais

CLASSE DE PROJETO		CARACTERÍSTICAS		VDM ₁₀ (1)
0		Via expressa controle total de acesso		A classificação técnica nesta classe depende de decisão administrativa
I	A	Pista dupla	Controle parcial de acesso	> 9000 (2)
	B	Pista simples		3000 - 9000 (2)
II		Pista simples		1500 - 3000 (2)
III		Pista simples		300 - 1500 (2)
IV		Pista simples		< 300 (2)

(1) VDM₁₀ é o volume diário médio previsto para o 10º ano após a abertura ao tráfego.

(2) Para os projetos de restauração, os VDM apresentados servem como orientação devendo ser verificado o nível de serviço, que não poderá ser inferior ao Nível C para zonas planas e onduladas e inferior ao Nível D para zona montanhosa.

Quadro 2 - Classes de projeto para rodovias vicinais

CLASSES DE PROJETO	CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO	
	VDM (1)	LARGURA DA PISTA
A	>200	7,00m
B	>200	6,00m
C	100 - 200	6,00m
D	50 - 100	6,00m

(1) VDM previsto para o ano de abertura ao tráfego.

a) CARACTERÍSTICAS DA RODOVIA VICINAL - CLASSE B

Rodovia vicinal com VDM > 200 no ano de abertura.

Apresenta a pista de rolamento com 6,00 m de largura.

As características técnicas são as mesmas da rodovia estadual Classe III.

São incluídos nesta categoria os trechos com possibilidades de se tornarem parte futura da malha estadual não constituindo um trecho terminal.

5.2.2 CLASSIFICAÇÃO DO RELEVO

Segundo o Highway Capacity Manual – HCM (1994) são adotadas as seguintes definições para a classificação da natureza do terreno:

Terreno plano: qualquer combinação de alinhamentos horizontais e verticais que permita aos veículos pesados manter aproximadamente a mesma velocidade que os carros de passeio. Normalmente inclui rampas curtas de até 2% de greide.

Terreno ondulado: qualquer combinação de alinhamentos horizontais e verticais que provoque redução substancial de velocidades dos veículos pesados, mas sem obrigá-los a manter a velocidade de arrasto por tempo significativo.

Terreno montanhoso: qualquer combinação de alinhamentos horizontais e verticais que obrigue os veículos pesado a operar com velocidade de arrasto por distancias significativas e a intervalos frequentes.

É importante ressaltar que, em geral, as normas de projeto geométrico propostas pelo DNIT foram copiadas e adaptadas a partir das normas de projeto praticadas nos Estados Unidos.

A publicação “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets – AASHTO (1994)” baseia-se no fator econômico representado pelo custo da

construção, o qual é diretamente influenciado pelo relevo da região atravessada pela rodovia, classificado em três categorias:

Região plana: é aquela que permite a implantação de rodovias com grandes distâncias de visibilidade, sem dificuldades de construção e sem custos elevados.

Região ondulada: é aquela onde as inclinações naturais do terreno exigem frequentes cortes e aterros de dimensões reduzidas para acomodação dos greides das rodovias, e que eventualmente oferecem alguma restrição à implantação dos alinhamentos horizontal e vertical.

Região montanhosa: é aquela onde são abruptas as variações longitudinais e transversais da elevação do terreno em relação à rodovia, e onde são frequentemente necessários aterros e cortes laterais das encostas para se conseguir implantar alinhamentos horizontais e verticais aceitáveis.

A topografia do ramal Do Manga é notavelmente plana, apresentando inclinações suaves de apenas 0,20% e poucas curvas, o que resulta em uma excelente visibilidade a longas distâncias.

Para efeito de projeto, vamos classificar esse ramal como:

RODOVIA VICINAL, CLASSE B, REGIÃO ONDULADA

5.3 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO PROJETO GEOMÉTRICO

O resumo das características básicas das rodovias estaduais e vicinais consta nos Quadros 3 e 4.

5.4 VELOCIDADE DIRETRIZ

A velocidade diretriz, em km/h, é definida em função das características da classe da rodovia e está apresentada no Quadro 5 para as rodovias estaduais e no Quadro 6 para as rodovias vicinais.

VELOCIDADE DIRETRIZ – 60 km/h

5.5 VELOCIDADE OPERACIONAL

É a velocidade média geral mais alta, exclusivas as paradas, a que o motorista pode viajar sem que exceda, em nenhum momento, a velocidade diretriz.

A relação entre a velocidade operacional (ou de operação) e a velocidade diretriz está apresentada no Quadro 7.

VELOCIDADE OPERACIONAL – 51 km/h



CNPJ: 19.445.350/0001-90
E-mail: marviva.eng@gmail.com
Tel.: (84) 99414-4352
(96) 98132-1444

**Marcus Vinicius Vasconcelos
Nascimento**
Engenheiro civil CREA nº 210.169.654-1

Quadro 3 - Características básicas do projeto geométrico das rodovias estaduais

CARACTERÍSTICAS	REGIÕES	CLASSES					OBSERVAÇÕES
		0	I	II	III	IV	
Tráfego (VDM para o 10º ano de projeto)	-	(1)	(2)	1500-300	300-1500	< 300	(1) A classe de rodovia é definida por decisão administrativa.
Velocidade diretriz (km/h)	P O M	120 100 80	100 80 60	80 70 50	80 60 40	60 40 30	
Distância de visibilidade de parada desejável (mínimo) - (m)	P O M	310(205) 210(155) 140(110)	210(155) 140(110) 85(75)	140(110) 110(90) 65(60)	140(110) 85(75) 45(45)	85(75) 45(45) 30(30)	
Distância de visibilidade de ultrapassagem (m)	P O M	370 340 280	340 680 280 560 210 420	680 490 350	560 420 270	420 230 180	(3) A largura da plataforma de terraplanagem para cada classe é definida pela soma das larguras de pista + acostamento + folgas.
Taxa máxima de superelevação (%)	O	10%	10%	8%	8%	6%	(4) Para as Classes 0 a III a folga será de 1,00m para cada semi-plataforma de aterro e 1,50m para cada semi-plataforma de corte.
Raio mínimo de curvatura horizontal (m)	P O M	540 345 210	345 210 115	230 170 80	230 125 50	135 55 25	
Rampa máxima (%)	P O M	3% 4% 5%	3% 4,5% 6%	3% 5% 7%	4% 6% 8%	5% 7% 9%	
Valor mínimo de "k" para curvas verticais convexas - desejável (mínimo)	P O M	233(102) 107(58) 48(29)	107(58) 48(29) 18(14)	107(29) 29(20) 10(9)	48(29) 18(14) 5(5)	18(14) 5(5) 2(2)	(6) Largura do acostamento para pista com duas faixas. Para Três e quatro faixas, ver Q-15.
Valor mínimo de "k" para curvas verticais côncavas - desejável (mínimo)	P O M	80(50) 52(36) 32(24)	52(36) 32(24) 17(15)	52(36) 24(19) 12(11)	32(24) 17(15) 7(7)	17(15) 7(7) 4(4)	(7) A largura de 4m é usada para rodovias com conversão a esquerda. Nos demais casos, a largura poderá ser reduzida para o mínimo de 1,50m.
Largura da faixa de rolamento (m)	P O M	3,75 3,60 3,60	3,60 3,60 3,50	3,50	3,50	3,00	
Largura do acostamento externo (m) (mínimo)	P O M	3,00 3,00-(2,50) 2,50	3,00-(2,50) 2,50 2,50	2,50-(2,00) 2,50-(2,00) 2,00-(1,00)	2,50-(1,00) 2,00-(1,00) 1,50-(1,00)	1,00 0,50 0,50	
Largura recomendada do acostamento interno (m) - (excepcional) (6)	P O M	(1,2) - 0,6 (1,0) - 0,6 0,5	(1,2) - 0,6 (1,0) - 0,6 0,5	-	-	-	(8) A largura da faixa de domínio das rodovias Classe 0 será fixada no projeto.
Gabarito mínimo vertical	-	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	Observação Geral: Os VDMs apresentados servem como orientação devendo ser verificado o nível de serviço.
Afastamento lateral mínimo do bordo do acostamento - obstáculos contínuos		0,50	0,50	0,50	0,30	0,30	
Largura do Canteiro Central - Valor mínimo (7)		4	4	-	-	-	
Afastamento lateral mínimo do bordo do acostamento - obstáculo isolado	-	1,50	1,50	1,50	0,50	0,50	
Inclinação transversal em tangente	-	2%	2%	2%	2%	3%	
Largura da faixa de domínio (m)	P O M	(8)	60 70 80	30 40 50	30 40 50	30 40 50	
Plataforma de terraplenagem	-	(3) (4)	(3) (4)	(3) (4)	(3) (4)	(3) (5)	



Quadro 4 - Características básicas do projeto geométrico das rodovias vicinais

CARACTERÍSTICAS	REGIÕES	CLASSES				OBSERVAÇÕES
		A	B	C	D	
Tráfego (VDM para o ano de abertura)	-	> 200	>200	100 - 200	50 - 100	(1) A folga F será de 0,50m para cada semiplataforma de aterro, e de 1,00m para cada semiplataforma de corte.
Velocidade diretriz (km/h)	P	80	80	60	60	
	O	60	60	40	40	
	M	40	40	30	30	
Distância de visibilidade de parada desejável (mínimo)	P	110	110	75	75	
	O	75	75	45	45	
	M	45	45	30	30	
Distância mínima de visibilidade de ultrapassagem (m)	P	560	560	420	420	
	O	420	420	270	270	
	M	270	270	180	180	
Taxa máxima de superelevação (%)	P	8%	8%	6%	6%	
	O					
	M					
Raio mínimo de curvatura horizontal(m)	P	230	230	135	135	
	O	125	125	55	55	
	M	50	50	25	25	
Rampa máxima (%)	P	4	4	5	6	
	O	6	6	7	8	
	M	8	8	9	10	
Largura da faixa de rolamento (m)	-	7,0	6,0	6,0	6,0	
Largura mínima do acostamento (m)	-	1,0	1,0	0,5		
Largura da plataforma de terraplenagem (m) - (1)	-	9,0 + F	8,0 + F	8,0 + F	6,3 + F	
Inclinação transversal da pista em tangente (%)	-	2%	2%	2%	2%	
Largura da faixa de domínio (m)	P	30	30	30	30	
	O	40	40	40	40	
	M	50	50	50	50	



A velocidade diretriz define o greide máximo, raio mínimo de curvatura horizontal, distância de visibilidade nas curvas verticais, largura livre nas curvas horizontais, distância de ultrapassagem, etc.; e a velocidade operacional define o comprimento crítico de rampa, superelevação, etc.

Quadro 5 - Velocidade diretriz para rodovias estaduais (km/h)

CLASSES DO PROJETO	RELEVO		
	PLANO	ONDULADO	MONTANHOSO
0	120	100	80
I	100	80	60
II	80	70	50
III	80	60	40
IV	60	40	30

Quadro 6 - Velocidade diretriz para rodovias vicinais (km/h)

CLASSES DO PROJETO	RELEVO		
	PLANO	ONDULADO	MONTANHOSO
A e B	80	60	40
C e D	60	40	30

Quadro 7 - Relação entre a velocidade diretriz e a velocidade operacional

VELOCIDADE DIRETRIZ (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
VELOCIDADE OPERACIONAL (km/h)	37	44	51	58	64	69	74	78	81

5.6 DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARADA

5.6.1 DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARADA.

A distância de visibilidade de parada é usada na definição das curvas horizontais e verticais em rodovias com duas faixas de tráfego.

Distinguem-se dois tipos de valores para a distância de visibilidade de parada a serem proporcionados ao motorista: os valores mínimos e os valores desejáveis, apresentados no Quadro 8. Sua conceituação decorre de duas hipóteses diferentes concernentes à velocidade do veículo (Quadro 9).

Quadro 8 - Distância de visibilidade de parada (m)

DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARADA	VELOCIDADE DIRETRIZ								
	30	40	50	60	70	80	90	100	120
MÍNIMA	30	45	60	75	90	110	130	155	205
DESEJÁVEL	30	45	65	85	110	140	175	210	310

No caso do valor mínimo, a velocidade do veículo terá sido reduzida, em consequência da chuva, para um valor médio algo inferior à velocidade diretriz (Quadro 9).

Quadro 9 - Velocidade Diretriz com tempo chuvoso

V dir (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	120
V med (km/h) f	30	38	46	54	62	71	79	86	98

A hipótese adotada para obter os valores desejáveis reflete a tendência de os motoristas trafegarem o mais rápido possível, com uma velocidade igual à velocidade diretriz, mesmo em ocasiões chuvosas.

Todos os cálculos envolvendo a distância de visibilidade de parada adotam 1,10 m como a altura dos olhos do motorista sobre a pista e 0,15 m como a altura do obstáculo que obrigue a parar.

Os valores da distância de visibilidade de parada são calculados pela fórmula abaixo e arredondados para fins de projeto:

$$d = 0,7V + \frac{V^2}{255f}$$

onde:

d = distância de visibilidade de parada, em metros.

V = velocidade diretriz, em km/h.

f = coeficiente de atrito entre pneu e pavimento molhado no caso de frenagem (adimensional).

O primeiro termo (0,7V) corresponde à distância percorrida durante o tempo de percepção e reação, adotando-se para este valor 2,5 segundos. O segundo termo fornece a distância percorrida desde a atuação do sistema de frenagem até a imobilização (Quadros 10 e 11).

Quadro 10 - Valores de f para velocidade diretriz V

V	30	40	50	60	70	80	90	100	120
f	0,40	0,37	0,35	0,33	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27

Quadro 11 - Valores de f para a velocidade média de viagem V'

V'	30	38	46	54	62	71	79	86	98
f	0,40	0,38	0,36	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,28

**DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE
PARADA – mínimo = 75,0 m e desejável = 85,00 m**

5.7 DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM.

Em rodovias de pista simples com duas faixas de tráfego, mesmo naquelas que constituam o primeiro estágio de uma futura rodovia dupla, torna-se necessário proporcionar, a intervalos tão frequentes quanto possíveis, à distância de visibilidade de ultrapassagem.

A frequência dos trechos com visibilidade de ultrapassagem é restringida pelos custos de construção da rodovia. Porém, rodovias com elevados volumes de tráfego requerem longos e frequentes trechos com esta característica, sob pena de seu nível de serviço cair sensivelmente em consequência da redução de capacidade. Cabe observar que, à medida que crescem os volumes de tráfego, diminui o número de oportunidades efetivas de ultrapassagem, por haver um veículo em sentido oposto se aproximando.

Outro critério a ser considerado é aquele do tempo suportado por veículos mais rápido trafegando atrás de um veículo lento, sem que se iniciem ultrapassagens perigosas. Dessa forma, deveria haver pelo menos um trecho com visibilidade de ultrapassagem a cada 2,0 a 3,0 quilômetros e tão extenso quanto possível.

Os valores calculados apresentados no Quadro 12 contemplam o caso de um veículo isolado, trafegando à velocidade média de viagem para volumes de tráfego medianamente elevados, sendo ultrapassado por um outro veículo viajando no mesmo sentido a uma velocidade 16 km/h superior. Supõe-se também que esta seja a velocidade do veículo se aproximando em sentido contrário. Os olhos do motorista encontram-se aproximadamente a 1,14 metros sobre a pista, e a altura do veículo em sentido oposto é de 1,37 metros. Conforme se pode observar no Quadro 12, essas considerações exigem padrões de projeto extremamente elevados (principalmente curvas verticais muito longas e grande afastamento lateral de obstáculos contínuos),

que são geralmente de difícil aplicação. Entretanto, sempre que possível e economicamente viável essas distâncias de visibilidade deverão ser proporcionadas.

Os valores assim calculados são os mínimos para permitir que o único veículo realize toda manobra de ultrapassem nas condições descritas, em condições de segurança. E desejável que sejam proporcionadas distâncias superiores, aumentando as oportunidades de ultrapassagem e o número de veículos que a realizam de cada vez. Os valores se referem a condições em tangente. Entretanto, quando se tratar de subidas íngremes, o veículo a ser ultrapassado geralmente tráfegará a velocidades baixas, aumentando o diferencial de velocidade. No caso de descidas, diminuirá a necessidade de ultrapassagem.

Quadro 12 - Distância de visibilidade de ultrapassagem

VELOCIDADE DIRETRIZ (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	120
DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM (m)	180	270	350	420	490	560	620	680	740

Nos trechos de estradas de pista dupla, à distância de visibilidade será a metade dos valores fixados no Quadro 12.

DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM – 420,00 m

5.8 SUPERELEVAÇÃO

A superelevação a ser adotada nas curvas tem influência sobre a segurança e o conforto de viagem.

A principal característica a ser inicialmente estabelecida é a taxa máxima de superelevação. Esta é restringida por diversos fatores.

A superelevação máxima adotada deverá ser de preferência mantida para um trecho inteiro. O valor adotado servirá de base para determinação das taxas de superelevação para raios acima do mínimo. Os valores recomendados encontram-se no Quadro 13.

Quadro 13 - Taxas máximas de superelevação (e_{\max})

RODOVIAS	CLASSES DE PROJETO	e_{\max}
Estadual	0 e I	10%
	II e III	8%
	IV	6%
Vicinal	A e B	8%
	C e D	6%

SUPERELEVAÇÃO – 8%

5.9 LARGURA DA FAIXA DE ROLAMENTO

A largura da faixa de rolamento, de modo geral, é obtida adicionando-se à largura do veículo de projeto adotado a largura de uma faixa de segurança, função da velocidade diretriz e da categoria da via (anexo 4). Os valores obtidos situam-se entre 3,00m e 3,75m. A necessidade de evitar falta de uniformidade nas larguras das faixas, quando comparadas com trechos viários existentes, antecedentes ou subsequentes ao trecho do projeto, também influi na determinação da largura. Normalmente, nas vias de padrão mais elevado, a mesma largura deve ser mantida em todo projeto, inclusive naqueles segmentos com características tais que impliquem uma redução da velocidade diretriz. Por outro lado, a largura das faixas poderá ser reduzida ao longo de um subtrecho de transição, quando a via em projeto tiver prosseguimento através de uma faixa inferior.

Como a largura da pista também tem influência sobre a capacidade de via, larguras reduzidas, além de proporcionarem economias muito pequenas, só encontrarão justificativas em vias com baixos volumes de tráfego e, demais, com menor participação de veículos comercial principalmente se for de mão dupla, um pequeno aumento na largura da pista, de custo desprezível, contribui sensivelmente para a segurança do tráfego.

Os valores básicos recomendados para a largura de uma faixa de rolamento pavimentada, ressalvadas as observações acima, estão apresentados no Quadro 14.

Quadro 14 - Largura das faixas de rolamento (m).

RODOVIAS	CLASSES DO PROJETO	REGIÃO		
		PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
Estadual	0	3,75	3,60	3,60
	I	3,60	3,60	3,50
	II e III	3,50	3,50	3,50
	IV	3,00	3,00	3,00
Vicinal	A	3,50	3,50	3,50
	B, C e D	3,00	3,00	3,00

FAIXA DE ROLAMENTO – 3,00 m

5.10 ACOSTAMENTO

5.10.1 PISTA SIMPLES

A largura dos acostamentos está indicada no Quadro 15.

Quadro 15 - Largura dos acostamentos externos (m).

RODOVIAS	CLASSES DO PROJETO	REGIÃO		
		PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
Estadual	0	3,00	3,00 (2,50)	2,50
	I	3,00 (2,50)	2,50	2,50
	II	2,50 (2,00)	2,50 (2,00)	2,00 (1,00)
	III	2,50 (1,00)	2,00 (1,00)	1,50 (1,00)
	IV	1,00	0,50	0,50
Vicinal	A e B	1,00	1,00	1,00
	C	0,50	0,50	0,50
	D	-	-	-

() valores mínimos.

ACOSTAMENTO EXTERNO – 1,00 m

5.10.2 PISTA DUPLA

A largura dos acostamentos internos das pistas de mão única, Classe 0 e I, está indicada no Quadro 16.

A largura dos acostamentos externos das pistas duplas está apresentada no Quadro 15.

Quadro 16 - Largura dos acostamentos internos (m) (*).

NÚMERO DE FAIXAS	REGIÃO		
	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
2	(1,20) 0,60	(1,00) 0,60	0,50
(**) 3	(3,00) 2,50	(2,50) 2,00	(2,50) 2,00
≥ 4	(3,00) 2,50	(3,00) 2,50	(3,00) 2,50

(*) valores excepcionais () e recomendados, respectivamente.

(**) quando julgado necessário um acostamento, em caso contrário, adotar os valores referentes a pistas de 2 faixas.

ACOSTAMENTO INTERNO – Não se aplica

5.11 INCLINAÇÃO TRANSVERSAL

Inclinações transversais altas são vantajosas para acelerar o escoamento da água pluvial. Em contraste, valores baixos são preferíveis por motivos estéticos, de conforto para dirigir e de menor desvio lateral quando de freadas bruscas, ventos fortes ou lama na pista. Porém a adoção de valores baixos de inclinação transversal requer pavimentos de alta qualidade e elevado grau de acabamento.

A seção transversal de rodovia de pista simples terá caimento duplo, com a crista situando-se no centro da pista.

No caso de pista dupla, cada pista deverá ter caimento simples, do bordo interno para o bordo externo. Em casos excepcionais, visando ao aproveitamento da pista existente, esta poderá ficar com o caimento para os dois lados do eixo, mas a pista nova deverá ter caimento somente para o lado externo.

As inclinações transversais recomendadas, em tangente, estão indicadas no Quadro 17.

Quadro 17 - Inclinação transversal em tangente.

TIPOS DE RODOVIAS	CLASSES	PISTAS	ACOSTAMENTOS (1)
Estadual	0 a III	2%	5%
	IV	3%	3%
Vicinal	A e B	2%	2%
	C e D	3%	3%

(1) Quando o acostamento for inferior a 2,00m, a inclinação será a mesma da pista.

INCLINAÇÃO TRANSVERSAL

PISTA – 2%

ACOSTAMENTO - 2%

5.12 INCLINAÇÃO DOS TALUDES DOS CORTES E ATERROS

As inclinações em relação ao plano horizontal permitida nos taludes dos cortes e aterros são definidas a seguir, considerando-se a relação v/h (vertical/horizontal).

5.12.1 Em Cortes

- Nos terrenos sem possibilidade de escorregamentos (condição normal)1,5:1,0
- Nos terrenos com possibilidade de escorregamentos (com justificativa geológica e geotécnica).....1,0:1,0
- Nos solos arenosos (tipo região de praia).....1,0:2,0
- Nos terrenos de rocha viva.....4,0:1,0

5.12.2 Em aterros

- Aterros com solos em geral.....1,0:1,5
- Aterros em areia.....1,0:2,0
- Aterros com fragmentos de rocha1,0:1,0

INCLINAÇÃO DOS TALUDES

CORTE – 1,5:1,0

ATERRO – 1,0:1,50

5.13 FAIXA DE DOMÍNIO

5.13.1 Nas Zonas Rurais

Nas zonas rurais, a faixa de domínio terá a largura mínima limitada pela distância de 10m, contada a partir das cristas dos cortes ou dos pés dos aterros, para cada um dos lados, não sendo inferior às indicadas no Quadro 18.

Quadro 18 - Largura da faixa de domínio (m)

RODOVIAS	CLASSES DO PROJETO	REGIÃO		
		PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
Estadual	0	(1)	(1)	(1)
	I	60	70	80
	II	30	40	50
	III e IV	30	40	50
Vicinal	A, B, C e D	30	40	50

(1) A faixa de domínio das estradas de características técnicas da Classe 0 será fixada, em cada caso, conforme o objetivo em vista, mas não será de largura inferior a das estradas de características técnicas da Classe I.

Nas estradas de duas pistas independentes contíguas, aplicar-se-á, para a parte externa de cada pista, o critério fixado no início deste item, respeitando-se, também, os mínimos de largura total da faixa de domínio constantes no Quadro 18.

Nas regiões onde seja frequente o trânsito de animais ou tropas, e não seja possível desviá-las por caminhos ou estradas secundárias, a faixa de domínio poderá ser excêntrica em relação ao eixo da estrada, de modo que se tenha um dos lados (o lado mais conveniente) um corredor de 20,00m de largura para lhes permitir passagem.

A faixa de domínio deverá ser excêntrica nos trechos onde está prevista duplicação.

5.13.2 Nos Trechos Urbanos

Sempre que economicamente possível ou nos que apresentem tendências de se tornarem urbanos em futuro próximo, a faixa de domínio deverá ter largura que permita a construção de duas vias fisicamente separadas do corpo da estrada, para atender ao tráfego local.

5.13.3 Nos Cruzamentos ou Entroncamentos

Devem ser incorporadas à faixa de domínio as áreas para construção das obras necessárias à eliminação das interferências de tráfego.

FAIXA DE DOMÍNIO – 40,0 m

5.13.4 Recuo das Obras Cíveis ao Longo das Rodovias e nas Interseções

O recuo mínimo para a construção das obras cíveis, ao longo das rodovias e nas interseções está apresentando no Quadro 19.

Quadro 19 - Recuo das obras cíveis (m) - valores mínimos

LARGURA DA FAIXA DE DOMÍNIO (L)	AO LONGO DAS RODOVIAS		NAS INTERSEÇÕES
	ZONA RURAL (*)	ZONA URBANA	
$L \leq 30 \text{ m}$	10	4	20
$30 \text{ m} < L < 60 \text{ m}$	10	4	15
$L \geq 60 \text{ m}$	10	4	10 (**)

(*) De acordo com o Decreto Estadual n.º 7.674 de 6 de Janeiro de 1939, artigo de 155.

(**) Na zona urbana este valor poderá ser reduzida para 4m.

5.14 PLANIMETRIA

5.14.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS DE TRAÇADO

5.14.1.1 ALINHAMENTO HORIZONTAL

O alinhamento horizontal deverá ser tão direcional quanto seja possível, mas deverá também ser coerente com a topografia da região. Um alinhamento fluente, bem ajustado a topografia, é desejável do ponto de vista estético, construtivo e de manutenção.

Para rodovias de elevado gabarito, o traçado deverá ser antes uma sequência de poucas curvas de raios amplos do que de longas tangentes "quebradas" por curvas de pequeno desenvolvimento circular. Trechos em tangente excessivamente longos, convenientes para ferrovias, são assim indesejáveis em rodovias.

Essa configuração de traçado, além de reduzir a sensação de monotonia para o motorista e problemas de ofuscamento noturno, ajusta-se mais favoravelmente

conformação básica das linhas da natureza, podendo reduzir os rasgos causados pela terraplanagem na paisagem.

Este aspecto do projeto geométrico é de difícil normalização e não se sujeita ao estabelecimento de critérios rígidos, sejam estes empíricos e/ou teóricos. É um conceito qualitativo que deverá ser aplicado com a devida atenção, objetivando, no caso de pista simples, a preservação de suficientes trechos dotados da distância de visibilidade de ultrapassagem, evitando ainda imprimir a rodovia um caráter artificialmente curvilíneo em relação a paisagem em regiões planas, ou ferir a ordem geométrica predominante em travessias urbanas.

Ao final de longas tangentes ou trechos com curvaturas suaves ou, ainda, onde se seguir imediatamente um trecho com velocidade diretriz inferior, as curvas horizontais a serem introduzidas deverão ser coerentes com a maior velocidade precedente, de preferência bem acima do mínimo necessário, e proporcionando uma sucessão de curvas com raios gradualmente decrescentes para orientar o motorista. Uma sinalização adequada de advertência poderá aliviar as deficiências decorrentes desse fato e deverá ser sempre considerada nesses casos.

Considerações de aparência da rodovia e de dirigibilidade recomendam que, tanto quanto possível, as curvas circulares sejam dotadas de curvas de transição, mesmo naqueles casos em que, pelos critérios usuais, estas seriam dispensáveis.

É indesejável, sob aspectos operacionais e de aparência, a existência de duas curvas sucessivas no mesmo sentido quando entre elas existir um curto trecho em tangentes. De preferência, serão substituídas por uma única curva longa bem estudada ou, pelo menos, a tangente intermediária deverá ser substituída por um arco circular, constituindo-se então uma curva composta, evitando-se uma grande diferença de curvatura entre os raios. As curvas deverão ser concordadas quando necessário por segmentos de espirais adequados.

Nos projetos de melhoramento os eixos locados deverão ser preferencialmente posicionados de modo a propiciar o alargamento da rodovia existente num único lado.

5.14.1.2 ALINHAMENTO VERTICAL

O projeto de greide deve evitar frequentes alterações de menor vulto nos valores das rampas. Estas deverão ser tão contínuas quanto possível, deverão ser evitadas sempre que possível curvas verticais no mesmo sentido separadas por pequenas extensões de rampa, principalmente em rodovias de pista dupla.

Em trechos longos em rampa, é conveniente dispor as rampas mais íngremes na parte inferior e as rampas mais suaves no topo, para tirar proveito do impulso acumulado no segmento plano ou descentes anterior a subida. Poderá também ser considerada a conveniência de intercalar, no caso de rampas íngremes, trechos com rampas mais suaves, em vez de dispor uma única rampa contínua, em alguns casos de valor apenas um pouco inferior às referidas rampas íngremes.

Greides excessivamente colados, muitas vezes associados a traçados sensivelmente retos, são indesejáveis por motivos estéticos e por proporcionarem situações perigosas em terrenos levemente ondulados: a sucessão de pequenas lombadas e depressões oculta veículos nos pontos baixos, dando uma falsa impressão de oportunidade de ultrapassagem.

5.14.1.3 COORDENAÇÃO DOS ALINHAMENTOS HORIZONTAL E VERTICAL

As tortuosidades dos alinhamentos horizontal e vertical devem ser compatíveis. Trechos em tangente horizontal não são coerentes com frequentes quebras no greide e vice-versa.

Curvas verticais e horizontais deve se superpor, as horizontais iniciando desejavelmente um pouco antes das verticais, para não somar em um só local duas discontinuidades do traçado e ainda para "anunciar" a curva vertical, orientando opticamente o motorista.

Os vértices das tangentes das curvas verticais a horizontais devem aproximadamente coincidir.

Lombadas não devem ser vencidas de topo, por longas tangentes, porém atravessadas por curvas horizontais; essas não devem iniciar ou findar no cume das lombadas, para não surpreender o motorista.

Analogamente, curvas horizontais não devem ter seu início coincidente com pontos baixos do greide, ao final de longas descidas, posto que essa característica pode resultar tanto em uma aparência distorcida do traçado, por impedir a percepção da continuidade da curva, como em situações perigosas decorrentes do natural aumento da velocidade.

Em rodovias de pista dupla, é vantajoso tirar partido da possibilidade de projetar traçados em planta e perfil independentes para as duas pistas.

5.15 RAIOS MÍNIMOS DE CURVATURA

Os valores dos raios mínimos para diferentes velocidades V , em função das diferentes taxas máximas de superelevação (e_{max}), estão apresentados no Quadro 20.

Quadro 20 – Raios mínimos (m)

e _{max}	V (km/h)								
	30	40	50	60	70	80	90	100	120
6%	25	55	90	135					
8%		50	80	125	170	230			
10%				115	155	210	265	345	540

RAIO MÍNIMO – 125 m

5.16 SUPERELEVAÇÃO DE CADA CURVA

O giro da superelevação é feito em torno do bordo interno da pista considerada com a largura dos trechos em tangente.

No Quadro 24, constam os valores mínimos de raios, em função da velocidade, para os quais a superelevação é dispensável.

Quadro 24 – Valores mínimos de raio

V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	120
R (m)	1000	1400	1800	2300	2800	3400	4100	5000	5000

5.17 SUPERLARGURA

A superlargura nas curvas é determinada pela fórmula:

$$S = n \left(R - \sqrt{R^2 - E^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

onde:

S = representa a superlargura, em m
n = representa o número de faixas de tráfego
R = representa o raio da curva, em m
V = representa a velocidade diretriz, em km/h
E = representa a distância, em m, entre os eixos da parte rígida do veículo, que normalmente se adota 6m.

SUPERLARGURA – não será aplicado no Ramal do Manga.

5.18 ALTIMETRIA

5.18.1 RAMPAS

As rampas máximas admissíveis estão indicadas no Quadro 25.

Quadro 25 – Rampas máximas

Rodovias	Classes do Projeto	Região		
		Plana	Ondulada	Montanhosa
Estadual	0	3%	4,0%	5%
	I	3%	4,5%	6%
	II	3%	5,0%	7%
	III	4%	6,0%	8%
	IV	5%	7,0%	9%
Vicinal	A	4%	6%	8%
	B	4%	6%	8%
	C	5%	7%	9%
	D	6%	8%	10%

Esses valores poderão se acrescidos de 1% para extensões de até 900 metros em regiões planas; 300 metros em regiões onduladas; e 150 metros em regiões montanhosas.

Nos trechos em corte ou seção mista, a rampa mínima admissível é de 1%.

No cálculo dos greides deverão utilizados valores das rampas com a precisão do centésimo.

RAMPAS MÁXIMAS – 6%

5.19 CURVAS VERTICAIS

A função das curvas verticais é concordar as tangentes verticais dos greides. Os pontos de inflexão do greide serão normalmente concordados por parábolas do 2º grau. Essas parábolas são definidas pelo seu parâmetro de curvatura K, que equivale ao comprimento da curva no plano horizontal, em metros, para cada 1% de variação de rampa. Os comprimentos L das curvas de concordância vertical são obtidos pela fórmula $L = K \times A$, onde A é a diferença algébrica das rampas, em porcentagem.

O cálculo dos valores de K se baseia normalmente na necessidade de proporcionar as distâncias de visibilidade de parada. Para valores muito pequenos de A, o comprimento terá um valor mínimo: $L = 0,6V$ (V em km/h).

Os valores de K são calculados considerando-se distâncias de visibilidade inferiores aos comprimentos das curvas verticais. Onde ocorrer o contrário, a visibilidade deverá ser verificada no perfil da rodovia.

Curvas convexas:

$$K = \frac{d^2}{412}$$

Curvas côncavas:

$$K = \frac{d^2}{122 + 3,5.d}$$

onde:

d = distância de visibilidade de parada mínima ou desejável (em metros).

Os valores desejáveis e mínimos para curvas verticais convexas e côncavas estão representadas a seguir:

Quadro 5.5.3.2 - Valores de K

Velocidade diretriz (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Curva verticais convexas										
K – Mínimo	2	5	9	14	20	29	41	58	79	102
K – Desejável	2	5	10	18	29	48	74	107	164	233
Curvas verticais côncavas										
K – Mínimo	4	7	11	15	19	24	29	36	43	50
K – Desejável	4	7	12	17	24	32	42	52	66	80

CURVA VERTICAIS CONVEXAS – K = 18

CURVA VERTICAIS CÔNCAVAS – K = 17

5.20 DADOS DO PROJETO VIÁRIO

DESCRIÇÃO	UNID	VALOR
CLASSE DE PROJETO OU NÍVEL DE SERVIÇO	RODOVIA VICINAL CLASSE B	
TOPOGRAFIA DO TERRENO	REGIÃO ONDULADA	
VELOCIDADE DE PROJETO (km/h)	Km/h	60
DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE (desejável)	m	85
DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM	m	420
SUPERELEVÇÃO MÁXIMA	%	8
LARGURA DA PISTA	m	6
LARGURA DO ACOSTAMENTO	m	1
INCLINAÇÃO TRANSVERSAL PISTA	%	2
INCLINAÇÃO TRANSVERSAL ACOSTAMENTO	%	2
INCLINAÇÃO DOS TALUDES DE CORTE	v/h	1,5:1,0
INCLINAÇÃO DOS TALUDES DE ATERRO	v/h	1,0:1,50
FAIXA DE DOMÍNIO	m	40
RAIO MÍNIMO DAS CURVAS HORIZONTAIS (m)	m	125
RAIO MÍNIMO - Dispensa superelevação	m	2300
SUPERLARGURA	m	Não aplicado
RAMPAS MÍNIMAS (em corte)	%	1
RAMPAS MÁXIMAS	%	6
CURVA VERTICAIS CONVEXAS	K	18
CURVA VERTICAIS CÔNCAVAS	K	17

5.21 CONCEPÇÃO DO PAVIMENTO

5.21.1 OBJETIVO

Temos como objetivo, o estudo das características do Ramal do Manga, visando determinar a melhor solução no pavimento.

5.21.2 INTRODUÇÃO

O ramal do Manga é uma rodovia vicinal, pertencente ao município de Oiapoque/AP. Ela inicia na rodovia BR-156, segue em sentido a comunidade do Manga em área indígena. Finaliza no rio Curipi.

Sua classificação rodoviária é “Classe B”. A malha federal é composta de base, subbase e camada de rolamento em CBUQ.

Então, a concepção de projeto seguirá as especificações do pavimento existente da malha federal.

No projeto de pavimentação seguirá os procedimentos construtivos do DNIT, de modo que, a estrutura final resultante, venha a suportar economicamente as repetições de eixos, em condições de segurança e conforto, durante o período de projeto de 10 (dez) anos.

5.21.3 CONCEPÇÃO DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

A tabela abaixo resume as concepções de projeto estudadas:

TABELA DE CONCEPÇÃO DE PAVIMENTO		
Tipo de Solução do Pavimento	Descrição	Limitação
1. Pavimentação flexível – PISTA DE ROLAMENTO	1.Sub base com 15 cm de espessura; 2.Base com 15 cm de espessura; 3.Camada de rolamento com 5 cm de espessura em CBUQ, faixa C, DNIT.	MELHOR SOLUÇÃO

2. Pavimentação flexível – ACOSTAMENTO	1.Sub base com 15 cm de espessura; 2.Base com 15 cm de espessura; 3.Camada de rolamento com 3 cm de espessura em CBUQ, faixa C, DNIT.	MELHOR SOLUÇÃO
--	---	----------------

5.22 CONCEPÇÃO DA INTERSEÇÃO, ENTROCAMENTO BR 156 – RAMAL DO MANGA.

O ramal do Manga inicia na rodovia federal BR-153 onde já existe pavimentação, porém não está contemplada a interseção que liga o ramal do Manga a BR-156.

No projeto da CODEVASF, será implantada a interseção de três ramos (T) do tipo C, utilizando a faixa de domínio da BR-156.

A concepção dessa interseção de três ramos (T) foi baseada no Manual de Projeto de interseções – DNIT. A seguir, demonstraremos os critérios utilizados:

5.22.1 CLASSIFICAÇÃO DO TIPO DE INTERSEÇÃO

Manual de projeto de Interseções – página 103:

- Tipo C (Interseção canalizada)

A *interseção tipo C* (Figura 32) tem na rodovia principal uma faixa de trânsito para giro à esquerda. As ilhas projetadas diminuem o risco de colisão traseira e facilitam a circulação do tráfego na rodovia principal. Onde houver fluxo significativo de pedestres as ilhas divisórias devem ser dimensionadas de forma a servir de refúgio.

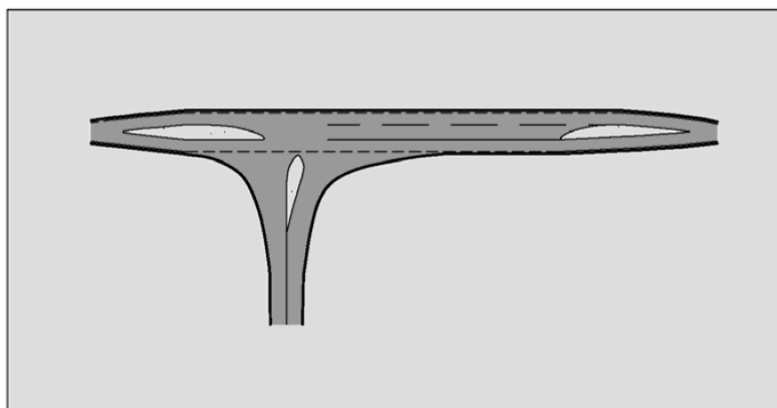


Figura 32 – Interseção tipo C (canalizada)

INTERSEÇÃO – TIPO C

5.22.2 TIPOS DE INTERSEÇÕES EM NÍVEL

Manual de projeto de Interseções – página 161:

8.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Muitos fatores influem na escolha do tipo e dimensões de uma interseção, mas os principais são os volumes horários de projeto das várias correntes de tráfego e sua composição por tipo de veículo.

No projeto de uma interseção o tráfego que gira à esquerda deve ser separado do tráfego direto sempre que possível. A inclusão de faixas de giro à esquerda reduz de 20% a 65% das colisões, sendo recomendadas sempre que os volumes de tráfego são suficientemente elevados (Gluck, J.S., H.S. Levinson, and V. Stover. *Impacts of Access Management Techniques*. NCHRP Report 420, Washington, DC: Transportation Research Board, 1999).

Manual de projeto de Interseções – página 165:

8.3.1 Interseções de Três Ramos (T)

As formas básicas das interseções com três ramos ou em “T” são ilustradas nas Figuras 61 a 63.

Nos locais em que as velocidades são elevadas e os movimentos de giro são em grande número, faixas adicionais podem ser acrescentadas, como indicado nas Figuras 61A e 61B. As soluções apresentadas nas Figuras 62C E 62D fazem com que os veículos que giram à esquerda reduzam sua velocidade ou parem no alinhamento do tráfego direto e obrigam os veículos que vão em frente a contorná-los. Geralmente não são satisfatórias, devendo ser evitadas. Só se justificam pela impossibilidade de criar uma faixa de giro à esquerda com a geometria e canalização adequadas.

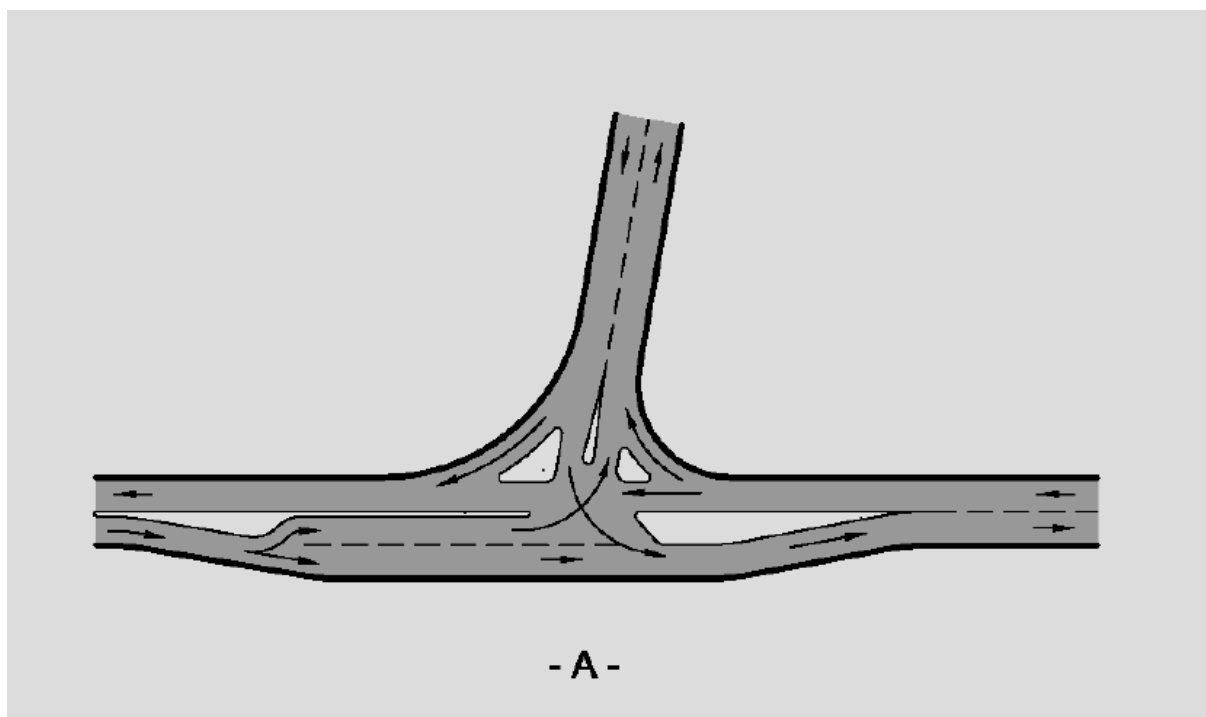


Figura 61 – Interseções de três ramos (T)

**INTERSEÇÃO ADOTADA:
INTERSEÇÃO DE TRÊS RAMOS (T) – TIPO C – 61A**

5.22.3 RAIOS MÍNIMOS PARA CONVERSÕES DE VEÍCULOS DE PROJETO

Manual de projeto de Interseções – página 235:

A Tabela 39 é uma adaptação da tabela da AASHTO, cujos valores deverão ser adotados para elaboração dos projetos mínimos. A Figura 87 ilustra a sua aplicação para conversões do veículo de projeto **CO** em ângulos de 90° e a Figura 88 apresenta um projeto com curvas circulares compostas para veículo de projeto **SR** e para ângulos de conversão de 120° e 60°. Recomenda-se que seja sempre usada a curva correspondente ao maior veículo que represente uma percentagem apreciável do tráfego que gira no local considerado.

Nem sempre é necessário dar superelevação à pista, mas eventual inclinação transversal para drenagem deve ser feita para o interior da curva.

Tabela 39 - Raios mínimos para bordos de pistas de conversão

Ângulo de conversão	Veículo de projeto	Curva circular simples raio (m)	Curva composta de três centros		Curva circular simples com taper		
			Raios (m)	Afastam. (m)	Raio (m)	Afastamento (m)	Taper (m)
30°	VP	18	-	-	-	-	-
	CO	30	-	-	-	-	-
	SR	60	-	-	-	-	-
45°	VP	15	-	-	-	-	-
	CO	23	-	-	-	-	-
	SR	53	60-30-60	1,0	36	0,6	15:1
60°	VP	12	-	-	-	-	-
	CO	18	-	-	-	-	-
	SR	45	60-23-60	1,7	29	1,0	15:1
75°	VP	11	30-8-30	0,6	8	0,6	10:1
	CO	17	36-14-36	0,6	14	0,6	10:1
	SR	-	45-15-45	2,0	20	1,0	15:1
90°	VP	9	30-6-30	0,8	6	0,8	10:1
	CO	15	36-12-36	0,6	12	0,6	10:1
	SR	-	55-18-55	2,0	18	1,2	15:1
105°	VP	-	30-6-30	0,8	6	0,8	8:1
	CO	-	30-11-30	1,0	11	1,0	10:1
	SR	-	55-14-55	2,5	17	1,2	15:1
120°	VP	-	30-6-30	0,6	6	0,6	10:1
	CO	-	30-9-30	1,0	9	1,0	10:1
	SR	-	55-12-55	2,6	14	1,2	15:1

ÂNGULO DE CONVERSÃO DO PROJETO = $64,8^\circ$

(ver projeto abaixo)

CURVA CIRCULAR SIMPLES COM TAPER

RAIO ADOTADO = 20 m

AFASTAMENTO = 1,0m

TAPER = 15:1

ÂNGULO DE CONVERSÃO DO PROJETO = $115,2^\circ$

(ver projeto abaixo)

CURVA CIRCULAR SIMPLES COM TAPER

RAIO ADOTADO = 14 m

AFASTAMENTO = 1,2m

TAPER = 15:1

Manual de projeto de Interseções – página 239:

8.5.2.3 Condições mínimas de projeto para pistas de conversão

Para maior fluidez de tráfego geralmente é desejável utilizar velocidades superiores a 15 km/h, sendo necessário lançar mão de raios maiores. As áreas pavimentadas aumentam e podem tornar-se excessivas, desorientando o tráfego. Devem então ser projetadas ilhas triangulares canalizadoras ocupando os espaços ociosos e assegurando o movimento ordenado dos veículos.

Essas ilhas, projetadas com tamanho mínimo praticável, devem estar afastadas das faixas de tráfego direto de 0,60 m e, nas áreas rurais, preferivelmente, devem ser delineadas por pintura no pavimento. Quando delimitadas por meios-fios, estes devem ser transponíveis. Em áreas urbanas, para proteção dos pedestres, devem ser adotados meios-fios intransponíveis.

A Tabela 40 apresenta as condições mínimas recomendadas pela AASHTO para estas pistas, que permitem aos automóveis girarem a 25 km/h e aos caminhões a velocidades mais baixas sem, no entanto, invadirem as faixas adjacentes. O quadro fornece os raios das curvas compostas a empregar em função do ângulo e das condições do trânsito, bem como a largura da pista e o tamanho da ilha. Na prática não se usam ângulos menores que 75° para essas conversões. Para ângulos maiores que 150°, o projeto envolve raios relativamente grandes, não sendo incluídos nessas condições de giros mínimos; devem ser projetados para cada caso em particular.

Para fins de projeto, as condições de conversão são classificadas em três categorias:

Condição A – Permite a conversão de veículos **VP** com facilidade, e de veículos **CO** com restrições.

Condição B – Permite a conversão de veículos **CO** com facilidade, e de veículos **SR** com invasão das faixas adjacentes.

Condição C – Permite a conversão dos veículos **SR** sem invasão das faixas adjacentes.

Como orientação para o emprego dos valores da Tabela 40 sugere-se usar a *Condição C* quando isso não implicar em grande aumento de despesas ou quando for esperado grande movimento de veículos dos tipos indicados.

A Figura 89 ilustra a aplicação de algumas curvas recomendadas para conversão à 90°.

Tabela 40 - Condições mínimas de projeto para pistas de conversão

Ângulo de conversão	Classificação de projeto	Curva composta de três centros		Largura da pista (m)	Área aprox. da ilha (m²)
		Raio (m)	Deslocam. (m)		
75°	A	45 - 23 - 45	1,0	4,2	5,5
	B	45 - 23 - 45	1,5	5,4	5,0
	C	55 - 28 - 55	1,0	6,0	5,0
90°	A	45 - 15 - 45	1,0	4,2	5,0
	B	45 - 15 - 45	1,5	5,4	7,5
	C	55 - 20 - 55	2,0	6,0	11,5
105°	A	36 - 12 - 36	0,6	4,5	6,5
	B	30 - 11 - 38	1,5	6,6	5,0
	C	55 - 14 - 55	2,4	9,0	5,5
120°	A	30 - 9 - 30	0,8	4,8	11,0
	B	30 - 9 - 30	1,5	7,2	8,5
	C	55 - 12 - 55	2,5	10,2	20,0
135°	A	30 - 9 - 30	0,8	4,8	43,0
	B	30 - 9 - 30	1,5	7,8	35,0
	C	48 - 11 - 48	2,7	10,5	60,0
150°	A	30 - 9 - 30	0,8	4,8	130,0
	B	30 - 9 - 30	2,0	9,0	110,0
	C	48 - 11 - 48	2,1	11,4	160,0

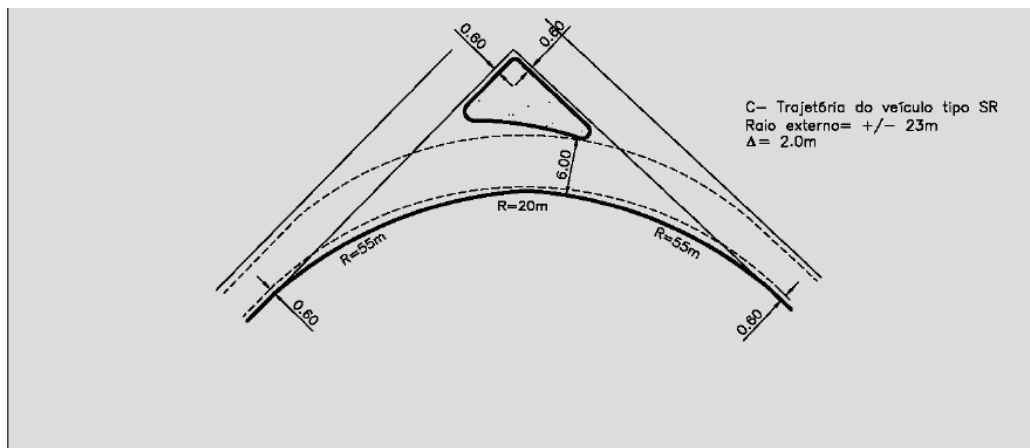


Figura 89 – Condições mínimas de projeto para pistas de conversão (Conversão à 90°)

ÂNGULO DE CONVERSÃO DO PROJETO = 64,8°
(ver projeto abaixo)

LARGURA DA PISTA = 6,0 m

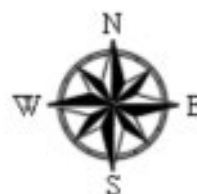
ÂNGULO DE CONVERSÃO DO PROJETO = 115,2°
(ver projeto abaixo)

LARGURA DA PISTA = 10,2 m

5.22.4 INTERSEÇÃO BR-156 / RAMAL DO MANGA



01 INTERSEÇÃO
BR-156 RAMAL DO MANGA



Macapá - AP, 17 de outubro de 2023.

Marcus Vinícius Vasconcelos Nascimento

Engenheiro civil

CREA nº 210.169.654-1



CNPJ: 19.445.350/0001-90
E-mail: marviva.eng@gmail.com
Tel.: (84) 99414-4352
(96) 98132-1444

**Marcus Vinícius Vasconcelos
Nascimento**
Engenheiro civil CREA nº 210.169.654-1