transversais em direção a parte interna da curva, as quais podem exigir esforços excessivos e afetar a dirigibilidade.

e_{MAX} = 6% - projetos condicionados por urbanização adjacentes e frequentes interseções, que provoquem redução de velocidade média.

e_{MAX} = 4% - situações extremas, com intensa ocupação do solo adjacente e reduzida possibilidade para variar as declividades transversais da pista, sem vias marginais.

4.3. FATOR DE ATRITO LATERAL PNEU-PAVIMENTO

O atrito desenvolvido entre os pneus dos veículos e o pavimento, é considerado o parâmetro mais fortemente associado a aspectos da condução dinâmica de um veículo, sendo para tanto o Fator de Atrito, em sentido mecânico, a razão entre a resistência de fricção ou atrito ao movimento no plano de interface entre dois corpos e carga normal a este plano.

Parâmetros	Valores de f_{max} em Função da Velocidade de Projeto									
Velocidade de projeto (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Fator de atrito lateral f_{max}	0,20	0,18	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	0,11

4.4. FATORES DE R_{MIN} EM FUNÇÃO DOS VALORES MÁXIMOS DE *f* E *e*

A partir das expressões anteriormente apresentadas, podem ser calculadas, para diferentes velocidades de projeto, os raios mínimos de curvas horizontais considerando os valores máximos admissíveis de fator de atrito lateral pneu-pavimento e de superelevação.

Abaixo são apresentados os valores de projeto estabelecidos pela AASHTO, considerando os valores de atrito lateral iguais a 4% e 6%, em seguida são apresentados os valores de projeto estabelecidos pelo DNER.

Para o desenvolvimento de projetos de rodovias sob jurisdição do DER/SP são adotados os mesmos valores de raio mínimo de curvas horizontais estabelecidos pela AASHTO (A Policy on Geometric Design of Highways and Streets).

Velocidade de projeto (km/h)	Superelevação máxima e (%)	Fator de atrito máximo f	Total (e/100 + f)	Raio mínimo calculado (m)	Raio mínimo adotado (m)
15	4.0	0.40	0.44	4.0	4
20	4.0	0.35	0.39	8.1	8
30	4.0	0.28	0.32	22.1	22
40	4.0	0.23	0.27	46.7	47
50	4.0	0.19	0.23	85.6	86
60	4.0	0.17	0.21	135.0	135
70	4.0	0.15	0.19	203.1	203
80	4.0	0.14	0.18	280.0	280
90	4.0	0.13	0.17	375.2	375
100	4.0	0.12	0.16	492.1	492
15	6.0	0.40	0.46	3.9	4
20	6.0	0.35	0.41	7.7	8
30	6.0	0.28	0.34	20.8	21
40	6.0	0.23	0.29	43.4	43
50	6.0	0.19	0.25	78.7	79
60	6.0	0.17	0.23	123.2	123
70	6.0	0.15	0.21	183.7	184
80	6.0	0.14	0.20	252.0	252
90	6.0	0.13	0.18	335.7	336
100	6.0	0.12	0.18	437.4	437
110	6.0	0.11	0.17	560.4	560
120	6.0	0.09	0.15	755.9	756
130	6.0	0.08	0.14	950.5	951

		Valores de Raio Mínimo (m)									
Velocidade de Projeto (km/h)		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Superelevação Máxima (%)	4	30	60	100	150	205	280	355	465	595	755
	6	25	55	90	135	185	250	320	415	530	665
	8	25	50	80	125	170	230	290	375	475	595
	10	25	45	75	115	155	210	265	345	435	540
	12	20	45	70	105	145	195	245	315	400	490

Tendo como referência o código da pista, 3C, determina-se a largura do PPD, que terá a dimensão mínima de 30 metros, largura esta adotada para o projeto.

4.5. ELEMENTOS DA SEÇÃO TRANSVERSAL

Para dimensionamento da seção transversal e de todos os elementos adjacentes, seguiu-se as recomendações do Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNER, além das consultas aos projetos-padrão do DER/SP.

Classe de projeto	Larguras das Faixas de Rolamento em Tangentes (m)		
	Relevo plano	Relevo ondulado	Relevo montanhoso
Classe 0	3,60	3,60	3,60
Classe I	3,60	3,60	3,50
Classe II	3,60	3,50	3,30*
Classe III	3,50	3,30	3,30
Classe IVa	3,00	3,00	3,00
Classe IVb	2,50	2,50	2,50

Para alta percentagem de veículos comerciais, é preferível a adoção de 3,50 m.

4.6. RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO PROJETO GEOMÉTRICO

A seguir é apresentada resumidamente as características básicas do projeto geométrico, de acordo com a Classe da via em questão.

Características	Região		
	Plana	Ondulada	Montanhosa
Velocidade Diretriz	80 km/h	60 km/h	40 km/h
Distância mínima de visibilidade de parada	130 m	85 m	50 m
Distância mínima de visibilidade de ultrapassagem	540 m	410 m	270 m
Raio mínimo de curva horizontal (e = 8%)	230 m	115 m	40 m
Rampa máxima	4%	6%	8%
Valor mínimo de K para curvas verticais convexas	26	11	4
Valor mínimo de K para curvas verticais côncavas	30	18	9
Largura da faixa de rolamento	3,50 m	3,30 m	3,30 m
Largura do acostamento externo	2,50 m	2,00 m	1,50 m
Gabarito mínimo vertical	5,50 m	5,50 m	5,50 m
Afastamento lateral mínimo do bordo do acostamento			
obstáculos contínuos	0,30 m	0,30 m	0,30 m
obstáculos isolados	0,50 m	0,50 m	0,50 m

5. RELATÓRIO DE CÁLCULO

CURVAS E ESTACAS DO ALINHAMNETO HORIZONTAL

Client: Client Company

Project Name: \\IN-SERVER\6_produção 7\005_SP_LOUVEIRA\CONTRATO_03 Adt II\005_43_INFRAESTRUTURA RUAS\005_43_03_SANTO ANTÔNIO_AUXTRAB\V01\C3D-GEO -NOVO-V01 .dwg

Project Description:

Report Date: 24/06/2025 12:17:32

Prepared by: Preparer

ALINHAMENTO: R. MAESTRO IZIDORO

Descrição:

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	0.000+0.000	7444766.985	297632.195
FIM:	7.000+12.789	7444808.567	297779.217
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	1.000+0.000	7444772.428	297651.440
	2.000+0.000	7444777.871	297670.685
	3.000+0.000	7444783.314	297689.930
	4.000+0.000	7444788.757	297709.175
	5.000+0.000	7444794.200	297728.420
	6.000+0.000	7444799.643	297747.666
	7.000+0.000	7444805.086	297766.911

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR

COMPRIMENTO:	152.789	ÂNGULO:	74° 12' 27.8539"

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	7.000+12.789	7444808.567	297779.217
PI:		7444815.152	297802.500
CC:		7444327.439	297915.292
PT:	10.000+1.144	7444819.458	297826.310
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	8.000+0.000	7444810.479	297786.169
	9.000+0.000	7444815.256	297805.589
	10.000+0.000	7444819.253	297825.184

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	05° 32' 27.9779"	TIPO:	DIREITO
RAIO:	500.000		
DESENVOLVIMENTO:	48.355	TANGENTE:	24.196
FLECHA:	0.584	AFASTAMENTO:	0.585
COMPRIM. CORDA:	48.336	AZIMUTE CORDA:	76° 58' 41.8429"
δ20:	01° 08' 45.2961"		

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	10.000+1.144	7444819.458	297826.310
FIM:	13.000+13.226	7444832.286	297897.241

ESTACAS INTERMEDIARIAS:

	11.000+0.000	7444822.814	297844.865
	12.000+0.000	7444826.373	297864.546
	13.000+0.000	7444829.932	297884.226

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	72.081	ÂNGULO:	79° 44' 55.8318"

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	13.000+13.226	7444832.286	297897.241
PI:		7444835.750	297916.398
CC:		7444901.168	297884.783
PT:	15.000+11.202	7444848.609	297931.016

ESTACAS INTERMEDIARIAS:

	14.000+0.000	7444833.812	297903.838
	15.000+0.000	7444841.913	297922.050

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	31° 05' 04.0382"	TIPO:	ESQUERDO
RAIO:	70.000		
DESENVOLVIMENTO:	37.977	TANGENTE:	19.468
FLECHA:	2.560	AFASTAMENTO:	2.657
COMPRIM. CORDA:	37.513	AZIMUTE CORDA:	64° 12' 23.8127"
δ20:	08° 11' 06.4009"		

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	15.000+11.202	7444848.609	297931.016
FIM:	19.000+13.612	7444903.037	297992.893
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	16.000+0.000	7444854.420	297937.622
	17.000+0.000	7444867.629	297952.639
	18.000+0.000	7444880.839	297967.656
	19.000+0.000	7444894.048	297982.673

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	82.409	ÂNGULO:	48° 39' 51.7936"

ALINHAMENTO: INTERLIGAÇÃO

Descrição:

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	0.000+0.000	7444874.284	297514.408
FIM:	1.000+11.649	7444905.574	297519.160
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	1.000+0.000	7444894.057	297517.412

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	31.649	ÂNGULO:	08° 38' 13.5998"

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	1.000+11.649	7444905.574	297519.160
FIM:	2.000+9.545	7444923.217	297522.160
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	2.000+0.000	7444913.807	297520.560

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	17.896	ÂNGULO:	09° 39' 01.4910"

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	2.000+9.545	7444923.217	297522.160
PI:		7444928.930	297523.142
CC:		7444919.113	297546.061
PT:	3.000+0.926	7444933.582	297526.601
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	3.000+0.000	7444932.829	297526.063

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	26° 53' 23.6586"	TIPO:	DIREITO

RAIO:	24.250		
DESENVOLVIMENTO:	11.381	TANGENTE:	5.797
FLECHA:	0.665	AFASTAMENTO:	0.683
COMPRIM. CORDA:	11.277	AZIMUTE CORDA:	23° 11' 15.8147"
δ20:	23° 37' 37.6521"		

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	3.000+0.926	7444933.582	297526.601
FIM:	3.000+7.625	7444938.958	297530.598

ESTACAS INTERMEDIARIAS:

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	6.699	ÂNGULO:	36° 37' 57.6440"