

Projeto Geométrico para Rodovia de Ligação entre a BR-470 em Blumenau/SC e a SC-108 em Massaranduba/SC

Camila Tomazzi Zanette (1), Pedro Arns (2)

UNESC - Universidade do Extremo Sul Catarinense

(1)eng.camilazanette@hotmail.com, (2)par@unesc.net

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo, realizar o projeto geométrico de uma rodovia de ligação, localizado entre a BR-470 em Blumenau/SC até a SC-108 em Massaranduba/SC. Conseguiu-se para a elaboração do mesmo, o levantamento topográfico, elaborado pela empresa ESET Engenharia e Topografia, constituído de uma diretriz de 300 metros de largura, dentro da qual se traçou a poligonal orientada. Uma vez definida a poligonal, iniciou-se as concordâncias horizontais em seus vértices, através de curvas de transição e circulares simples, atendendo as normas e especificações do DNIT, para projetos geométricos. Definido o eixo horizontal com respectivo estaqueamento, gerou-se o perfil do terreno natural, ou seja, as cotas. Isto se fez necessário para o lançamento dos greides retos, obedecendo as declividades longitudinais máximas preconizadas pelas normas e especificações, onde em seus vértices, determinou-se os comprimentos mínimos das parábolas utilizadas nas concordâncias verticais. A classe da rodovia adotada foi a Classe II, para relevo montanhoso, tendo em vista que, na Classe I geraria volumes muito expressivos de corte e aterros, para que se pudesse atender as especificações. Assim, mudou-se a categoria da rodovia da Classe I para a Classe II, o que gerou significativa redução nos volumes, principalmente, de corte, atendendo ainda a todos os quesitos de projeto para a demanda estabelecida. De posse dos dados necessários para a elaboração do projeto, os mesmos foram lançados no Software *Sistema Topograph 98 SE* e posteriormente no *Autodesk® AutoCAD®*, os quais apresentaram todos os cálculos, bem como, os respectivos desenhos. Na sequência foram gerados os perfis longitudinais dos traçados e também as seções transversais do estaqueamento.

Palavras chave: Projeto Geométrico, Poligonal, Concordâncias horizontais e verticais, Seções transversais.

1 INTRODUÇÃO

Para se elaborar um bom projeto geométrico de uma rodovia nova, em área rural, composta por vegetação (mata, capoeiras), necessário se faz conhecê-lo. Isto se faz através de um estudo de traçado, para limitar os locais mais apropriados para

passagem da rodovia. Este estudo compreende dois fatos que são o reconhecimento e a exploração. De acordo com Lee (2013), para um melhor entendimento de reconhecimento, devemos ter clareza o que é o traçado de uma rodovia e o que é diretriz. Lee define que: "traçado de uma rodovia: é a linha que constitui o projeto geométrico da rodovia em planta e em perfil; sem o rigor acadêmico, pode-se imaginar o traçado como sendo uma linha que representada espacialmente (ou fisicamente) a rodovia; diretriz de um traçado ou de uma rodovia: é um itinerário, compreendendo uma ampla faixa de terreno, ao longo (e ao largo) da qual se presume que possa ser lançado o traçado da rodovia".

Ainda de acordo com Lee (2013), no processo do reconhecimento estuda-se a topologia da região entre seus pontos extremos, cujo conjunto de dados permite identificar e registrar as características, que auxiliarão para definir a diretriz, como a: topografia da região, uso do solo, áreas restritas, acidentes geográficos, ocorrência de materiais, cobertura vegetal e outros.

Logo, o projeto geométrico de uma rodovia compreende que a mesma seja vista em três dimensões: planimétrica, altimétrica e transversalmente, nos quais serão definidos todos os elementos da mesma. Assim, um projeto geométrico deve ser elaborado da melhor forma possível, de tal forma que o usuário ao transitar por esta rodovia, sinta-se confortável e seguro.

"Uma rodovia pode ser imaginada como uma entidade física na qual prevalecem as dimensões longitudinais, sendo seus elementos referenciados geometricamente a uma linha fluente e continua". (LEE, Shu Han. 2013, p.42)

Baseados no princípio da geometria, da física e das operações dos veículos, inicia-se a formulação do projeto geométrico. Porém, precisa-se levar em conta o comportamento dos motoristas, o volume de tráfego, este baseado em estradas já existentes. Sua construção deve ser tecnicamente possível, socialmente abrangente e economicamente viável.

O traçado do presente estudo refere-se a implantação de uma nova via intermunicipal, que ligará a BR-470, em Blumenau, e a SC- 108 em Massaranduba. Esta implantação conta com aproximadamente 8 km de extensão, porém apenas 2,4 km serão apresentados nesse trabalho. O traçado obedecerá as Normas do DNIT conforme a Classe mais adequada ao projeto, que no presente trabalho será Classe

II - Região Montanhosa, e estando contemplado no projeto Planialtimétrico, em planta e perfil, e nas seções transversais da plataforma.

2 OBJETIVOS GERAL

Elaborar um Projeto Geométrico de um segmento de uma rodovia vicinal.

3 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Definir o melhor traçado e a melhor diretriz;
- Determinar o traçado horizontal;
- Determinar o traçado Vertical;
- Determinar as Seções transversais.

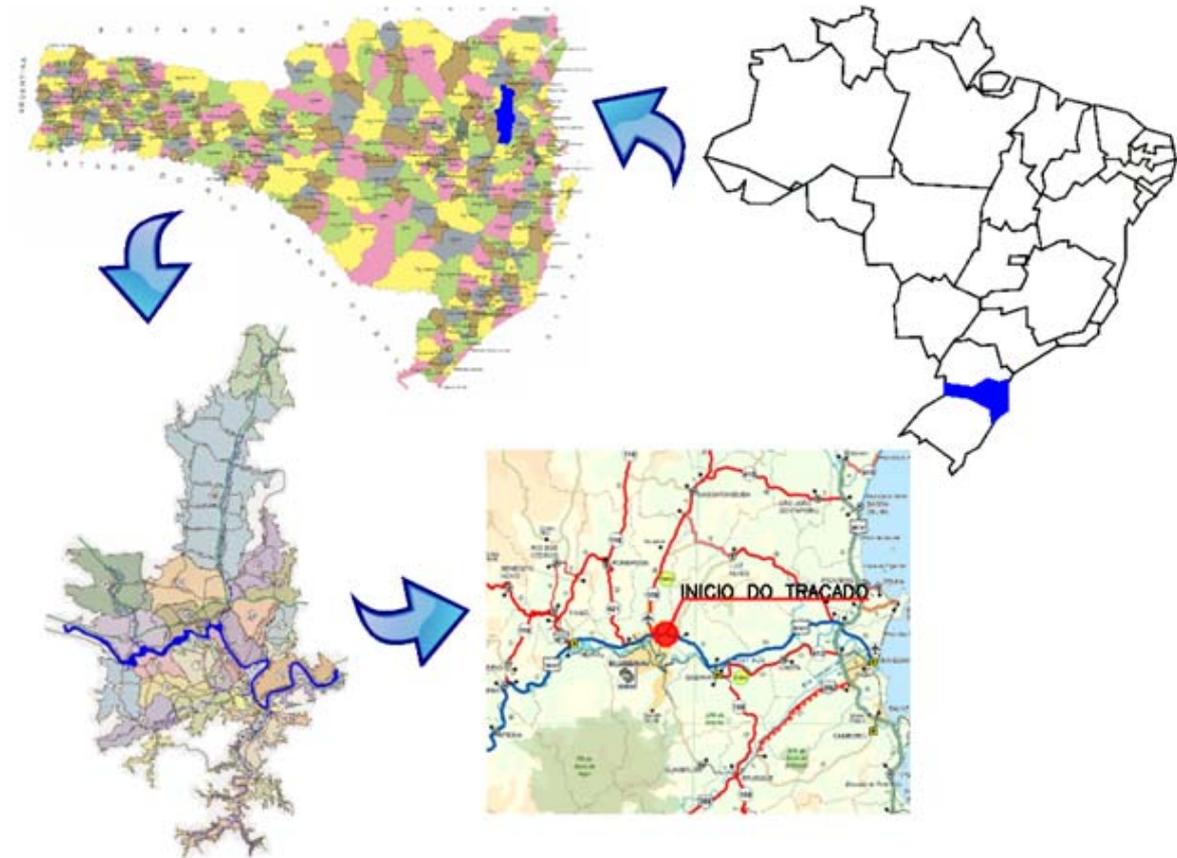
4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 AREA DE ESTUDO

Para definir a área de estudo, foi utilizado o levantamento topográfico, cedido pela empresa ESET Engenharia e Topografia, que executou todo o levantamento topográfico da diretriz com curvas de nível de metro em metro, no qual se baseou o melhor traçado, para a implantação da nova via. Assim, definiu-se que a estaca 0=PP será o início do traçado, e localiza-se no trevo de acesso, na BR-470 e o Ponto Final (PF) no KM 2,4 m no acesso a SC-108. Definido a extensão da rodovia a ser desenvolvida, determinou-se a poligonal orientada, na diretriz, cujos dados como extensão, deflexões, azimutes, foram lançados no software *Sistema Topograph 98 SE*, que posteriormente seriam utilizados no software *Autodesk® AutoCAD®*, para o desenvolvimento do traçado mais viável dentro de uma diretriz previamente estudada. A partir deles foi determinado o eixo da rodovia em planta e perfil, bem como as seções transversais.

A área de estudo localiza-se entre Rodovia BR-470 em Blumenau e a Rodovia SC-108 em Massaranduba, representada pela Figura 1 e 2.

Figura 1 - Mapa de localização

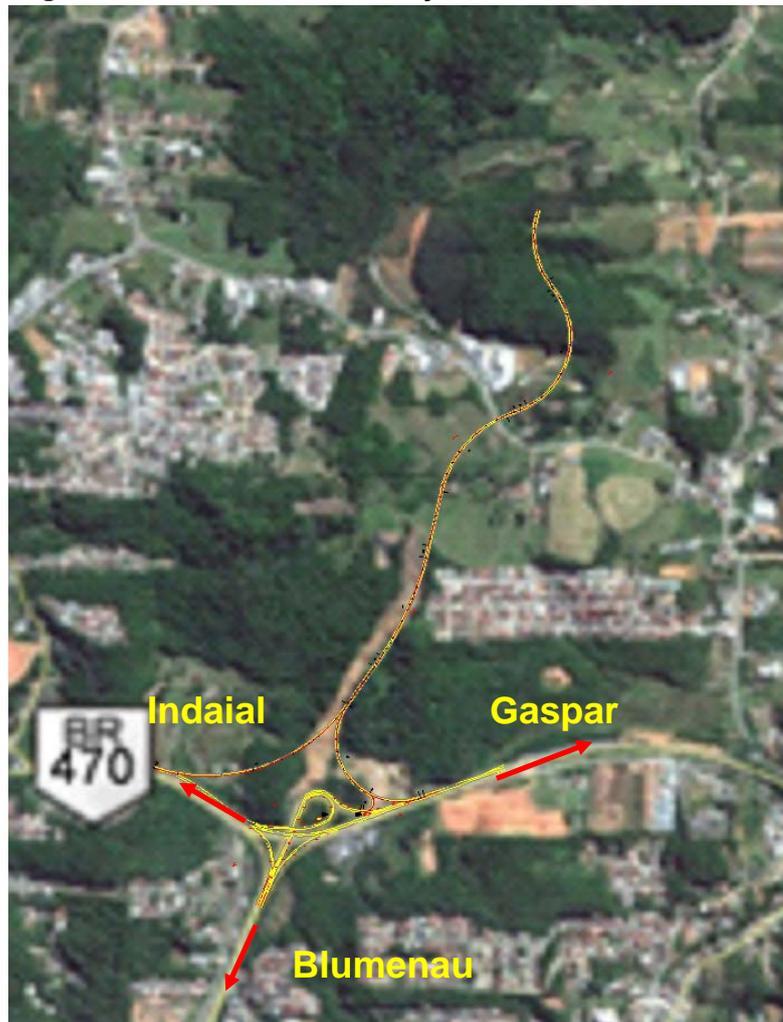


Fonte: Da autora (2016)

Localização do início do traçado: **Coordenada N: 7027533.7800**

Coordenada E: 692144.7100

Figura 2 - Área de estudo do traçado



Fonte: Google Earth (2016)

De posse do levantamento topográfico planialtimétrico e de toda a diretriz, e após minucioso estudo e análise de sua topografia e geografia, definiu-se o traçado da poligonal orientada. Assim, este estudo teve como objetivo final a definição do eixo da rodovia; da qual se trata de uma via paralela para escoamento do trânsito dentro do perímetro urbano de Blumenau. Verificou-se que ao longo da implantação da poligonal houve a necessidade de mudanças de direção, para desviar ou contornar acidentes topográficos, de residências, edificações e redes de energia elétrica e de alta tensão.

Na fase preliminar, para elaboração de um projeto, foi necessário determinar a classificação funcional da rodovia, considerando o tipo de serviço que a mesma deverá oferecer, a partir da acessibilidade e da mobilidade. Existem quatro critérios para fazer a classificação das rodovias: (a) Quanto à sua administração ou

jurisdição: Federal, Estadual, Municipal e Particulares; (b) Quanto à sua classificação funcional em Arteriais, Coletoras ou Locais; (c) Quanto às suas características físicas em não pavimentadas, pavimentadas, com pistas duplas ou simples; (d) Quanto ao seu padrão técnico em classes as quais deverão atender aos critérios mínimos estabelecidos pelas normas do DNIT constantes na Figura 3.

Figura 3 - Critérios de classificação de Rodovias

CLASSE DE PROJETO	CARACTERÍSTICAS	CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA	VELOCIDADE DE PROJETO POR REGIÃO (km/h)		
			Plana	Ondulada	Montanhosa
0	Via Expressa - controle total de acesso	Decisão administrativa	120	100	80
I	A Pista dupla - Controle parcial de acesso	O volume de tráfego previsto reduzirá o nível de serviço em uma rodovia de pista simples abaixo do nível "C"	100	80	60
	B Pista simples	Volume horário de projeto VHP>200 Volume médio diário VMD>1400			
II	Pista simples	Volume médio diário VMD 700-1400	100	70	50
III	Pista simples	Volume médio diário VMD 300-700	80	60	40
IV	Pista simples	Volume médio diário VMD <300	80 - 60	60 - 40	40 - 30

Fonte: Manual de Implantação Básica de Rodovia - IPR-742 (DNIT, 2010, p. 41)

Para o projeto em desenvolvimento, optou-se pela Classe II, pois foi a que mais se adequou as necessidades e atende a demanda da rodovia do presente estudo: "Rodovia de pista simples, projetada para o 10º ano, para um limite inferior de tráfego médio diário bidirecional de 700 veículos mistos e para um limite superior de tráfego médio diário bidirecional de 1400 veículos mistos" (DNIT - IPR 742, p. 43). Com referência ao terreno atravessado pelo projeto, a norma do DNER adota as definições do Highway Capacity Manual - HCM que são as seguintes:

- 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 das velocidades dos veículos pesados, mas sem obriga-los a manter velocidade de arrasto por tempo significativo.

- Terreno montanhoso: qualquer combinação de alinhamentos horizontais e verticais que obrigue os veículos pesados a operar com velocidades de arrasto por distâncias significativas e a intervalos frequentes.

Uma vez definido o relevo, o tráfego e a velocidade diretriz, as três características principais a serem atendidas em projeto geométrico, este, ainda, deve atender as condições mínimas de projeto de acordo com as normas do DNIT constantes na Figura 4.

Figura 4 - Características Técnicas: Projeto de rodovias novas

DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	UND	CLASSE 0			CLASSE I			CLASSE II			CLASSE III			CLASSE IV-A			CLASSE IV-B					
		Plana	Ond.	Mont.	Plana	Ond.	Mont.	Plana	Ond.	Mont.	Plana	Ond.	Mont.	Plana	Ond.	Mont.	Plana	Ond.	Mont.			
Velocidade diretriz mínima	km/h	120	100	80	100	80	60	100	70	50	80	60	40	60	40	30	60	40	30			
Distancia visibilidade de parada:	-Mínimo desejável	m	310	210	140	210	140	85	210	110	65	140	85	45	85	45	30	85	45	30		
	-Mínimo absoluto	m	205	155	110	155	110	75	155	90	60	110	75	45	75	45	30	75	45	30		
Distancia mínima de visibilidade de Ultrapassagem	m	-	-	-	680 ⁽⁶⁾	560 ⁽⁶⁾	420 ⁽⁶⁾	680	490	350	560	420	270	420	270	180	420	270	180			
Raio mín. de Curva Horizontal (p/ superelev. Máx)	m	540	345	210	345	210	115 ⁽¹⁾	375	170	80	230	125	50	125	50	25	125	50	25			
Taxa de Superelevação máxima	%	10	10	10	10	10	10 ⁽²⁾	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8			
Rampa Máxima:	%	3	4	5	3	4,5	6	3	5	7	4	6	8	4	6	8	6	8	10 ⁽⁴⁾			
Valor de K para curvas Verticais Convexas:	-Mínimo desejável	m/%	233	107	48	107	48	18	107	29	10	48	18	5	18	5	2	18	5	2		
	-Mínimo absoluto	m/%	102	58	29	58	29	14	58	20	9	29	14	5	14	5	2	14	5	2		
Valor de K para curvas Verticais Côncavas:	-Mínimo desejável	m/%	80	52	32	52	32	17	52	24	12	32	17	7	17	7	4	17	7	4		
	-Mínimo absoluto	m/%	50	36	24	36	24	15	36	19	11	24	15	7	15	7	4	15	7	4		
Largura da Faixa de Trânsito:	m	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5	3,3	3,5	3,3	3,3	3	3	3	2,5	2,5	2,5			
Largura do Acostamento Externo:	-Mínimo desejável	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	2	1,5	1,3	1,3	0,8	1	1	0,5		
	-Mínimo absoluto	m	3,5	3,00 ⁽³⁾	3,00 ⁽³⁾	3,00 ⁽³⁾	2,5	2,5	2,5	2,5	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Largura do Acostamento Interno:	- pistas de 2 faixas	m	0,60-1,20	0,60-1,00	0,50-0,60	Somente para a Classe IA. Aplicam-se os mesmos valores indicados para classe 0.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	-pistas de 3 faixas	m	2,50-3,00	2,00-2,50	2,00-2,50				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-pistas de 4 faixas	m	3	2,50-3,00	2,50-3,00				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gabarito Vertical (altura livre):	-Mínimo desejável	m	-	-	-	-	-	-	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5		
	-Mínimo absoluto	m	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5		
Afastamento mínimo do Bordo do Acostamento:	-Obstáculos contínuos	m	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3		
	-Obstáculos Isolados	m	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
Largura do Canteiro Central:	-Largura desejável	m	out/18	out/18	out/18	10/dez	10/dez	10/dez	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	-Valor Normal	m	06/jul	06/jul	06/jul	≥6	≥6	≥6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	-Mínimo absoluto	m	03/jul	03/jul	03/jul	03/jul	03/jul	03/jul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Fonte: *Introdução ao Projeto Geométrico de Rodovias*. (Shu Han Lee, 2013. p. 53)

Observações.: (1) Somente para a classe IA; para a classe IB, considerar 125m. (2) Somente para a classe IA; para a classe IB, considerar 8%.
(3) Preferencialmente 3,50m quando for previsto volume horário unidirecional de caminhões superior a 250 vph (BRASIL, 1999, p. 144).
(4) Em extensão limitada a 300m contínuos

Fonte dos dados primários: *Manual de projeto geométrico de rodovias rurais* (BRASIL, 1999, p. 161 - 168)

Outras características de interesse para a definição da diretriz: áreas de restrição socioambientais; acidentes geográficos, rios, lagoas, quedas d'água; tipos de solos, ocorrências de materiais, cobertura vegetal. Com os dados obtidos através da Figura 4, foi possível dar início ao desenho do traçado. Em todo traçado sempre haverá dois pontos, o de partida e o de destino a serem ligados. Já no *Topograph*, foram determinadas as locações das curvas com seus raios devidamente determinados conforme a Figura 4, onde determina o uso dos mínimos para os mesmos, a superelevação máxima, cálculo do comprimento das curvas, e demais elementos que são necessários para a elaboração do projeto. Com todos os dados calculados foi lançado e gerado o eixo original da nova rodovia, e definido a localização da faixa de domínio da via em planta. Quando lançou-se o traçado vertical, conhecido como perfil, detectou-se uma grande dificuldade, pois pelos dados tabelados e calculados seria necessário executar um grande corte, o que diminuiria a eficiência esperada de uma via em relação ao conforto, devido a muitos aclives e declives sequenciais. Assim, analisou-se um novo traçado e a troca da classe desta via. Portanto, recalculou-se os novos parâmetros, como distância de visibilidade mínima, distância de visibilidade de ultrapassagem e as concordâncias verticais, cujos dados foram relançados no *Topograph*, gerando com os mesmos uma forma mais viável e confortável aos usuários. A substituição do traçado tornou-se mais eficaz e, assim, deu-se continuidade as etapas do projeto geométrico.

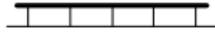
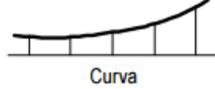
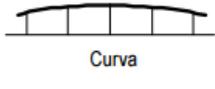
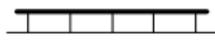
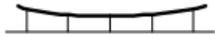
"É, portanto, sempre necessário buscar a continuidade espacial dos traçados, mediante intencional e criteriosa coordenação dos seus elementos geométricos constituintes, em especial dos elementos planimétricos e altimétricos, visando ao adequado controle das condições de fluência ótica e das condições de dinâmica de movimento que o traçado imporá aos usuários". (LEE, Shu Han. 2013, p.71)

4.2 DEFINIÇÃO DOS TRAÇADOS

Os traçados para as rodovias devem ser considerados como entidades tridimensionais contínuos, com mudanças de direção fluentes e gradativas.

Conforme Lee (2013), as combinações dos diferentes elementos do traçado em planta e em perfil resultam na formação de entidades tridimensionais com aparências diferenciadas, como se pode visualizar na Figura 5, nas quais se mostram as conjugações básicas e os resultados correspondentes, em termos de percepção dos traçados, na perspectiva dos usuários.

Figura 5 - Combinação dos elementos em planta e em perfil

EM PLANTA	EM PERFIL	ELEMENTO ESPACIAL
 Tangente	 Trecho reto	 Tangente com inclinação longitudinal única
 Tangente	 Curva	 Concavidade em tangente
 Tangente	 Curva	 Convexidade em tangente
 Curva	 Trecho reto	 Curva horizontal com inclinação longitudinal única
 Curva	 Curva	 Concavidade com curva horizontal
 Curva	 Curva	 Convexidade com curva horizontal

Fonte: Diretrizes para a concepção de estradas: condução do traçado - DCE-C (SANTA CATARINA, 1999a, P.33)

4.3 CONCORDÂNCIAS VERTICAIS

A representação geométrica do perfil de uma via, consiste na disposição dos alinhamentos retos verticais, concordados com curvas verticais. A condição da rampa mínima se aplica aos casos em que o greide da estrada não pode ser em nível, como num trecho em corte, para permitir a drenagem das águas pluviais que atingem a sua plataforma. Rampas mais íngremes afetam a velocidade dos veículos, principalmente, os veículos comerciais e, conseqüentemente, a capacidade da via no trecho.

As curvas verticais têm a finalidade de concordar as rampas projetadas conforme as especificações técnicas constantes na Figura 5. Podem ser usadas várias curvas para concordar os greides retos. A concordância vertical pode ser executada por curva convexa ou côncava.

"As curvas verticais têm por finalidade concordar as rampas projetadas em conformidade com as especificações técnicas exigidas pelos organismos rodoviários e, também, com as condições de conforto e segurança indispensáveis ao projeto de uma estrada". (CARVALHO, Carlos A. Braz de. 2005, p.55)

Ao serem fixadas as rampas e os declives que compõem o greide da via, deve ser analisado as condições de visibilidade em perfil, isto é, onde se projeta uma curva vertical, e ser cuidadosamente analisado as condições de ultrapassagem, devido às limitações de visibilidade. Distância de visibilidade de parada mínima, é utilizada em projetos de curvas verticais para calcular seu comprimento em projeção horizontal. Esta distância é o comprimento mínimo para que um veículo que percorre a estrada, na velocidade de projeto, possa parar, antes de atingir um obstáculo que possa surgir em seu trajeto.

Após estabelecer a geometria dos elementos longitudinais da via, com o projeto do eixo horizontal e do greide, falta fixar as características dos elementos que constituem uma seção transversal. Estes elementos são definidos pela norma, conforme a classe de projeto adotada, podendo ser definida a chamada seção-tipo de projeto, que são seções transversais, utilizadas nos trechos com tangente e em curva circular plana.

4.4 SEÇÕES TRANSVERSAIS

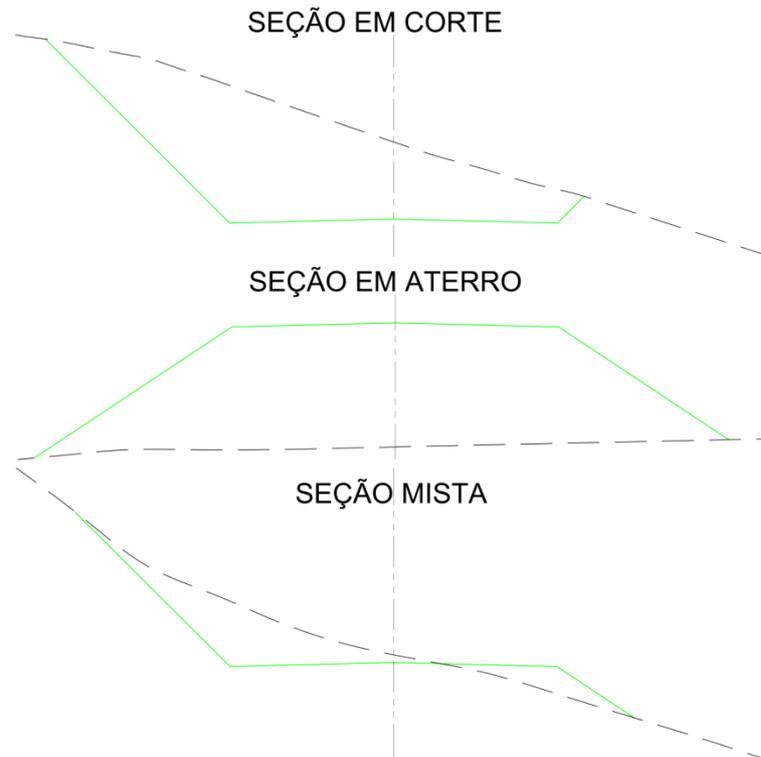
Conforme Carvalho et al (2004), seção transversal é a representação geométrica, no plano vertical, dos elementos da via dispostos transversalmente em cada estaca do eixo longitudinal da estrada.

Para Lee (2002), observando-se as diferentes condições geralmente encontradas ao longo dos traçados das rodovias, podem ser apontados três tipos clássicos de configuração para as designadas seções transversais, que são ilustradas na Figura 5, quais sejam:

- Seção transversal de corte: aquela que corresponde à situação em que a rodovia resulta abaixo da superfície do terreno natural.
- Seção transversal de aterro: a que corresponde à situação contrária, isto é, com a rodovia resultando acima do terreno natural;

- Seção Transversal mista: que ocorre quando, na mesma seção, a rodovia resulta de um lado, abaixo do terreno natural, e de outro, acima do terreno natural.

Figura 6 - Configurações típica de seção transversal



Fonte: Da Autora (2016)

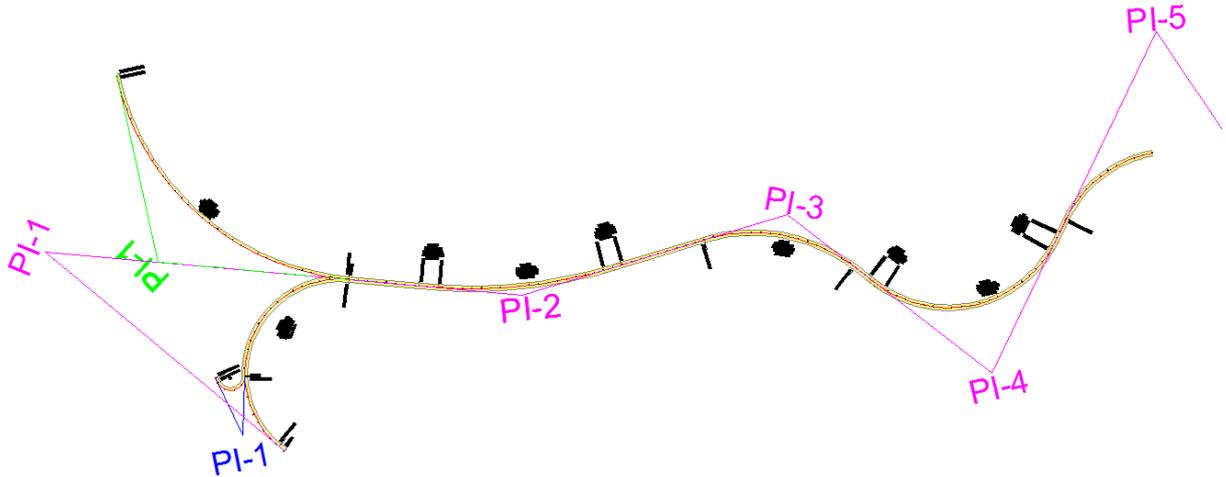
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Num primeiro momento procurou-se realizar um trabalho, ou seja, um projeto geométrico da rodovia de ligação, entre a BR-470 e a SC-108, como sendo de Classe I, atravessando um relevo ondulado. Porém, ao lançar-se os parâmetros mínimos, previstos nas normas de Projetos Geométricos do DNIT, verificou-se que na realidade o terreno era montanhoso, e que geraria em um perfil de grandes cortes para manter as recomendações e normas, quanto as rampas.

Como trata-se de uma nova rodovia de ligação, que tem por função desviar o tráfego do centro urbano de Blumenau, o governo contratou a elaboração de um projeto geométrico novo ligando a rodovia federal BR-470 à SC-108. Foi estimado que esta rodovia de ligação terá uma demanda de tráfego, após a execução da mesma de aproximadamente 1.200 veículos/ dia, no sentido mais solicitado, onde reclassificou-se a mesma para a categoria de Classe II.

Este último ficou comprovado sua coerência quanto as recomendações das normas do DNIT no que se refere a economia, e principalmente, a segurança e o conforto dos usuários. A Figura 7 apresenta as tangentes do traçado horizontal.

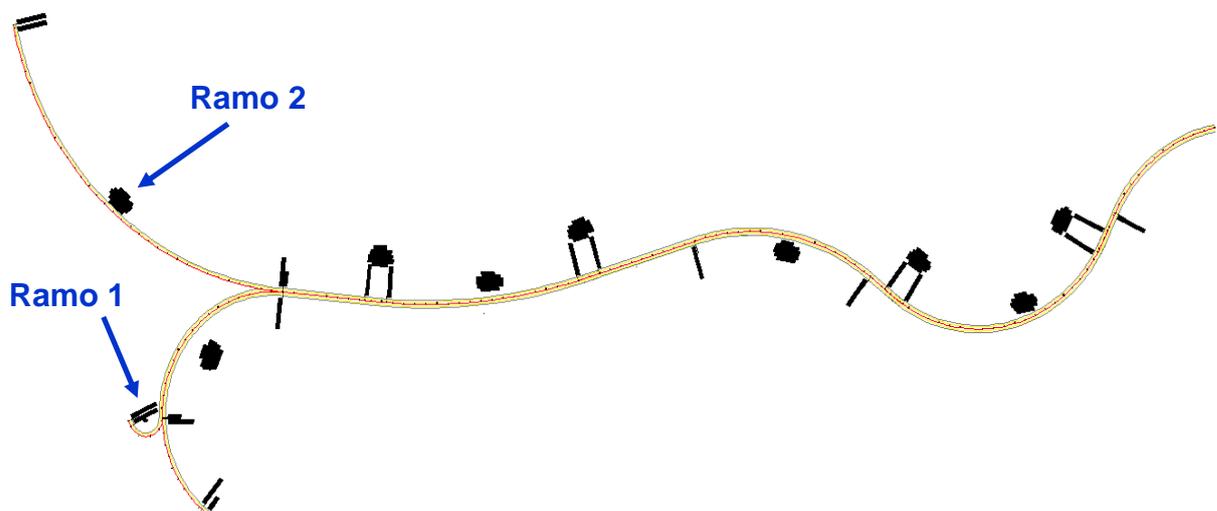
Figura 7 - Traçado Horizontal com tangentes



Fonte: Autora (2016)

Por esta nova via não possuir alças de ligação com a BR-470 e com a Rod. Paul Fritz Kuehnrich, tornaria inviável a execução do traçado, portanto, optou-se por incluir dois ramos. Estes ramos auxiliarão o usuário a acessar com facilidade a BR-470 ou o viaduto. O Ramo 1 ligará a nova via com o acesso ao viaduto, este com fluxo sentido ao centro de Blumenau. Já o Ramo 2, ligará a nova via com a BR-470, seguindo o fluxo com sentido a Indaial, conforme ilustrado na Figura 8.

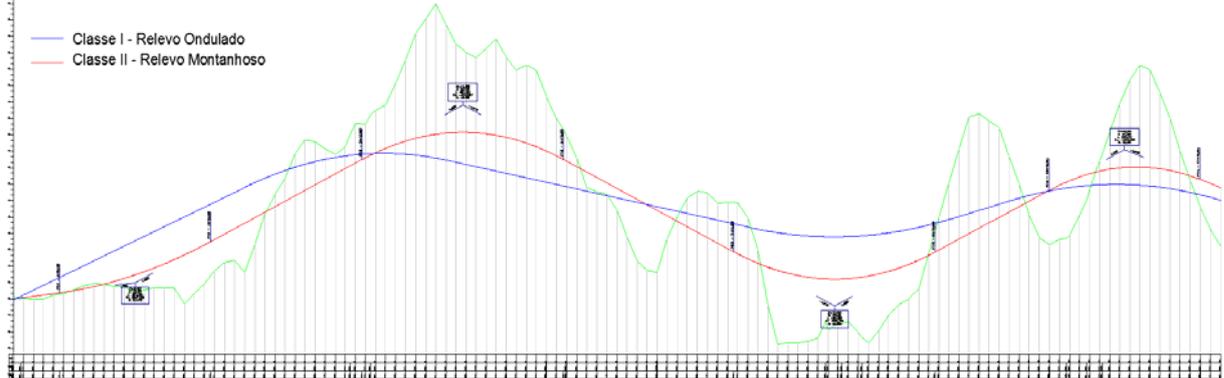
Figura 8 - Traçado Horizontal e Ramos



Fonte: Autora (2016)

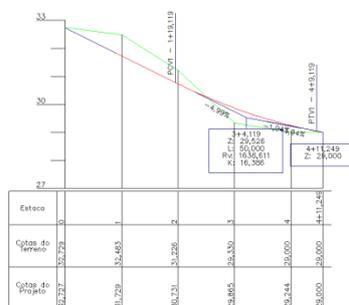
Com esta configuração de traçado, obteve-se o resultado esperado, com relação as seções em corte e aterro através das concordâncias das curvas verticais, conforme perfil longitudinal do traçado, ilustrado na Figura 9, e perfil longitudinal dos ramos, ilustrado nas figuras 10 e 11.

Figura 9 - Perfil do Traçado



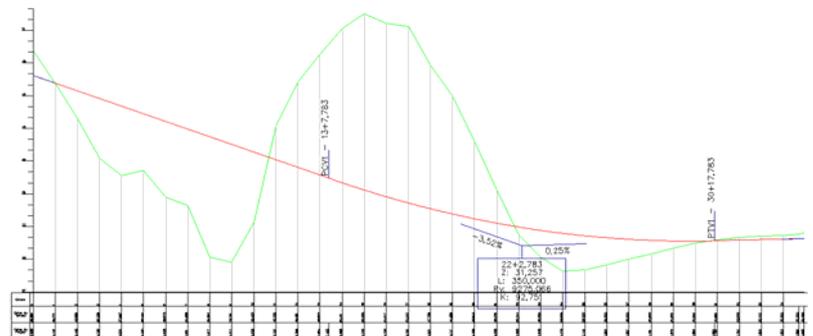
Fonte: Autora (2016)

Figura 10 - Perfil do Ramo 1



Fonte: Autora (2016)

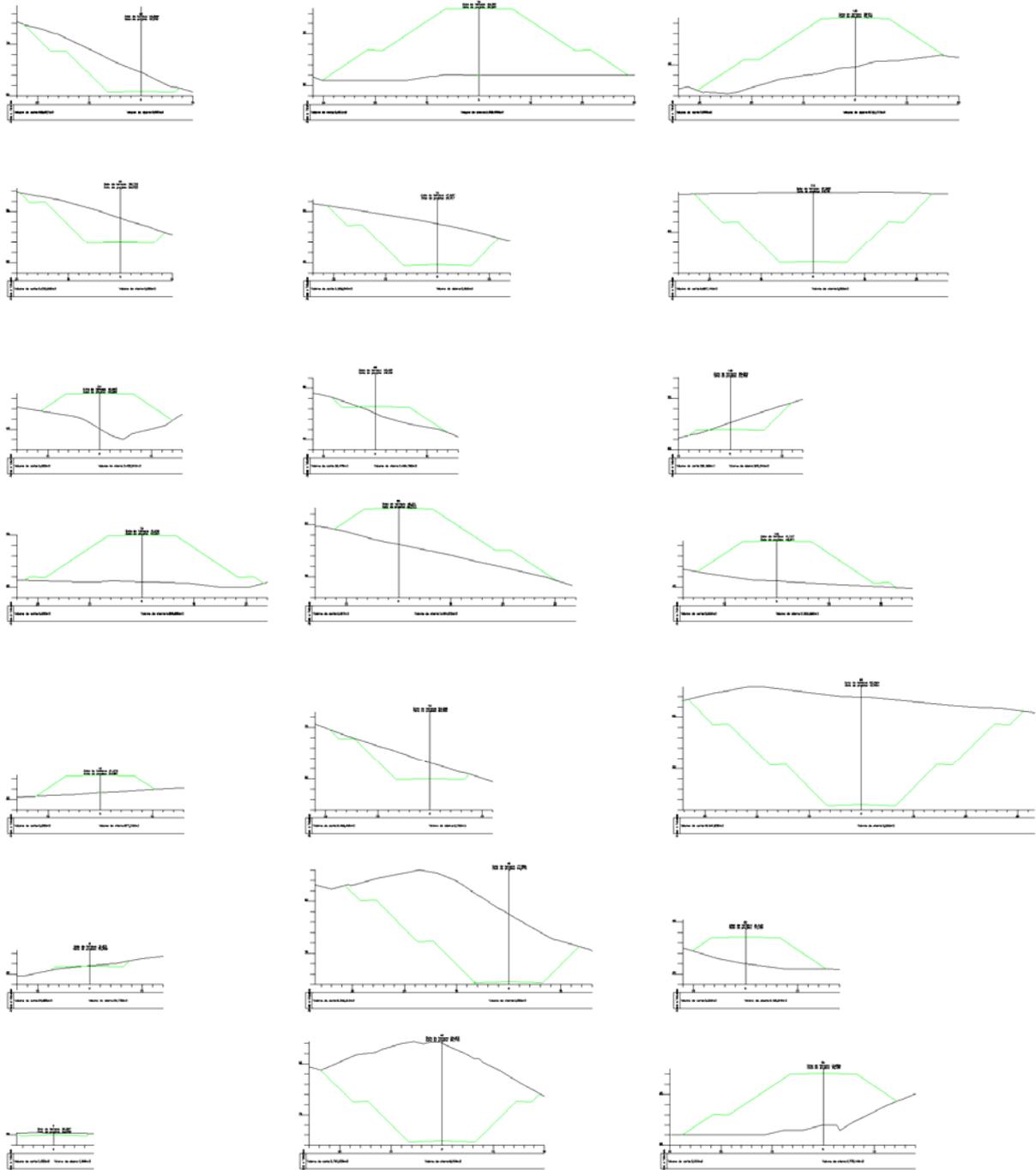
Figura 11 - Perfil Ramo 2



Fonte: Autora (2016)

Quanto às seções transversais, foram obtidos os três tipos, as seções em corte, aterro e mista, consideradas satisfatórias, como ilustrado na Figura 12.

Figura 12 - Seções transversais



Fonte: Autora (2016)

6 CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu chegar as seguintes conclusões:

- Dificuldade de obtenção dos dados da contagem de tráfego na região próxima a área em estudo; sendo estimado que de 10 a 15% dos veículos que trafegam na BR-470 usarão esta nova via.
- Para elaborar o projeto geométrico, a grande dificuldade encontrada foi enquadrá-lo dentro dos parâmetros e recomendações preconizadas pelo DNIT;
- Para obter o melhor resultado, foi necessária uma análise cuidadosa quanto ao traçado em planta e dos perfis longitudinais, para que estes não apresentassem curvas côncavas em regiões de corte;
- Todas as condições mínimas de projeto estabelecidas pelas normas do DNIT foram atendidas;
- Foi possível gerar o Ramo 2, com apenas uma curva circular;
- Os objetivos do estudo foram alcançados com sucesso.

7 REFERÊNCIAS

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Diretrizes Básica para Elaboração de Estudo e Projetos Rodoviários**. Rio de Janeiro: IPR, 2006. 484 p. (IPR. Publ. 726).

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais**. Rio de Janeiro: IPR, 1999. 195 p. (IPR. Publ. 706).

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas**. Rio de Janeiro: IPR, 2010. 390 p. (IPR. Publ. 740).

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Implantação Básica de Rodovias**. Rio de Janeiro: IPR, 2010. 617 p. (IPR. Publ. 742).

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Normas para o Projeto das Estradas de Rodagem**. Rio de Janeiro, 1973. 16 p.

Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina – DER/SC. **Diretrizes para a concepção de estradas: condução do traçado – DCE-C**. Florianópolis: DER/SC, 1999. 70 p.

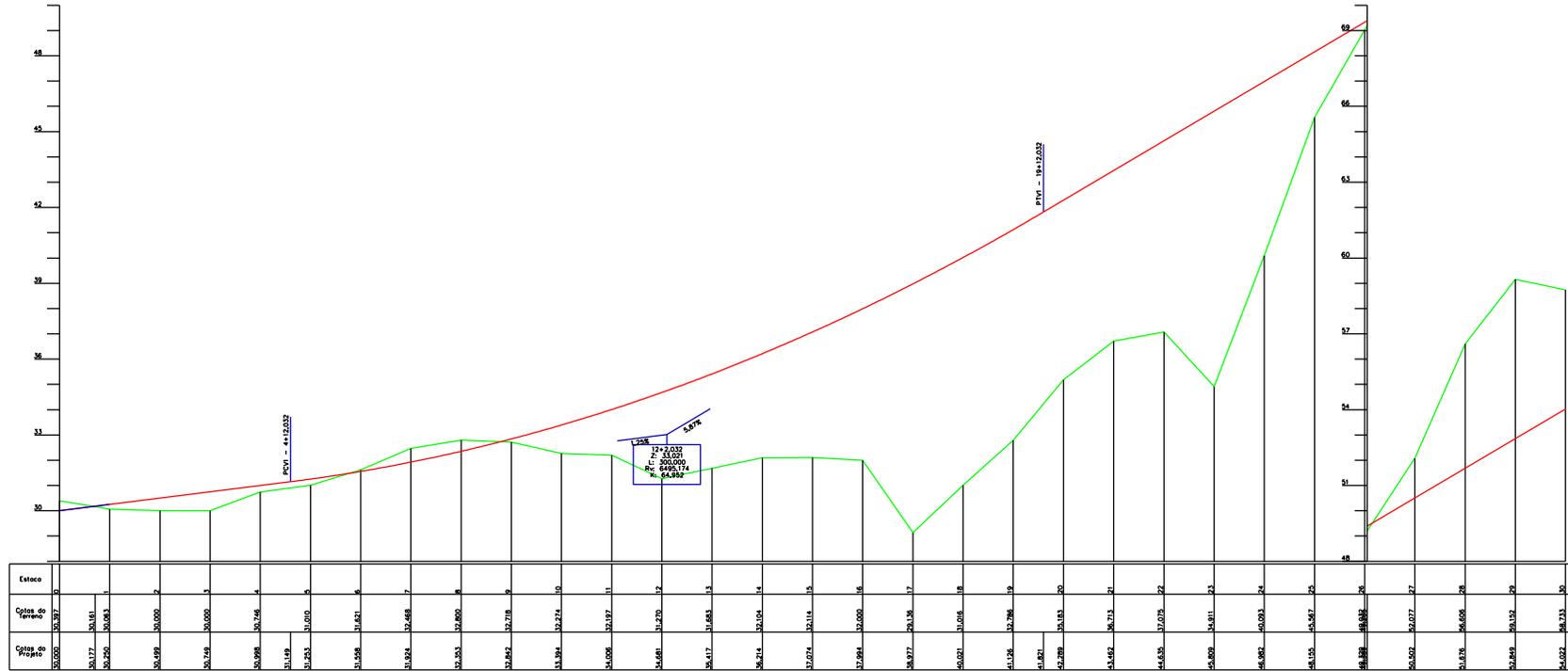
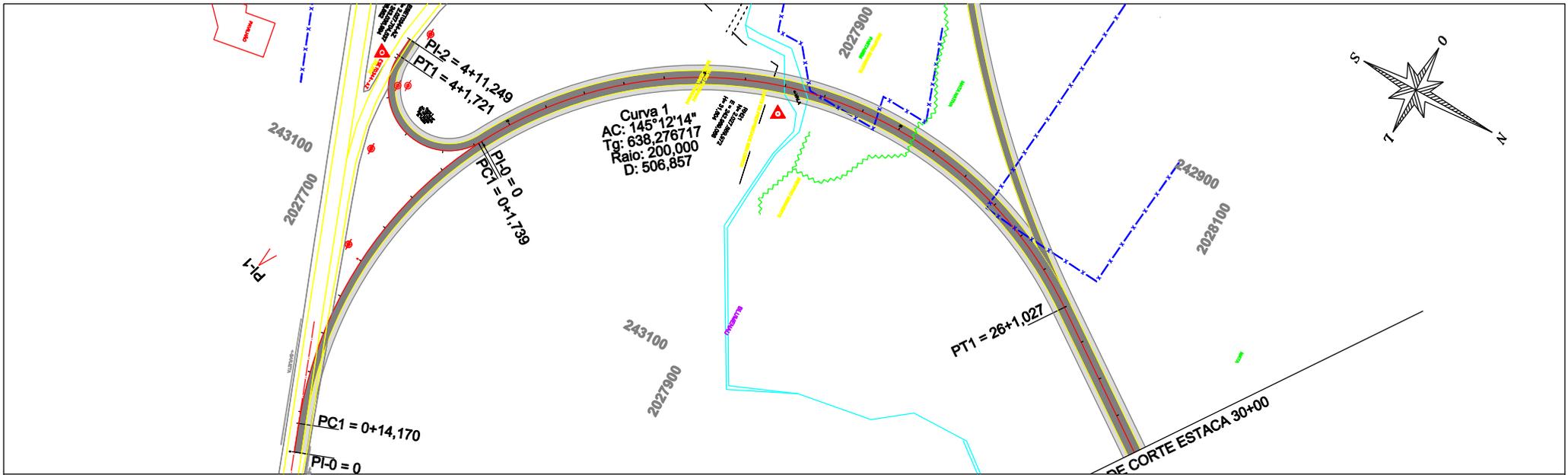
LEE, Shu Han. **Introdução ao Projeto Geométrico de Rodovias**. 4. Florianópolis. ed. UFSC, 2013. 438 p.

LEE, Shu Han. **Introdução ao Projeto Geométrico de Rodovias**. Florianópolis. ed. UFSC, 2002. 418 p.

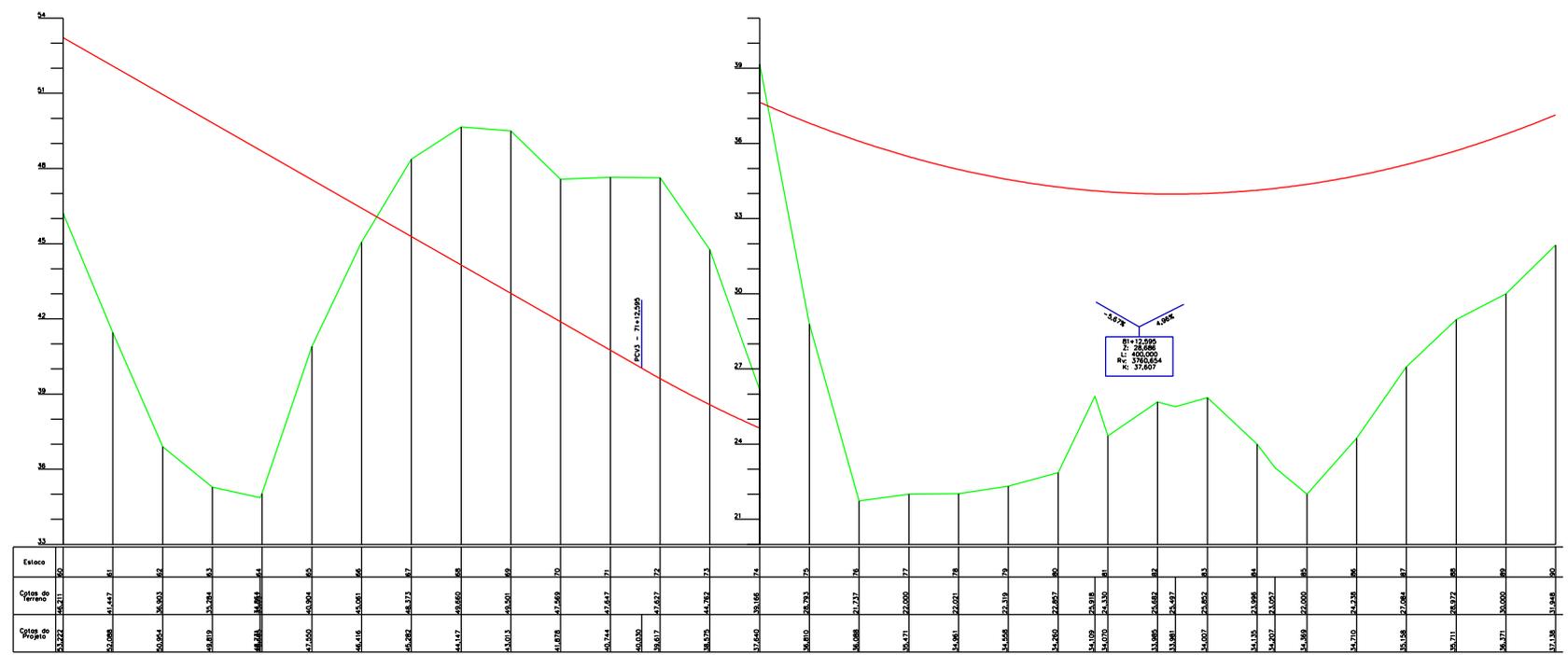
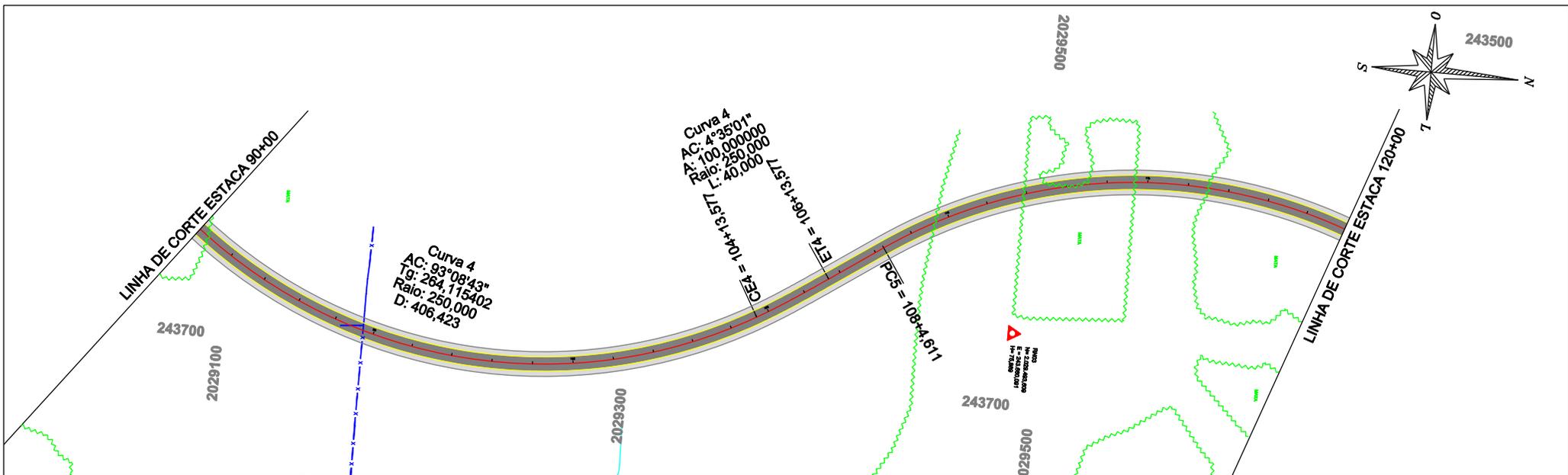
PIMENTA, Carlos R. T.; OLIVEIRA, Márcio P. **Projeto Geométrico de Rodovias**. 2ª. ed. São Carlos, SP: RiMa Editora, 2004. 198 p.

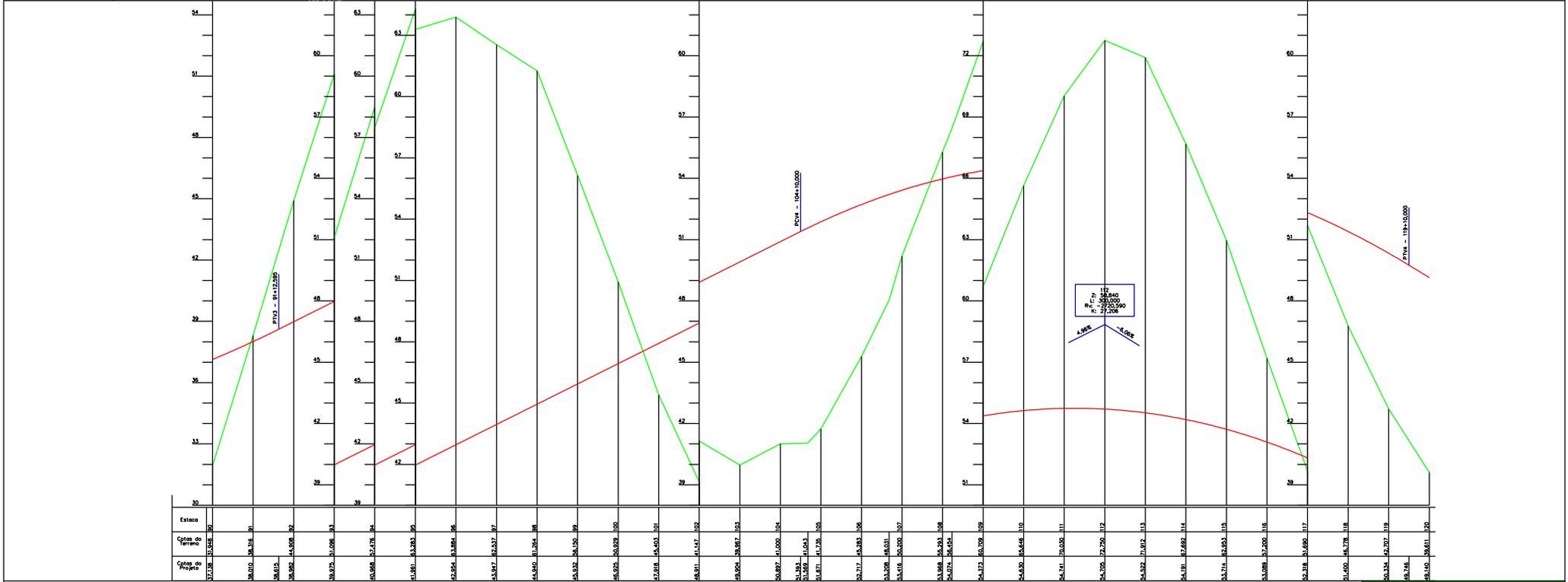
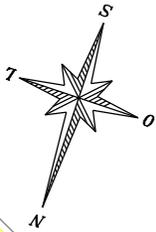
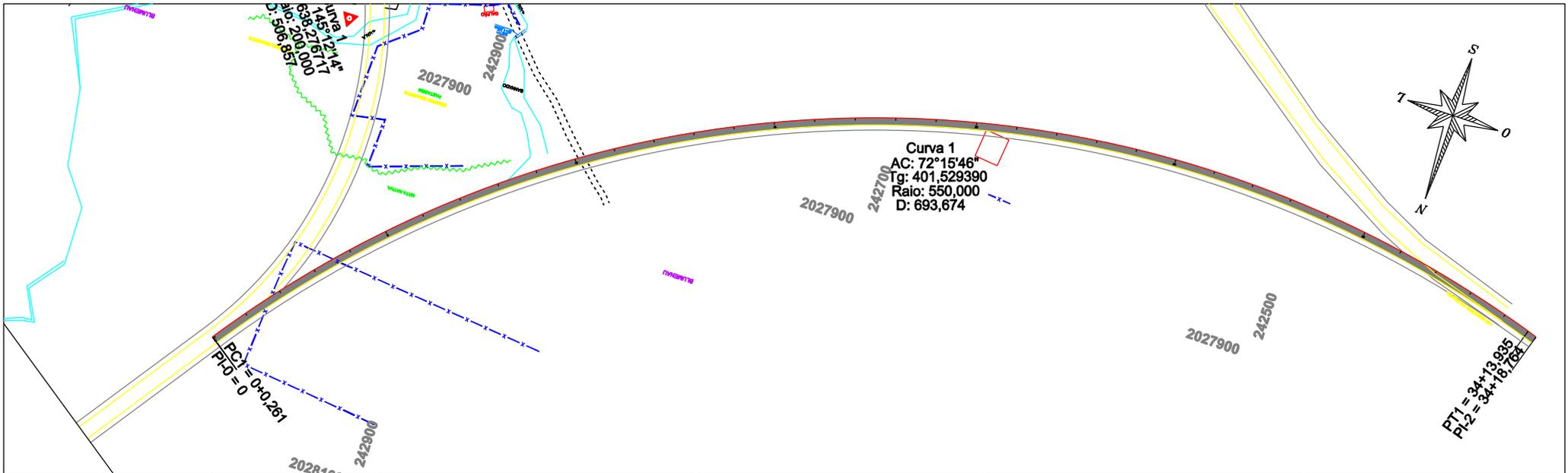
CARVALHO, Carlos Alexandre Braz de et al. **Projeto Geométrico de Estradas: Concordâncias Horizontal e Vertical**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 80 p.

CARVALHO, Carlos Alexandre Braz de et al. **Projeto Geométrico de Estradas: Introdução**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2004. 51 p.



- CONVENÇÕES**
- MURO
 - CERCA
 - FAIXA DE DOMÍNIO
 - BORDA DE ESTRADA
 - MEIO FIO
 - BORDA DE PISTA
 - CALÇADA
 - SARJETÁ
 - ARRIO
 - ILUMINAÇÃO
 - BOCA DE LOBO
 - CAIXA CELEST
 - CAIXA BRASIL TELECOM
 - CAIXA D'ÁGUA
 - PARADA DE ÔNIBUS
 - TELEFONE PÚBLICO
 - ÁRVORES
 - POSTE
 - MARCOS GEODÉSICOS
 - RIO
 - VALO
 - AÇUDE / BANHADO
 - CURVAS DE NÍVEL
 - EDIFICAÇÃO
 - ASPALTO





- CONVENÇÕES**
- MURO
 - CERCA
 - FAIXA DE DOMÍNIO
 - BORDA DE ESTRADA
 - MEIO FIO
 - BORDA DE PISTA
 - CALÇADA
 - SARJETÁ
 - URUBU
 - ILUMINAÇÃO
 - BOCA DE LOBO
 - CAXIA CELEST
 - CAXIA BRASIL TELECOM
 - CAXIA D'ÁGUA
 - PARADA DE ÔNIBUS
 - TELEFONE PÚBLICO
 - ÁRVORES
 - POSTE
 - MARCOS CRODÉSICOS
 - EDIFICIAÇÃO
 - ASPALETO
 - RIO
 - VALO
 - AÇUDE / BANHADO
 - CURVAS DE NÍVEL