

# Trabalho de Conclusão de Curso

Proposta de contorno rodoviário no  
município de Vacaria-RS – Ligação  
BR-116 e BR-285

João Paulo Maciel de Abreu







João Paulo Maciel de Abreu

**PROPOSTA DE CONTORNO RODOVIÁRIO NO MUNICÍPIO DE  
VACARIA-RS – LIGAÇÃO BR-116 E BR-285**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial na obtenção de Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadoras: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Liseane Padilha Thives e Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciana Rohde.

Florianópolis  
2016

Ficha de Identificação da obra elaborada pelo autor através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC

Abreu, João Paulo Maciel de

Proposta de Contorno Rodoviário no Município de Vacaria RS : Ligação BR-116 e BR-285 / João Paulo Maciel de Abreu; orientadora, Liseane Padilha Thives - Florianópolis, SC, 2016.

183 p.

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

Inclui referências

1. Engenharia Civil. 2. Contorno Rodoviário. 3. Mobilidade Urbana. 4. Projeto de Engenharia. 5. Estudos Preliminares. I. Thives, Liseane Padilha. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

João Paulo Maciel de Abreu

**PROPOSTA DE CONTORNO RODOVIÁRIO NO MUNICÍPIO DE  
VACARIA-RS – LIGAÇÃO BR-116 E BR-285**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Florianópolis, 24 de novembro de 2016.

Prof. Luis Alberto Gómez, Dr.  
Coordenador do Curso



Prof.<sup>a</sup> Liseane Padilha Thives, Dr.<sup>a</sup>  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

**Banca Examinadora:**

Prof. João Victor Staub de Melo, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Rafael Augusto dos Reis Higashi, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina



Este trabalho é dedicado aos meus queridos pais, familiares, orientadoras e amigos, em especial Eduardo Mendes e Mayara Pegoraro, que estiveram ao meu lado durante esta jornada.



## AGRADECIMENTOS

Ao Patrão Velho das Alturas, que abriu as portas de seu imenso rancho e nele me deixou morar. Aos meus queridos pais e familiares, que contribuíram em minha formação, seja como estudante, seja como ser humano.

À professora Arlene Medeiros de Abreu, que fez parte do meu passado como estudante de ensino médio e me ajudou a desvendar o passado das rodovias que por Vacaria passam.

À tia Maria Doralice Maciel Gil, que me auxiliou na etapa de coleta de dados junto à Prefeitura Municipal e seus órgãos subordinados, com importante participação na construção deste trabalho.

Aos meus amigos Eduardo José Mendes e Mayara Pegoraro, que trilharam comigo esta longa jornada chamada Graduação, construindo conhecimentos e fazendo-a mais interessante e divertida.

Às professoras orientadoras: Luciana Rohde, que aceitou orientar o desenvolvimento deste trabalho até o começo de um desafio ainda maior chamado maternidade; e Liseane Padilha Thives, que proporcionou sua continuidade, não menos valorosa e importante. Ambas contribuíram com sua amizade e seus valiosos conhecimentos.

Ao professor Rafael Augusto dos Reis Higashi, que gentilmente forneceu dados advindos de seus estudos sobre solos do Norte do Estado do Rio Grande do Sul.

Ao professor Alexandre Hering Coelho, pelas orientações relativas à obtenção de modelos digitais de elevação.

Às professoras Lia Caetano Bastos e Ana Maria Benciveni Franzoni, que acompanharam minhas atividades como bolsista e estagiário, fazendo parte da construção de meus conhecimentos cartográficos, aqui aplicados.

A todos aqueles que contribuíram com minha formação pessoal e que aqui não estejam citados, pois vocês também fazem parte de todas as minhas conquistas, dado que nada se constrói sozinho.





“Um velho ditado diz / Que quem é  
feliz já enriqueceu”  
(Miro Saldanha)



## RESUMO

A concepção e projeto de uma rodovia partem de uma demanda por ligação entre pontos do espaço geográfico ou, ainda, permitir que seja atendido determinado nível de serviço ao longo desta ligação. No município de Vacaria-RS, observa-se a passagem de rodovias federais pelo perímetro urbano, cuja configuração atual leva à gradativa queda do nível de serviço com perda da característica funcional de mobilidade, convertida à função acesso pelo contexto citadino. Após a análise da situação viária local e das intervenções já adotadas ou que poderiam vir a ser adotadas, verificou-se que uma possível alternativa para melhoria do panorama atual consiste na construção de contorno rodoviário, permitindo a separação de fluxos locais e de passagem. Neste trabalho, é desenvolvida proposta de traçado, projetos de Engenharia Rodoviária (geométrico e de terraplenagem, interseções, drenagem superficial e transposição de talvegues, pavimentação) e orçamento expedido, com detalhamento compatível a um estudo preliminar. Fundamentando estes projetos tem-se as normativas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), principal órgão rodoviário nacional, e outros trabalhos acadêmicos. Como resultado, obteve-se proposta de rodovia que busca favorecer boas condições operacionais, em termos de segurança (por padronização de ações do usuário, grandes raios de curvas horizontais), desempenho de veículos pesados (por rampas suaves), atratividade de tráfego e custos (por redução de extensão, proximidade de empresas importantes e mínima interferência em cursos d'água). Esta proposta, complementada por outros estudos, poderá vir a contribuir em futuro projeto executivo do contorno rodoviário de Vacaria-RS, que atualmente encontra-se na fase de Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA).

**Palavras-chave:** Contorno Rodoviário. Proposta de traçado. Estudos Preliminares. Projetos de Engenharia Rodoviária.



## ABSTRACT

The necessity of connecting two points in different places or providing a good level of service along the connecting highway leads to the development of a highway project and its further implementation. In the county named Vacaria, in the state of Rio Grande do Sul, there are federal highways crossing the urban perimeter, with problems between local and passage traffic. Nowadays, the level of service is becoming worse and the mobility purpose has been converted in accessibility's function. After an analysis about local road system and previously or future interventions, one possible solution to improve the current situation was verified: a highway contour, that would enable to separate those traffics. In this monograph, a proposal outline, highway engineering plans (geometric design and earthwork, intersections, runoff surface drainage and thalweg transposition, pavement systems) and prompt budget were developed, with preliminary studies compatible detailing. The manuals and rules from Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), the main Brazilian highway government agency, and other monographies, substantiated these plans. As a result, this study presents a highway proposal that seems to provide good operational conditions, not only about safety matters (because of users' actions standardization, big radius of horizontal curves), but, truck's high performing (because of soft slopes), traffic attractiveness and costs (the extension was optimized, the new alignment is closer to important industries and minimum interference in watercourses). This proposal plan, if complemented with other studies, will contribute in the future executive plan of Vacaria's highway contour, which nowadays is in the stage of Technic, Economic and Environmental Studies of Viability (EVTEA).

**Keywords:** Highway contour. Proposal outline. Draft project. Highway Engineering Projects.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Posicionamento das Rodovias Federais BR-116 e BR-285.....	28
Figura 2 - Estrutura .....	30
Figura 3 - Anel Rodoviário.....	38
Figura 4 - Contorno Rodoviário.....	38
Figura 5 - Interseções do tipo "gota" (E) e "canalizada" (D).....	44
Figura 6 - Interseções do tipo "rótula" (E) e "rótula vazada" (D) .....	44
Figura 7 - Alguns tipos de interseções em desnível .....	45
Figura 8 - Escolha do tipo de interseção (3 ramos).....	46
Figura 9 - Camadas de um pavimento rígido (E) e flexível (D) ..	48
Figura 10 - Camadas e tensões solicitantes de um pavimento..	54
Figura 11 - Método .....	63
Figura 12 - Localização .....	65
Figura 13 - Caminho das Tropas no interior do RS .....	67
Figura 14 - Denominações das Travessias Urbanas.....	68
Figura 15 - Vista – Avenida Militar .....	69
Figura 16 - Vista – Avenida Luiz Jacinto Teixeira Schüller .....	69
Figura 17 - Vista – Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira ...	69
Figura 18 - Formação de pelotões no período das 13h00 às 14h00 .....	70
Figura 19 - Formação de pelotões no período das 18h00 às 19h00 .....	70
Figura 20 - Linha Férrea Federal .....	71
Figura 21 - Intervenções adotadas na travessia urbana (BR-285) .....	72
Figura 22 - Ligação alternativa entre BR-116 e BR-285.....	74
Figura 23 - Traçado proposto para o Anel Perimetral .....	76
Figura 24 - Seção proposta para o Anel Perimetral .....	76
Figura 25 - Diagnóstico dos Níveis de Serviço (panorama em 2012).....	80
Figura 26 - Diagnóstico dos Níveis de Serviço (projeção em 2027) .....	80
Figura 27 - Locais das futuras interseções: BR-116 (S) e BR-285 (I) .....	85
Figura 28 - Vista - traçado proposto.....	94
Figura 29 - Representação de rótula moderna a adotar.....	97
Figura 30 - Seção tipo - sarjetas de corte/aterro .....	100
Figura 31 - Seção - Corta-rio.....	100
Figura 32 - Diagrama de Brückner (01) .....	155

Figura 33 - Diagrama de Brückner (02) .....	155
Figura 34 - Seção Transversal Tipo.....	157
Figura 35 - Zoneamento.....	159



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Soluções de Engenharia Adotadas nos Projetos Avaliados .....	36
Quadro 2 - Classes de projeto e critérios de classificação técnica .....	41
Quadro 3 - Sistema Unificado de Classificação de Solos .....	49
Quadro 4 - Critérios para a classificação de solos TRB .....	51
Quadro 5 - Valores prováveis de CBR para os grupos de SUCS .....	52
Quadro 6 - Valores prováveis de CBR para os grupos da classificação TRB .....	52
Quadro 7 - Alguns dispositivos de drenagem .....	56
Quadro 8 - Coeficientes de Escoamento Superficial .....	57
Quadro 9 - Embasamento Legal .....	79
Quadro 10 - Parâmetros da estrutura avaliada .....	87
Quadro 11 - Projeto Geométrico .....	93
Quadro 12 - Projeto de Terraplenagem .....	95
Quadro 13 - Interseções adotadas.....	97
Quadro 14 - Bueiros de transposição de talwegues.....	99
Quadro 15 - Saídas e descidas d'água .....	101
Quadro 16 - Bueiros de greide .....	102
Quadro 17 - Orçamento Expedido de Implantação .....	103
Quadro 18 - Estimativas para desapropriação e supervisão....	104
Quadro 19 - Composição da Parcela de BDI (Bonificação e Despesas Indiretas) .....	177



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO – *American Association of State Highway and Transportation Officials*  
ABEDA – Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfaltos  
ABM – Associação Brasileira de Municípios  
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ACN – Número de Classificação de Aeronave  
ASTM – *American Society for Testing and Materials*  
ANA – Agência Nacional de Águas  
ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil  
ANP – Agência Nacional de Petróleo  
ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres  
BDI – Benefícios e Despesas Indiretas  
BDTC – Bueiro Duplo Tubular de Concreto  
BSTC – Bueiro Simples Tubular de Concreto  
Caltrans – *California Department of Transportation*  
CAP – Concreto Asfáltico de Petróleo  
CAUQ – Concreto Asfáltico Usinado a Quente  
CBR – *California Bearing Ratio*  
CBUQ – Concreto Betuminoso Usinado a Quente  
CD – Custo Direto  
COFINS – Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social  
BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa  
DAER – Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (Rio Grande do Sul)  
DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem  
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes  
EB – Escopo(s) básico(s)  
EM – Especificação de Material  
Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
EVTEA – Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental  
ES – Especificação de Serviço  
FAO – *Food and Agriculture Organization of the United Nations*  
FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS  
FGV – Fundação Getúlio Vargas  
HCM – *Highway Capacity Manual*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IBRAENG – Instituto Brasileiro de Auditoria de Engenharia  
IGP-M – Índice Geral de Preços do Mercado  
IGTF – Instituto Gaúcho de Tradição e Folclore  
INCC – Índice Nacional de Custo da Construção  
Index. – Indexadores  
InIR – Instituto Nacional de Infra-Estruturas Rodoviárias (Portugal)  
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia  
IP – Índice de Plasticidade  
IPCA – Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo  
IS – Instrução(ões) de Serviço  
ISF – Instrução de Serviço Ferroviário  
ISSQN – Imposto Sobre Serviço de Qualquer Natureza  
Landsat – *Land Remote Sensing Satellite*  
LBCa – Latossolo Bruno Câmbico Álico  
LL – Limite de Liquidez  
LP – Limite de Plasticidade  
máx - máximo  
MDE – Modelo Digital de Elevação  
mín - mínimo  
NCHRP – *National Cooperative Highway Research Program*  
(EUA)  
OAE – Obras-de-arte especial(is)  
PCN – Número de Classificação de Pavimentos  
PIS – Programa de Integração Social  
PRO – Procedimento  
PROSEFER – Programa Nacional de Segurança Ferroviária em  
Áreas Urbanas  
PV – Preço de Venda  
RBAC – Regulamento Brasileiro da Aviação Civil  
RDC – Regime Diferenciado de Contratações  
SELIC – Sistema Especial de Liquidação e de Custódia  
SiBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos  
SICRO – Sistema de Custos Rodoviários  
SNV – Sistema Nacional de Viação  
Spring – Sistema de Processamento de Informações Georreferen-  
ciadas  
SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission*  
SUCS – Sistema Unificado de Classificação de Solos  
TCU – Tribunal de Contas da União  
TRB – *Transportation Research Board*

USACE – *United States Army Corps of Engineers*  
USDA – *United States Department of Agriculture*  
VHP – Volume Horário de Projeto  
VPA – Valeta de Proteção de Aterro  
VPC – Valeta de Proteção de Corte  
VMD – Volume Médio Diário  
VMDA – Volume Médio Diário Anual  
WFW – *Weslea for Windows*  
WRB – *World Reference Base*  
ZEIS – Zona Especial de Interesse Social



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>27</b>
1.1	OBJETIVOS .....	29
1.1.1	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>29</b>
1.1.2	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>29</b>
1.2	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	30
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>33</b>
2.1	TRAVESSIAS URBANAS .....	33
2.1.1	<b>Relação funcional de Rodovias.....</b>	<b>33</b>
2.1.2	<b>Mobilidade Urbana .....</b>	<b>34</b>
2.1.3	<b>Intervenções em Travessias Urbanas .....</b>	<b>35</b>
2.2	FASE PRELIMINAR E ANTEPROJETO .....	39
2.3	PROJETO GEOMÉTRICO E DE TERRAPLENAGEM ...	40
2.3.1	<b>Traçado e condicionantes.....</b>	<b>40</b>
2.3.2	<b>Classe e Velocidade Diretriz.....</b>	<b>41</b>
2.3.3	<b>Tangentes, Curvas e Greides .....</b>	<b>42</b>
2.3.4	<b>Movimentos de Terra.....</b>	<b>42</b>
2.4	PROJETO DE INTERSEÇÕES .....	43
2.4.1	<b>Tipos de Interseções .....</b>	<b>43</b>
2.4.2	<b>Determinação do tipo de interseção.....</b>	<b>45</b>
2.4.3	<b>Capacidade e visibilidade .....</b>	<b>47</b>
2.5	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO .....	47
2.5.1	<b>Seção Típica de um Pavimento .....</b>	<b>47</b>
2.5.2	<b>Capacidade de Suporte do Subleito .....</b>	<b>48</b>
2.5.3	<b>Carregamento.....</b>	<b>52</b>
2.5.4	<b>Métodos de Dimensionamento.....</b>	<b>53</b>
2.5.5	<b>Acostamento.....</b>	<b>55</b>

2.6	PROJETO DE DRENAGEM.....	55
2.6.1	<b>Dispositivos de drenagem .....</b>	<b>55</b>
2.6.2	<b>Vazões de Projeto .....</b>	<b>56</b>
2.6.3	<b>Projetos-tipo .....</b>	<b>58</b>
2.7	CUSTOS DE UMA OBRA RODOVIÁRIA.....	58
2.7.1	<b>Elaboração de Orçamentos .....</b>	<b>58</b>
2.7.2	<b>Orçamento Expedito.....</b>	<b>59</b>
2.7.3	<b>Custo Médio Gerencial.....</b>	<b>59</b>
2.7.4	<b>Preço Global e BDI.....</b>	<b>60</b>
2.7.5	<b>Indexação.....</b>	<b>60</b>
3	<b>MÉTODO.....</b>	<b>63</b>
3.1	REGIÃO DE ESTUDO.....	64
3.2	TRAVESSIAS URBANAS EM VACARIA .....	68
3.2.1	<b>Características .....</b>	<b>68</b>
3.2.2	<b>Soluções previamente propostas e/ou realizadas .</b>	<b>71</b>
3.3	COLETA DE DADOS.....	78
3.3.1	<b>Pluviometria.....</b>	<b>78</b>
3.3.2	<b>Legislação.....</b>	<b>78</b>
3.3.3	<b>Tráfego .....</b>	<b>79</b>
3.3.4	<b>Uso e ocupação do solo.....</b>	<b>81</b>
3.3.5	<b>Topografia.....</b>	<b>81</b>
3.3.6	<b>Solo.....</b>	<b>81</b>
3.4	MODELAGEM ELETRÔNICA .....	82
3.5	PROJETO GEOMÉTRICO .....	82
3.5.1	<b>Análise de Condicionantes .....</b>	<b>82</b>
3.5.2	<b>Traçado e greide .....</b>	<b>83</b>
3.6	PROJETO DE INTERSEÇÕES.....	83
3.6.1	<b>Projeção de tráfego .....</b>	<b>83</b>
3.6.2	<b>Interseções pelo Método Sueco.....</b>	<b>84</b>



<b>3.6.3</b>	<b>Escolha do tipo de Interseção .....</b>	<b>84</b>
<b>3.6.4</b>	<b>Demanda projetada e capacidade.....</b>	<b>84</b>
<b>3.6.5</b>	<b>Condições de implantação e visibilidade .....</b>	<b>85</b>
<b>3.7</b>	<b>PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO .....</b>	<b>85</b>
<b>3.7.1</b>	<b>Determinação de N.....</b>	<b>85</b>
<b>3.7.2</b>	<b>Determinação do índice de suporte do subleito ....</b>	<b>86</b>
<b>3.7.3</b>	<b>Dimensionamento – Método DNER.....</b>	<b>86</b>
<b>3.7.4</b>	<b>Dimensionamento – Análise Empírico-Mecanicista</b>	<b>87</b>
<b>3.7.5</b>	<b>Acostamentos .....</b>	<b>88</b>
<b>3.8</b>	<b>PROJETO DE DRENAGEM .....</b>	<b>88</b>
<b>3.8.1</b>	<b>Determinação de dispositivos .....</b>	<b>88</b>
<b>3.8.2</b>	<b>Cálculo da chuva de Projeto.....</b>	<b>88</b>
<b>3.8.3</b>	<b>Cálculo de vazões .....</b>	<b>88</b>
<b>3.8.4</b>	<b>Dimensionamento .....</b>	<b>89</b>
<b>3.9</b>	<b>ORÇAMENTO EXPEDITO .....</b>	<b>89</b>
<b>3.9.1</b>	<b>Quantitativos .....</b>	<b>89</b>
<b>3.9.2</b>	<b>Custo Direto.....</b>	<b>89</b>
<b>3.9.3</b>	<b>BDI e preço .....</b>	<b>89</b>
<b>3.9.4</b>	<b>Outros custos.....</b>	<b>90</b>
<b>3.9.5</b>	<b>Fator temporal .....</b>	<b>90</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>93</b>
<b>4.1</b>	<b>PROJETO GEOMÉTRICO E DE TERRAPLENAGEM ...</b>	<b>93</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Projeto Geométrico.....</b>	<b>93</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Projeto de Terraplenagem.....</b>	<b>95</b>
<b>4.2</b>	<b>PROJETO DE INTERSEÇÕES .....</b>	<b>96</b>
<b>4.3</b>	<b>PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO .....</b>	<b>98</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Pista de rolamento .....</b>	<b>98</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Acostamento.....</b>	<b>99</b>

4.4	PROJETO DE DRENAGEM.....	99
4.4.1	<b>Bueiros de Transposição de Talvegues.....</b>	<b>99</b>
4.4.2	<b>Sarjetas .....</b>	<b>100</b>
4.4.3	<b>Demais dispositivos de drenagem superficial .....</b>	<b>100</b>
4.5	ORÇAMENTO EXPEDITO .....	103
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>107</b>
5.1	LIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	110
5.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	112
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>115</b>
	<b>APÊNDICE A – Traçado Proposto .....</b>	<b>131</b>
	<b>APÊNDICE B – Projeto Geométrico .....</b>	<b>133</b>
	<b>APÊNDICE C – Diagrama de Brückner .....</b>	<b>155</b>
	<b>APÊNDICE D – Seção Transversal (Pavimentação) .....</b>	<b>157</b>
	<b>ANEXO A – Zoneamento do Plano Diretor Municipal .....</b>	<b>159</b>
	<b>ANEXO B – Projetos-Tipo de Referência.....</b>	<b>161</b>
	<b>ANEXO C – Composição do BDI .....</b>	<b>177</b>
	<b>ANEXO D – Custos Médios Gerenciais (01/2014 e 05/2015).....</b>	<b>179</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a partir da década de 1960, ocorreu um expressivo crescimento das pequenas e médias cidades, em paralelo aos grandes investimentos em infraestrutura rodoviária. Nesse contexto, muitas cidades brasileiras apresentaram um crescimento linear ao longo das rodovias. Apenas em 1988, com a promulgação da Constituição Federal, o planejamento do uso e ocupação do solo urbano tornou-se obrigatório por meio de planos diretores (FREIRE, 2003).

Assim, o planejamento urbano tardio não pôde impedir a ocupação dos entornos das rodovias e consequente formação de travessias urbanas. A função primária dessas rodovias era de possibilitar transporte de bens e pessoas entre municípios. Todavia, a inserção no perímetro urbano fez com que as rodovias assumissem a função de vias locais, gerando conflitos entre tráfegos de natureza distinta. Esses conflitos são agravados quando há predominância de transporte de cargas na rodovia.

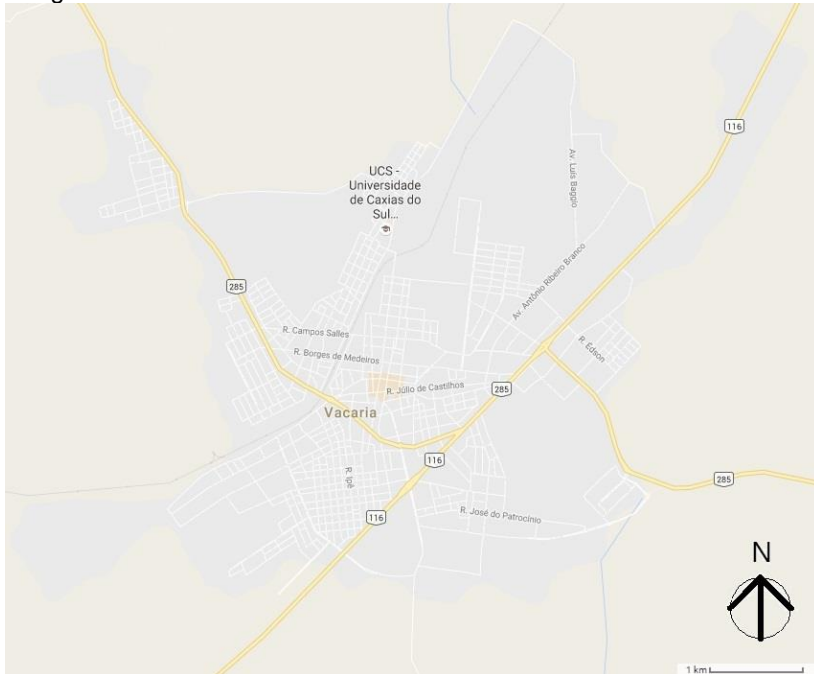
Em função da presença de duas rodovias federais, em termos de logística de transporte, Vacaria ocupa posição privilegiada no Estado. A maior zona produtora agrícola do Rio Grande do Sul tem o transporte de mercadorias realizado através da BR-285, no sentido oeste-leste (VACARIA, 2013a). Além disso, esta rodovia faz conexão com a Argentina pelo município de São Borja, transformando o município em ponto de passagem para argentinos durante a temporada de férias no litoral catarinense. Interconectada à BR-285, encontra-se a rodovia BR-116, através da qual ocorre o escoamento da produção local e de municípios vizinhos, como Caxias do Sul, grande polo metalmeccânico.

A Figura 1 mostra o posicionamento dessas rodovias (em amarelo) em relação ao município. Observa-se que, em ambas, é obrigatória a passagem pelo perímetro urbano, representado em cinza. A interconexão entre as rodovias também ocorre na zona urbana. Há trajetos, no interior do município, que permitem conexão rural entre as rodovias, entretanto, estas são de vias sob administração municipal, não pavimentadas, destinadas apenas ao tráfego local para acesso de propriedades rurais.

O crescimento da mancha urbana em torno das rodovias, segundo Teodoro (2016), deveu-se ao fato de o crescimento mer-

cantil ter ocorrido de maneira mais consistente em locais mais próximos a estas. Essa condição também foi determinante para consolidar Vacaria como importante centro regional.

Figura 1 - Posicionamento das Rodovias Federais BR-116 e BR-285



Fonte: Adaptado de Google Maps (2016)

Entretanto, as travessias urbanas apresentam problemas tanto ao tráfego de passagem quanto ao tráfego local uma vez que interferem na função que as rodovias são propostas, ou seja, mobilidade. O trânsito de veículos pesados, automóveis, pedestres e ciclistas envolve condições operacionais inseguras (como a diferença de velocidade). Baixo nível de serviço e acidentes são algumas consequências destas condições.

Como agravante ao problema, em Vacaria (segundo tendência nacional), a frota local de veículos de passeio vem sofrendo um aumento expressivo nos últimos anos (MARCHIORO, 2012). Neste período, os moradores vêm experimentando uma sensível queda no nível de serviço nas travessias, principalmente em horários de pico.

Em busca de melhoria da mobilidade urbana, é necessário intervir, avaliando condições locais, para permitir segurança ao tráfego local. Por outro lado, o tráfego de passagem necessita de fluidez, com baixo nível de interferências. Freire (2003) aponta diferentes soluções aplicáveis às travessias urbanas, visando melhorias em termos das funções mobilidade ou acessibilidade. Uma delas é a construção de anéis ou contornos rodoviários, que permitem o desvio do tráfego de passagem.

Este trabalho realiza a análise da situação viária local de Vacaria, por meio de seus planos diretores de ocupação e mobilidade urbana, intervenções possíveis ou já realizadas. Após esta análise, por meio do desenvolvimento de estudos preliminares de engenharia rodoviária, irá apresentar uma proposta de contorno rodoviário.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma proposta de contorno rodoviário de ligação entre as rodovias BR-116 e BR-285 no município de Vacaria-RS.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

São propostos os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar as diretrizes de desenvolvimento urbano do município de Vacaria-RS;
- Analisar o planejamento pré-existente nos níveis municipal, estadual e federal do sistema viário para a região de estudo, no interior do município e também em seu perímetro urbano;
- Levantar informações pertinentes aos estudos preliminares a serem desenvolvidos, como relevo, hidrografia, malha viária existente, pluviometria, dentre outros;
- Verificar possíveis condições restritivas à implantação da rodovia proposta, como desapropriações,

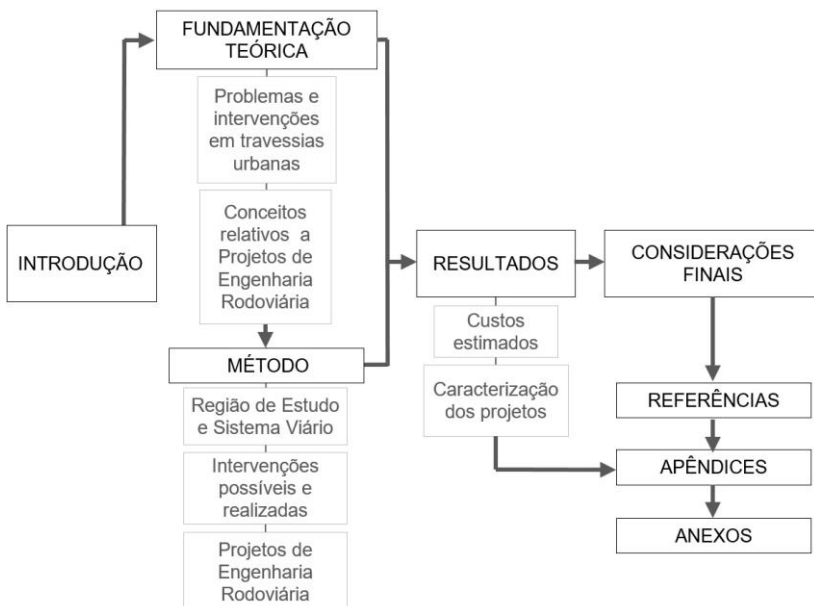
áreas de preservação ambiental, locais de planejamento específico (bacia de captação, entorno de aeroportos, dentre outros);

- Elaborar Projeto Geométrico e de Terraplenagem preliminares, mediante traçado tecnicamente mais vantajoso em relação ao já existente;
- Elaborar Projeto de Interseções, Drenagem e de Pavimentação;
- Definir, segundo a precisão inerente a estudos preliminares, o preço global de implantação do contorno rodoviário proposto.

## 1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma (Figura 2):

Figura 2 - Estrutura



Fonte: Elaborada pelo Autor (2016)

## **Capítulo 1: Introdução**

Neste capítulo são apresentados aspectos gerais em relação ao tema a ser tratado. Posteriormente são definidos o objetivo geral e os objetivos específicos necessários para que este seja alcançado. Por fim, é definida a estrutura e organização deste trabalho.

## **Capítulo 2: Fundamentação Teórica**

O segundo capítulo aborda, por meio de revisão de literatura, temas como mobilidade urbana e soluções de Engenharia em travessias urbanas. Também são expostos conhecimentos necessários à realização de projetos de Engenharia Rodoviária. Dada a diversidade desses projetos, são restringidos àqueles desenvolvidos neste trabalho.

## **Capítulo 3: Método**

Para cada um dos projetos desenvolvidos, assim como no levantamento de custos, o capítulo 3 demonstra a metodologia adotada, incluindo referenciais normativos, plataformas computacionais, tratamento de dados e modelos utilizados. Também há a caracterização do local de estudo.

## **Capítulo 4: Resultados**

O capítulo de Resultados demonstra aspectos dos projetos desenvolvidos e remete às pranchas, gráficos e demais elementos correspondentes na forma de anexos ou apêndices. Também é apresentada a estimativa de custos resultante.

## **Capítulo 5: Considerações Finais<sup>1</sup>**

No quinto capítulo são apresentadas as limitações inerentes aos resultados obtidos em função dos dados e modelos utili-

---

<sup>1</sup> No meio científico há diferentes opiniões quanto à adoção dos termos “Conclusão” ou “Considerações Finais”. Normas técnicas como a NBR 14724:2011 e NBR 10719:2015, sobre trabalhos acadêmicos e relatórios técnicos e/ou científicos, respectivamente, apresentam diferentes nomenclaturas. Esta última, por sua vez, ressalta o fato de a nomenclatura dos títulos textuais ficar a cargo do autor do documento (ABNT, 2011, 2015).

zados, ou ainda elementos de projeto a serem detalhados em etapas futuras (projeto básico e projeto executivo). Também há conclusões e outras considerações acerca deste trabalho.

Na sequência, são listadas as **referências e anexos/apêndices**.



## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados os conhecimentos que basearam o desenvolvimento deste trabalho. Inicialmente, serão descritas as principais características das travessias urbanas, bem como as possíveis intervenções. Após, são evidenciados conhecimentos relativos a projetos de Engenharia Rodoviária, restringindo-se àqueles desenvolvidos neste estudo.

### 2.1 TRAVESSIAS URBANAS

Travessias urbanas, segundo Guerino Filho, Simões e Nascimento Junior (2014), consistem em trechos rodoviários que atravessam cidades ou núcleos urbanos e podem ou não ser dotadas de vias laterais. Uma via lateral (também chamada de marginal), segundo o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem<sup>2</sup> (DNER), é paralela à pista principal de uma rodovia, podendo estar em um ou ambos os lados. Pertence à área urbana limdeira, permitindo disciplinar os locais de ingresso e egresso da rodovia (BRASIL, 1997, 1999).

#### 2.1.1 Relação funcional de Rodovias

O caráter do serviço que uma rodovia deve prestar define sua classificação funcional. Dentro de uma rede viária, nenhuma via atende independentemente às viagens realizadas (BRASIL, 1999).

Segundo o DNER (BRASIL, 1999), as duas principais características a avaliar na classificação de redes de rodovias são a acessibilidade e a mobilidade. A mobilidade indica o quão facilitada é a passagem por dado trecho, sob o desenvolvimento de velocidade e sem interrupções frequentes. Já a acessibilidade se

---

<sup>2</sup> O Departamento Nacional de Estradas de Rodagem é precursor ao atual e principal órgão rodoviário Nacional, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Ao longo deste documento, em função de algumas publicações serem contemporâneas ao DNER e permanecerem vigentes, não dispendo de revisão após o ano de 2000, ainda haverá menção a este órgão, mesmo que extinto.

refere à facilidade de aproximação e acesso a um dado ponto de interesse (FREIRE, 2003).

### **2.1.2 Mobilidade Urbana**

A presença de rodovias promove o crescimento urbano, porém afeta negativamente o cotidiano dos moradores locais. Nas travessias urbanas, existe um conflito funcional entre as características de mobilidade e de acessibilidade. Algumas características advindas desta presença são citadas por Guerino Filho, Simões e Nascimento Junior (2014) e Freire (2003):

- As travessias urbanas possuem conflito de usos entre o tráfego de passagem de longa distância e o tráfego local, que pode contar com trânsito de pedestres e ciclistas (com velocidades e configurações distintas);
- Há dificuldade, por parte do motorista de trânsito local, de observar os dois sentidos de tráfego da travessia urbana, bem como de percepção de tempo de brecha para atravessar ou inserir-se no tráfego ocupante da via;
- A inserção na via é dificultada, também, por faixas estreitas e depressões no pavimento;
- O risco de acidentes aumenta dada a velocidade dos veículos passantes ou pelo volume de tráfego;
- Poluição sonora e gases produzidos pelo tráfego pesado afetam a qualidade de vida e a saúde dos moradores dos núcleos urbanos adjacentes, com impactos em termos de sustentabilidade;
- Estabelecimentos comerciais ou mesmo residências podem se valer do acostamento como local de estacionamento, dificultando a visibilidade e criando riscos durante manobras;
- Polos geradores de tráfego podem não interagir adequadamente com a via;
- Pedestres podem assumir comportamento aleatório durante a travessia, produzindo freadas bruscas e desconforto ao motorista;
- As condições da via podem ser melhores do que as apresentadas na malha urbana o que, aliado à grande quantidade de interseções, pode fazer com que o tráfego urbano

se utilize da travessia urbana para pequenos deslocamentos.

Em contraponto a este conflito, existe a busca por melhoria da mobilidade urbana. Segundo a Lei Nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012, mobilidade urbana é a “condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano” (BRASIL, 2012a). A busca pela mobilidade urbana representa a necessidade de um dado nível de serviço no contexto do tráfego local. Segundo Marchioro (2012, p.26):

A mobilidade urbana é um requisito fundamental para o desempenho das funções urbanas, afetando, sensivelmente, o cotidiano de muitas pessoas. Possui papel de grande importância na vida das cidades ao assegurar a articulação necessária entre diferentes atividades, tais como: a produção, o consumo, a moradia, o trabalho, a educação e o lazer.

Destarte, a relevância da melhoria da mobilidade urbana faz com que sejam necessárias medidas corretivas no sistema viário local, assim como nas travessias urbanas.

### **2.1.3 Intervenções em Travessias Urbanas**

#### *2.1.3.1 Experiências similares*

Freire (2003) apresenta um estudo de caso baseado em projetos de intervenções propostas ao DNER em travessias urbanas no estado do Rio Grande do Sul, em sua maioria de pista simples e pavimentadas, classificando-as em dois grandes grupos, segundo a melhoria em termos de mobilidade e acessibilidade e indicando os possíveis impactos da priorização por um ou outro grupo. Não foram feitas avaliações custo/benefício ou outros critérios que permitissem elencar quais soluções seriam mais eficientes, havendo observação quanto à frequência de soluções em função do porte das aglomerações urbanas e outras variáveis. Tais soluções encontram-se reproduzidas no Quadro 1.

Quadro 1 - Soluções de Engenharia Adotadas nos Projetos Avaliados

<b>Fatores</b>	<b>Soluções Propostas pelos Projetistas</b>
<b>Mobilidade do tráfego de passagem</b>	Utilização de pavimento diferenciado na identificação de acessos; Definição dos locais de ingresso e egresso na rodovia entre interseções; Implantação de retornos operacionais em segmentos de pista dupla; Duplicação de pista com canteiro central; Interseção em desnível; Placa de regulamentação de restrição no estacionamento junto aos acostamentos; Barreira rígida entre pista dupla; Restrição à ultrapassagem com tachões bidirecionais; Instalação de placa de indicação de início e fim do perímetro urbano; Execução de refúgios para paradas de ônibus.
<b>Acessibilidade da Comunidade</b>	Complementação ou implantação de rua lateral; Implantação de passeios junto às ruas laterais; Implantação de rótula e interseções de acesso à cidade; Regulamentação da velocidade limite do trecho através da sinalização; Projeto de iluminação ao longo do trecho; Construção de ciclovias junto às ruas laterais; Recuperação de passarelas existentes; Pintura no local definido para a travessia de pedestre em nível; Inclusão de placa de indicação para movimento de pedestres; Instalação de semáforos com amarelo piscante e semáforos para pedestres em locais de movimento intenso; Implantação de redutor eletrônico de velocidade que monitora o segmento.

Fonte: Freire (2003).

Freire (2003) observa que ações de melhoria nas travessias urbanas costumam ser emergenciais e não atentam à comunidade do entorno, tais como a construção de vias expressas nesses segmentos. Também apresenta um panorama mundial, onde alguns países minimizam o problema das travessias urbanas por

meio de uma rede de autoestradas com fortíssimo controle de acessos e proibição de propriedades lindeiras, solução sem possibilidade ou previsão de implantação em nosso país, com priorização total da função mobilidade.

Priorizar a função acessibilidade ao máximo pode elevar o tempo de viagem na travessia e reduzir o número de acidentes. Já a priorização da função mobilidade pode levar a soluções como duplicações, por exemplo; ou ainda a implantação de anéis e contornos rodoviários (FREIRE, 2003).

Nem todas as soluções apresentadas são de grande vulto econômico, como sinalização vertical e horizontal. Apesar de que não impeçam a realização de obras de maior porte, em determinados casos, reduzem a quantidade e gravidade de acidentes enquanto as obras maiores não são implementadas (FREIRE, 2003).

### 2.1.3.2 *Rotas de desvio*

Uma possibilidade de solução para as travessias urbanas, também priorizando a mobilidade, é a construção de anéis ou contornos rodoviários. Trata-se de uma solução tradicional, mas que não possui efetividade quando isolada, sendo o principal motivo o próprio caráter de crescimento econômico produzido por uma rodovia. Assim, são necessárias medidas de planejamento urbano e controle de uso e ocupação do solo por conta do potencial de área urbanizável que surge na nova faixa de domínio<sup>3</sup> (GUERINO FILHO; SIMÕES; NASCIMENTO JUNIOR, 2014; FREIRE, 2003).

A Norma DNIT 003/2009-PRO indica a definição de rodovias de Acesso, Anel ou Contorno Rodoviário. Tais rodovias possuem singularidades a serem atendidas, como designação e processo de criação junto ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Visam evitar ou minimizar o tráfego no interior de uma área urbana (BRASIL, 2009a), sendo:

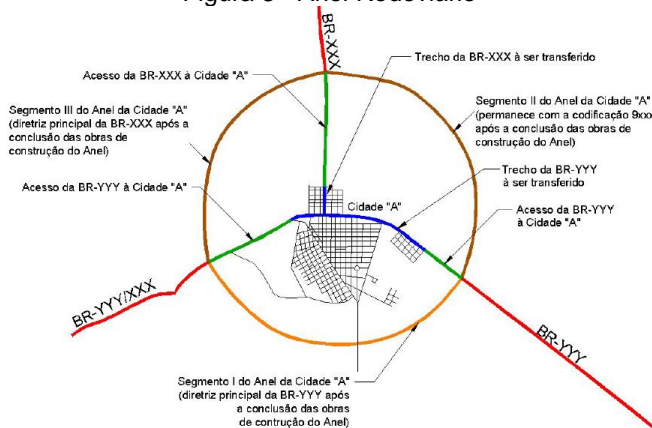
---

<sup>3</sup> Segundo o DNIT (BRASIL, 2016a), Faixa de domínio é “a base física sobre a qual assenta uma rodovia, constituída pelas pistas de rolamento, canteiros, [...], até o alinhamento das cercas que separam a estrada dos imóveis marginais ou da faixa do recuo”. Para saber sua extensão, deve ser consultada a superintendência Regional do DNIT ou o órgão rodoviário responsável.

- **Anel Rodoviário:** rota de desvio que circunda completamente uma localidade, unindo duas ou mais rodovias federais, conforme ilustra a Figura 3;
- **Contorno Rodoviário:** rota de desvio que não circunda completamente uma localidade, ou iniciando e terminando em uma rodovia federal, em pontos distintos; ou ainda unindo duas rodovias federais distintas, ilustrada pela Figura 4.

Em ambos os casos (anéis e contornos), haverá Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) que ateste os benefícios da obra rodoviária. Ao fim da construção da rota de desvio (que deve ter característica de rodovia rural), a travessia urbana poderá ser desvinculada da malha rodoviária federal e transferida ao estado ou município (BRASIL, 2009a).

Figura 3 - Anel Rodoviário



Fonte: Adaptado de Brasil (2009).

Figura 4 - Contorno Rodoviário



Fonte: Adaptado de Brasil (2009).

Durante o período de construção, anéis e contornos rodoviários recebem designação provisória no Sistema Nacional de Viação (SNV), variando de 9000 a 9499. Ao fim da construção, o nome definitivo será de *Anel Rodoviário de [localidade]* ou *Contorno Rodoviário Norte/Sul/Leste/Oeste de [localidade]*. (BRASIL, 2009a).

## 2.2 FASE PRELIMINAR E ANTEPROJETO

A Lei de Licitações (Nº 8.666/1993) trouxe mudanças de definição quanto às fases de projetos de engenharia. Em sua versão anterior, eram consideradas as etapas de estudos preliminares, anteprojeto e projeto. Após 1993, são apenas definidas as etapas de projeto básico e projeto executivo (BRASIL, 2006a).

Em um projeto de Engenharia para construção de rodovias rurais, no Escopo Básico EB-103, são definidas três fases: preliminar, projeto básico e projeto executivo. Segundo o DNIT (BRASIL, 2006a, p. 59):

A Fase Preliminar caracteriza-se pelos levantamentos de dados e realização de estudos específicos com a finalidade do estabelecimento do Projeto Básico para implantação e pavimentação da rodovia, sendo, portanto, uma fase de diagnóstico e de recomendações baseadas nas conclusões dos estudos desenvolvidos, mediante a apresentação das diversas alternativas selecionadas e estudadas e da montagem do plano de trabalho para a fase seguinte, de Projeto Básico.

Ao longo dos Escopos Básicos (EB) e Instruções de Serviço (IS) do DNIT (BRASIL, 2006a), o termo anteprojeto é utilizado como sinônimo de projeto básico. Esta definição difere daquela adotada pelo Tribunal de Contas da União (TCU).

Segundo o TCU, um anteprojeto consiste na definição de características previamente estabelecidas em uma etapa de EVTEA na forma de um projeto simplificado, possibilitando melhor definição e conhecimento de um empreendimento. Permite estabelecer diretrizes para a contratação do projeto básico, sendo, em geral, insuficiente para licitar, dado que não possui elementos suficientes para a caracterização de uma obra (BRASIL, 2013a).

## 2.3 PROJETO GEOMÉTRICO E DE TERRAPLENAGEM

### 2.3.1 Traçado e condicionantes

#### 2.3.1.1 Estudos de Tráfego

Os estudos de tráfego irão servir de subsídio aos diferentes projetos de Engenharia Rodoviária. Para o projeto geométrico irão definir a classe e veículo de projeto (sendo esse veículo utilizado como referência para valores máximos e mínimos de parâmetros de projeto) (LEE, 2015).

A implantação de uma rodovia deverá levar em conta o crescimento do tráfego projetado ao longo do horizonte de projeto, assim como o tráfego gerado em função de sua criação. Esse crescimento deverá considerar uma taxa obtida junto a estudos anteriores e órgãos públicos como os Departamentos de Trânsito (BRASIL, 2013b).

#### 2.3.1.2 Características técnicas e ambientais

O traçado da rodovia a ser implantada irá interagir com o entorno e deverá ser planejado através de análise criteriosa do mesmo. A Norma Rodoviária DNER-PRO 212/94 indica que, ao definir alternativas de traçado, devem ser preservados: parques nacionais, bacias de acumulação, além de reservas indígenas e biológicas. Ainda segundo a mesma, deve haver cuidados especiais quanto à redução de volumes de corte e de aterro, interferências mínimas em áreas de floresta e evitar a supressão de talvegues (BRASIL, 1994).

O DNER (BRASIL, 1994) define algumas regras para sua inserção:

- Valorização da paisagem aos usuários;
- Orientação do traçado em direção e vista panorâmica;
- Compatibilização entre raio de curvatura e os greides;
- Superposição de curvas verticais com horizontais;
- Fluência do traçado;
- Alinhamentos suaves nas interseções;
- Variação de largura, canteiro central em pistas duplas;
- Conformação dos efeitos negativos em travessias urbanas.



Instalações de serviços tais como adutoras de água, redes de esgoto, redes de transmissão de energia, transporte público deverão ser inventariadas ainda durante estudos de traçado. Da mesma forma deve-se proceder com variáveis topográficas e geotécnicas, seguindo indicação da Instrução de Serviço IS-207 (BRASIL, 2006a).

### 2.3.2 Classe e Velocidade Diretriz

Buscando respeitar a posição hierárquica de uma rodovia a implantar, atender volumes de tráfego previstos e nível de serviço, é definida a *classe de projeto* (Quadro 2). À cada classe são estabelecidos valores para os parâmetros geométricos tais que se atenda a estas condições de entrada (LEE, 2015).

Quadro 2 - Classes de projeto e critérios de classificação técnica

Classes de projeto	Características	Critérios de classificação técnica*
0	Via Expressa – Controle total de acesso	Decisão administrativa
IA	Pista Dupla – Controle parcial de acesso	Quando os valores de tráfego previstos ocasionaram níveis de serviço em uma rodovia de pista simples inferiores aos aceitáveis.
IB	Pista simples	Volume horário de projeto VHP > 200 Volume médio diário VMD > 1400
II	Pista simples	Volume médio diário VMD 700 – 1400
III	Pista simples	Volume médio diário VMD 300 – 700
IVA	Pista simples	Volume médio diário (abertura) VMD 50 – 200
IVB	Pista simples	Volume médio diário (abertura) VMD < 50

\* Critérios preliminares

Fonte: Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNER (BRASIL, 1999)

Com as informações de classe de projeto e condições topográficas locais obtém-se a velocidade de projeto ou *velocidade diretriz*. Esse valor de velocidade, por definição, é maior velocidade em que um trecho pode ser percorrido, com segurança, havendo a geometria da via como único limitante (BRASIL, 1999; LEE, 2015).

### 2.3.3 Tangentes, Curvas e Greides

Tangentes são as componentes em segmento de reta do traçado de uma rodovia. Na conformação entre tangentes há as curvas, compostas por arcos de circunferência, espirais e outras funções paramétricas. Desmembrando-se o projeto geométrico em alinhamentos horizontal e vertical, as representações verticais compõem os chamados greides, que podem ser: reto (alinhamentos verticais, somente) ou curvo (contendo as devidas conformações entre tangentes verticais) (LEE, 2015).

Apesar de que o projeto se desmembre em elementos bidimensionais, é preciso atentar ao fato de que, unidos, compõem um ente tridimensional. Conforme condições do local de implantação, deve-se adotar tangentes de menor extensão concordadas por curvas de grandes raios ou, em caso de regiões fortemente planas, adotar tangentes que não sejam demasiadamente extensas, buscando não favorecer efeitos como sono do motorista, ofuscamento ou ainda excesso de velocidade (BRASIL, 1999).

Sempre que possível, as rampas adotadas devem ser suaves, de modo a evitar ou reduzir queda de desempenho dos veículos. Em rampas de até 3%, dadas as condições operacionais semelhantes, o *Highway Capacity Manual* (HCM) considera cálculos de capacidade e nível de serviço da mesma forma que em trechos planos (SÃO PAULO, 2005).

### 2.3.4 Movimentos de Terra

A implantação da via irá interferir na conformação natural do terreno, criando áreas de corte e de aterro, sendo gerado ou demandado determinado volume de solo, respectivamente. Pode haver a possibilidade de reaproveitamento de material de determi-

nados pontos em outros (compensação), ou, em caso de disparidade de volumes ou baixa qualidade do material removido, haver a necessidade de empréstimos ou bota-foras (LEE, 2015).

O transporte de materiais é uma variável significativa em termos de custo, sendo necessário geri-lo da forma mais econômica possível. Para isso, podem ser usadas ferramentas como o Diagrama de Brückner, que faz um balanço ao longo da extensão da via em termos de volumes de cortes e aterros, considerando os efeitos de empolamento e compactação (LEE, 2015).

## 2.4 PROJETO DE INTERSEÇÕES

### 2.4.1 Tipos de Interseções

#### 2.4.1.1 Interseções em nível

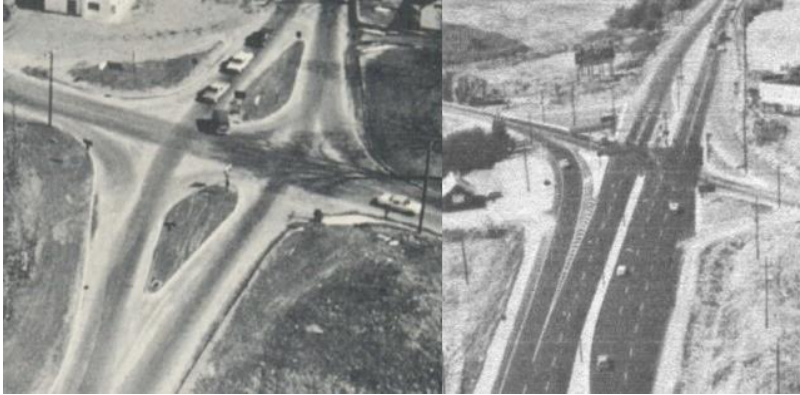
Interseções em nível são aquelas cujos movimentos de cruzamento ocorrem em um mesmo plano. Podem ser classificadas em função do número de ramos (com três, também chamada de “T”; quatro ou com múltiplos ramos quando houver cinco ou mais) (BRASIL, 2005).

Dentre as interseções básicas existentes, segundo o Manual de Projeto de Interseções do DNIT (BRASIL, 2005), pode-se ainda classificar as interseções em nível segundo as soluções adotadas como:

- *Mínimas*, quando há unicamente a união das vias, sem elementos complementares, na ocasião de baixos volumes de tráfego;
- *Gota*, quando há ilha direcional orientando conversões à esquerda (Figura 5);
- *Canalizada*, quando há faixas de canalização ou “tapers” prévios à inserção no tráfego da via principal (Figura 5) e
- *Rótula ou rotatória*, onde veículos circulam em torno de uma ilha central.

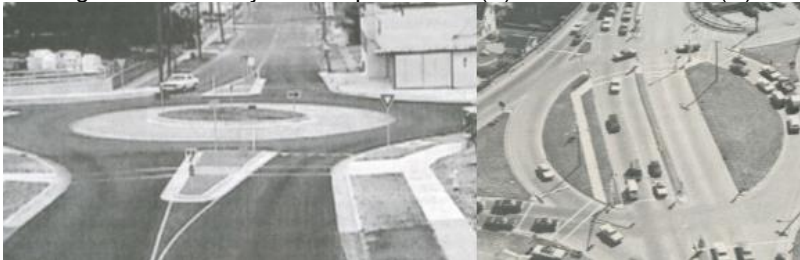
Dentro da solução de rotatória ainda há uma subdivisão quanto ao modelo vazado, com passagem das faixas da via principal sobre a ilha central (Figura 6), ou entre convencionais ou modernas, sendo estas últimas com prioridade de trânsito de quem nela circula (BRASIL, 2005).

Figura 5 - Interseções do tipo "gota" (E) e "canalizada" (D)



Fonte: Adaptado de Brasil (2005).

Figura 6 - Interseções do tipo "rótula" (E) e "rótula vazada" (D)



Fonte: Adaptado de Brasil (2005).

#### 2.4.1.2 Interseções em níveis diferentes

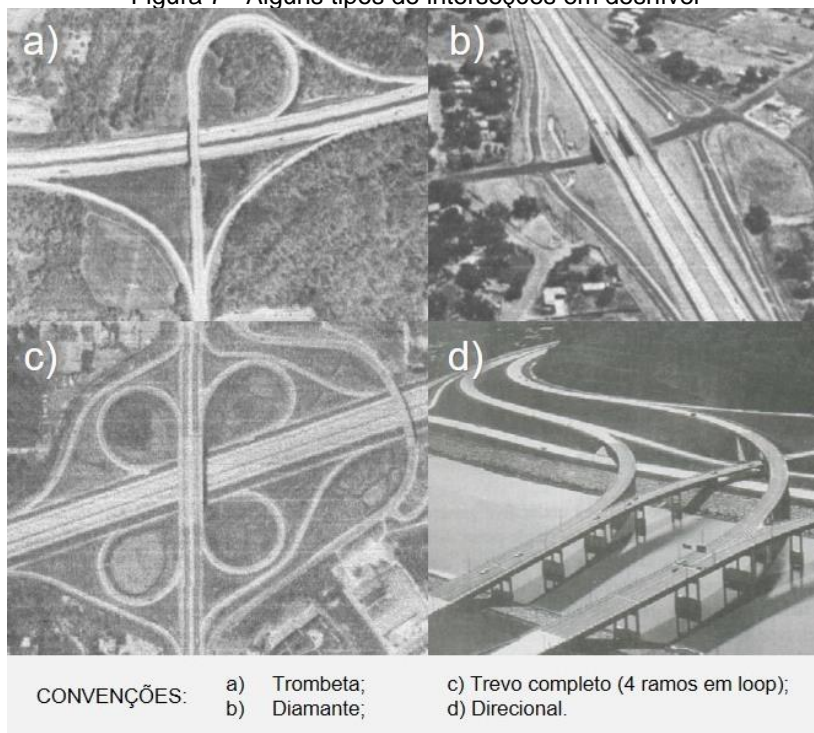
Interseções em níveis diferentes podem ou não possuir troca de fluxos de tráfego entre as rodovias. Não havendo essa troca (sem ramos), designa-se os cruzamentos como passagens superior ou inferior, quando a rodovia principal passa sobre ou sob a rodovia, respectivamente (BRASIL, 2005).

No momento em que ocorre a troca de fluxos, adota-se a denominação *interconexão*, com os seguintes tipos (Figura 7) (BRASIL, 2005):

- *T* ou *Y*: três ramos;
- *Trombeta*: três ramos com um deles girando aproximadamente 270°;

- *Diamante*: saída antes e entrada depois da elevação de nível, à direita da rodovia principal; interseção em nível com a via secundária;
- *Trevo completos* ou *parciais*: com movimentos em desnível realizados em laços – loops – e conexões externas aos laços, em nível;
- *Direcional* ou *semidirecional*: com ramos direcionais ou semidirecionais para conversões à esquerda e
- *Giratório*: com rótula na via secundária.

Figura 7 - Alguns tipos de interseções em desnível



Fonte: Adaptado de Brasil (2005).

## 2.4.2 Determinação do tipo de interseção

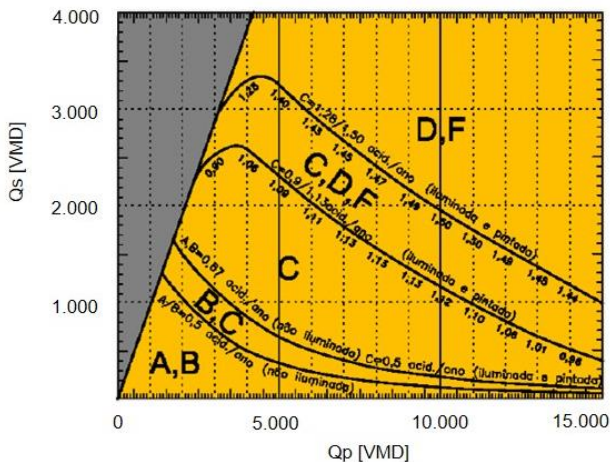
Em geral, não há critérios generalizados que permitam definir, com precisão, o tipo de interseção a adotar, em função de ser um problema complexo, que envolve volumes e composição de

tráfego (e sua aleatoriedade), velocidades, topografia e orçamento. Outro fator que levaria a esta condição é a pequena quantidade de estudos e pesquisas em outros países, sendo o conhecimento existente com fatores extremamente locais e sem a precisão adequada (BRASIL, 2005).

Para enquadramento nos tipos básicos de interseção, o Manual de Projeto de Interseções do DNIT indica os procedimentos constantes nas normas suecas (*Vägutformning 94*), com publicação em 2002, incluindo fórmulas, gráficos e recomendações diversas. Para a escolha, são divididos dois grandes grupos: interseções menores (A, B, C e G, que correspondem à interseção mínima, gota, canalizada e rótula urbana) e maiores (D, E e F, equivalentes às rótulas, interseções semaforizadas e interconexões) (BRASIL, 2005).

Para interseções a projetar, por meio de equações da *Vägutformning 94*, estima-se o número de acidentes e de feridos por ano, considerando parâmetros da interseção (iluminação, pintura, entre outros) e o volume médio diário anual (VMDA) de tráfego previsto. Usando volume, número de feridos e de acidentes, por meio de ábacos obtém-se a indicação de tipo de interseção (BRASIL, 2005). Um deles é ilustrado pela Figura 8, para uma velocidade diretriz das vias interceptantes de 90 km/h.

Figura 8 - Escolha do tipo de interseção (3 ramos)



Fonte: Adaptado de Brasil (2005)

### 2.4.3 Capacidade e visibilidade

Deve-se considerar o volume médio diário anual (VMDA) para o décimo ano após a abertura da via a fim de verificar a capacidade operacional do projeto, mediante movimentos de convergência, divergência e entrecruzamento. Métodos como os prescritos pelo HCM podem ser utilizados. A elaboração de matrizes de origem-destino é recomendada como ferramenta útil aos estudos de capacidade (BRASIL, 2005).

O DNIT (BRASIL, 2005) indica condições de visibilidade nas aproximações, devendo estar completamente desimpedidas de obstáculos. Como valor mínimo, em rotatórias, tem-se a distância de visibilidade de parada da rodovia de aproximação, além da recomendação de rodovias interceptantes em ângulos próximos a 90° ou em pontos de greide vertical côncavo (rampa variando de negativa a positiva com o crescimento do estaqueamento).

## 2.5 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

### 2.5.1 Seção Típica de um Pavimento

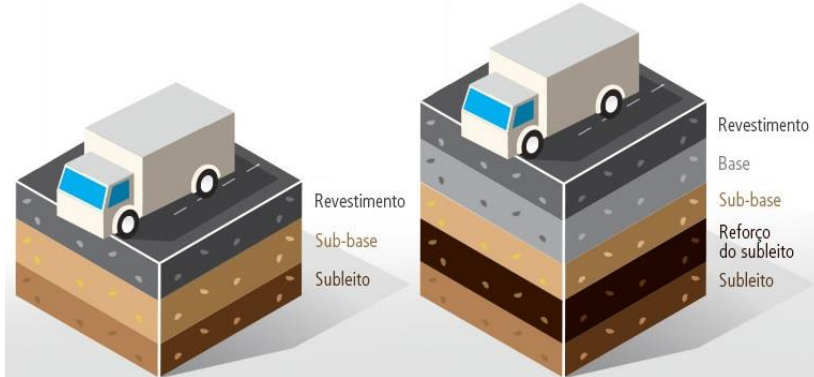
Um pavimento consiste em uma estrutura de camadas finitas e sobrepostas que recobre a superfície de terraplenagem (*subleito*). Pode ser classificado como *rígido* ou *flexível* segundo o comportamento estrutural das camadas componentes quando submetidas a um carregamento (BERNUCCI et al., 2006). A fim de direcionar este estudo, neste e nas seções a seguir (2.5.1 a 2.5.4) haverá abrangência de temáticas de maior relação com pavimentos flexíveis, de aplicação mais corrente no Brasil (FREIRE, 2003).

A seção de um pavimento flexível é composta por (Figura 9):

- Uma camada de *revestimento*, (usualmente produzida pela união de agregados pétreos e ligante asfáltico, podendo conter aditivos, com função de impermeabilização e melhorar condições de rolamento, dentre outras funções);
- *Binder* (camada de ligação – entre revestimento e base);

- *Base e sub-base* (compostas por materiais granulares diversos) e
- *Reforço do subleito* (composto por solo de qualidade superior ao que compõe o subleito).

Figura 9 - Camadas de um pavimento rígido (E) e flexível (D)



Fonte: Adaptado de Votorantim. (2016).

Cada uma destas camadas resiste às solicitações de tráfego (principalmente a de revestimento) e as transmite de forma atenuada à camada inferior, não sendo obrigatória a presença de todas (BERNUCCI et al., 2006).

## 2.5.2 Capacidade de Suporte do Subleito

### 2.5.2.1 Índice de Suporte Califórnia

O Índice de Suporte Califórnia ou *California Bearing Ratio* (CBR) consiste em determinar a razão, expressa em percentual, entre a pressão de penetração de um pistão em um corpo-de-prova de solo (através de ensaio) e a pressão necessária para mesma penetração em uma brita padronizada, sendo realizado em amostragem definida pelo Manual de Pavimentação do DNIT (BRASIL, 2006b). Há problemas quanto ao uso desse ensaio para determinar a espessura da camada de revestimento, pois as condições de contorno e de carregamento são diferentes do que quando em serviço, permitindo apenas conhecer, qualitativamente, a capacidade de suporte do subleito.



### 2.5.2.2 Determinação Indireta

Os solos podem ser classificados segundo diferentes sistemas, como o Sistema Unificado de Classificação de Solos (SUCS) ou o do *Transportation Research Board* (TRB). Estes sistemas permitem uma linguagem comum, baseando-se em parâmetros geotécnicos como a distribuição granulométrica e nos limites de *Atterberg* (limite de liquidez, ou LL, e limite de plasticidade, ou LP) (DAS, 2007).

O Quadro 3 descreve os principais critérios de classificação de solos segundo o SUCS:

Quadro 3 - Sistema Unificado de Classificação de Solos

<b>Grossos:</b> passante na peneira nº 200 inferior a 50 %										
<b>Pedregulho:</b> passante na peneira nº 4 < 50 %					<b>Areia:</b> passante na peneira nº 4 > 50 %					
<i>Passante na peneira nº 200:</i>										
< 5 %		> 12 %			5-12%	> 12 %			< 5 %	
<i>Curva Granulométrica</i>		<i>Gráfico de Plasticidade (IP = LL - LP)</i>				<i>Gráfico de Plasticidade (IP = LL - LP)</i>			<i>Curva Granulométrica</i>	
Bem Graduada	Mal Graduada	Abaixo da Linha A ou IP < 4	Acima da Linha A ou 4 < IP < 7	Acima da Linha A ou IP > 7	Casos limites, adotando-se dupla nomenclatura	Abaixo da Linha A ou IP < 4	Acima da Linha A ou 4 < IP < 7	Acima da Linha A ou IP > 7	Bem Graduada	Mal Graduada
GW	GP	GM	GM-GC	GC		SM	SM-SC	SC	SW	SP
<b>Finos:</b> passante na peneira nº 200 superior a 50 %										
<i>Limite de Liquidez (ensaios LL e LP para passantes na peneira nº 40):</i>										
<i>LL &lt; 50</i>					<i>LL &gt; 50</i>					
Acima da Linha A	Abaixo da Linha A ou IP < 4		Acima da Linha A	Acima da Linha A	Acima da Linha A	Abaixo da Linha A		Acima da Linha A	Acima da Linha A	
	Orgânico	Inorgânico				Orgânico	Inorgânico			
CL	OL	ML	ML-CL	CH	OH	MH				

Fonte: Adaptado de Das (2007).

A nomenclatura segue iniciais de termos em inglês, a saber (DAS, 2007):

- **G** – *Gravel* (pedregulho);
- **S** – *Sand* (areia);
- **W** – *Well graded* (bem graduado);
- **P** – *Poorly graded* (mal graduado);
- **C** – *Clay* (presença de argila ou argila inorgânica);
- **Pt** – Solo orgânico ou turfa (fora da classificação do Quadro 3, sendo classe distinta);
- **L** – *Low* (baixa compressibilidade);
- **H** – *High* (alta compressibilidade);
- **M** – *Mo* (silte, em sueco);
- **O** – *Organic* (silte ou argila orgânicos).

Como curva granulométrica bem graduada deve-se entender sendo aquela com coeficiente de uniformidade superior a quatro e coeficiente de curvatura entre um e três. A Linha “A”, por sua vez, consiste em uma reta notável em um gráfico de índice de Plasticidade (IP) em função de LL (DAS, 2007).

O sistema de classificação do TRB, por sua vez, baseia-se em três critérios, segundo Das (2007):

- *Tamanho dos grãos*: de acordo com as frações de pedregulho (partículas passantes na peneira de 75 mm e retidas na de 2 mm), areia (passante na peneira 2 mm e retida na peneira de nº 200 ou 0,075 mm) e silte/argila (passante na peneira de nº 200);
- *Plasticidade*: adota-se o termo “siltoso” quando as frações finas possuem  $IP \leq 10$  e o termo “argiloso” quando  $IP \geq 11$ ;
- *Exclusão de partículas grandes*: seixos e pedras (maiores do que 75 mm) são contabilizados no percentual da amostra total, mas removidos daquela que passará por classificação.

Estes critérios levam a sete categorias, de A-1 a A-7. Os solos A-1, A-2 e A-3 possuem 35 % ou menos das partículas passando pela peneira de nº 200. Quando há um percentual superior de passantes, tem-se os grupos A-5 a A-7. Por meio de ensaios e

determinação da curva granulométrica, a classificação correspondente a uma amostra de solo será a primeira, da esquerda para a direita, em que os critérios do Quadro 4 forem cumpridos.

Quadro 4 - Critérios para a classificação de solos TRB

Classificação Geral	Materiais granulares (35 % ou menos da amostra total passa na nº 200)						
	A-1		A-3	A-2			
Classificação do Grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
	<i>Ensaio de peneiramento (percentual que passa)</i>						
Nº 10	50 (máx)						
Nº 40	30 (máx)	50 (máx)	51 (mín)				
Nº 200	15 (máx)	25 (máx)	10 (máx)	35 (máx)	35 (máx)	35 (máx)	35 (máx)
	<i>Características da fração que passa na peneira nº 40</i>						
LL				40 (máx)	41 (mín)	40 (máx)	41 (mín)
LP		6 (máx)	NP	10 (máx)	10 (máx)	11 (mín)	11 (mín)
	<i>Tipos usuais de materiais constituintes</i>						
	Fragmentos de pedra, pedregulho e areia		Areia fina	Pedregulho e areia siltosos ou argilosos			
	<i>Qualidade Geral como subleito</i>						
	Excelente a boa						
	<b>Materiais argilo-siltosos (mais de 35 % da amostra total passa na nº 200)</b>						
Classificação do Grupo	A-4	A-5	A-6	A-7	A-7-5	A-7-6	
	<i>Ensaio de peneiramento (percentual que passa)</i>						
Nº 200	36 (mín)	36 (mín)	36 (mín)	36 (mín)	36 (mín)	36 (mín)	
	<i>Características da fração que passa na peneira nº 40</i>						
LL	40 (máx)	41 (mín)	40 (máx)	41 (mín)	41 (mín)	41 (mín)	
LP	10 (máx)	10 (máx)	11 (mín)	11 (mín)	11 (mín)	11 (mín)	
	<i>Cálculo do IP</i>						
					IP ≤ LL - 30	IP > LL - 30	
	<i>Tipos usuais de materiais constituintes</i>						
	Solos siltosos			Solos argilosos			
	<i>Qualidade Geral como subleito</i>						
	Satisfatória a deficiente						

Fonte: Das (2007).

Considerando as classes de solo pertencentes ao SUCS ou ao TRB, segundo o Manual de Pavimentação do DNIT (BRASIL, 2006b), há faixas de valores prováveis de CBR correspondentes, indicadas pelo Quadro 5 e Quadro 6.

Quadro 5 - Valores prováveis de CBR para os grupos de SUCS

Solos	CBR [%]
GW	40 a mais de 80
GP	30 a mais de 60
SC	5 a 20
ML, CL e CH	15 a menos de 2
MH	10 a menos de 2
OL, OH	5 a menos de 2

Fonte: Adaptado do Manual de Pavimentação do DNIT (BRASIL, 2006b)

Quadro 6 - Valores prováveis de CBR para os grupos da classificação TRB

Solos	CBR [%]
A-1-a	40 a mais de 80
A-1-b	20 a mais de 80
A-2-4 e A-2-5	25 a mais de 80
A-2-6 e A-2-7	12 a 30
A-3	15 a 40
A-4	4 a 25
A-5	menos de 2 a 10
A-6 e A-7	menos de 2 a 15

Fonte: Manual de Pavimentação do DNIT (BRASIL, 2006b)

Não é indicado um valor único, mas sim uma faixa, pela natureza dos solos. Em geral, solos são materiais de construção civil abundantes e de baixo custo. Entretanto, são bastante heterogêneos quanto à cor, textura, mineralogia, granulometria, dentre outras propriedades. Assim apresentam variabilidade de comportamento (resistência, deformabilidade, erodibilidade, condutividade hidráulica) quando em serviço.

### 2.5.3 Carregamento

Com os volumes de tráfego e sua composição, dentro de um horizonte de projeto e uma taxa de crescimento, converte-se os efeitos de veículos de carga e ônibus em “N” passagens de um eixo padrão com 80 kN no sentido crítico. Há mais de um método para conversão de tráfego em N, sendo necessário verificar sua compatibilidade com o método de dimensionamento (BRASIL, 2006c).

## 2.5.4 Métodos de Dimensionamento

Segundo Brito e Graeff (2009), *dimensionamento* refere-se à indicação de materiais e espessuras para as camadas componentes do pavimento. Especificamente para o revestimento, procede-se a *dosagem* da mistura asfáltica, que compõe outro projeto.

### 2.5.4.1 Método do DNER

Para sua criação foram considerados estudos de membros da *United States Army Corps of Engineers* (USACE) e da pista experimental da *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO). Obtido o valor de N e o CBR do subleito e de cada camada, é verificada por meio de um ábaco, em material granular, a espessura necessária de pavimento para as camadas superiores. Após, esta espessura é convertida aos materiais a serem utilizados mediante o uso de coeficientes de equivalência estrutural. Um sistema de inequações rege a relação entre espessuras. Ainda segundo o valor de N, indica-se espessuras mínimas de revestimento asfáltico (BRASIL, 2006b).

As mesmas limitações do método baseado no CBR (proposto pela USACE) valem para o método do DNER, pois não inclui nenhum tipo de análise mecanicista. Baseia-se em equacionamentos e análise gráfica, sendo puramente empírico. Métodos empíricos, segundo o *National Cooperative Highway Research Program* (NCHRP), não apresentam bons resultados quando as condições de contorno em serviço diferem daquelas experimentais que os originaram (NCHRP, 2001).

### 2.5.4.2 Método da Resiliência

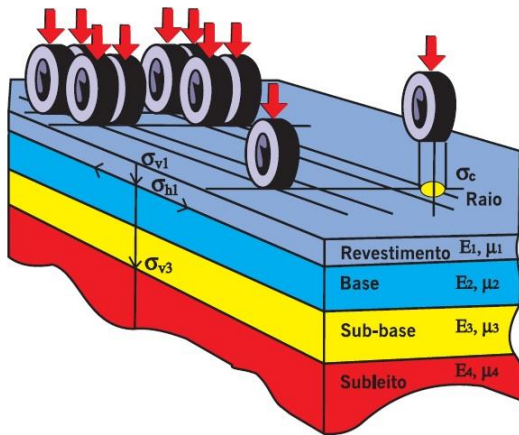
O método da resiliência foi proposto pelos engenheiros Salomão Pinto e Ernesto Preussler em 1982, e mesmo sendo empírico apresenta melhorias em relação ao método do DNER, com aspectos mecanicistas. O método baseia-se em análise mecanicista de deflexão máxima de uma estrutura (considerando, indiretamente, o fenômeno da fadiga do revestimento). Considera-se o valor estrutural da camada betuminosa, o comportamento elástico e não-linear de solos e de materiais granulares (comportamento

resiliente), reduzindo a camada granular em caso de solos lateríticos, em função da boa qualidade (BRITO; GRAEFF, 2009).

#### 2.5.4.3 Método de Análise Empírico-Mecanicista

Em análises empírico-mecanicistas, são consideradas como degradações preponderantes o trincamento por fadiga do revestimento e deformações permanentes das camadas inferiores. Para o controle de fadiga, o dimensionamento irá considerar a tensão (Figura 10) ou deformação de tração que surge na fibra inferior do revestimento. O controle de deformações, por sua vez, ocorre por controle de tensão ou deformação no topo do subleito (FONTES, 2009).

Figura 10 - Camadas e tensões solicitantes de um pavimento



Fonte: Albernaz (1997) *apud* Bernucci et al. (2006)

A principal vantagem na adoção de um método empírico-mecanicista consiste em otimizar o dimensionamento por considerar todas as camadas atuando para resistir às cargas geradas pelo tráfego. A partir dos anos 1980, com o advento de *softwares* de cálculo de tensões de sistemas multicamadas, melhoria de *hardware* de computadores, dentre outros avanços, cresceu o uso desta metodologia de dimensionamento (BRASIL, 2006b; FONTES, 2009).

Segundo o Instituto Nacional de Infra-Estruturas Rodoviárias (InIR):

A metodologia da análise estrutural consiste [...] em colocar determinados materiais, em determinadas espessuras, e verificar por um processo de tentativas (iterativo) qual a estrutura de pavimento que cumpre os critérios de dimensionamento, ou seja admita o número de passagens do eixo-padrão esperados no período de dimensionamento pretendido (horizonte de projecto) (PORTUGAL, 2016, p.15).

Um critério de dimensionamento, utilizado em análise empírico-mecanicista, é a Lei de Fadiga. Nela, a deformação provocada por um carregamento (no revestimento) é relacionada com o número de repetições possíveis (N) até a ruína do material. Por comparação entre “N” previsto e “N” máximo admissível da estrutura prevista, um bom dimensionamento resulta em relação entre 80 % a 100 % (SANTOS, 2009).

A Lei de fadiga para um revestimento asfáltico é obtida experimentalmente. Para sua aplicação no dimensionamento é necessário um fator laboratório-campo para correspondência das condições em serviço (BRASIL, 2006b).

## **2.5.5 Acostamento**

Acostamentos possuem solicitação de cargas distinta da pista de rolamento. Em geral, simplificando a solução a adotar, podem possuir a mesma estrutura nas camadas de base e sub-base (se o custo não for elevado) e revestimento sempre inferior. É recomendado adotar, para fins de projeto, tráfego de 1 % em relação ao projetado para o pavimento da pista (BRASIL, 2006b).

## **2.6 PROJETO DE DRENAGEM**

### **2.6.1 Dispositivos de drenagem**

A drenagem consiste na destinação adequada de águas de escoamento superficial ou subterrâneo, ou a transposição de vazões advindas de cursos d'água (talvegues) de modo a garantir condições operacionais seguras e a integridade do corpo estradal.

(BRASIL, 2006d; MORALES, 2003). Para tanto, diferentes dispositivos são necessários, sendo os principais deles (em termos de drenagem superficial e de talvegues) descritos no Quadro 7.

Quadro 7 - Alguns dispositivos de drenagem

<i>Dispositivo</i>	<i>Função</i>
Sarjeta	Destinar escoamentos no bordo da via.
Valeta	Proteger e captar escoamento em superfícies de corte e de aterro ou em canteiro central.
Caixa coletora	Servir como inspeção/conexão ou dar recobrimento aos bueiros de greide no comprimento crítico de sarjetas.
Bueiro de greide	Transposição de escoamentos na seção transversal ou a um ponto de deságue seguro.
Bueiro de transposição de talvegue	Na interseção entre corpo estradal e leito de um curso d'água (arroio, rio) de pequeno porte.
Dissipador de energia	Ao longo de descidas d'água ou como bacia de amortecimento, evitando a erosão do terreno.
Descida d'água	Destinar águas em janelas de corte, comprimentos críticos de valetas, extremos de bueiros de greide acima do pé-do-aterro
Corta-rio	Canal de desvio de talvegues quando estes "serpenteiam" o corpo estradal.

Fonte: Baseado em Brasil (2006d), Morales (2003).

## 2.6.2 Vazões de Projeto

### 2.6.2.1 Tempo de Concentração

O tempo de concentração é uma variável hidrológica que consiste no tempo para que uma partícula de água percorra a distância entre o divisor de águas e o ponto de exutória de uma bacia hidrográfica, com toda a bacia contribuindo para a vazão nesse ponto. O Manual de Drenagem de Rodovias estabelece um tempo de concentração fixo no cálculo de vazões em sarjetas, enquanto que nos demais dispositivos e, principalmente, na drenagem de talvegues, são válidos pressupostos e equações hidrológicas empíricas para sua determinação (BRASIL, 2006d; MORALES, 2003).



### 2.6.2.2 Coeficiente de Escoamento Superficial

Variando conforme o recobrimento do solo, o coeficiente de escoamento superficial indica a parcela de precipitação que é convertida em escoamento superficial, sendo uma grandeza adimensional (MORALES, 2003). O Quadro 8 indica faixas de valores típicos de coeficiente de escoamento superficial.

Quadro 8 - Coeficientes de Escoamento Superficial

Zonas	C
<b>Edificação muito densa:</b> partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas.	0,70 – 0,95
<b>Edificação não muito densa:</b> partes adjacentes ao centro, de menos densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas.	0,60 – 0,70
<b>Edificações com poucas superfícies livres:</b> partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas.	0,50 – 0,60
<b>Edificações com muitas superfícies livres:</b> partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas.	0,25 – 0,50
<b>Subúrbios com alguma edificação:</b> partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construção	0,10 – 0,25
<b>Matas, parques e campos de esporte:</b> partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados, campos de esporte sem pavimentação	0,05 – 0,20

Fonte: Wilken (1978) *apud* São Paulo (1999)

### 2.6.2.3 Tempo de Recorrência

O tempo de recorrência consiste no inverso do tempo necessário para um evento hidrológico ser superado. Após um estudo estatístico e ponderação entre aumento de custo e risco associado, chega-se a um período de retorno de obras diversas. Na engenharia rodoviária, pode-se contar com recomendações do DNIT e outros órgãos governamentais (MORALES, 2003).

#### 2.6.2.4 *Bacias Hidrográficas*

Bacias hidrográficas ou de contribuição são regiões delimitadas por pontos de cota máxima (divisores de águas) com deságue em um único ponto (exutória) (MORALES, 2003).

#### 2.6.2.5 *Método Racional*

Para a determinação da vazão de projeto dos dispositivos de drenagem que recebem incidência direta de precipitação, inseridos em pequenas bacias (até dez quilômetros quadrados), utiliza-se o método racional. Entre diferentes formulações, em função de ajustes de unidades, consiste no produto entre coeficiente de escoamento superficial, área drenada e intensidade de precipitação. Nos demais dispositivos, equações específicas da Hidráulica serão úteis, de acordo com a hierarquia funcional de descarga (BRASIL, 2006d; MORALES, 2003).

### 2.6.3 **Projetos-tipo**

Visando a uniformização e padronização dos dispositivos de drenagem, o DNIT desenvolveu um álbum de projetos-tipo. Sua utilização é de caráter informativo, havendo a possibilidade de adoção de outras soluções, desde que justificadas mediante aplicação de conhecimentos de Hidráulica e aprovação por parte da autarquia (BRASIL, 2011a).

## 2.7 CUSTOS DE UMA OBRA RODOVIÁRIA

### 2.7.1 **Elaboração de Orçamentos**

Segundo o Manual de Custos Rodoviários do DNIT (BRASIL, 2003), a elaboração de orçamento deve ser precedida de estudo preliminar, onde é indicado o plano de execução da obra. Este plano influi diretamente no custo de uma obra rodoviária, de modo que orçamento e planejamento devem estar interligados.

O planejamento de execução da obra, segundo o DNIT (BRASIL, 2003), divide-se em quatro etapas:

- Plano de ataque / plano de execução da obra;
- Cronograma de utilização de equipamentos;

- Dimensionamento e layout de canteiro de administração e instalações industriais;
- Cronograma físico e financeiro.

As quantidades de serviço definirão quais os equipamentos a utilizar, visando sua otimização (custos/ociosidade). Elas deverão estar indicadas em uma listagem segundo os grandes grupos de serviços, tais como drenagem, pavimentação ou terraplenagem. Esta lista permite que o Engenheiro de custos não precise consultar cada projeto em busca de informações (BRASIL, 2003).

Por meio de custos unitários diretos e benefícios e despesas indiretas (BDI), tem-se preços unitários de cada serviço. Através do somatório do produto entre preços unitários e quantidades de serviços é obtido o preço total da obra rodoviária (BRASIL, 2003).

### **2.7.2 Orçamento Expedito**

Em geral, a elaboração de orçamentos deverá utilizar composições unitárias. Entretanto, há situações em que seu emprego é substituído por metodologias simplificadas, principalmente pela insuficiência de detalhes de projeto. Em licitações pelo Regime Diferenciado de Contratações (RDC) ou em estudos de viabilidade, podem ser utilizados orçamentos expeditos ou paramétricos. (BRASIL, 2011b; NETO, 2014)

Orçamento expedito, segundo o Instituto Brasileiro de Auditoria de Engenharia (IBRAENG) consiste em uma modalidade de orçamento de obras rodoviárias onde o preço global é fornecido em função do custo por comprimento de construção. Envolve variáveis como o custo por unidade de construção, o comprimento total de construção, estimativa de custos das obras complementares e composição de BDI (IBRAENG, 2014).

### **2.7.3 Custo Médio Gerencial**

Segundo o DNIT (BRASIL, 2015a), o Custo Médio Gerencial:

Estabelece custos estimativos, para uso em nível de planejamento, de empreendimentos

em infraestrutura de transportes, para implantação, adequação, restauração, reconstrução, manutenção, sinalização, projetos, estudos de viabilidade, estudos ambientais, desapropriação, Obras de Arte Especiais – OAE, referentes às obras rodoviárias, bem como custos de empreendimentos do modal ferroviário. Os referidos custos são atualizados, bimestralmente, de acordo com a divulgação do último SICRO-2 disponível. Os insumos asfálticos são atualizados pelos valores fornecidos pela ANP. A planilha divulgada refere-se ao Estado de Minas Gerais.

A última atualização de dados de Custo Médio Gerencial pelo DNIT é referente ao mês de maio de 2015 (BRASIL, 2015a).

#### **2.7.4 Preço Global e BDI**

Segundo o TCU (BRASIL, 2013a), a execução de uma obra pública pode ser realizada na forma *direta* ou *indireta*, usando seus próprios recursos ou contratando empresa por meio de licitação, respectivamente. Em caso de contratação indireta, a Administração Pública irá remunerar a executora, além dos custos diretos da obra, por seus custos indiretos e lucro (BDI).

A taxa de BDI (ou índice de *mark up*), durante os trâmites de licitação, deve ter seu cálculo apresentado e justificado aos órgãos que realizem licitações (BRASIL, 2013a), dentro de limites legais. No caso de obras rodoviárias, deverá incluir os encargos sociais referentes à contribuição previdenciária da mão de obra (desoneração) (MATTOS, 2014a).

#### **2.7.5 Indexação**

Num horizonte de planejamento de alguns anos, considerando os efeitos da inflação, não é adequada a simples soma algébrica de quantias em dinheiro. Da mesma forma, preços de insumos ou serviços necessitam de atualização monetária, de modo que se possa avaliar preços e custos em um instante de tempo desejado (MATTOS, 2014b).

Para referenciar custos e preços são utilizados índices chamados *indexadores*. Alguns deles (MATTOS, 2014b):

- Índice Nacional de Custo da Construção (INCC);
- Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M);
- Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA);
- Dólar<sup>4</sup>.

---

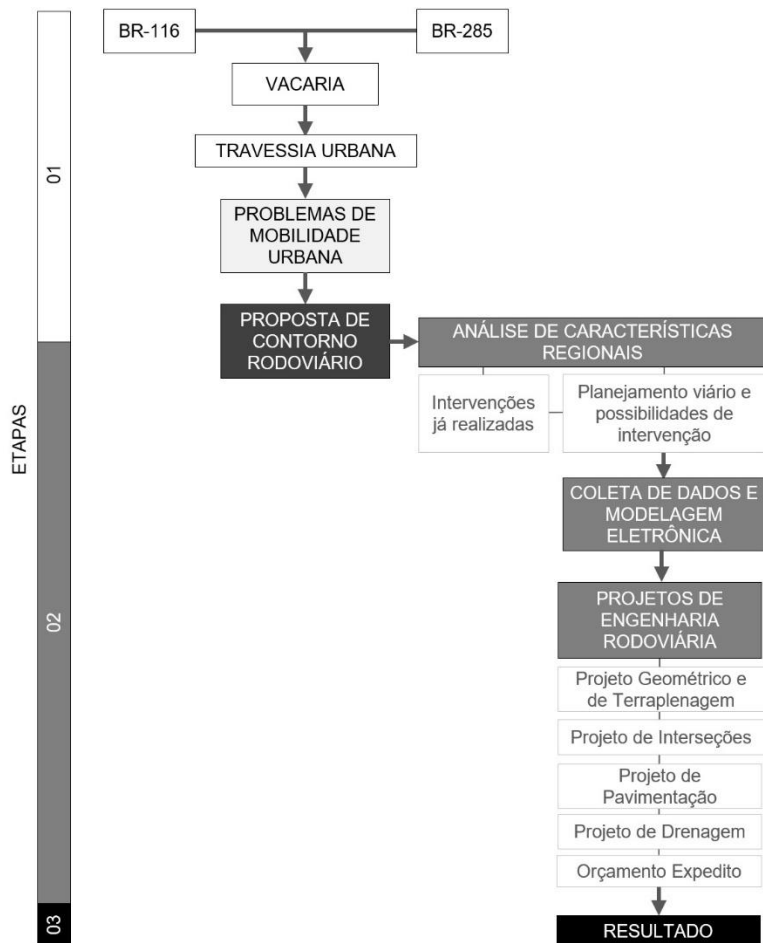
<sup>4</sup> Segundo Baldissera (2016), considerando a Legislação Brasileira, moedas estrangeiras não podem ser utilizadas como indexadores ou moeda de negociação em contratos, salvo em casos de importação/exportação. Seu uso restringe-se ao planejamento financeiro interno de empresas.



### 3 MÉTODO

Neste capítulo, é apresentada a caracterização do objeto de estudo deste trabalho, bem como o método adotado (Figura 11).

Figura 11 - Método



Fonte: Elaborada pelo Autor (2016)

As etapas que compõem o método (Figura 11) são:

- *Etapa 01 – Caracterização da situação-problema e região de estudo:* em função de travessias urbanas de rodovias federais, dentre outros fatores, há problemas de mobilidade urbana no município de Vacaria – RS. Dentre as possíveis soluções, estudadas por fundamentação teórica, tem-se a construção de contorno rodoviário;
- *Etapa 02 – Análise de planejamento viário e estudos preliminares de Engenharia Rodoviária:* inicialmente, o planejamento de uso e ocupação do solo e as propostas relativas à mobilidade urbana e às travessias passaram por análise. Posteriormente, foram coletados dados e desenvolvidos projetos de Engenharia Rodoviária (Geométrico, Terraplenagem, Interseções, Drenagem e Pavimentação) e orçamento expedito;
- *Etapa 03 – Resultados:* As análises e desenvolvimento de projetos (Etapa 02) levaram a uma proposta de contorno rodoviário.

Dada a diferença de entendimento entre órgãos (DNIT e TCU), e o não enquadramento dos projetos desenvolvidos como anteprojetos por parte do DNIT, este termo não será adotado ao longo deste estudo. Entretanto, deverá ficar implícito o detalhamento compatível com um estudo preliminar.

### 3.1 REGIÃO DE ESTUDO

O Município de Vacaria localiza-se na região Nordeste do estado do Rio Grande do Sul (Figura 12). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população no município era de 61.342 habitantes no ano de 2010 (IBGE, 2016a). Em trajetos rodoviários, encontra-se 230 km ao Norte de Porto Alegre – RS (VACARIA, 2016a).

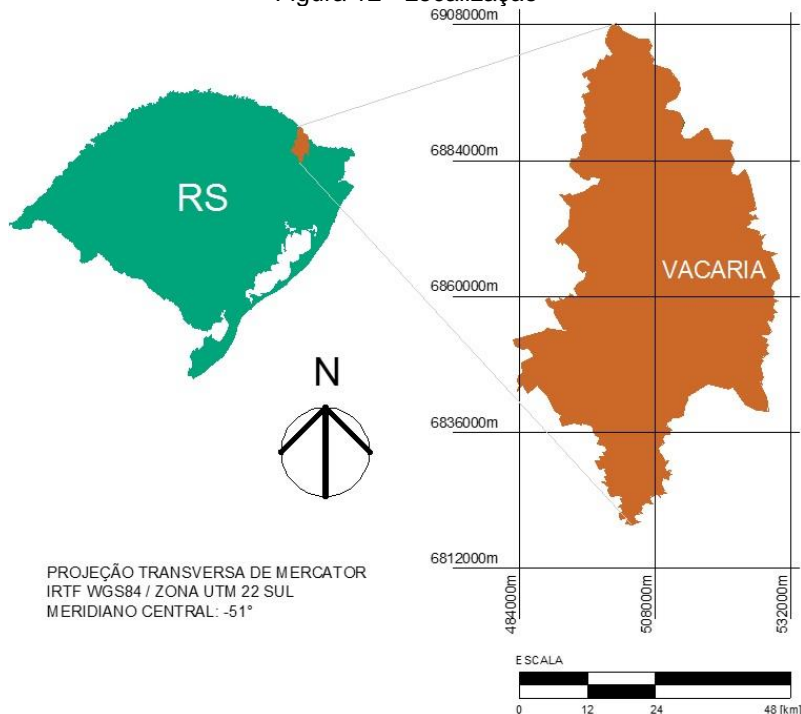
Vacaria se destaca ainda por eventos turísticos, dentre os quais está o Rodeio Crioulo Internacional, que é uma das maiores manifestações artísticas, culturais e campeiras da tradição gaúcha; o ecoturismo; a produção agropecuária, com destaque para a maçã; pequenas frutas; flores e queijos grana padano; dentre



outras atividades (VACARIA, 2016b). Tal destaque se deve à produção de 22 % do total brasileiro, conferindo o título de maior produtor nacional de maçã<sup>5</sup>, sendo a principal fonte econômica municipal. A segunda maior fonte é o transporte rodoviário de cargas, com a segunda maior frota de caminhões do Rio Grande do Sul (dois mil e trezentos veículos) (VACARIA, 2013a).

As Rodovias BR-116 e BR-285 permitem o escoamento da produção e conectam o município aos demais estados e ao interior do Rio Grande do Sul. Também servem de via de passagem a turistas argentinos rumo ao litoral catarinense. O aeroporto “Vacaria Novo” (BRASIL, 2016b), próximo à rodovia BR-285, deve ser utilizado, futuramente, para o transporte aéreo de cargas.

Figura 12 - Localização



Fonte: Elaborada pelo Autor, com base em Municípios IBGE (2010)

<sup>5</sup> Segundo Cavalli (2014), São Joaquim - SC possui a maior área plantada do país, porém o maior volume de produção de maçãs ocorre em Vacaria - RS.

O termo 'Vacaria' é advindo do castelhano<sup>6</sup> 'Baquería', que consistia em grandes extensões de terras, distantes dos núcleos urbanos, onde os missionários jesuítas deixavam seu gado para ser criado solto. As primeiras levas de gado *vacum* datam do ano de 1697 (IBGE, 2016b; VACARIA, 2016c). Dois destes criadouros existiram ao longo da história gaúcha: Vacaria do Mar (nas proximidades de Porto Alegre) e Vacaria dos Pinhais, que corresponde ao atual município vacariano e sua região.

Posterior à fraca influência espanhola, a consolidação de Vacaria como ponto de passagem ou mesmo pouso se deu por meio do tropeirismo, atividade realizada por lusitanos, que consistia ou no uso de gado para transporte de mercadorias, ou ainda a venda de gado em solo paulista. O Instituto Gaúcho de Tradição e Folclore (IGTF) destaca que diversos municípios surgiram em função da atividade tropeira, que levou à expansão do território português para além das fronteiras demarcadas pelo Tratado de Tordesilhas (IGTF, 2016). A estrada das tropas, com abertura em 1727, auxiliou no desenvolvimento da atividade, ligando os Campos de Cima da Serra, Lages, Curitiba e São Paulo (IBGE, 2016b). No interior do estado, também foram abertos caminhos das tropas, representados na Figura 13, ampliando ainda mais a conexão ao território português até a região fronteira dos Sete Povos das Missões.

Os caminhos abertos para a atividade tropeira foram, posteriormente, substituídos pelas estradas e rodovias. Mantiveram-se como caminhos de integração entre diferentes pontos do território nacional, mas evoluíram à medida que os modos de transporte e as atividades econômicas se modificaram (VACARIA, 2013b).

O desenvolvimento de rodovias no Brasil caminhou a passos lentos. A primeira estrada de rodagem foi a União Indústria, em Minas Gerais (1861, ainda Brasil Império). Os maiores avanços vieram com a criação do DNER em 1937 e da Lei Joppert (BRASIL, 2016c).

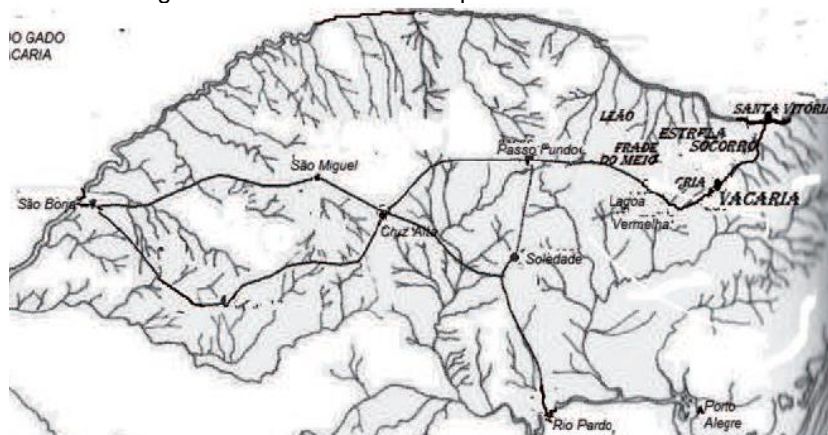
Antunes (1950) *apud* Oliveira (2015) relata a inauguração da Estrada Federal Getúlio Vargas (posteriormente denominada

---

<sup>6</sup> Termo reproduzido segundo sua fonte. De acordo com Silva (2014), ambos os termos, espanhol e castelhano, referem-se à mesma língua. A diferença consiste em questão ideológica, devido ao período colonial, principalmente em países sul-americanos como a Argentina.

BR-2 e BR-116, respectivamente). Possuía alcance nacional e ligava os estados do Rio Grande do Sul ao Rio de Janeiro. Entre o km “0” e o km “152” (no RS), a implantação ocorreu entre os anos de 1938 a 1947. Atuou em sua construção o 3º Batalhão Rodoviário, transferido para Vacaria em 1934. A missão inicial foi o trecho entre o 1º Distrito e o Passo do Socorro.

Figura 13 - Caminho das Tropas no interior do RS



Fonte: Livro Lembranças de Vacaria (VACARIA, 2013b)

A BR-285 entre Vacaria e São Borja, possui extensão de 587 km (OLIVEIRA, 2013). Seu traçado segue, aproximadamente, àquele exposto na Figura 13, ao Norte, passando por Passo Fundo, Cruz Alta e São Miguel das Missões (VACARIA, 2013b). O trecho de Vacaria a Carazinho (antigos km “0” a km “217”) foi implantado de 1938 a 1943.

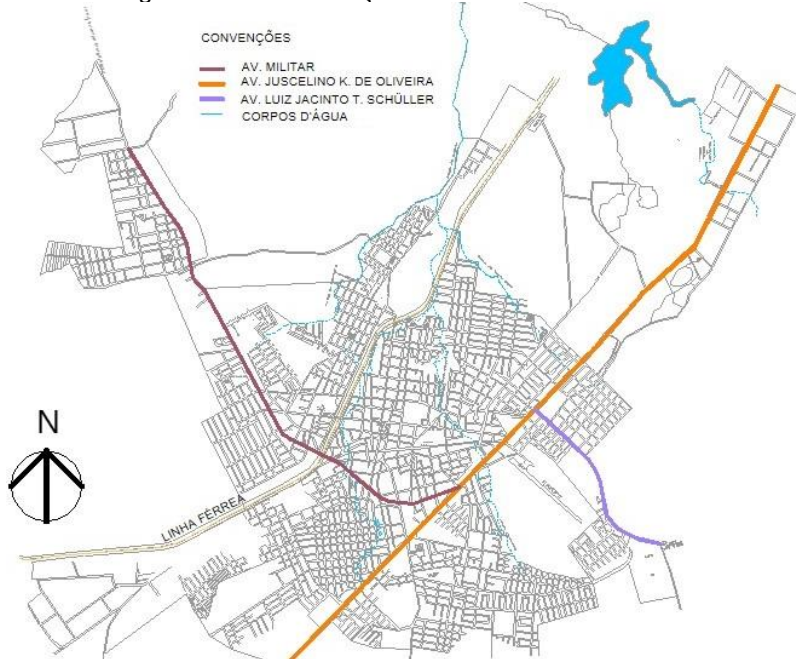
Já na década de 1960, o Batalhão atuou na construção da ferrovia do Tronco Principal Sul. No pico de demanda de mão de obra, havia, entre militares e civis envolvidos, dez mil pessoas (OLIVEIRA, 2013). A saída do batalhão rodoviário, aliada à nova opção de conexão às regiões ao norte do território gaúcho através da BR-101 e o declínio da economia madeireira (araucária) fizeram com que se instaurasse uma crise econômica, revertida futuramente com desenvolvimento de indústrias e da economia da fruticultura (ROSSI; MORETTO, 2012).

## 3.2 TRAVESSIAS URBANAS EM VACARIA

### 3.2.1 Características

No interior do perímetro urbano, as rodovias federais recebem denominações especiais, conforme indicado na Figura 14.

Figura 14 - Denominações das Travessias Urbanas



Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Mapa Cadastral e Plano Diretor Municipal (2016)

A rodovia BR-285, em seu trecho à oeste da Rodovia BR-116, recebe a nomenclatura 'Avenida Militar'. Conforme ilustrado pela Figura 15, possui uma pista com duas faixas de tráfego, em mão dupla. Não dispõe de vias laterais, com ocupação consolidada em seus entornos.

No trecho leste da BR-285 é dada a nomenclatura de Avenida Luiz Jacinto Teixeira Schüller. Constitui-se em pista simples, mão dupla, em nível superior às vias laterais e com maior controle de acessos (Figura 16). Os volumes de tráfego são menores do que nos demais trechos de travessia.

Figura 15 - Vista – Avenida Militar



Fonte: Autor (2016)

Figura 16 - Vista – Avenida Luiz Jacinto Teixeira Schüller



Fonte: Autor (2016)

A BR-116, por sua vez, recebe o nome de Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira. Possui pista simples, duas faixas em mão dupla, além de duas pistas laterais em ambos os lados, em mesmo nível (Figura 17).

Figura 17 - Vista – Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira



Fonte: Autor (2016)

Dentre as travessias urbanas, o trecho que se apresenta com situação mais crítica é a Avenida Militar. Sua configuração torna obrigatória a utilização da pista pelo tráfego de passagem e local. Experiências do autor e de outros moradores locais demonstram uma significativa piora do nível de serviço da via, com situações de formação de extensos pelotões nos horários de pico, demonstradas pela Figura 18 e Figura 19. Esta situação estende-se às vias locais interceptantes.

Figura 18 - Formação de pelotões no período das 13h00 às 14h00



Fonte: Autor (2016).

Figura 19 - Formação de pelotões no período das 18h00 às 19h00



Fonte: Autor (2016).



Alguns fatores podem explicar essa piora, incluindo a configuração da cidade que, cortada por uma linha férrea (Figura 20), canaliza movimentos em alguns pontos. Também se pode citar a preferência do tráfego local pelo uso da travessia, o aumento expressivo da frota urbana (22 % em cinco anos, segundo Marchioro (2012)) e a adoção de soluções que priorizem a acessibilidade, como lombadas físicas.

Figura 20 - Linha Férrea Federal



Fonte: Autor (2016).

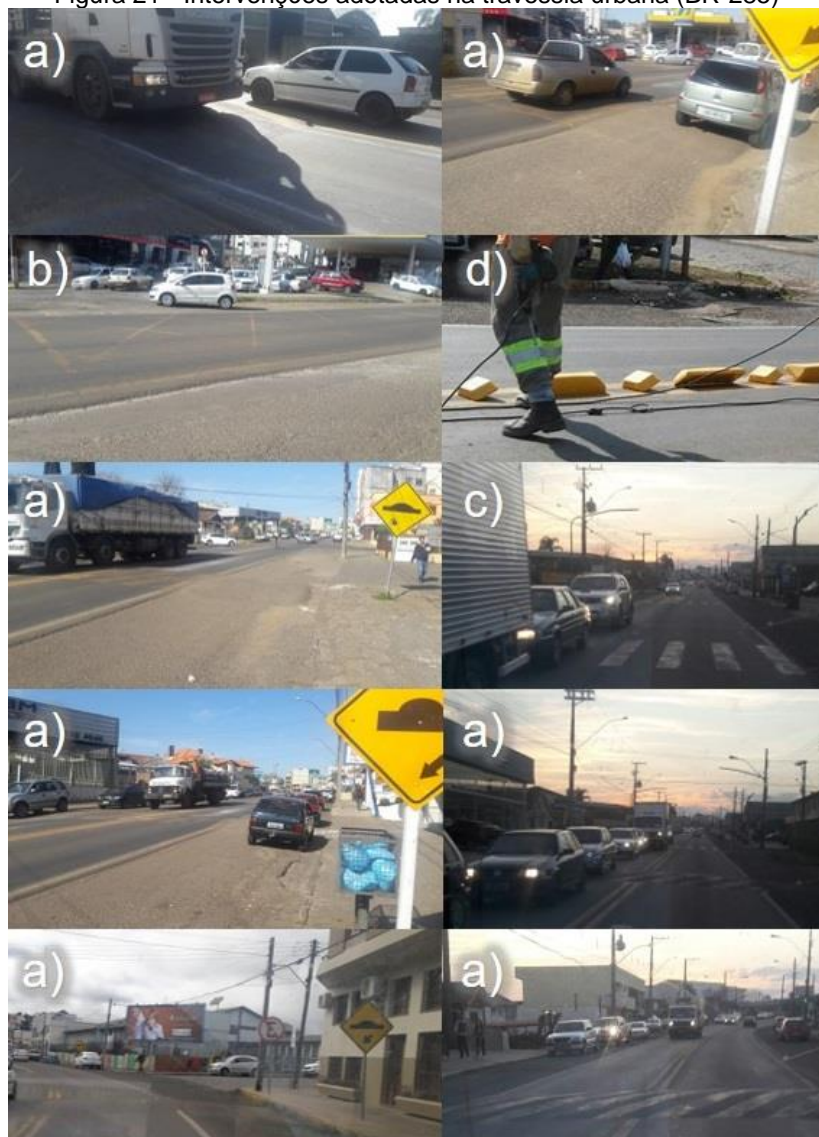
### 3.2.2 Soluções previamente propostas e/ou realizadas

#### 3.2.2.1 Avenida Militar (BR-285)

Na Avenida Militar, as intervenções já realizadas, em geral, priorizam a acessibilidade (Figura 21), incluindo:

- Sinalização horizontal de redução de velocidade nas proximidades de escolas;
- Faixas para travessia de pedestres;
- Indicação de áreas de conflito em cruzamentos;
- Lombadas físicas;
- Semáforo com amarelo piscante (adoção temporária, atualmente desativado);
- Sinalização vertical de alerta indicando travessia de pedestres;
- Proibição de conversão à direita por caminhões que queiram acessar a BR-116 por meio de via local;
- Tachões bidirecionais impedindo ultrapassagens e/ou conversões à esquerda para vias locais (implantação em agosto de 2016), em algumas interseções.

Figura 21 - Intervenções adotadas na travessia urbana (BR-285)



CONVENÇÕES:

a) Lombada;

b) Área de conflito;

c) Faixa de pedestre;

d) Tachões bidirecionais.

Fonte: Autor (2016).



### 3.2.2.2 *Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira (BR-116)*

Na Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira também houve a adoção de soluções que priorizam a acessibilidade, tais como:

- Adoção de sinalização de redução de velocidade para 60 km/h;
- Medidores eletrônicos de velocidade;
- Transformação de rótula vazada em rótula cheia, obrigando a deflexão de veículos pesados e, por conseguinte, redução de velocidade;
- Indicação de travessias de pedestres em nível.

Algumas das proposições de melhoria feitas ao então DNER encontram-se listadas no trabalho de Freire (2003). A construção de novas rótulas em interseções mínimas interligando bairros separados pela BR-116 não veio a ser aplicada.

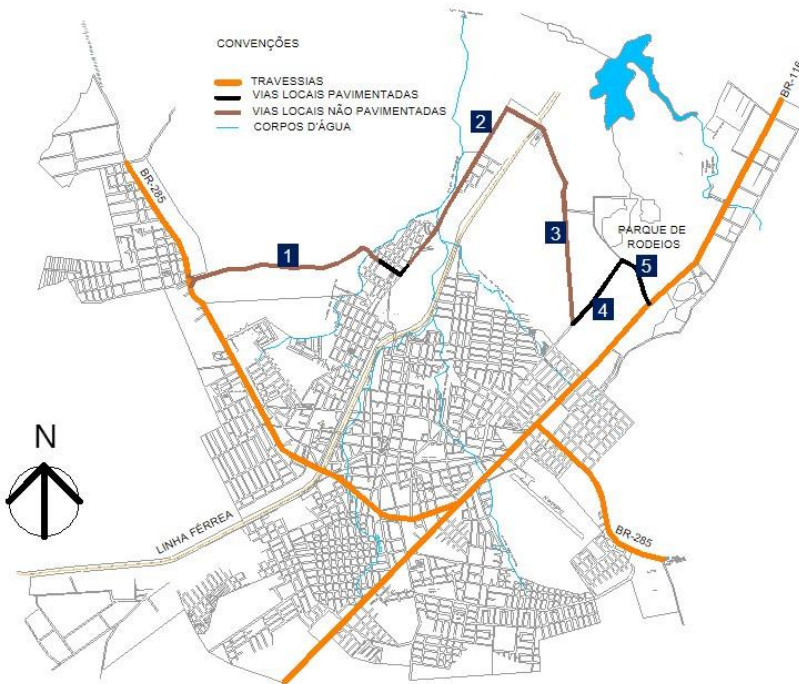
### 3.2.2.3 *Avenida Perimetral Norte Domingos Zamboni*

A Avenida Perimetral Norte Domingos Zamboni, em conjunto com outras vias locais, apresenta a possibilidade de ligação entre a BR-116 e BR-285 (Figura 22). Esta via, sob administração municipal, apresenta pouca atratividade, não possuindo infraestrutura adequada ao tráfego pesado, desprovida de pavimentação.

O trecho alternativo, de acordo com o zoneamento do Plano Diretor Municipal de Ocupação Urbana (VACARIA, 2016c), coincide com os limites de perímetro urbano. Boa parte do trajeto encontra-se inserido em Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS).

O fim da ligação alternativa, pavimentado, é composto por vias que dão acesso ao Parque de Exposições Nicanor Kramer da Luz. Este parque sedia eventos como o Rodeio Crioulo Internacional e a Expovac, figurando como um polo de atratividade de tráfego.

Figura 22 - Ligação alternativa entre BR-116 e BR-285



## VIAS LOCAIS:

- 1) Avenida Perimetral Norte Domingos Zamboni;
- 2) Rua São Miguel;
- 3) Avenida Luiz Baggio;
- 4) Avenida Antônio Ribeiro Branco;
- 5) Avenida Lalau Ferreira.

Fonte: Elaborada pelo Autor, com base no Mapa Cadastral e Plano Diretor Municipal (2016)

### 3.2.2.4 Plano de Mobilidade Urbana

O Plano Diretor de Mobilidade Urbana foi desenvolvido pela municipalidade em atendimento à Lei Nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012, que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. A obrigatoriedade de elaboração ocorreu para municípios com população superior a vinte mil habitantes (BRASIL, 2012a). Busca nortear investimentos futuros, sem afetar

obras em andamento prévias à implantação da Lei, porém enfrentando dificuldades como o corpo técnico disponível nas prefeituras, segundo a Associação Brasileira de Municípios (ABM) (2015).

Através do estudo de pontos críticos do sistema viário e condições urbanísticas locais, Marchioro (2012) propôs, no Plano de Mobilidade Urbana de Vacaria, algumas intervenções listadas a seguir:

- Melhoria das calçadas, possibilitando passeios acessíveis, buscando estimular o transporte pedonal;
- Criação de rotas para o uso de bicicletas como modo de transporte (ciclofaixas com separação por meio de pintura e tachões refletivos);
- Criação de binários e mudança nas regras de estacionamento em vias locais, visando reduzir demanda na travessia;
- Proibição do tráfego pesado, em horários pré-determinados, na região central da cidade;
- Melhoria das conexões viárias (interseções) existentes;
- Criação de um anel perimetral (Figura 23), utilizando-se da Avenida Perimetral Norte Domingos Zamboni, que permitiria unir as rodovias federais com pequena passagem pelo perímetro urbano, além de permitir interconexão entre bairros sem passagem pelas travessias.

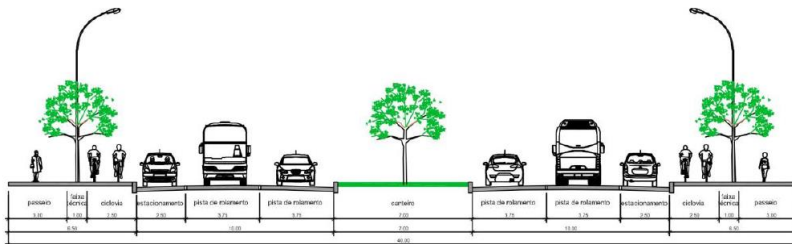
A proposta do Anel Perimetral inclui uma via de seção de 40,00 m de largura, contendo duas pistas com duas faixas, separadas por um canteiro central com 7,00 m, faixas de estacionamento em ambas as pistas, duas ciclovias com 2,50 m cada, duas faixas técnicas com 1,00 m cada uma e passeios com 3,00 m de largura. Tal configuração espacial, representada pela Figura 24, demonstra-se relativamente abastada em comparação às demais vias existentes no município.

Figura 23 - Traçado proposto para o Anel Perimetral



Fonte: Marchioro (2012).

Figura 24 - Seção proposta para o Anel Perimetral



Fonte: Marchioro (2012).

### 3.2.2.5 Contorno Rodoviário de Vacaria

As soluções então observadas, em sua maioria, priorizam a acessibilidade. Ainda observando as soluções indicadas no Quadro 1, desta vez buscando melhorias quanto a função mobilidade, haveria maior dificuldade em implantação de algumas alternativas. Interseções em desnível poderiam dificultar alguns movimentos no interior do município, dado que a separação pela linha férrea acaba criando obrigatoriedade de passagem pela travessia urbana, aliada à falta de continuidade das vias locais; além do próprio número de interseções existentes.

A ocupação do entorno da Avenida Militar (BR-285), com edifícios comerciais e residenciais, encontra-se bastante consolidada, de modo que uma interseção de maior porte, duplicação da via ou construção de vias laterais levaria a um extenso processo de desapropriação, com prejuízo à população local. Outro efeito a se considerar, dado o tradicional uso da travessia, seria o estímulo ao uso do automóvel pelo tráfego local, cujo aumento já apresentou índices expressivos na última década.

Uma proposta que visa melhoria quanto à mobilidade é a construção de um contorno rodoviário unindo as rodovias BR-116 e BR-285 no sentido Norte e Sul. Tal proposta recebeu o apoio das empresas produtoras de maçã e do poder público municipal (LISBOA, 2011).

Sua execução, a ser realizada em duas etapas, ocorreria ligando as proximidades da empresa Agroindustrial Lazzeri à BR-116 nas proximidades do Distrito Industrial (sentido Norte) e no 'km 44' (sentido Sul), demandando um investimento de R\$ 45.000.000,00 (quarenta e cinco milhões de reais). O projeto apresentado à Prefeitura Municipal foi encaminhado para análise por parte do DNIT no ano de 2010 (VACARIA, 2009, 2010).

Em agosto de 2016, por sua vez, o DNIT informou que a implantação do contorno rodoviário e outras obras visando ampliar a capacidade e segurança das rodovias BR-116 e BR-470 estão passando por Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA), havendo previsão de conclusão desta etapa em dezembro deste ano (BRASIL, 2016d).

A diretriz do contorno rodoviário (em seu sentido Norte) e de uma possível ligação ferroviária anexa encontram-se dispostos em mapa anexo ao Plano Diretor Municipal de Ocupação Urbana, com previsão dentro do zoneamento vigente (VACARIA, 2016c).

Dada a não execução do contorno rodoviário até o presente momento e a indisponibilidade de maiores informações, há a possibilidade de buscar sua realização futura por meio de sua otimização, levando em conta o traçado previamente conhecido, considerando a ligação Norte-Oeste deste contorno. Este trecho apresentaria efeitos positivos na melhoria da mobilidade urbana da Avenida Militar.

### 3.3 COLETA DE DADOS

Dada a natureza deste trabalho, não foram adotados todos os procedimentos constantes nas Instruções de Serviço do DNIT, que fornecem a orientação e as etapas técnicas para cada estudo preliminar necessário a um projeto de Engenharia (BRASIL, 2006a). Entretanto, por meio de consulta às instruções de serviço e fundamentação teórica, houve a busca por dados necessários ao desenvolvimento dos projetos, em equivalência aos estudos geológicos, topográficos, de tráfego, hidrológicos e demais existentes. Tais dados foram obtidos mediante a delimitação de uma área de estudo para provável implantação do contorno rodoviário.

#### 3.3.1 Pluviometria

Após verificação da tipologia e quantidade de dados necessários junto a estudos como o de Moreira (2013), Fachine Sobrinho (2011) e Santos (2005), para a aplicação do Método de Taborga Torrico – similarmente ao utilizado em projetos da Rodovia BR 232 (BRASIL, 2016e) – foram obtidos dados pluviométricos diários da estação convencional do município de Bom Jesus – RS, pertencente à mesma isozona de Vacaria. Estes dados são disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) através do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP).

#### 3.3.2 Legislação

Nesta etapa, houve consulta aos seguintes dispositivos legais, dispostos no Quadro 9:

Quadro 9 - Embasamento Legal

<i>Informações</i>	<i>Lei, Norma, Plano ou Regulamento</i>
<b>Planejamento Urbano e Rodoviário</b>	Plano Diretor Municipal de Ocupação Urbana de Vacaria-RS; Relatório Técnico do Plano de Mobilidade Urbana de Vacaria-RS; Política Nacional de Mobilidade Urbana;
<b>Preservação Ambiental</b>	Código Florestal Brasileiro;
<b>Bacia de Captação</b>	Lei de Proteção da Bacia de Captação do Arroio da Chácara;
<b>Normas Rodoviárias</b>	Criação de acesso, anel ou contorno rodoviário; Integração com o meio ambiente (sob os aspectos ambiental e sociocultural); Fotointerpretação aplicada à Engenharia Rodoviária.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

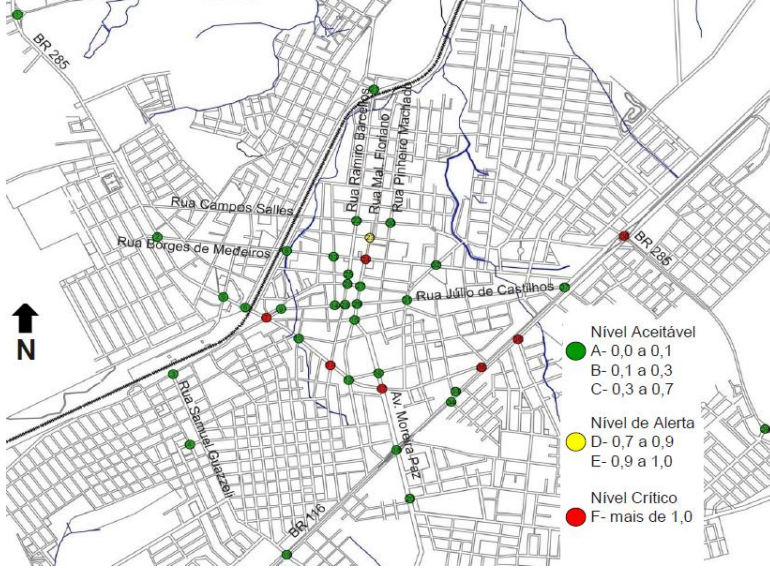
### 3.3.3 Tráfego

As rodovias federais BR-116 e BR-285, entre outras rodovias federais do estado, passaram para a administração estadual, através do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER), vindo a ser concedidas (RIO GRANDE DO SUL, 2016). Dados de composição de tráfego e volumes diários foram obtidos através do website da concessionária de rodovias (RODOSUL, 2013, 2016), em conjunto com informações do Plano de Mobilidade Urbana (MARCHIORO, 2012).

Este plano também veio confirmar a condição da queda de nível de serviço. Para sua elaboração, houve contagens de tráfego e determinação do nível de serviço, com projeções futuras para 5, 10 e 15 anos, em 39 interseções, várias delas ao longo das travessias urbanas. O panorama de 2012 e projetado para 2027 estão representados pela Figura 25 e Figura 26, respectivamente.

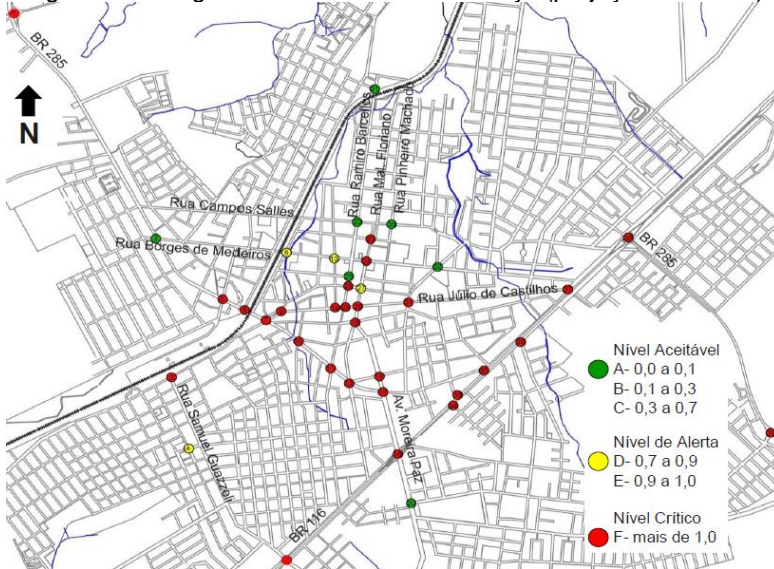


Figura 25 - Diagnóstico dos Níveis de Serviço (panorama em 2012)



Fonte: Adaptado de Marchioro (2012).

Figura 26 - Diagnóstico dos Níveis de Serviço (projeção em 2027)



Fonte: Adaptado de Marchioro (2012).



### 3.3.4 Uso e ocupação do solo

Para o reconhecimento de elementos relevantes na área de estudo, foram utilizadas imagens do satélite Landsat 8 (*Land Remote Sensing Satellite*) e do *software* Google Earth Pro, além de consulta ao Mapa Municipal Estatístico do IBGE (2011).

### 3.3.5 Topografia

Obtida através de imagem raster de Modelo Digital de Elevação (MDE), que consiste em produto de sensoriamento remoto com captação de cota máxima (elevação), dispendo de resolução espacial de 90 m e acurácia vertical de 16 m. O MDE foi fornecido por site da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), com dados advindos da missão SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission* (MIRANDA, 2005).

### 3.3.6 Solo

Quanto às condições de solo, verificou-se junto ao mapa pedológico do estado a predominância de Latossolo Bruno Câmbico Álico (LBCa) (IBGE, 2002), que, segundo a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler (FEPAM, 2001), possui boa resistência a impactos ambientais genéricos. Dalmolin et al. (2004) apresentam as classificações pedológicas do LBCa segundo os sistemas *World Reference Base* (WRB) e *Soil Taxonomy*, além da classificação junto ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). Avaliadas as informações de Embrapa (2006), *United States Department of Agriculture* (USDA, 1999) e *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 2006), não foram encontradas informações que permitam correlacionar as classificações pedológicas aos sistemas SUCS ou TRB, a fim de utilizar as informações constantes no Quadro 5 e Quadro 6.

Mesmo entre as classificações geotécnicas, o Departamento de Transportes de Minesota (EUA) alerta não haver correlação direta (MINESOTA, 2016). Assim, procedeu-se a busca por estudos ou que contivessem classificações de solos pedológicas e geotécnicas, concomitantemente; ou ainda atributos geotécnicos em solos classificados pedologicamente.

### 3.4 MODELAGEM ELETRÔNICA

Após a etapa de coleta de dados, alguns destes foram inseridos em plataformas computacionais destinadas à Cartografia e ao Projeto Geométrico, a saber: Autodesk AutoCAD® Map 2016 e AutoCAD® Civil 3D 2015, ESRI® ArcMap 10.1 e ArcCatalog 10.1, Quantum GIS 2.14.0 e Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas - Spring 5.2.7.

Para o dimensionamento do pavimento, utilizou-se o *software Weslea For Windows (WFW)*, versão 3.0, criado por David H. Timm, do Departamento de Engenharia Civil da *Auburn University*.

### 3.5 PROJETO GEOMÉTRICO

#### 3.5.1 Análise de Condicionantes

Verificando-se a boa capacidade de suporte do solo e, considerando não haver ocorrências diferenciadas, considerou-se toda a região de estudo geotecnicamente apta a comportar o corpo estradal.

Apesar de não ser objeto deste trabalho o desenvolvimento de um projeto de desapropriações segundo a metodologia proposta pelo DNIT (BRASIL, 2011c), foram verificadas instalações industriais e agrícolas, assim como residências nas proximidades, visando evitar interferências e facilitar este processo, buscando sua celeridade.

O DNIT (BRASIL, 2009a) indica a necessidade de um contorno rodoviário figurar como rodovia rural. Assim, por meio de consulta ao Plano Diretor de Ocupação Urbana do município e as potencialidades de expansão territorial, observou-se área adequada ao desenvolvimento de traçado. Verificou-se também, junto ao Plano de Mobilidade Urbana, possíveis soluções à travessia urbana que já estivessem previstas.

Por fim, analisou-se interferências em cursos d'água, áreas de preservação ambiental, restrições de uso e ocupação no entorno da bacia de captação e a possibilidade de passagem ou não sobre a linha férrea por meio de uma ponte, solução esta que foi adotada em virtude da maior atratividade da via ao usuário em função de um trajeto menor, além de menor custo.

### **3.5.2 Traçado e greide**

Verificando-se o mapa de zoneamento anexo ao Plano Diretor de Ocupação Urbana (Anexo A), encontra-se a possível diretriz do contorno rodoviário, devendo haver a busca por traçado otimizado em relação a esta proposta. Além do contorno rodoviário, também há uma possível diretriz de um anel ferroviário (paralela ao contorno) que poderia vir a restringir uma nova proposta de traçado para a rodovia.

Porém, apesar de haver a possibilidade de novos trechos ferroviários na serra gaúcha, não há previsão de construção de um anel ferroviário em Vacaria, também não estando contemplado no Programa Nacional de Segurança Ferroviária em Áreas Urbanas (PROSEFER) (BRASIL, 2015b, 2016g).

Após esta verificação, procedeu-se o traçado da rodovia, analisando os condicionantes apresentados no item 3.5.1 e as condições geométricas, determinadas em função da classe. Segundo a Norma Rodoviária DNIT 003/2009-PRO (BRASIL, 2009a), a classe máxima da via de contorno rodoviário não deve ser superior às vias por ela ligadas. Dadas as vantagens existentes em adotar a maior classe possível, com base nos dados de classe das Rodovias BR-116 e BR-285 existentes no Projeto de Exploração da Rodovia (RIO GRANDE DO SUL, 1998), adotou-se a Classe I-B com velocidade diretriz de 80 km/h, mantendo a homogeneidade de características.

Para o greide, fez-se o traçado de tangentes verticais buscando equilíbrio entre cortes e aterros, atender aos parâmetros geométricos da classe adotada, assim como para acomodar bueiros de transposição de talvegues e uma ponte sobre ferrovia. Os gabaritos exigiram consultas quanto à bitola (métrica, segundo Rumo ALL (2016)) e às instruções de serviços ferroviários para garantir o vão livre de 6,70 m, 2,80 m para cada lado do eixo da ferrovia, além de extensões de viaduto de 20, 25 ou 30 m (BRASIL, 2015c, 2016f).

## **3.6 PROJETO DE INTERSEÇÕES**

### **3.6.1 Projeção de tráfego**

Com uso dos dados de Rodosul (2016), divisões de tráfego por faixa obtidas por análise dos dados do Relatório Técnico do

Plano de Mobilidade Urbana, foram estimados Volumes Médios Diários Anuais (VMDA) para os dois sentidos de tráfego do contorno rodoviário de projeto.

### **3.6.2 Interseções pelo Método Sueco**

Com os valores de volume médio diário anual (VMDA), foram calculados os números estimados anuais de acidentes e feridos e, por aplicação de ábaco do método sueco, descrito pelo Manual de Projeto de Interseções do DNIT (BRASIL, 2005), obteve-se indicação de possíveis tipos de interseções. Para as duas principais interseções, na junção com a Rodovia BR-116 e BR-285, soluções distintas foram apontadas pelo método. As demais, dada a configuração de via local com baixo tráfego, foram tomadas como sendo do tipo *mínimo*.

### **3.6.3 Escolha do tipo de Interseção**

É recomendável a uniformidade de soluções em termos de interseção, a fim de garantir segurança ao motorista no uso da via, (BRASIL, 2005). Dessa forma, após obter a indicação de interseções, uniformizou-se a solução das interseções de maior relevância segundo aquela que oferece maior conforto, segurança e capacidade.

### **3.6.4 Demanda projetada e capacidade**

Em etapa anterior, estimou-se o volume médio diário anual (VMDA) que viria a demandar as interseções projetadas. Não foram realizadas simulações que definam níveis de serviço e capacidade. O DNIT (BRASIL, 2005) indica a escassez de estudos nacionais que relacionem tipos e geometria de interseções, volumes de demanda e capacidade, dentre outras variáveis envolvidas.

Por meio de dados de capacidade apresentados pelo Manual de Projeto de Interseções do DNIT verificou-se a solução adotada atender ao volume de demanda. O atendimento à demanda está atrelado à configuração geométrica adotada, utilizando-se rotatórias alemãs como referência. Estas rótulas apresentam menor capacidade do que em outros países europeus: destarte, seria mais segura a aplicação no Brasil (BRASIL, 2005).

### 3.6.5 Condições de implantação e visibilidade

Não houve verificações geométricas quanto à visibilidade dos locais de implantação das interseções principais (entre contorno e rodovias federais). Entretanto, tais locais encontram-se desimpedidos de obstáculos que venham causar problemas operacionais futuros, conforme Figura 27:

Figura 27 - Locais das futuras interseções: BR-116 (S) e BR-285 (I)



Fonte: Elaborada pelo Autor (2016).

## 3.7 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

### 3.7.1 Determinação de N

O volume médio diário anual (VMDA) obtido para a determinação de interseções foi subdividido segundo a tipologia de veículos estabelecida por Rodosul (2013), por sentido de tráfego. Após, em consulta ao Manual de Estudos de Tráfego do DNIT, foram verificados veículos-tipo equivalentes. Por fim, determinouse o número N segundo o método do DNER, constante no capítulo 09 deste mesmo manual (BRASIL, 2005), foram considerados 5 anos para planejamento, projeto de Engenharia e Construção, mais 10 anos de operação, contados a partir de janeiro de 2016.

### 3.7.2 Determinação do índice de suporte do subleito

Após extensiva busca por dados geotécnicos correspondentes ao Latossolo Bruno Câmbico Álico (LBCa), estes não foram encontrados. Inicialmente, face a escassez de estudos geotécnicos de solos regionais, avaliou-se adotar determinação indireta do Índice de Suporte Califórnia (CBR) por meio do Número de Classificação de Pavimentos (PCN) correspondente ao aeroporto de cargas “Vacaria Novo”, recentemente implantado e próximo à região de estudo.

O PCN<sup>7</sup>, por sua vez, foi obtido mediante consulta ao website da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) (BRASIL, 2016b), sendo a relação entre o CBR e PCN constante no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) (BRASIL, 2012b). Entretanto, a utilização deste valor indireto levaria à desconsideração do tipo de solo no dimensionamento do pavimento, assim como a variabilidade de propriedades em serviço.

Higashi (2002) desenvolveu, em sua Dissertação de Mestrado, um banco de dados geotécnicos de solos do Norte do Rio Grande do Sul. Valores de CBR extraídos de amostras de LBCa, utilizados para a elaboração desta dissertação (não explícitos na mesma) foram gentilmente fornecidos por seu autor.

Possuindo valores amostrais de CBR, utilizou-se a metodologia de tratamento estatístico de dados do Manual de Pavimentação do DNIT (BRASIL, 2006b). Devido à similaridade de características pedológicas (IBGE, 2002) e extensão inferior a 20 km, considerou-se um único segmento homogêneo. Dessa forma, foi obtido o CBR de projeto de 9,26 %.

### 3.7.3 Dimensionamento – Método DNER

Utilizando o valor de N e o CBR obtido de forma indireta, seguiu-se a metodologia de dimensionamento prevista pelo Manual de Pavimentação (BRASIL, 2006b) – Método DNER. Com a aplicação do método, obteve-se uma estrutura com 12,5 cm de

---

<sup>7</sup> O PCN, dentro do sistema ACN/PCN indica, dentre outras informações, a capacidade de suporte de Subleitos de pistas de aeródromos, segundo categorias de resistência. A categoria “A”, por exemplo, indica alta resistência, com CBR representativo de 15 % e CBR acima de 13 % (BRASIL, 2012b).

Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), 15 cm de base estabilizada granulometricamente e 25 cm de sub-base granular, já considerando espessuras mínimas construtivas.

### 3.7.4 Dimensionamento – Análise Empírico-Mecanicista

Para uma análise empírico-mecanicista, diferentemente dos métodos empíricos, como dado de entrada é fornecida uma estrutura a ser avaliada e, caso necessária, corrigida e reavaliada. Como estrutura de entrada, considerou-se aquela obtida pelo método do DNER (BRASIL, 2006b).

Como parâmetros dos estratos do pavimento, considerou-se o disposto no Quadro 10. Para revestimento, adotou-se mistura com granulometria densa, faixa C do DNIT, ligante asfáltico CAP 50/70 em dosagem de 5,5 % e volume de vazios de 4 %, constante no estudo de Fontes (2009).

Quadro 10 - Parâmetros da estrutura avaliada

Camada	Espessura Inicial [cm]	Módulo [MPa]	Coefficiente de Poisson
Revestimento	12,5	6314 (dinâmico) <sup>8</sup>	0,35
Base granular	15	400	0,40
Sub-base granular	25	200	0,40
Subleito	Infinita	96 <sup>9</sup>	0,45

Fonte: Elaborado pelo Autor, com base em Fontes (2009)

Fontes (2009) obteve Leis de Fadiga para diferentes misturas asfálticas, dentre elas o revestimento de referência acima citado. Considerando a Lei de Fadiga para o revestimento adotado, um fator laboratório-campo de 1,00 e simulações iterativas por meio do *software Weslea For Windows 3.0 (WFW)*, realizou-se comparações entre “N” de projeto e admissível. Por fim, avaliou-se o bom dimensionamento (SANTOS, 2009) como critério de fim de iteração.

<sup>8</sup> Módulo Dinâmico, segundo a norma ASTM D 3497 (1995) *apud* Fontes (2009) define as propriedades elásticas de um material viscoelástico linear submetido a carregamento sinusoidal, sem período de repouso.

<sup>9</sup> Módulo de Resiliência do Subleito obtido através de relação entre CBR e módulo proposta por Heukelon e Klomp (1962) *apud* Preussler (2007).

Dado o tráfego pesado projetado para a via, obteve-se estrutura robusta em termos de revestimento. Deste modo, também com dados de Fontes (2009), procedeu-se o dimensionamento por mistura com granulometria aberta *Caltrans*, asfalto brasileiro *terminal blend* com 20 % de borracha, volume de vazios de 6 %, com módulo dinâmico de 4864 MPa.

### **3.7.5 Acostamentos**

Realizou-se dimensionamento da *camada de revestimento* segundo o Método do DNER (BRASIL, 2006b) e, posteriormente, por análise empírico-mecanicista, para um tráfego de 1 % da pista de rolamento. Facilitando o processo executivo, sem elevação expressiva de custos, foram considerados os mesmos materiais das camadas de base e sub-base da pista de rolamento. Para o revestimento, por sua vez, definiu-se mistura asfáltica convencional.

## **3.8 PROJETO DE DRENAGEM**

### **3.8.1 Determinação de dispositivos**

Inicialmente, por meio de visualização do greide curvo, foram determinadas as regiões de corte e de aterro. Esta divisão permitiu que fosse realizada, a seguir, a definição de quais dispositivos seriam necessários, seções e espaçamentos, seguindo a hierarquia funcional e o cálculo respectivo de vazões.

### **3.8.2 Cálculo da chuva de Projeto**

A precipitação de projeto, convertida em intensidade pluviométrica, foi obtida segundo o Método de Taborga Torrico, considerando os períodos de retorno sugeridos pelo DNIT.

### **3.8.3 Cálculo de vazões**

As vazões de contribuição dos bueiros de transposição de talwegues foram obtidas através de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) (BRASIL, 2010a) e de áreas de contribuição através do *software* Autodesk AutoCAD® Civil 3D 2015. As áreas de contribuição de sarjetas foram obtidas pelos métodos preconizados



no Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT. Devido ao pequeno porte das bacias envolvidas, utilizou-se o Método Racional. Os coeficientes de escoamento superficial foram ponderados com base nas faixas de valores propostas por Wilken (1978).

### **3.8.4 Dimensionamento**

De posse das vazões de escoamento superficial, por meio de equações da Hidráulica e recomendações do Manual de Drenagem de Rodovias, procedeu-se o dimensionamento de dispositivos.

## **3.9 ORÇAMENTO EXPEDITO**

### **3.9.1 Quantitativos**

Dado o caráter simplificado de um orçamento expedito, foram levantadas as medidas referentes aos custos de construção: extensão (em [km]) de via pavimentada, área de obra de arte (ponte sobre linha férrea).

### **3.9.2 Custo Direto**

Na falta de uma metodologia de uso e em posse apenas de planilhas com custos médios gerenciais do DNIT (BRASIL, 2014, 2015a), considerou-se o significado corrente de custos diretos (proporcionais à obra) para aplicação de seus valores. Assim, o custo direto foi obtido pelo produto entre custos unitários e quantidades de serviço.

### **3.9.3 BDI e preço**

Para a obtenção de taxa de BDI, considerando desoneração, aplicou-se valor de referência de fevereiro de 2016, fornecido pelo DNIT (BRASIL, 2016h). Com base na soma entre custos diretos e o percentual de BDI, obteve-se o preço global estimado da obra de contorno rodoviário.

### 3.9.4 Outros custos

Através de informações constantes nos Custos Médios Gerenciais, também foram determinados os custos estimados com desapropriações e supervisão de obras. Não se produziu estimativa de custos de Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA), devido à realização, em curso, destes estudos. A falta de precisão nesta determinação (BRASIL, 2003), em função da pequena extensão de rodovia, também motivou a não produção.

### 3.9.5 Fator temporal

Assim como nos demais projetos desenvolvidos, considerou-se janeiro de 2016 como mês de referência. Para a obtenção de indexadores, considerando as datas de publicação dos custos médios gerenciais, consultou-se a página de indexadores de obras rodoviárias do DNIT<sup>10</sup> (BRASIL, 2016i), onde são apresentados índices como o INCC ou índices próprios para cada um dos grandes grupos de serviços.

Os cálculos de custos estimados com desapropriações e supervisão de obras não passaram por indexação, pois foram calculados em função do preço global já indexado. Para o reajuste de custos médios:

- Da ponte sobre ferrovia, utilizou-se o indexador de obras de arte especiais;
- Dos demais trechos pavimentados, utilizou-se o indexador de pavimentação<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> Indexadores, ao total de 25, calculados mensalmente pelo Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas (FGV) e divulgados pela Coordenação Geral de Custos de Infraestrutura/DIREX/DNIT (BRASIL, 2012c).

<sup>11</sup> Pedrozo (2001), por meio de Estatística Descritiva, avaliou custos de construção de rodovias, obtendo o percentual de 47 % do total correspondendo à Pavimentação. Logo, avaliou-se este índice ser mais representativo como indexador em relação aos demais. Para obras de drenagem, tem-se o percentual de 16 %, terraplenagem – 19 %, obras-de-arte especiais – 4 %, obras complementares e sinalização – 10 % e outros – 4 %.

O procedimento de utilização dos indexadores seguiu o disposto na *Instrução de Serviço / DG Nº 04*, de 07 de Março de 2012 (BRASIL, 2012c). Este documento define a forma e índices de reajustamento de obras de infraestrutura realizadas pelo DNIT, usados em contratos de serviços que contenham cláusulas prevendo a indexação.



## 4 RESULTADOS

### 4.1 PROJETO GEOMÉTRICO E DE TERRAPLENAGEM

#### 4.1.1 Projeto Geométrico

O Quadro 11 sintetiza alguns dos parâmetros de projeto referentes à rodovia projetada. O projeto geométrico resultante, mediante o aproveitamento das características do terreno, possui tangentes não demasiadamente extensas e curvas circulares de grandes raios. Essa configuração permite a dispensa de elementos como superelevação e superlargura, além de conferir condição operacional mais segura.

Quadro 11 - Projeto Geométrico

Característica / parâmetro	Valores de projeto
<i>Classe</i>	I-B (pista simples)
<i>Terreno</i>	Ondulado
<i>Velocidade diretriz</i>	80 km/h
<i>Extensão</i>	8,565 km
<i>Tangentes</i>	Extensão máxima: 1,414 km
<i>Raios de curvas horizontais</i>	Raio mínimo: 210 m
	Raios de projeto: $\geq 1200$ m
<i>Rampas</i>	Máxima: 4,50 %
	Projeto: até 2,52 % em módulo.
<i>Distância de visibilidade</i>	560 m (ultrapassagem)
<i>Defensas ou barreiras</i>	Recomendadas no aterro de acesso à ponte sobre ferrovia.
<i>Faixa de domínio</i>	35,00 m <sup>12</sup>

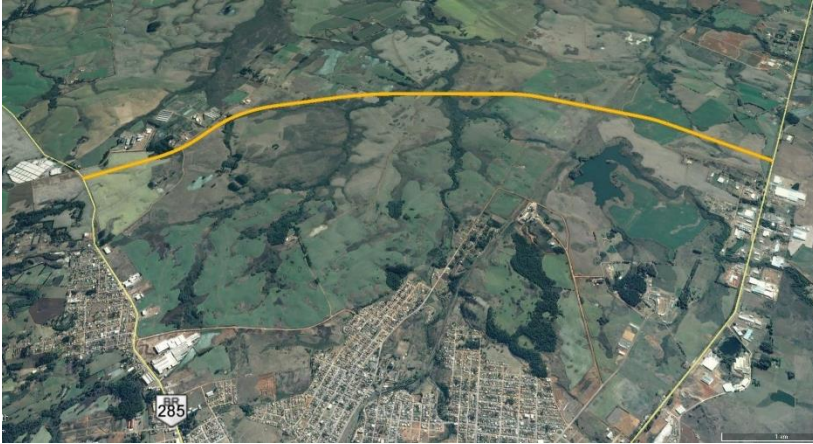
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Visando também condição segura, a distância de visibilidade adotada foi a de ultrapassagem; assim como o trecho de ponte sobre ferrovia coincide com trecho em tangente. O traçado (Apêndice A) segue o princípio de integração ao meio ambiente,

<sup>12</sup> Similar às vias BR-116 e BR-285 (RIO GRANDE DO SUL, 1998). Variável conforme superintendência do DNIT.

interferindo ao mínimo em cursos d'água e outros elementos naturais. A fluência do traçado (Figura 28, em laranja) também permite visualizar tal integração.

Figura 28 - Vista - traçado proposto



Fonte: Adaptado de: Google Earth Pro (2016)

Aproveitando também as condições de terreno, o perfil da via apresenta rampas suaves. Esta condição se verifica mesmo nos acessos à ponte sobre linha férrea, garantindo efeitos nulos ou muito pequenos no desempenho operacional de veículos.

As curvas verticais assumem o modelo de parábola assimétrica. Isso permitiu com que houvesse ajustamento do greide de terraplenagem ao viaduto a ser construído.

Quanto às exigências como contorno rodoviário, a via projetada encontra-se totalmente inserida na zona rural do município. Dentro das zonas de potencial expansão, intercepta região com baixa probabilidade de ocupação (ver apêndice A, considerando restrições quanto ao uso previsto pelo Plano Diretor de Ocupação Urbana (para a zona Z3) e em função da bacia de captação).

As pranchas referentes ao Projeto Geométrico encontram-se no Apêndice B. São quinze pranchas contendo o traçado planimétrico, em plantas na escala 1:1000, apresentadas em paralelo ao perfil longitudinal. O conjunto destas duas representações permite definir adequadamente o elemento tridimensional em que consiste a rodovia.

Nas plantas planimétricas, o estaqueamento inicia da interseção entre o contorno e a BR-285. As superfícies formadas após a terraplenagem são representadas em vermelho, dando um indicativo dos pontos de aterro mais elevados, com maior ocupação da faixa de domínio. Elementos relevantes como obras de arte correntes, a ponte sobre linha férrea e interseções são indicadas.

Já no perfil longitudinal são apresentados o perfil natural do terreno (em verde) e o greide curvo (em vermelho), com escala diferenciada entre os eixos vertical e horizontal. A presença de trechos em tangente ou em curva pode ser verificada também através de um diagrama representado logo abaixo do perfil.

Além das quinze pranchas citadas, também há outras cinco destinadas à representação das seções transversais correspondentes a cada estaca. Nelas é possível observar que, em geral, ocorrem seções plenas de corte ou de aterro.

#### 4.1.2 Projeto de Terraplenagem

Definindo o projeto de terraplenagem, tem-se as seguintes características geométricas constantes no Quadro 12.

Quadro 12 - Projeto de Terraplenagem

Característica / parâmetro	Valores de projeto
<i>Faixa</i>	Largura: 3,60 m
	Abaulamento: 2,00 %
<i>Acostamento</i>	Largura: 2,50 m
	Abaulamento: 5,00 %
<i>Talude</i> <sup>13</sup>	Aterro: 1V:1,5H
	Corte: 1V:1H
<i>Escalonamento de aterro/corte</i>	Não

Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

<sup>13</sup> As inclinações de corte e de aterro foram adotadas dentro de uma solução empírica variando entre 1V:1,5H a 1V:1H. Segundo Bianchini (2000), esta solução demonstra funcionar adequadamente na grande maioria dos casos, sendo adotada em função da inviabilidade de estudos de estabilidade do maciço de solo para todos os cortes de uma rodovia. Entretanto, é adequada a realização futura de estudos mais detalhados visando verificar sua aplicabilidade no contorno rodoviário proposto.

Os serviços de terraplenagem serão desenvolvidos em duas frentes, sendo segmentados, segundo o sentido de estaqueamento, em um primeiro trecho, prévio à ponte (estacas 0 + 0,00 a 328 + 5,00), e outro trecho menor, posterior (328 + 5,00 a 428 + 2,38).

No trecho 01, conforme se observa no Diagrama de Brückner (Apêndice C), mesmo com compensação lateral e longitudinal, é necessário um volume adicional de aterro (empréstimo) de 151.737 m<sup>3</sup>. Não se considerou ocorrências de solo que impeçam reaproveitamento de material. Já no segundo (trecho 02), por sua vez, há a predominância de aterro, em volume de 9.617,96 m<sup>3</sup>. Da mesma maneira, é necessário obter empréstimo de solo. Assim, o total demandado é de 162.697,14 m<sup>3</sup> de empréstimo.

Por mais que houvesse a busca por equilíbrio entre volumes de corte e de aterro, a necessidade de empréstimo de solo foi ampliada em função de ajustamento do greide à ponte. Esse ajustamento foi produzido mediante curva vertical suave (garantindo distância de visibilidade de ultrapassagem). Também contribuiu o fato de que o gabarito vertical mínimo para passagem sobre ferrovias é superior ao necessário para rodovias (6,70 m e 5,50 m, respectivamente).

## 4.2 PROJETO DE INTERSEÇÕES

As interseções constantes nos extremos do contorno rodoviário e ao longo de toda a sua extensão encontram-se descritas no Quadro 13. Descrevendo as coordenadas das principais interseções (rótulas), segundo a Projeção Transversa de Mercator<sup>14</sup>, tem-se:

- *Rótula BR-116*: 510694,69 m (E), 6851263,17 m (S);
- *Rótula BR-285*: 502862,17 m (E), 6850979,82 m (S);

Este posicionamento permite maior proximidade a grandes empresas produtoras de maçã, dentre elas a sede da maior processadora de maçãs do mundo (CAVALLI, 2014). Assim, veículos

---

<sup>14</sup> IRTF WGS84, Zona UTM 22, Meridiano Central -51°, obtidas pelo software Google Earth Pro.



comerciais poderão circular pelo interior do município, ou seguir viagem sem passagem pela travessia urbana. Em relação ao traçado original, considerando as maiores empresas do setor que se situam às margens da BR-285, foi melhorada a atratividade de tráfego pelo novo traçado, devido à redução de distância.

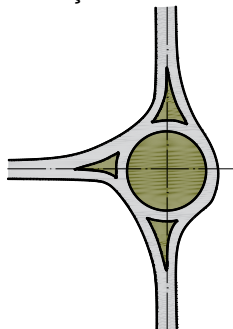
Quadro 13 - Interseções adotadas

Interseção	Rodovias / Estradas	Velocidade Diretriz da Interseção	Localização	Outras Características
<i>Rótula Moderna</i>	BR-116 e Contorno	65 km/h	BR-116, km 32	Iluminada e elevada; Diâmetro de trinta e cinco metros (Rótula Compacta); Funciona muito bem para até quinze mil veículos/dia (BRASIL, 2005);
	BR-285 e Contorno		BR-285, km 127	
<i>Mínima</i>	Contorno Rodoviário e vias locais	.....	Rua Sesóstris Santos (dois pontos), Rua Onze, acessos diversos.	Baixos volumes de tráfego; Verificar futuras melhorias, caso necessário.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

Ainda tratando das rótulas modernas, ambas deverão apresentar configuração que provoca a deflexão do tráfego, possuindo ilha central circular e assumindo o modelo de rótula de acesso direto, de acordo com a representação esquemática da Figura 29.

Figura 29 - Representação de rótula moderna a adotar



Fonte: Elaborada pelo autor, baseado em Brasil (2005)

A igualdade de soluções nas extremidades do contorno proposto é benéfica ao usuário. Desse modo, não serão exigidas duas decisões distintas em um trecho relativamente curto, trazendo conforto e segurança.

## 4.3 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

### 4.3.1 Pista de rolamento

O dimensionamento, cujas espessuras iniciais foram apontadas pelo Método do DNER, passando após por análise empírico-mecanicista, resultou na configuração do Apêndice D. O carregamento de projeto resultante dos estudos de tráfego é de  $N = 1,43 \cdot 10^8$ .

Compondo a camada de sub-base, deverá ser utilizado material estabilizado granulometricamente (brita graduada), em espessura de 15 cm. Sua produção e aplicação em campo deverá seguir o disposto na Norma DNIT 139/2010 - ES (BRASIL, 2010b).

Para o estrato de base, da mesma forma, deverá ser utilizado material estabilizado granulometricamente, em espessura de 15 cm. Produção e aplicação devem seguir a Norma DNIT 141/2010 – ES (BRASIL, 2010c).

Como revestimento da pista de rolamento, deverá ser utilizado asfalto modificado por borracha atendendo à Norma DNIT 111/2009 – EM (BRASIL, 2009b). Similarmente ao resultado obtido por Fontes (2009), em situação de dimensionamento para tráfego pesado ( $N$  na ordem de  $10^8$ ), há grande redução de espessura do revestimento asfáltico quando há substituição da mistura asfáltica convencional. Esta redução fica evidente quando comparadas as Leis de Fadiga experimentais dos dois revestimentos.

Neste dimensionamento, houve redução de 29 cm para 15 cm de revestimento. Não foi procedida análise econômico-financeira avaliando a escolha por asfalto-borracha<sup>15</sup>. Também não houve a produção de diagrama linear de pavimentação, visto que foi adotada uma única solução para todo o trecho.

---

<sup>15</sup> Fontes (2009) indica uma diferença de 32,17 % a favor do asfalto-borracha para uma redução de 10 cm de revestimento asfáltico, apesar de que seu custo unitário [R\$/kg] seja superior ao convencional. Há benefícios tanto pela redução de espessura, proporcional ao consumo de material, como em um cronograma de obra mais enxuto por redução do tempo de aplicação.

### 4.3.2 Acostamento

Procedendo de forma semelhante ao dimensionamento do pavimento da pista de rolamento, foram obtidas as espessuras de 15 cm para sub-base em brita graduada; 17 cm em base de brita graduada e 13 cm de revestimento asfáltico convencional.

Similarmente à pista de rolamento, as especificações de serviço indicadas deverão ser atendidas no acostamento. Por facilidade de execução, foram adotados os mesmos materiais da pista de rolamento, apesar de que, para N inferior a  $5 \cdot 10^6$ , haja exigências menores para materiais utilizados como base, segundo a Norma DNIT 141/2010 – ES (BRASIL, 2010c).

## 4.4 PROJETO DE DRENAGEM

### 4.4.1 Bueiros de Transposição de Talwegues

A diretriz da via intercepta ao mínimo cursos d'água presentes na bacia hidrográfica em que está inserida. Além da redução de impacto ambiental causado, diminuem-se obras de arte correntes para construção de bueiros de transposição de talwegues. Do traçado original, constante no Plano Diretor, foram reduzidos de seis para três bueiros (Apêndice A). O Quadro 14 sintetiza as soluções dimensionadas:

Quadro 14 - Bueiros de transposição de talwegues

<i>Bueiro</i>	<i>Tipo</i>	<i>Diâmetro [m]</i>	<i>Estaca</i>	<i>Extensão [m]</i>
01	BSTC	1,5	209 + 0,00	24
02	BDTC	1,2	229 + 10,00	26
03	BSTC	1,2	389 + 0,00	26

Fonte: Elaborado pelo Autor (2016)

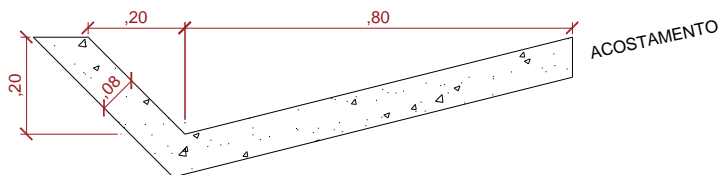
As bocas dos bueiros (extremidades) deverão estar na mesma cota que o bueiro em si, dispensando caixas coletoras. A saída deverá ser em concreto de cimento Portland, dotada de bacia de amortecimento. Todos deverão ter declividade de 0,7%, atuando em fluxo crítico / supercrítico, e ser normais ao eixo da via.

## 4.4.2 Sarjetas

As sarjetas de corte e de aterro serão de modelo triangular. Essa configuração garante condições operacionais mais seguras, não havendo benefício na adoção de outras soluções, para este projeto. Devido às rampas com pequenas inclinações, os comprimentos críticos de sarjeta acabaram sendo reduzidos para valores em torno de 250 m.

A seção representada pela Figura 30 deverá ser adotada ao longo de todo o trecho:

Figura 30 - Seção tipo - sarjetas de corte/aterro



Fonte: Autor (2016)

## 4.4.3 Demais dispositivos de drenagem superficial

### 4.4.3.1 Corta-rio

Havendo elevada esconsidade do bueiro de transposição de talvegue de número 01 (estaca 209 + 0,00), deverá ser constituído canal paralelo à via, com seção representada pela Figura 31, com declividade de 2,30 % (a mesma do terreno). Ele terá a função de reconduzir as águas ao talvegue original.

Figura 31 - Seção - Corta-rio



Fonte: Autor (2016)

Após o bueiro de transposição de número 03 (estaca 389 + 0,00), deverá haver canal de mesma seção, porém com declividade de 1,6 %.

#### 4.4.3.2 Saídas, descidas d'água e dissipadores de energia

Ao fim dos comprimentos críticos de sarjetas de aterro, haverá saídas e descidas d'água, destinando águas para fora do corpo estradal, em ambos os bordos. Algumas destas descidas deverão estar dotadas de degraus, a fim de haver perda de carga do escoamento superficial. As características geométricas destes dispositivos encontram-se listadas no Quadro 15.

Quadro 15 - Saídas e descidas d'água

Estaca	Descida d'água		Saída d'água		
	Rápido	Degraus	Largura [m]	Espaçamento [m]	Raio [m]
128 + 10,00	x		3,50	1,25	0,08
142 + 5,00	x		3,50	1,25	0,08
156 + 0,00	x		3,50	1,25	0,08
169 + 15,00	x		3,50	1,25	0,08
183 + 10,00	x		3,50	1,25	0,08
197 + 5,00		x	3,50	1,25	0,08
211 + 0,00	x		3,50	1,25	0,08
224 + 15,00		x	3,50	1,25	0,08
229 + 0,00		x	3,50	1,25	0,10
247 + 10,00	x		3,50	1,25	0,10
266 + 0,00	x		3,50	1,25	0,10
284 + 10,00		x	3,50	1,25	0,10
303 + 0,00	x		3,50	1,25	0,10
345 + 5,00	x		3,50	1,25	0,08
386 + 5,00		x	3,50	1,25	0,16

Fonte: Elaborado pelo Autor (2016)

Ao fim das descidas d'água, deve haver bacias de amortecimento dotadas de guarnições, cunhas e dentes. Como guia para a execução de saídas, descidas d'água e dissipadores, tem-se os projetos-tipo constantes no Anexo B.

Nas estacas 64 + 5,00; 114 + 15,00; 372 + 5,00 e 395 + 10,00 (ao fim de bueiros de greide), também devem ser construídas bacias de amortecimento. Deverão ser implantadas apenas no bordo esquerdo da via.

#### 4.4.3.3 Caixas coletoras e bueiros de greide

As caixas coletoras darão recobrimento aos bueiros de greide nos trechos em corte, ao fim dos comprimentos críticos de sarjeta. Possuirão profundidades partindo dos 2,00 m, de acordo com os bueiros conectados. Serão recobertas por grelha de concreto, segundo projeto-tipo do DNIT (Anexo B).

Ao longo da via, estarão nos dois bordos das estacas: 25 + 15,00; 38 + 0,00; 50 + 5,00; 64 + 5,00; 92 + 15,00; 105 + 10,00; 114 + 15,00; 372 + 5,00 e 395 + 10,00.

Os bueiros de greide deverão estar localizados transversalmente e longitudinalmente (bordo esquerdo) à rodovia, segundo características do Quadro 16. Deverão ter diâmetro de 0,80 m.

Quadro 16 - Bueiros de greide

Estaca		Direção	Declividade [%]	Extensão [m]
Inicial	Final			
25 + 15,0	25 + 15,00	Transversal	0,50	12,20
25 + 15,00	38 + 0,00	Longitudinal	0,73	245,00
38 + 0,00	38 + 0,00	Transversal	0,50	12,20
38 + 0,00	50 + 5,00	Longitudinal	0,73	245,00
50 + 5,00	50 + 5,00	Transversal	0,50	12,20
50 + 5,00	64 + 5,00	Longitudinal	0,73	280,00
64 + 5,00	64 + 5,00	Transversal	0,50	12,20
92 + 15,00	92 + 15,00	Transversal	0,50	12,20
92 + 15,00	105 + 10,00	Longitudinal	0,73	255,00
105 + 10,00	105 + 10,00	Transversal	0,50	12,20
105 + 10,00	114 + 15,00	Longitudinal	0,73	185,00
114 + 15,00	114 + 15,00	Transversal	0,50	12,20
372 + 5,00	372 + 5,00	Transversal	0,50	12,20
395 + 10,00	395 + 10,00	Transversal	0,50	12,20

Fonte: Elaborado pelo Autor (2016)

#### 4.4.3.4 Valetas

Será considerada solução de pequeno vulto, constante no Álbum de Projetos-Tipo do DNIT (BRASIL, 2011a) para aterros (VPA01) e cortes (VPC01), constante no Anexo B.

#### 4.4.3.5 Transposição de segmentos de sarjetas

A transposição de segmentos de sarjetas deverá ser feita por meio de lajes de concreto armado, em peças descontínuas. Estes dispositivos serão utilizados nas interseções mínimas ao longo da via, de acordo com o projeto-tipo do DNIT constante no Anexo B.

Ambos os bordos da via deverão receber os dispositivos de transposição, nas seguintes estacas: 57 + 10,00; 215 + 10,00; 340 + 10,00 e 421 + 10,00.

### 4.5 ORÇAMENTO EXPEDITO

O Quadro 17 indica valores de entrada e resultados da etapa de orçamento expedito. A composição de BDI utilizada, fornecida pelo DNIT (BRASIL, 2016h), encontra-se disposta no Anexo C. As tabelas completas de custos médios gerenciais (consideradas), por sua vez, encontram-se no Anexo D.

Quadro 17 - Orçamento Expedito de Implantação

Implantação	Custo unitário médio	Quantitativo	Index. 1	Index. 2 (01/2016)
Pista simples, com faixa de 3,6 m e acostamento com 2,5 m. Revestimento com CAUQ	R\$ 2.773.000,00 (/km), em 05/2015	8,535 km	289,138	300,265
<b>Custo 1</b>		R\$ 24.573.379,99		
OAE, considerando infra + meso + superestrutura, sem os acessos e fundações especiais, em concreto armado.	R\$ 4.500,00 (/m <sup>2</sup> ), em 01/2014	366,00 m <sup>2</sup>	247,661	270,329
<b>Custo 2</b>		R\$ 1.797.747,17		
<b>Custo total</b>		R\$ 26.371.127,17		
<i>BDI</i>		34,32 %, (com desoneração)		
<b>Preço de Implantação</b>		R\$ 35.421.698,01		

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Tomando como referência o preço de implantação, foram estimados os custos de supervisão e desapropriação dispostos no Quadro 18.

Quadro 18 - Estimativas para desapropriação e supervisão

Item a estimar	Percentual sobre valor da obra (05/2015)	Valor estimado (01/2016)
<i>Desapropriações (contorno)</i>	10,00 % (médio)	R\$ 3.542.169,80
<i>Supervisão</i>	±4,3 %	R\$ 1.523.133,01

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Os itens estimados totalizam o montante de R\$ 40.487.000,82 (quarenta milhões, quatrocentos e oitenta e sete mil reais com oitenta e dois centavos). Não estão incluídos custos com EVTEA, que se encontra em curso. Também não foram estimados os custos de implantação das interseções componentes.

A Prefeitura Municipal de Vacaria (VACARIA, 2010) divulgou um valor estimado de R\$ 45.000.000,00 (quarenta e cinco milhões de reais), no ano de 2010, para a realização do contorno rodoviário, considerando todo o trecho previsto (sentido Norte e Sul). Não havendo informações que permitam conhecer toda a diretriz original do contorno rodoviário de Vacaria, nem os critérios de orçamento, não seria possível atualizar o valor estimado fornecido pela Prefeitura e obter valor proporcional ao trecho Norte do Contorno, de modo a realizar comparação de custos.

Assim, para permitir comparar o custo do trecho Norte original (Anexo A), adotou-se a mesma metodologia de cálculo utilizada para o traçado proposto por este trabalho, verificando-se sua extensão por meio de software computacional (9,175 km). O montante total correspondente é de R\$ 43.183.068,97 (quarenta e três milhões, cento e oitenta e três mil e sessenta e oito reais com noventa e sete centavos). Matematicamente, a diferença de cerca de três milhões de reais ou 6,24 % a menos pela proposta deste trabalho em relação à original se justificaria pela busca de menor extensão de trecho a implantar.

Esta comparação apresenta-se de forma ilustrativa, por haver maior quantidade de fatores influenciantes. Não é conhecida a solução de pavimentação que pode vir a ser adotada pelo DNIT, que pode diferir da apresentada neste trabalho, influenciando nos



custos finais. Entretanto, pelo número N obtido através deste trabalho, pode-se supor a utilização da solução descrita pelo Método do DNER, que pode vir a ter menor custo.

Assim, para comparação, seria necessário estabelecer estudo que compare custo-benefício das duas opções, considerando uma menor vida útil para o pavimento dimensionado via Método DNER, em função de suas limitações.

Além da extensão, outros critérios de projeto são favoráveis à proposta apresentada por este trabalho, havendo redução de interferências em cursos d'água e, por conseguinte, em obras-de-arte correntes. Avaliou-se a não adoção de ponte sobre via férrea, que se mostrou inviável por aumentar demais o trajeto (seja por atratividade do tráfego, seja por custos).



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A melhoria da Mobilidade Urbana no município de Vacaria, principalmente nas travessias urbanas, não irá ocorrer com uma medida isolada, mas em um contexto com diferentes ações. As intervenções até então adotadas demonstraram-se insuficientes para garantir condições operacionais satisfatórias ao tráfego local tampouco ao tráfego de passagem.

Adotar intervenções como a construção de interseções em desnível ou a duplicação do trecho urbano da BR-285 (Avenida Militar) implicariam em grande impacto nas vizinhanças, a começar pela desapropriação das propriedades lindeiras. Uma via com melhores condições também viria a incentivar o uso de carros de passeio, efeito indesejável dado o crescimento expressivo deste modo de transporte nos últimos anos.

A proposta do Plano de Mobilidade Urbana em criar o Anel Perimetral, por sua vez, elevaria a atratividade da opção local de desvio, com mudança em alguns pontos do trajeto, mas apresenta diversos problemas. Sua concepção inclui a união do tráfego de passagem e local; a construção de uma via de seção robusta ou em trechos despovoados, cujo acesso e distanciamento do núcleo urbano pode levar à baixa atratividade, ou em locais de ocupação consolidada, gerando grande quantidade de desapropriações. Ainda se pode citar a sobreposição em trecho da via local que dá acesso ao Parque de Rodeios, onde se produziria efeitos problemáticos na ocorrência do Rodeio Crioulo Internacional, Expovac e outros eventos que ocorrem no local, que figura como um polo de atratividade de tráfego.

Por fim, a construção de um contorno rodoviário é uma opção tradicional de intervenção, com priorização da função mobilidade. Sua efetividade se dará, no longo prazo, em conjunto com medidas restritivas de uso e ocupação do solo na faixa de domínio. Também devem ser desenvolvidas alterações na malha viária local buscando reduzir a demanda na atual travessia, soluções estas não desenvolvidas ao longo deste trabalho.

O contorno rodoviário projetado iria interferir diretamente na travessia urbana de condição mais crítica (Avenida Militar). Considerando a situação econômica brasileira atual, em uma escala de prioridades, o trecho Norte-Leste (aqui projetado) seria aquele de maior relevância, podendo ou ser construído primeiramente, ou implantado unicamente. Experiência do autor quanto ao

contexto local, análise de dados do Plano de Mobilidade e a própria atratividade do trecho de contorno pensando no desvio da travessia urbana da BR-116, com aumento considerável de trajeto, permitem inferir tal afirmação.

Por meio de um projeto geométrico, a rodovia ganhou forma, possibilitando a concepção dos demais projetos. O traçado da rodovia associa um trajeto rural (exigível para um contorno), baixa interferência em cursos d'água e a menor extensão possível. Comparada à diretriz constante no Plano Diretor (Anexo A), salvo condições especiais, a menor extensão pode levar a melhor custo-benefício, além de um menor impacto ambiental. Não ocorre interferência na área de preservação permanente relativa à bacia de captação e pequena intercepção na zona Z3 do zoneamento do Plano Diretor (ainda assim será mantida a condição de rodovia rural, pois este local possui ocupação urbana proibida).

A opção por uma obra-de-arte especial refletiu em maior atratividade e redução de custos. Com base nos custos médios gerenciais (Anexo D), verifica-se que 30 m de viaduto compensariam a redução de um trajeto de aproximadamente 7 km em busca de interseção em nível sem transpor a linha férrea.

Quanto ao perfil, a rodovia proposta apresenta rampas suaves, aproveitando a condição de terreno (o que reduz volumes movimentados em terraplenagem) e possibilitando condições operacionais sem perda de desempenho em veículos comerciais. Em contraponto, o sistema de drenagem levou a comprimentos críticos de sarjeta reduzidos (em torno de 250 m). Neste ponto, pondera-se a maior representatividade dos serviços de terraplenagem sobre a implantação de dispositivos de drenagem na composição de custos de uma obra rodoviária. Evitando elevar o montante total com escavações complementares, a declividade das sarjetas segue as rampas do greide da via.

De forma recíproca, o projeto geométrico e de drenagem complementam-se. A transposição de talvegues exige cotas mínimas de recobrimento de bueiros que devem ser atendidas pelo greide de terraplenagem. E o traçado define onde se darão as intercepções aos cursos d'água.

Da mesma forma, a geometria da via atende aos gabaritos mínimos de transposição de linha férrea e, como consequência, eleva os volumes de aterro demandados. Tornar-se-á necessário avaliar jazida de empréstimo de solo nas proximidades.

As interseções definidas, considerando projeções de tráfego elaboradas neste estudo, atendem aos volumes previstos. Apesar de que interseções distintas tenham sido apontadas pelo método sueco (canalizada e rotatória), houve a adoção pela rotatória em ambos os cruzamentos entre contorno e rodovias federais, o que permite melhores condições operacionais por uniformidade de decisões do usuário.

Em relação ao pavimento, responsável por cerca de 47 % dos custos de uma obra rodoviária, são nítidas as diferenças entre as estruturas previstas pelo Método do DNER e a análise empírico-mecanicista. Esta última apresenta resultados mais satisfatórios por considerar todas as camadas atuando na resistência ao carregamento, tendo sido utilizada na obtenção da estrutura final.

Por outro lado, as estruturas apontadas pelo método empírico-mecanicista levaram a espessuras de revestimento muito maiores do que as apontadas pelo Método do DNER. A percepção da diferença fez com que fosse avaliada a adoção de asfalto-borracha, visando redução de custos e espessuras mais condizentes com a realidade brasileira.

Entretanto, ao avaliar outros dimensionamentos, pôde-se perceber que apenas a redução de custos justificaria a troca de material. O Manual de Pavimentação do DNIT afirma que o Método do DNER promove superdimensionamento quando se trata de deformação do subleito, porém reconhece que o trincamento por fadiga do revestimento não é adequadamente contemplado.

Os acostamentos apresentam uniformidade de materiais constituintes da pista, o que propicia facilidade de execução. A fim de manter uniformidade em relação às rodovias BR-116 e BR-285, assim como garantir condição segura em caso de parada / manutenção veicular, possuem largura de 2,50 m. O dimensionamento dos acostamentos permitiu verificar as mesmas características evidenciadas no dimensionamento da pista de rolamento.

O orçamento expedito, etapa final da realização deste trabalho, apontou um preço de implantação de R\$ 35.421.698,00 (trinta e cinco milhões, quatrocentos e vinte e um mil, seiscentos e noventa e oito reais). Unindo a este valor custos com desapropriação e supervisão, comparados ao custo considerando a diretriz de referência (Plano Diretor, Anexo A), obteve-se diferença percentual de 6,24 % a menos. Exceto em condições excepcionais (como ocorrências de solos ruins), a redução de extensão deve contribuir para um preço final menor.

Com o desenvolvimento de projetos (estudos preliminares), este trabalho cumpre com o objetivo de apresentar proposta tecnicamente mais vantajosa em relação àquela proposta anteriormente (de acordo com as informações disponíveis). Ao fim dos Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental propostos pelo DNIT, poderá servir de subsídio ao desenvolvimento de projetos básico e executivo do Contorno Rodoviário de Vacaria - RS, em futura implantação.

## 5.1 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Os resultados e conclusões apresentadas neste trabalho são funções da metodologia adotada e dos dados obtidos, apresentando as limitações listadas a seguir:

- Inexistindo estudos de tráfego preliminares, houve estimativa de volumes médios diários anuais (VMDA) na rodovia de projeto. Há indicativos, por estudos anteriores, de que o volume de projeto será atendido. Entretanto, deve haver verificação de capacidade por meio de matrizes origem-destino e estudos complementares;
- Um modelo Digital de Elevação (MDE) possui distorções em relação ao terreno original, maiores à medida que há acréscimo de altura no elemento de recobrimento de solo (vegetação, edificações, entre outros). Desta forma, seções transversais, cotas de terreno e de projeto e volumes de terraplenagem apresentam diferenças em relação aos valores a serem obtidos em futura implantação;
- Os dados pluviométricos não são referentes ao local de estudo, mas de município vizinho, em mesma Isozona do método de Taborga Torrico, devido à falta de série histórica extensa o suficiente com dados locais;
- Não houve o dimensionamento de valetas (drenagem superficial) ou de dispositivos de drenagem profunda. Especificamente no caso das valetas, estas apresentam maior sensibilidade ao MDE e suas limitações;

- Apesar de o solo do local de implantação apresentar características gerais indicadas por estudos pedológicos e outras referências, seu caráter de variabilidade, por simplificação, foi desconsiderado. Em etapa posterior, ensaios devidamente normalizados de CBR devem ser realizados, assim como verificações de ocorrências de solos distintos do previsto por este trabalho. Os valores de CBR utilizados constituem amostra em número inferior ao necessário;
- Dentro dos custos médios gerenciais, houve a busca por valores que mais se aproximassem das condições resultantes dos demais projetos. Entretanto, os valores de referência de determinados itens (como o revestimento asfáltico, com espessura de 10 cm de CAUQ em pista e acostamento) diferem das características de projeto por inexistência de correspondência direta. Tanto considerando o Método do DNER, como considerando Análise Empírico-Mecanicista, é esperado um acréscimo de custo em função da maior espessura de revestimento. Um orçamento executivo, por sua vez, abrangeria detalhes específicos quanto a técnicas construtivas e custos locais;
- A comparação de custos entre a proposta deste trabalho e a diretriz de referência (Apêndice A), dada pelo Plano Diretor, feita de forma ilustrativa, considerou os mesmos parâmetros para ambas as soluções. Considerar parâmetros individuais, em um orçamento mais detalhado, assim como benefícios de ambas as soluções, poderia evidenciar, de maneira mais adequada, o cenário mais favorável a uma das propostas.
- As projeções futuras de tráfego possuem incerteza associada ao comportamento de crescimento de VMDA. Esta incerteza é inerente aos projetos que envolvam estudos de tráfego, independentemente da fase de projeto considerada. Não foi estabelecido volume gerado pela abertura da nova rodovia;
- Não houve consideração do efeito de deformação permanente no método empírico-mecanicista;
- A adoção de outra dosagem para o pavimento asfáltico implica em adoção de outra Lei de Fadiga, não sendo

aplicável o dimensionamento resultante deste trabalho em caso de alteração;

- No dimensionamento do pavimento, a determinação de N não considerou um cenário crescendo o excesso de peso permitido por Lei;
- Aplicou-se método empírico-mecanicista de dimensionamento para os acostamentos por uniformização ao método adotado para a pista de rolamento. Não foi considerada a maior incerteza quanto ao tráfego de acostamento, considerando-se a solução adotada ser mais segura e com maior vida útil.

## 5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Utilizando os resultados obtidos por este trabalho e visando trazer novas contribuições, podem ser desenvolvidos os seguintes estudos:

- Proposição de novos trajetos e vias locais que facilitem a interconexão entre bairros, reduzindo a demanda sobre as travessias urbanas;
- Estudo da malha viária local visando possíveis melhorias às vias existentes, elevando a atratividade ao tráfego urbano, em substituição à travessia;
- Complementação deste estudo por meio de projetos como o de sinalização (definitiva e de obras), componente ambiental do projeto, canteiro de obras e acampamento de pessoal, desapropriações;
- Estudos de tráfego verificando capacidade e nível de serviço das interseções entre rodovias federais e contorno rodoviário;
- Estudo comparativo de custo-benefício entre optar pelo Método do DNER ou pelo método empírico-mecanicista, utilizando revestimento asfáltico convencional, considerando questões como vida útil e restaurações, para a proposta apresentada neste trabalho;
- Avaliação de viabilidade econômica do uso de asfalto-borracha para esta rodovia, com dimensionamento considerando cenário com excesso de carga (legal);



- Dentre os trechos de contorno indicados pela Prefeitura, avaliação custo-benefício do trecho oeste-sul (que não foi objeto de estudo deste trabalho) e da real necessidade de implantação deste trecho (estudos de tráfego);
- Projeto estrutural e de fundações do trecho de ponte sobre ferrovia (estacas 328 + 5,00 a 329 + 15,00);
- Avaliar obras de adequação da travessia urbana da Avenida Militar e suas interseções ao contexto de via local;
- Estudos de tráfego avaliando não só o tráfego previsto como potencial usuário do contorno rodoviário, mas a geração de tráfego.



## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MUNICÍPIOS. **Esclareça suas dúvidas sobre os Planos Municipais de Mobilidade Urbana**. 2015. Disponível em: <<http://www.abm.org.br/esclareca-suas-duvidas-sobre-os-planos-municipais-de-mobilidade-urbana/>>. Acesso em: 22 fev. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023: Informação e documentação - Referências – Elaboração**. Rio de Janeiro, 2002

\_\_\_\_\_. **NBR 14724: Informação e documentação — Trabalhos Acadêmicos — Apresentação**. Rio de Janeiro, 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 10719: Informação e documentação — Relatório técnico e/ou científico — Apresentação**. Rio de Janeiro, 2015.

BALDISSERA, Fábio Machado. **Contratação e indexação em moeda estrangeira: evolução legislativa e o recente posicionamento do STJ sobre o tema**. Souto Correa. Disponível em: <<http://www.soutocorrea.com.br/publicacoes/contratacao-e-indexacao-em-moeda-estrangeira-evolucao-legislativa-e-o-recente-posicionamento-do-stj-sobre-o-tema/>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

BERNUCCI, et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros / Liedi Bariani Bernucci...** [et al]. – Rio de Janeiro: Petrobras:ABEDA, 2006. 504f.: il. Disponível em: <[http://www.proasfalto.com.br/pdf/Asfalto\\_Capitulo\\_01\\_Mar2010.pdf](http://www.proasfalto.com.br/pdf/Asfalto_Capitulo_01_Mar2010.pdf)> Acesso em: 17 ago. 2016.

BIANCHINI, Mara Regina. **Estudo da instabilidade de um talude rodoviário em São Jerônimo/RS**. 2000. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/5543>>. Acesso em: 29 nov 2016.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Estudos e projetos para integração de rodovias com o meio ambiente**. 1994. DNER-PRO 212/94 - Norma Rodoviária - Procedimento. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/procedimento-pro/dner-pro212-94.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Fotointerpretação aplicada à Engenharia Rodoviária**. 1995. DNER-PRO 012/95 - Norma Rodoviária - Procedimento. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/procedimento-pro/dner-pro012-95.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Glossário de termos técnicos rodoviários**. Rio de Janeiro, 1997. 296p. (IPR. Publ., 700) Disponível em: <[http://www1.dnit.gov.br/arquivos\\_internet/ipr/ipr\\_new/manuais/DNER-700-GTTR.pdf](http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/DNER-700-GTTR.pdf)> Acesso em: 10 set. 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Manual de projeto geométrico de rodovias rurais**. – Rio de Janeiro, 1999. 195p. (IPR. Publ., 706). Disponível em: <[http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/706\\_manual\\_de\\_projeto\\_geometrico.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/706_manual_de_projeto_geometrico.pdf)>. Acesso em: 01 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Geral. **Manual de custos rodoviários**. 3. ed. – Rio de Janeiro, 2003. 7v. em 13. v.1: Metodologia e conceitos. Disponível em: <[https://189.9.128.64/download/servicos/sicro/manual-d-e-custos-rodoviaros/Volume1\\_Un\\_2003.pdf](https://189.9.128.64/download/servicos/sicro/manual-d-e-custos-rodoviaros/Volume1_Un_2003.pdf)>. Acesso em: 19 ago. 2016

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de projeto de interseções**. 2.ed. - Rio de Janeiro, 2005. 528p. (IPR. Publ., 718). Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/nor>

mas-emanuais/manuais/documentos/718\_manual\_de\_projeto\_de\_intersecoes.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Diretrizes básicas para estudos e projetos rodoviários: escopos básicos / instruções de serviço**. - 3. ed. - Rio de Janeiro, 2006a. 484p. (IPR. Publ., 726). Disponível em: <[http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/726\\_diretrizes\\_basicas-escopos\\_basicos-instrucoes\\_de\\_servico.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/726_diretrizes_basicas-escopos_basicos-instrucoes_de_servico.pdf)>. Acesso em: 01 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Pavimentação**. 3.ed. – Rio de Janeiro, 2006b. 274p. (IPR. Publ., 719). Disponível em: <[http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/719\\_manual\\_de\\_pavimentacao.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/719_manual_de_pavimentacao.pdf)>. Acesso em: 01 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de estudos de tráfego**. - Rio de Janeiro, 2006c. 384 p. (IPR. Publ., 723). Disponível em: <[http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/723\\_manual\\_estudos\\_trafego.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/723_manual_estudos_trafego.pdf)>. Acesso em: 01 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de drenagem de Rodovias**. - 2. ed. - Rio de Janeiro, 2006d. 333p. (IPR. Publ., 724). Disponível em: <[www1.dnit.gov.br/normas/download/Manual\\_de\\_Drenagem\\_de\\_Rodovias.pdf](http://www1.dnit.gov.br/normas/download/Manual_de_Drenagem_de_Rodovias.pdf)>. Acesso em: 28 maio 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Criação e Incorporação de acesso, anel ou contorno rodoviário - Procedimento**. 2009a. NORMA DNIT 003/2009 - PRO. Disponível em:

<[http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/procedimento-pro/dnit003\\_2009\\_pro.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/procedimento-pro/dnit003_2009_pro.pdf)>. Acesso em: 01 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Pavimentação flexível - Cimento asfáltico modificado por borracha de pneus inservíveis pelo processo via úmida, do tipo “Terminal Blending” - Especificação de material**. 2009b. NORMA DNIT 111/2009 – EM. Disponível em: <[http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-material-em/dnit111\\_2009\\_em.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-material-em/dnit111_2009_em.pdf)> Acesso em: 14 set. 2016

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Águas. **Atlas do Abastecimento de Água: Sistema Arroio da Chácara**. 2010a. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/VerCroqui.aspx?arq=5363>>. Acesso em: 01 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Pavimentação – Sub-base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço**. 2010b. NORMA DNIT 139/2010 – ES. Disponível em: <[http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-d-e-servicos-es/dnit139\\_2010\\_es.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-d-e-servicos-es/dnit139_2010_es.pdf)> Acesso em: 14 set. 2016

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço**. 2010c. NORMA DNIT 141/2010 – ES. Disponível em: <[http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-d-e-servicos-es/dnit141\\_2010\\_es.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-d-e-servicos-es/dnit141_2010_es.pdf)> Acesso em: 14 set. 2016

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Geral. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Álbum de projetos – tipo de dispositivos de drenagem**. - 4. ed. - Rio de Janeiro, 2011a. n.p. (IPR. Publ., 736). Disponível em: <[http://www1.dnit.gov.br/ipr\\_new/..%5Carquivos\\_internet%5Cipr%5Cipr\\_new%5Cmanuais%5Calbum\\_proj\\_tipos\\_disp\\_dren\\_versao\\_14.02.2007.pdf](http://www1.dnit.gov.br/ipr_new/..%5Carquivos_internet%5Cipr%5Cipr_new%5Cmanuais%5Calbum_proj_tipos_disp_dren_versao_14.02.2007.pdf)>. Acesso em: 28 maio 2016.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 12.462, de 4 de agosto de 2011**. Brasília, 04 de agosto de 2011b. Disponível em: <<http://www.planal>

to.gov.br/ccivil\_03/\_Ato2011-2014/2011/Lei/l12462.htm>. Acesso em: 20 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Geral. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Divisão de Supervisão/Desapropriação. **Diretrizes básicas para desapropriação**.- Rio de Janeiro: IPR, 2011c. 186p. (IPR. Publ. 746). Disponível em: <[http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/746\\_diretrizes\\_desapropriacao.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/746_diretrizes_desapropriacao.pdf)>. Acesso em: 01 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012**. Brasília, 25 maio de 2012a. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)>. Acesso em: 01 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC nº154**. ANAC, 2012b.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Boletim Administrativo Nº 010 – Instrução de Serviço / DG Nº 04, de 07 de Março de 2012**. 2012c. Disponível em: <[https://189.9.128.64/download/servicos/indices-de-reajustamentos-de-obras/copy\\_of\\_instrucao-de-servico-N-042012/instrucao-de-servico-n-04-2012-boletim-administrativo-n-010-de-05-a-09-03012.pdf](https://189.9.128.64/download/servicos/indices-de-reajustamentos-de-obras/copy_of_instrucao-de-servico-N-042012/instrucao-de-servico-n-04-2012-boletim-administrativo-n-010-de-05-a-09-03012.pdf)>. Acesso em: 23 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Tribunal de Contas da União. **Obras públicas: recomendações básicas para a contratação e fiscalização de obras públicas**. / Tribunal de Contas da União. – 3. ed. Brasília: TCU, SecobEdif, 2013a.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Anteprojeto de Engenharia para Implantação de Rodovia**. BR-447, entre BR-262 e Terminal de Capuaba, código PNV 447 BES 0 D10. Recife, 2013b.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Custo Médio Gerencial – Janeiro de 2014**. 2014. Disponível em: <<https://189.9.128.64/download/servicos/custo-medio->

gerencial/custos-medios-ger.janeiro-14.pdf> Acesso em: 23 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Custo Médio Gerencial – Maio de 2015**. 2015a. Disponível em: <[https://189.9.128.64/custos-e-pagamentos/copy\\_of\\_cust\\_o-medio-gerencial](https://189.9.128.64/custos-e-pagamentos/copy_of_cust_o-medio-gerencial)> Acesso em: 20 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Programa Nacional de Segurança Ferroviária em Áreas Urbanas**. 2015b. Disponível em: <<https://189.9.128.64/ferrovias/prosefer/historico>>. Acesso em: 01 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **ISF 216: Projeto de Obras de Arte Especiais**. 2015c Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/download/sala-de-imprensa/isf-216-projeto-de-obras-de-arte-especiais.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Faixa de domínio**. 2016a. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/faixa-de-dominio>>. Acesso em: 24 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Aviação Civil. **Aeródromos**. 2016b. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/Anac/assuntos/setor-regulado/aerodromos>>. Acesso em: 27 maio 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Histórico do Rodoviarismo**. Disponível em: <<http://www1.dnit.gov.br/historico/>> Acesso em: 09 ago. 2016c.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT estuda medidas para melhorar a mobilidade entre as regiões Norte e Sul do RS**. 2016d Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/noticias/dnit-estuda-medidas-para-melhorar-a-mobilidade-entre-as-regioes-norte-e-sul-do-rs>> Acesso em: 15 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Jbr Engenharia. **Projeto Executivo - BR 232**. (p.203 a



219). Disponível em: <[http://www1.dnit.gov.br/anexo/Projetos/Projetos\\_edital0347\\_12-04\\_79.pdf](http://www1.dnit.gov.br/anexo/Projetos/Projetos_edital0347_12-04_79.pdf)>. Acesso em: 26 maio 2016e.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **ISF 220: Projeto de Interferências**. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/ferrovias/instrucoes-e-procedimentos/instrucoes-de-servicos-ferroviarios/isf-220-projeto-de-interferencias.pdf/view>>. Acesso em: 14 abr. 2016f.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Contratos**. Disponível em: <<https://www.dnit.gov.br/ferrovias/contratos-e-convenios/contratos-vigentes>>. Acesso em: 01 mar. 2016g.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Composição do BDI Desonerado**. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/custos-e-pagamentos/bdi/composicao-do-bdi-desonerado.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2016h.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Índices de Reajustamento de Obras Rodoviárias**. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/custos-e-pagamentos/indices-de-reajustamentos-de-obras/indices-de-reajustamentos-de-obras-rodoviario>>. Acesso em: 23 ago. 2016i.

BRITO, Lélío Antônio Teixeira; GRAEFF, Ângela Gaio. **Métodos de dimensionamento de pavimentos – metodologias e seus impactos nos projetos de pavimentos novos e restaurações**. Porto Alegre: Prime Engenharia, 2009.

CAVALLI, Janaína. **Maior produtor do país, SC deve ter crescimento de 10% na colheita de maçãs**. Florianópolis: Jornal Diário Catarinense, 2014. Disponível em: <<http://dc.clicrbs.com.br/sc/noticias/noticia/2014/01/maior-produtor-do-pais-sc-deve-ter-crescimento-de-10-na-colheita-de-macas-4390110.html>>. Acesso em 26 out. 2016.

CONSELHO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Resolução nº 12, de 12 de outubro de 1988**. CONMETRO. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/resc/pdf/RESC000114.pdf>> Acesso em: 12 ago. 2016.

DALMOLIN et al. **Correspondência entre o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999), WRB (ISSSWG RB, 1998) e o Soil Taxonomy (USDA, 1999) para as principais unidades de solos do Rio Grande Do Sul.** 2004. Disponível em: <<http://jararaca.ufsm.br/websites/classolos/download/Informes/Informe02.pdf>>. Acesso em: 06 set. 2016.

DAS, Braja M. **Fundamentos de Engenharia Geotécnica/** Braja M. Das; Tradução All Tasks; revisão técnica Pérsio Leister de Almeida Barros. – São Paulo: Thompson Learning, 2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2. ed: - Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.: il. ISBN 85-85864-19-2. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>> Acesso em: 06 set. 2016

FECHINE SOBRINHO, Vicente. **Aplicação do Método das Isozonas na obtenção das Equações IDF de chuvas intensas dos municípios de Juazeiro do Norte, Barbalha e Crato - CE.** 2011. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Juazeiro do Norte, 2011. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/3752/1/2011\\_dis\\_vfechinesobrinho.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/3752/1/2011_dis_vfechinesobrinho.pdf)>. Acesso em: 08 maio 2016.

FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. **Mapa de Classificação dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul quanto à Resistência a Impactos Ambientais.** Porto Alegre: FEPAM. 13 p. (n.publ.) Relatório final de consultoria elaborado por Nestor Kämpf. Mapa em meio digital. 2001. Disponível em: <[http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/mapa\\_solos.pdf](http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/mapa_solos.pdf)>. Acesso em: 22 fev. 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **World Reference Base for soil Resources.** 2. ed. Roma: FAO, 2006. Disponível em: <[http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs142p2\\_051206.pdf](http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051206.pdf)>. Acesso em: 11 set. 2016

FONTES, Liseane Padilha Thives da Luz. **Optimização do Desempenho de Misturas Betuminosas com Betume Modificado com Borracha para Reabilitação de Pavimentos**. 2009. 581 f. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia Civil, Doutorado em Engenharia Civil – Vias de Comunicação, Universidade do Minho, Universidade Federal de Santa Catarina, Braga, 2009. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/9601>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

FREIRE, Liz Helena Costa Varella. **Análise de Tratamentos Adotados em Travessias Urbanas – Rodovias Arteriais que Atravessam Pequenas e Médias Cidades no RS**. 2003. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <[http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/liz\\_h\\_c\\_v\\_freire.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/liz_h_c_v_freire.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2016.

GUERINO FILHO, Elcio; SIMÕES, Fernanda Antonio; NASCIMENTO JUNIOR, Sergio Luiz. **Diagnóstico das travessias urbanas de rodovias federais nas cidades de Maringá, Sarandi e Mandaguari**. Revista de Engenharia e Tecnologia, 2014. Disponível em: <<http://www.revistaret.com.br/ojs-2.2.3/index.php/ret/artic/e/viewFile/265/272>> Acesso em: 10 ago. 2016.

HIGASHI, Rafael Augusto dos Reis. **Utilização de um SIG no Desenvolvimento de um Banco de Dados Geotécnicos do Norte do Estado do Rio Grande do Sul**. 2002. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Mestrado em Infraestrutura e Gerência Viária, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/84205>>. Acesso em: 13 set. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE ENGENHARIA. **OT-002/2014-IBRAENG: Elementos mínimos para anteprojetos de engenharia**. Fortaleza, 2014. Disponível em: <<http://www.abesc.org.br/pdf/Orienta%C3%A7%C3%A3o%20T%C3%A9cnica%20OT002%202014%20IBRAENG%20Elementos%20M%C3%ADnimos%20Para%20Anteprojetos%20de%20Engenharia.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa Exploratório de Solos do Estado do Rio Grande do Sul**. 2002. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/.../unidades\\_federa.../rs\\_pedologia.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/.../unidades_federa.../rs_pedologia.pdf)>. Acesso em: 23 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. **Mapa Municipal Estatístico: Vacaria-RS**. 2011. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas\\_estatisticos/censo\\_2010/map\\_a\\_municipal\\_estatistico/rs/vacaria\\_v2.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_estatisticos/censo_2010/map_a_municipal_estatistico/rs/vacaria_v2.pdf)>. Acesso em: 25 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. **Vacaria – IBGE Cidades**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=432250&search=||info%EFicos:-informa%E7%F5es-completas>> Acesso em: 09 ago. 2016a.

\_\_\_\_\_. **Vacaria: Histórico – IBGE Cidades**. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=432250&search=||info%EFicos:-hist%F3rico>>. Acesso em: 09 ago. 2016b.

INSTITUTO GAÚCHO DE TRADIÇÃO E FOLCLORE. **Tropeirismo**. Disponível em: <<http://www.igt.rs.gov.br/?p=2194>> Acesso em: 09 ago. 2016.

LEE, Shu Han. **Introdução ao Projeto Geométrico de Rodovias** / Shu Han Lee. 4.ed. rev. ampl. – Florianópolis: Ed. da UFSC, 2015. 441p.

LISBOA, Edgar. **Produtores de maçã de Vacaria buscam apoio do governo gaúcho**. 2011. Disponível em: <<http://www.edgarlisboa.com.br/noticias-2/produtores-de-maca-de-vacaria-buscam-apoio-do-governo-gauch>>. Acesso em: 19 fev. 2016.

MARCHIORO, Edson. **Plano de Mobilidade Urbana e Plano Viário de Vacaria/RS**. Vacaria: Secretaria Municipal de Planejamento e Urbanismo, 2012. 157 p. (PE 043 - 12/2010). CD-ROM.

MATTOS, Aldo Dórea. **Impactos da desoneração da folha no orçamento**. Pini blogs, 2014a. Disponível em: <<http://blogs.pini>>.

com.br/posts/Engenharia-custos/impactos-da-desoneracao-da-foh-no-orcamento-312624-1.aspx>. Acesso em: 22 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. **Como indexar o custo da obra**. Pini blogs, 2014b. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/como-indexar-o-custo-da-obra-313574-1.aspx>> Acesso em: 22 ago. 2016.

MINNESOTA. Department of Transportation. **Manual Pavement of Minnesota**. Disponível em: <[http://www.dot.state.mn.us/materials/pvmt/design/docs/2007manual/Chapter\\_3-2](http://www.dot.state.mn.us/materials/pvmt/design/docs/2007manual/Chapter_3-2)> Acesso em: 11 set. 2016

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 7 mar. 2016.

MORALES, Paulo Roberto Dias. **Manual Prático de Drenagem** / Paulo Roberto Dias Morales – Rio de Janeiro: IME, Fundação Ricardo Franco, 2003. 160p.

MORE: Mecanismo online para referências, versão 2.0. Florianópolis: UFSC Rexlab, 2013.

MOREIRA, Adolfo Átila Cabral. **Modelagem hidrológica da bacia hidrográfica do Rio Granjeiro- Crato-CE: composição do cenário atual e simulações de uso e ocupação do solo/** Adolfo Átila Cabral Moreira. – 2013. 163 f. Dissertação (Mestrado) Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/7979/1/2013\\_dis\\_aacmoreira.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/7979/1/2013_dis_aacmoreira.pdf)>. Acesso em: 08 maio 2016.

NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM. **Guide for Mechanistic-Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures**: Appendices. 2001. Disponível em: <[http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/archive/mepdg/2appendices\\_cc.pdf](http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/archive/mepdg/2appendices_cc.pdf)> Acesso em: 11 set. 2016

NETO, Giuseppe Giamundo. Infraestrutura Urbana. **TCU contra-ria regra do RDC**. Pini, 2014. Disponível em: <<http://infraestrutura>

urbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/44/tcu-contraria-regra-do-rd-c-329981-1.aspx> Acesso em: 20 ago. 2016.

OLIVEIRA, Émerson Rogério de. **Ferrovia do Tronco Principal Sul**. O Tuiuti / Academia de História Militar Terrestre do Brasil / Instituto de História e Tradições do Rio Grande do Sul (edição 98), 2013. Disponível em: <<http://www.acadhistoria.com.br/otuiuti/O%20TUIUTI%2098.pdf>> Acesso em: 10 ago. 2016.

OLIVEIRA, Rodrigo Lopes de. **Memória: Primórdios da BR-116 nos anos 1950**. Caxias do Sul: Jornal Pioneiro, 2015. Disponível em: <<http://wp.clicrbs.com.br/memoria/2015/01/10/primordios-da-br-116-nos-anos-1950/?topo=87,1,1,,,87>> Acesso em: 09 ago. 2016.

PEDROZO, Lúcia Gonçalves. **Custos da Infraestrutura Rodoviária – Análise e Sistematização**. 2001. 183 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Mestrado Profissionalizante com ênfase em transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2809/000326413.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2016.

PORTUGAL. Instituto de Infra-Estruturas Rodoviárias. **Directivas para a Concepção de Pavimentos. Critérios de Dimensionamento de Pavimentos**. Documento Base. Disponível em: <<http://www.inir.pt/portal/LinkClick.aspx?fileticket=bG6BRyvYJBA%3d&tabid=116&mid=487&language=pt-PT>> Acesso em 08 set. 2016

PREUSSLER, Leonardo Appel. **Contribuição ao estudo da deformabilidade de camadas de pavimento**. 2007. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Mestrado em Engenharia de Transportes. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <[http://www.teses.usp.br%2Fteses%2Fdisponiveis%2F3%2F3138%2Fde-02062008-143306%2Fpublico%2FDissertacao\\_Leonardo\\_Preussler\\_Revisada.pdf](http://www.teses.usp.br%2Fteses%2Fdisponiveis%2F3%2F3138%2Fde-02062008-143306%2Fpublico%2FDissertacao_Leonardo_Preussler_Revisada.pdf)>. Acesso em: 09 set. 2016.

RIO GRANDE DO SUL. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem. **Projeto de Exploração da Rodovia - Polo Vacaria**. 1998. Disponível em: <[http://www.agergs.rs.gov.br/upload/servico\\_4\\_358.pdf](http://www.agergs.rs.gov.br/upload/servico_4_358.pdf)>. Acesso em: 02 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem. **Rodovias**: Veja os dados das rodovias federais, estaduais, vicinais e coincidentes do Rio Grande do Sul. 2016. Disponível em: <[http://www.daer.rs.gov.br/site/sistema\\_rodoviario\\_rodovias.php](http://www.daer.rs.gov.br/site/sistema_rodoviario_rodovias.php)> Acesso em: 02 mar. 2016.

RODOSUL. **Tarifas**. 2013. Disponível em: <[http://www.rodosul.com.br/bkp\\_site\\_rodosul/tarifas.php](http://www.rodosul.com.br/bkp_site_rodosul/tarifas.php)>. Acesso em: 01 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. **Fluxo de tráfego**. Disponível em: <[http://www.rodosul.com.br/bkp\\_site\\_rodosul/fluxo\\_trafego.php](http://www.rodosul.com.br/bkp_site_rodosul/fluxo_trafego.php)>. Acesso em: 01 mar. 2016.

ROSSI, Esther Mayara Zamboni; MORETTO, Samira Peruchi. **O Município de Vacaria: ocupação e alteração da paisagem**. Florianópolis: UDESC, 2012. Disponível em: <<http://www.anpuh-sc.org.br/encontro2012/uploads/simposio-08-trabalho-04.pdf>> Acesso em: 09 ago. 2016.

RUMO ALL. **Unidades Rumo**. Disponível em: <[http://pt.rumoall.com/conteudo\\_pti.asp?idioma=0&conta=45&tipo=27024](http://pt.rumoall.com/conteudo_pti.asp?idioma=0&conta=45&tipo=27024)>. Acesso em: 14 abr. 2016.

SANTOS, Mario Jorge Ledo dos. **Dimensionamento de camadas de reforço de pavimentos rodoviários flexíveis**. 2009. 203 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Mestrado em Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2009. Disponível em: <<http://ria.ua.pt/bitstream/10773/2404/1/2010000342.pdf>> Acesso em: 08 set. 2016

SANTOS, Robson Arruda dos. Cálculo da chuva intensa pelo método das Isozonas para cidades do estado da Paraíba. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p.1335-1343, maio 2015. Quadrimestral. ISSN: 22361170. Disponível em: <<http://periodicos.ufsm.br/revget/article/view/16748/pdf>>. Acesso em: 08 maio 2016.

SÃO PAULO (Município). Prefeitura Municipal. Secretaria de Vias Públicas. **Diretrizes de Projeto para Estudos Hidrológicos – Método Racional**. São Paulo: 1999. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/infraestrutura/NORMAS%20T%C3%89CNICAS%20INTRU%C3%87%C3%95ES%20NOVAS/Hidr%C3%A1ulica%20e%20drenagem%20urbana/DH-H03.pdf>> Acesso em: 09 set. 2016

SÃO PAULO (Estado). Agência de Transporte do Estado de São Paulo. **Procedimento prático para implantação de faixas adicionais**. São Paulo: ARTESP, 2005 Disponível em: <<http://www.artesp.sp.gov.br/Media/Default/Rodovias/pppTamoios/PROCEDIMENTO%20PR%C3%81TICO%20PARA%20IMPLANTA%C3%87%C3%83O%20DE%20FAIXAS%20ADICIONAIS.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

SILVA, Rosemeire da. Universia Brasil. **¿Español o Castellano? Qual é a diferença?** Santander, 2014. Disponível em: <<http://noticias.universia.com.br/destaque/noticia/2014/09/02/1110780/espanol-castellano-diferenca.html#>> Acesso em 21 ago. 2016.

TEODORO, Antônio. **Economia de beira de estrada**. CORECON-GO: 2016. Disponível em: <<http://www.corecon-go.org.br/artigos-leitura.php?id=708&chave=economia-de-beira-de-estrada>> Acesso em: 10 ago. 2016.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Natural Resources Conservation Service. **Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys**. 2. ed: 1999. Disponível em: <[http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FS\\_E\\_DOCUMENTS/nrcs142p2\\_051232.pdf](http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FS_E_DOCUMENTS/nrcs142p2_051232.pdf)>. Acesso em: 11 set. 2016

VACARIA. Departamento de Comunicação Social. Prefeitura Municipal. **Anel Viário**. 2009. Disponível em: <[http://www.vacaria.rs.gov.br/vnoticia\\_secretaria/anel-viario](http://www.vacaria.rs.gov.br/vnoticia_secretaria/anel-viario)>. Acesso em: 19 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. Departamento de Comunicação Social. Prefeitura Municipal. **DNIT apresenta projeto do Anel Viário**. 2010. Disponível em: <<http://www.vacaria.rs.gov.br/noticia/dnit-apresenta-projeto-do-anel-viario>>. Acesso em: 19 fev. 2016.



\_\_\_\_\_. Urbana Logística Ambiental. Município de Vacaria. **Plano Municipal de Saneamento Básico**: Relatório de Diagnóstico da Situação do Saneamento. Vacaria: Município de Vacaria, 2013a. 93 p. Disponível em: <<http://www.vacaria.rs.gov.br/docs/DIAGNOSTICO-PMSB-VACARIA.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2016.

\_\_\_\_\_. Secretaria Municipal de Educação. **Lembranças de Vacaria** / Secretaria Municipal de Educação; organização: Arlene Medeiros de Abreu, Loraine Slomp Giron e Magali Giuseppina Paim Giroto – Vacaria: Secretaria Municipal de Educação, 2013b. 141 p. 21 cm. : il. Disponível em: <[http://www.vacaria.rs.gov.br/docs/livro\\_lembanca\\_de\\_Vacaria.pdf](http://www.vacaria.rs.gov.br/docs/livro_lembanca_de_Vacaria.pdf)> Acesso em: 09 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Secretaria Municipal de Desenvolvimento, Tecnologia, Trabalho e Turismo. **Distâncias**. Disponível em: <<http://www.vacaria.net/distancias.php>> Acesso em: 09 ago. 2016a.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal. **História**. Disponível em: <<http://www.vacaria.rs.gov.br/vacaria/historia>>. Acesso em: 09 ago. 2016b.

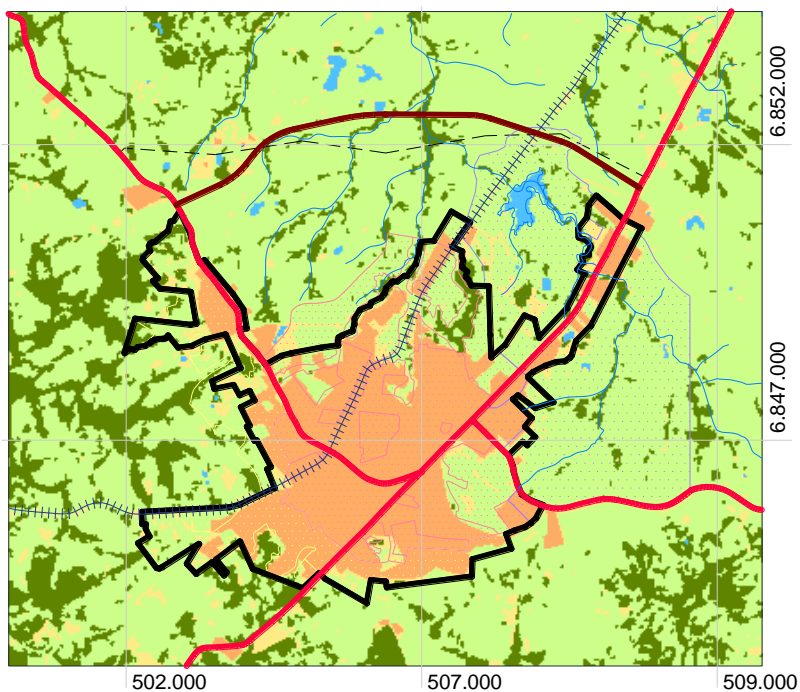
\_\_\_\_\_. **Lei Complementar Nº 37/2014**. Vacaria, RS, Disponível em: <[https://leismunicipais.com.br/pdf/Lei-complementar-37-2014-Vacaria-RS-consolidada-\[01-12-2015\].pdf](https://leismunicipais.com.br/pdf/Lei-complementar-37-2014-Vacaria-RS-consolidada-[01-12-2015].pdf)>. Acesso em: 19 fev. 2016c.

\_\_\_\_\_. **Lei Ordinária Nº 2414/2007**. Disponível em: <[https://leismunicipais.com.br/pdf/Lei-ordinaria-2414-2007-Vacaria-RS-consolidada-\[04-11-2013\].pdf](https://leismunicipais.com.br/pdf/Lei-ordinaria-2414-2007-Vacaria-RS-consolidada-[04-11-2013].pdf)>. Acesso em: 01 mar. 2016d.

VOTORANTIM. **Pavimento rígido e os corredores de ônibus**. Votorantim Cimentos, 2016. Disponível em: <<http://www.mapadaobra.com.br/novidades/corredor-de-onibus/>> Acesso em: 20 ago. 2016.

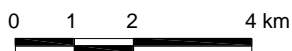


## APÊNDICE A – Traçado proposto



### CONVENÇÕES

 RODOVIAS FEDERAIS	 LINHA FÉRREA
 PERÍMETRO URBANO	 CAMPOS, VEGETAÇÃO. BAIXA
 DIRETRIZ (PLANO DIRETOR)	 VEGETAÇÃO ALTA
 DIRETRIZ PROPOSTA	 CORPOS D'ÁGUA
 ZONA Z1 (PLANO DIRETOR)	 OCUPAÇÃO URBANA/ INDUSTRIAL
 ZONA Z2 (PLANO DIRETOR)	 SOLO EXPOSTO
 ZONA Z3 (PLANO DIRETOR)	



PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR  
 IRTF/WGS 84 / ZONA UTM 22 SUL  
 MERIDIANO CENTRAL: -51°



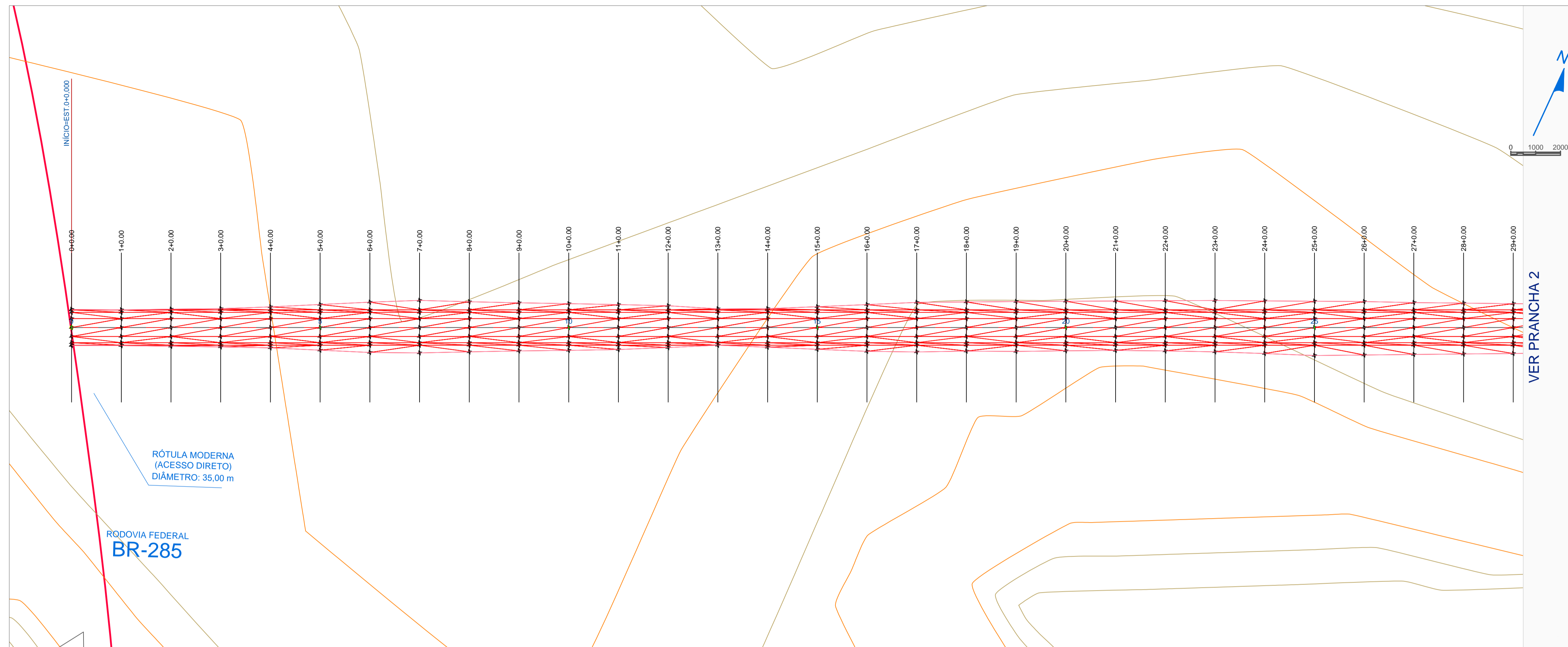
Elaborado pelo autor em agosto de 2016.

#### BASES DE DADOS:

Imagens *Landsat 8*, sensor OLI-TIRS, cena 221/80, obtidas em 4 de fevereiro de 2015;  
 Plano Diretor Municipal de Vacaria - RS.



## **APÊNDICE B – Projeto Geométrico**



COTAS TERRENO	931.589 931.582	930.86 930.805	930.13 930.131	929.41 929.405	928.69 928.679	927.95 927.954	927.24 927.244
ESTACAS	0	5	10	15	20	25	29
PLANIMETRIA	TANGENTE L=812.008						

NG

0 1000 2000

VER PRANCHA 2

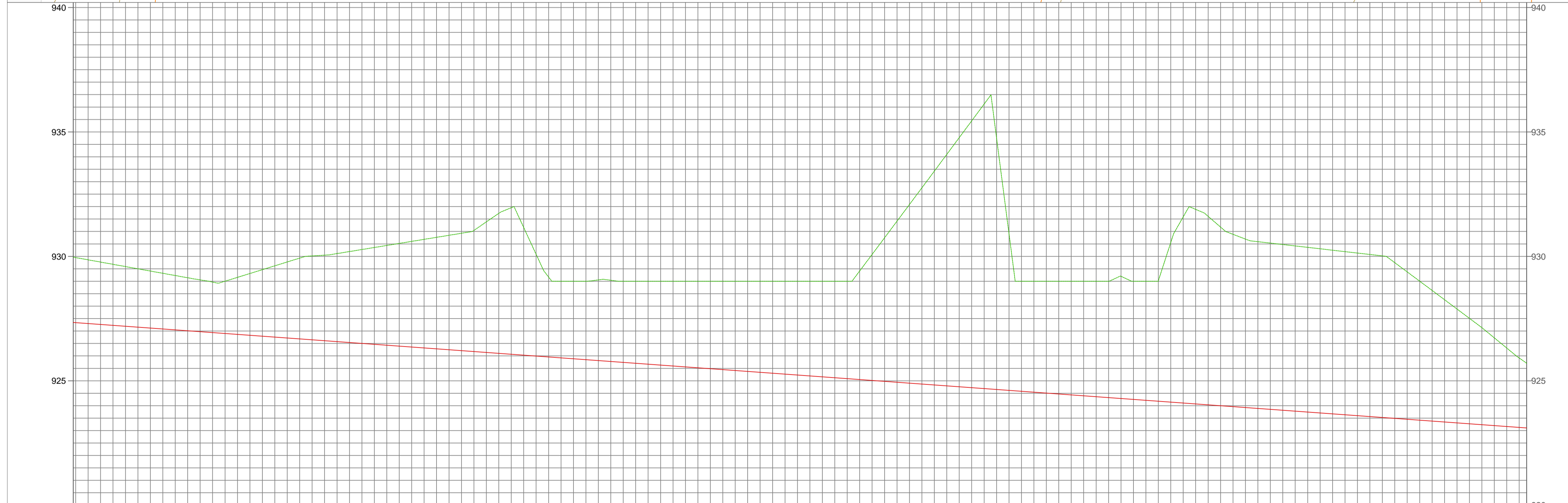
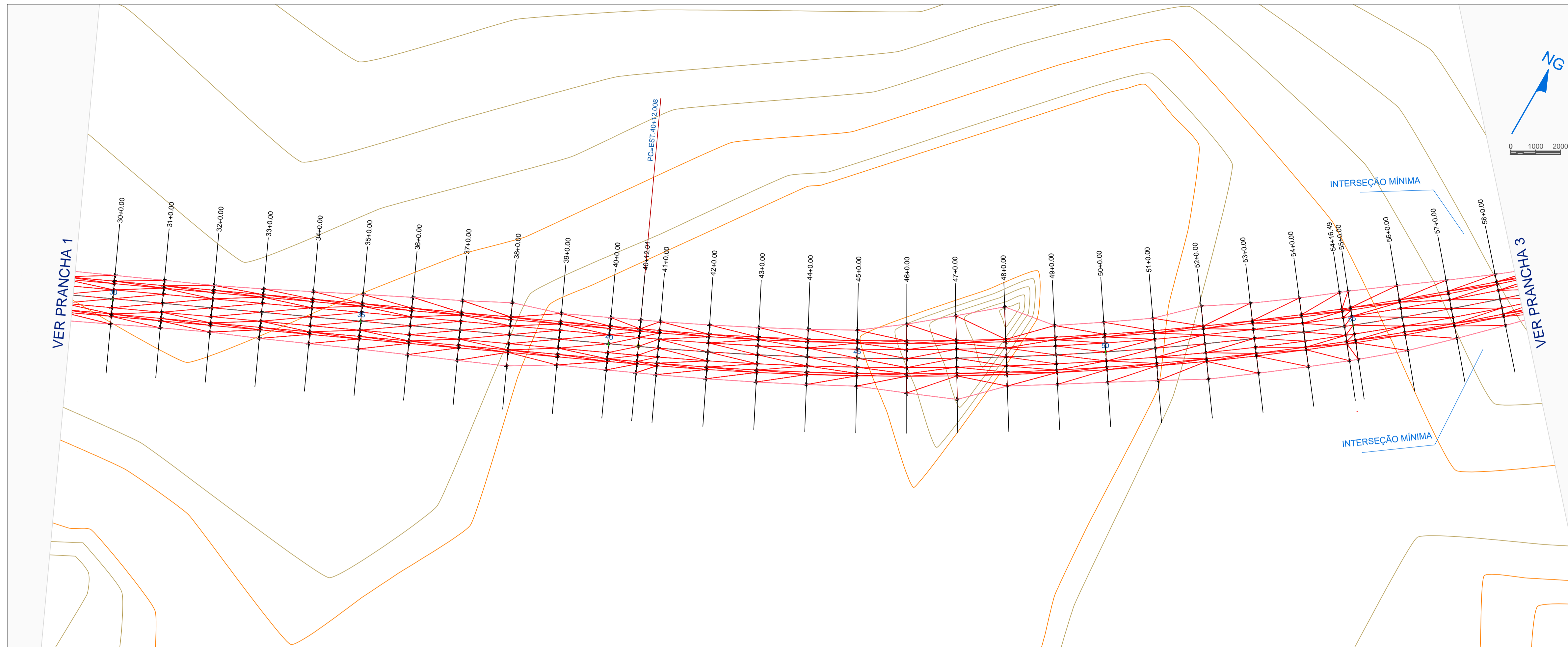
**CONVENÇÕES**

- RODOVIA FEDERAL EXISTENTE
- SUPERFÍCIE DE TERRAPLENAGEM
- CORPOS D'ÁGUA
- CURVAS DE NÍVEL PRINCIPAIS (10 EM 10m)
- CURVAS DE NÍVEL SECUNDÁRIAS (2 EM 2m)
- PONTE
- GREIDE
- PERFIL NATURAL DO TERRENO
- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TANGENTE/CURVA
- EIXO
- BUEIRO
- + LINHA FÉRREA

DATA: NOV/2016  
ESTACAS 000 + 0,00 A 029 + 5,00

**PROJETO GEOMÉTRICO**

ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA PARA PROPOSTA DE CONTORNO RODOVIÁRIO NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO ENTRE BR-116 E BR-285	ESCALA <b>1:1000</b>
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL CURSO DE ENGENHARIA CIVIL TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407	PRANCHA <b>01</b> / 20



CÓTIAS TERRENO	929,97 929,969	929,68 929,681	930,28 930,275	929,04 929,040	929,41 929,413	929,00 929,000	930,13 930,133	925,71 925,706
ESTACAS	29	30	35	40	45	50	55	58
PLANIMETRIA	TANGENTE L=612,008			R=1200,000				

**CONVENÇÕES**

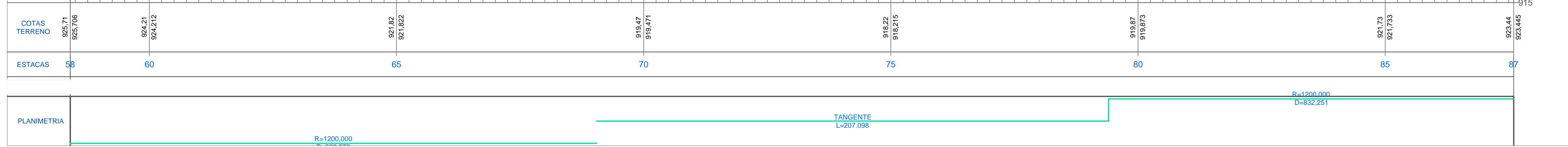
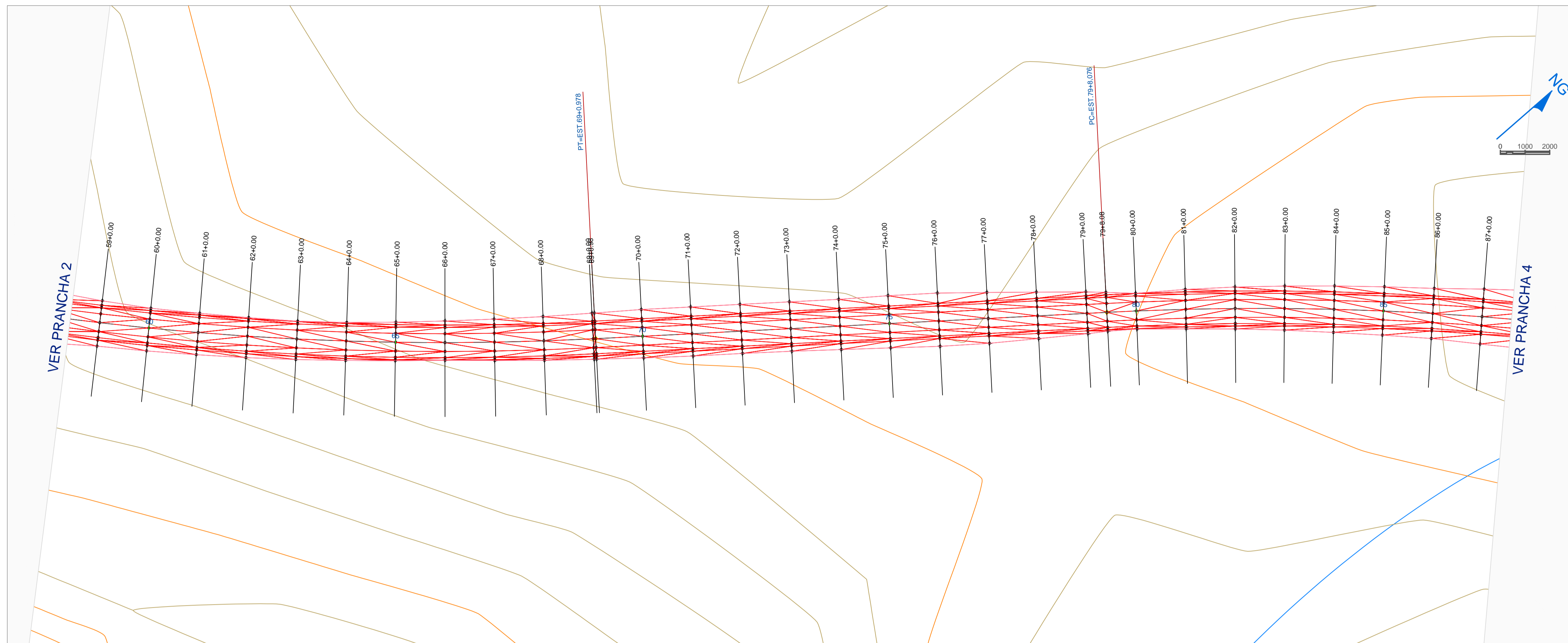
- RODOVIA FEDERAL EXISTENTE
- SUPERFÍCIE DE TERRAPLENAGEM
- CORPOS D'ÁGUA
- CURVAS DE NÍVEL PRINCIPAIS (10 EM 10m)
- CURVAS DE NÍVEL SECUNDÁRIAS (2 EM 2m)
- PONTE
- GREIDE
- PERFIL NATURAL DO TERRENO
- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TANGENTE/CURVA
- EIXO
- BUEIRO
- + LINHA FÉRREA

DATA: NOV/2016  
ESTACAS 029 + 5,00 A 058 + 10,00

**PROJETO GEOMÉTRICO**

ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA PARA PROPOSTA DE CONTORNO RODOVIÁRIO NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO ENTRE BR-116 E BR-285	ESCALA <b>1:1000</b>
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL CURSO DE ENGENHARIA CIVIL TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407	PRANCHA <b>02</b> <sup>20</sup>





**CONVENÇÕES**

- RODOVIA FEDERAL EXISTENTE
- SUPERFÍCIE DE TERRAPLENAGEM
- CORPOS D'ÁGUA
- CURVAS DE NÍVEL PRINCIPAIS (10 EM 10m)
- CURVAS DE NÍVEL SECUNDÁRIAS (2 EM 2m)
- PONTE
- GREIDE
- PERFIL NATURAL DO TERRENO
- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TANGENTE/CURVA
- EIXO
- BUEIRO
- + LINHA FÉRREA

DATA: NOV/2016  
ESTACAS 058 + 10,00 A87 + 10,00

**PROJETO GEOMÉTRICO**

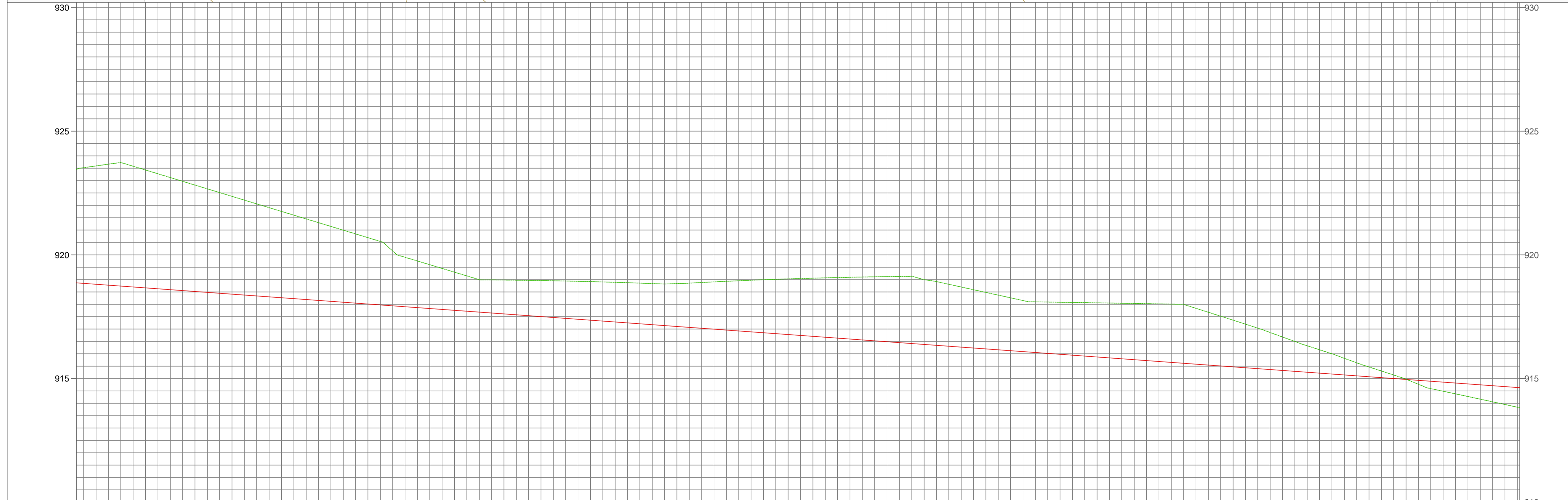
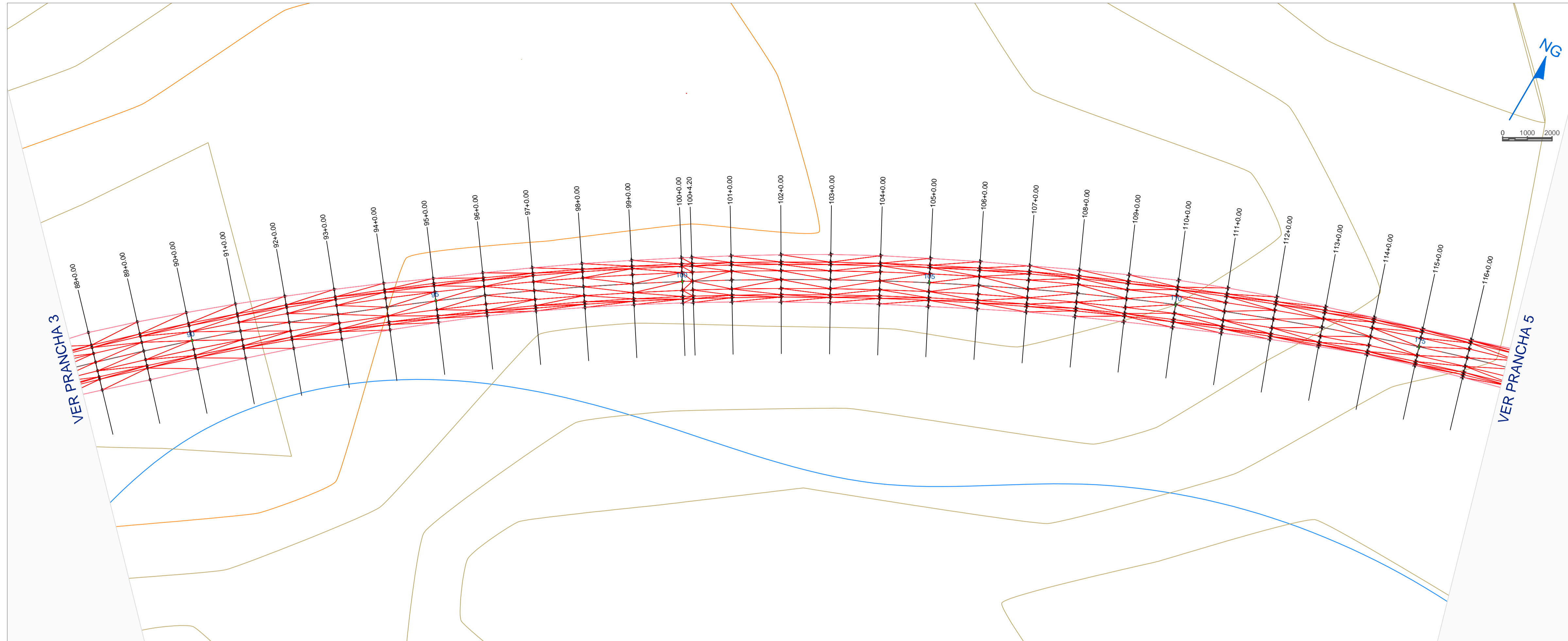
ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA PARA PROPOSTA DE CONTOURNO RODOVIÁRIO NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO ENTRE BR-116 E BR-285

ESCALA  
**1:1000**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407

PRANCHA  
**03** /20





COTAS TERRENO	923,44 923,445	922,82 922,820	919,45 919,451	918,86 918,856	918,92 918,919	918,00 917,996	914,59 914,582	913,82 913,819
ESTACAS	87	90	95	100	105	110	115	116
PLANIMETRIA	TANGENTE L=832,251							

**CONVENÇÕES**

- RODOVIA FEDERAL EXISTENTE
- SUPERFÍCIE DE TERRAPLENAGEM
- CORPOS D'ÁGUA
- CURVAS DE NÍVEL PRINCIPAIS (10 EM 10m)
- CURVAS DE NÍVEL SECUNDÁRIAS (2 EM 2m)
- PONTE
- GREIDE
- PERFIL NATURAL DO TERRENO
- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TANGENTE/CURVA
- EIXO
- BUEIRO
- + LINHA FÉRREA

DATA: NOV/2016  
ESTACAS 087 + 10,00 A 116 + 15,00

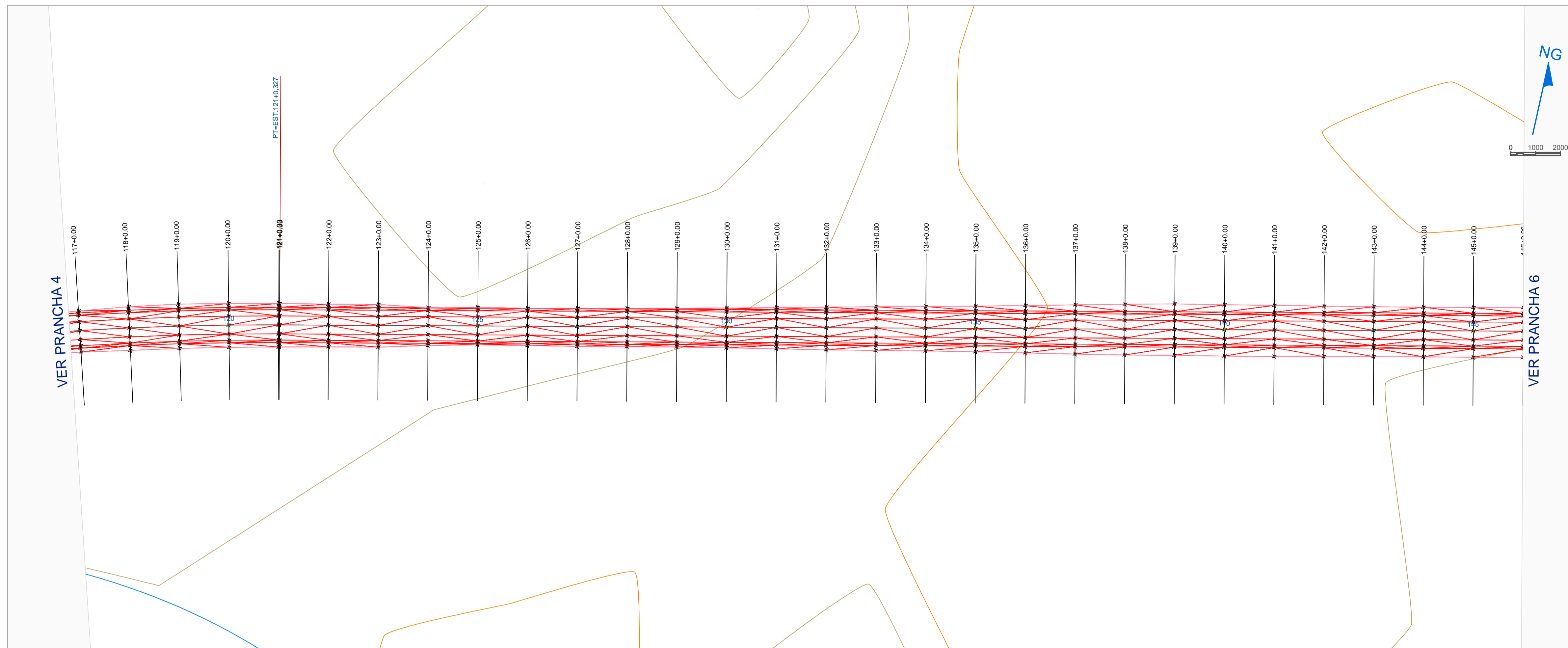
**PROJETO GEOMÉTRICO**

ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA  
PARA PROPOSTA DE CONTORNO RODOVIÁRIO  
NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO ENTRE  
BR-116 E BR-285

ESCALA  
**1:1000**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407

PRANCHA  
**04**/<sub>20</sub>



COTAS TERRENO	913,82 913,819	912,83 912,828	913,26 913,258	911,92 911,921	910,42 910,419	908,95 908,954	908,43 908,427	908,27 908,271
ESTACAS	116	120	125	130	135	140	145	146
PLANIMETRIA	R=1200,000 D=832,251		TANGENTE L=804,387					

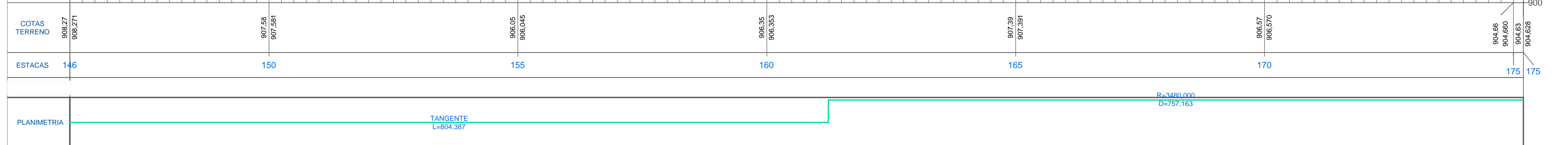
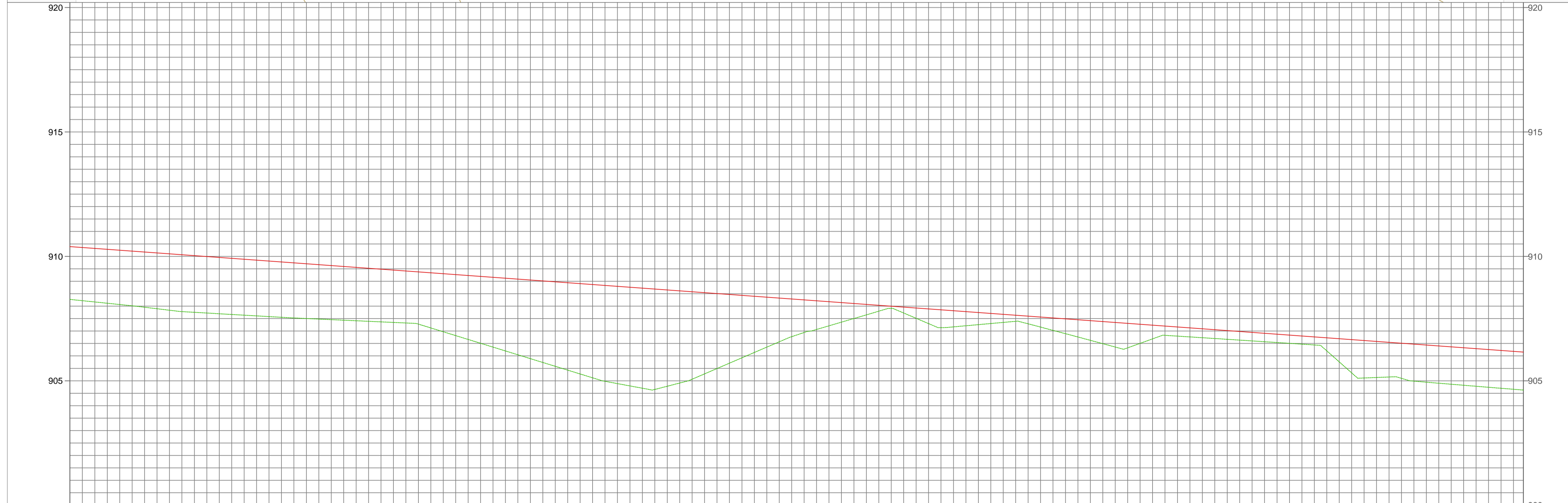
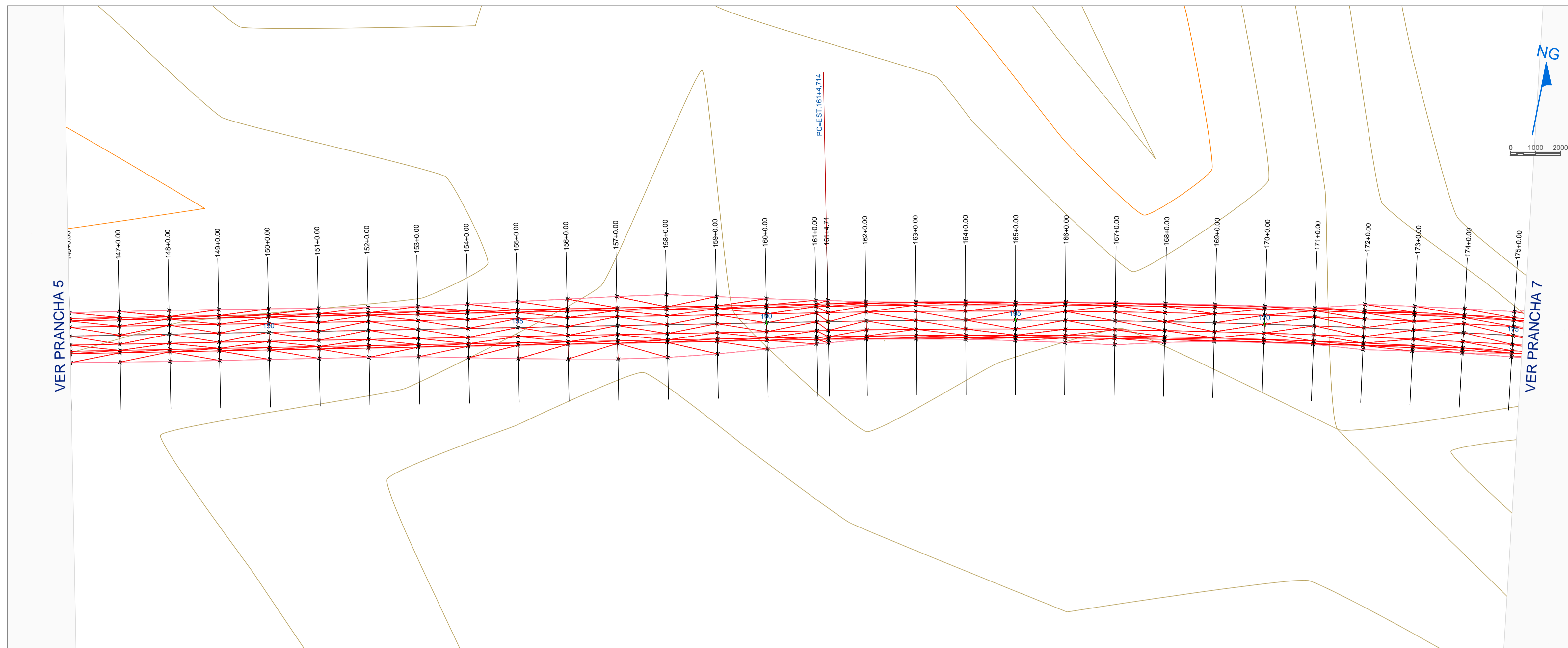
**CONVENÇÕES**

- RODOVIA FEDERAL EXISTENTE
- SUPERFÍCIE DE TERRAPLENAGEM
- CORPOS D'ÁGUA
- CURVAS DE NÍVEL PRINCIPAIS (10 EM 10m)
- CURVAS DE NÍVEL SECUNDÁRIAS (2 EM 2m)
- PONTE
- GREIDE
- PERFIL NATURAL DO TERRENO
- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TANGENTE/CURVA
- EIXO
- BUEIRO
- + LINHA FÉRREA

DATA: NOV/2016  
ESTACAS 116 + 15,00 A 146 + 0,00

**PROJETO GEOMÉTRICO**

ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA PARA PROPOSTA DE CONTORNO RODOVIÁRIO NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO ENTRE BR-116 E BR-285	ESCALA <b>1:1000</b>
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL CURSO DE ENGENHARIA CIVIL TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407	PRANCHA <b>05</b> <sup>20</sup>



**CONVENÇÕES**

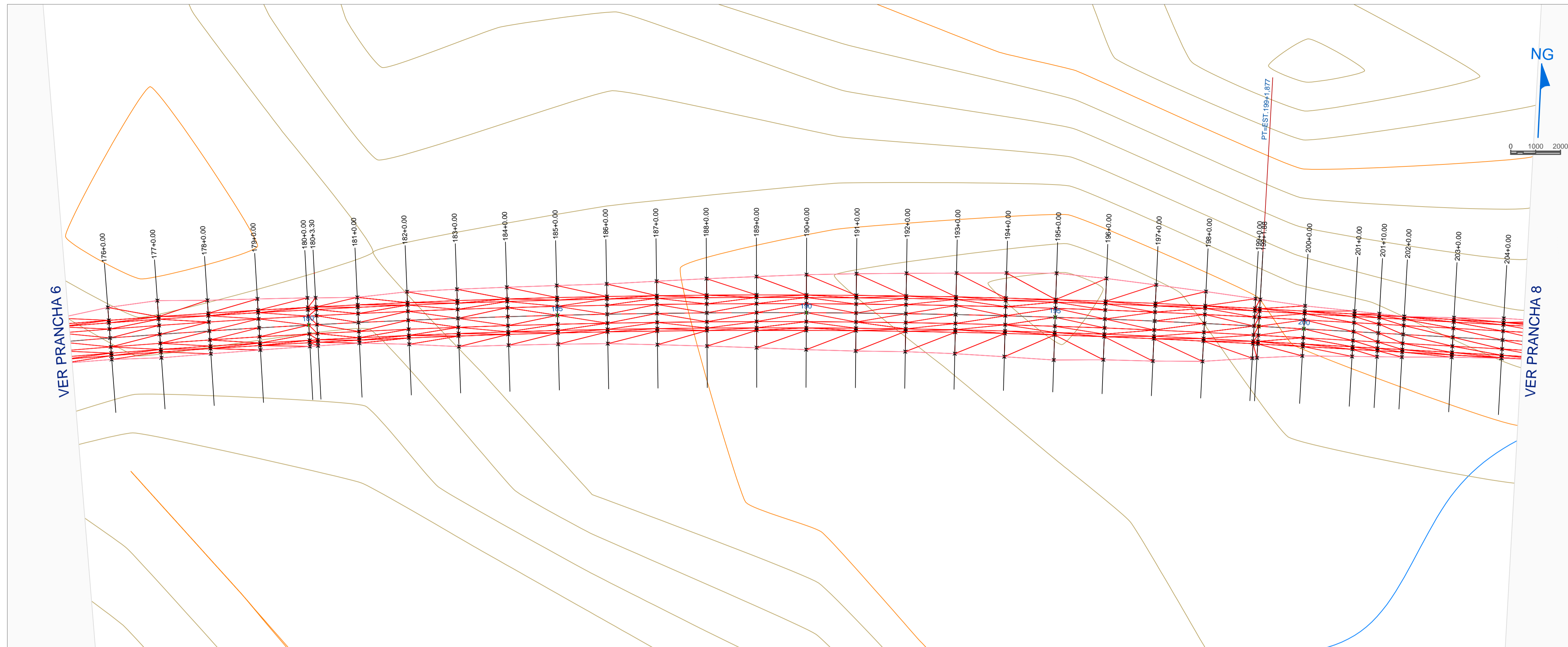
- RODOVIA FEDERAL EXISTENTE
- SUPERFÍCIE DE TERRAPLENAGEM
- CORPOS D'ÁGUA
- CURVAS DE NÍVEL PRINCIPAIS (10 EM 10m)
- CURVAS DE NÍVEL SECUNDÁRIAS (2 EM 2m)
- PONTE
- GREIDE
- PERFIL NATURAL DO TERRENO
- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TANGENTE/CURVA
- EIXO
- BUEIRO
- + LINHA FÉRREA

DATA: NOV/2016  
ESTACAS 146 + 0,00 A 175 + 0,00

**PROJETO GEOMÉTRICO**

ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA PARA PROPOSTA DE CONTORNO RODOVIÁRIO NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO ENTRE BR-116 E BR-285	ESCALA <b>1:1000</b>
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL CURSO DE ENGENHARIA CIVIL TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407	PRANCHA <b>06</b> / <sup>20</sup>





COTAS TERRENO	904.63 904.628	903.59 903.584	901.42 901.422	899.51 899.505	896.00 896.000	900.44 900.437	892.60 892.599
ESTACAS	175	180	185	190	195	200	204
PLANIMETRIA	$R=3480.000$ $D=757.163$					TANGENTE $L=1412.310$	

**CONVENÇÕES**

- RODOVIA FEDERAL EXISTENTE
- SUPERFÍCIE DE TERRAPLENAGEM
- CORPOS D'ÁGUA
- CURVAS DE NÍVEL PRINCIPAIS (10 EM 10m)
- CURVAS DE NÍVEL SECUNDÁRIAS (2 EM 2m)
- PONTE
- GREIDE
- PERFIL NATURAL DO TERRENO
- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TANGENTE/CURVA
- EIXO
- BUEIRO
- + LINHA FÉRREA

DATA: NOV/2016  
ESTACAS 175 + 0,00 A 204 + 5,00

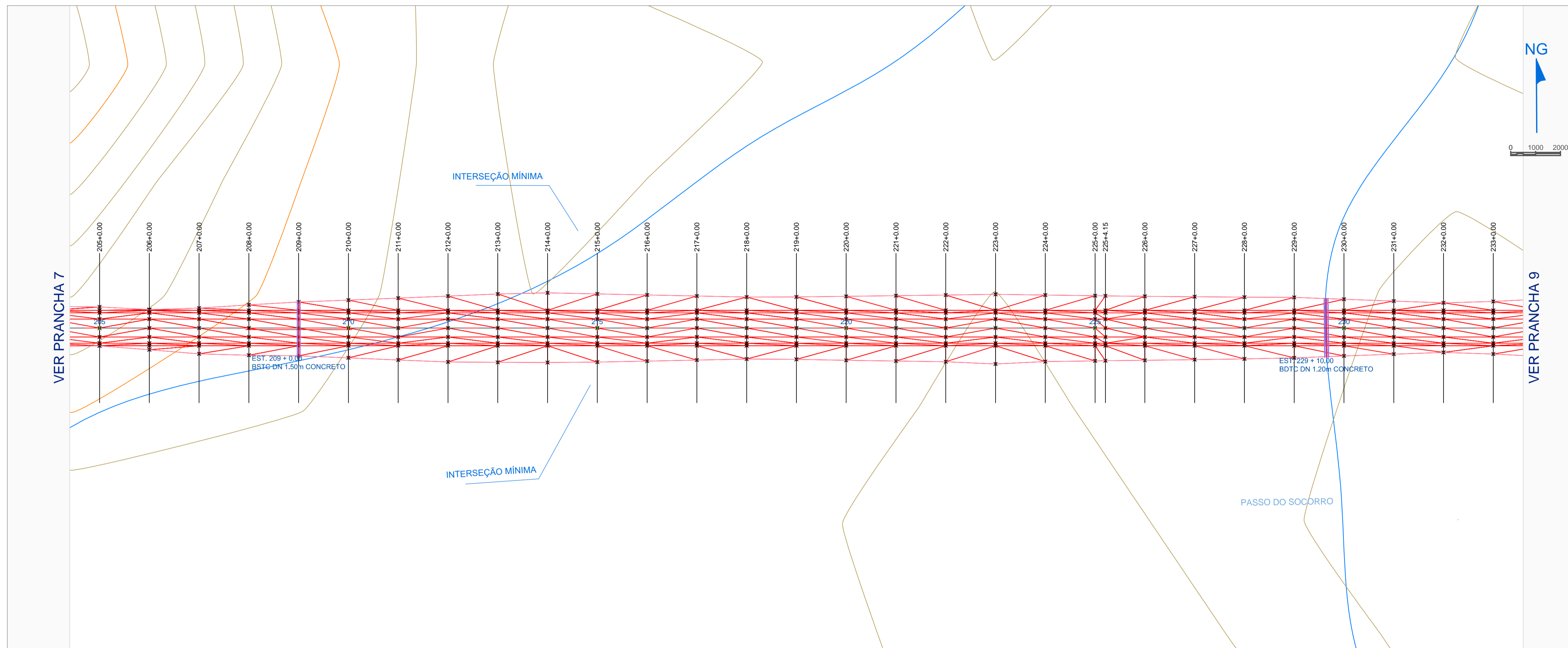
**PROJETO GEOMÉTRICO**

ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA PARA PROPOSTA DE CONTORNO RODOVIÁRIO NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO ENTRE BR-116 E BR-285

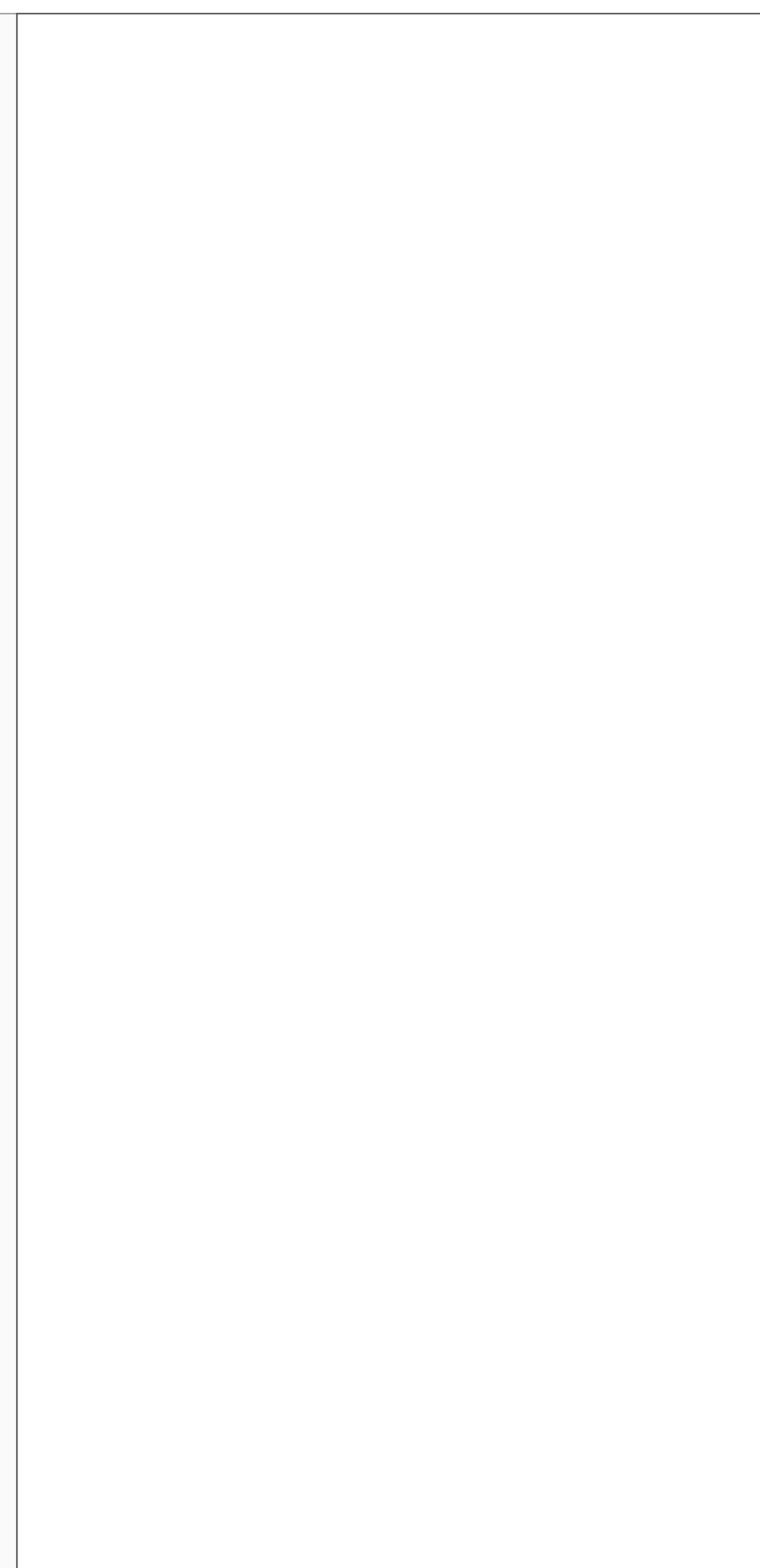
ESCALA  
**1:1000**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407

PRANCHA  
**07** / 20



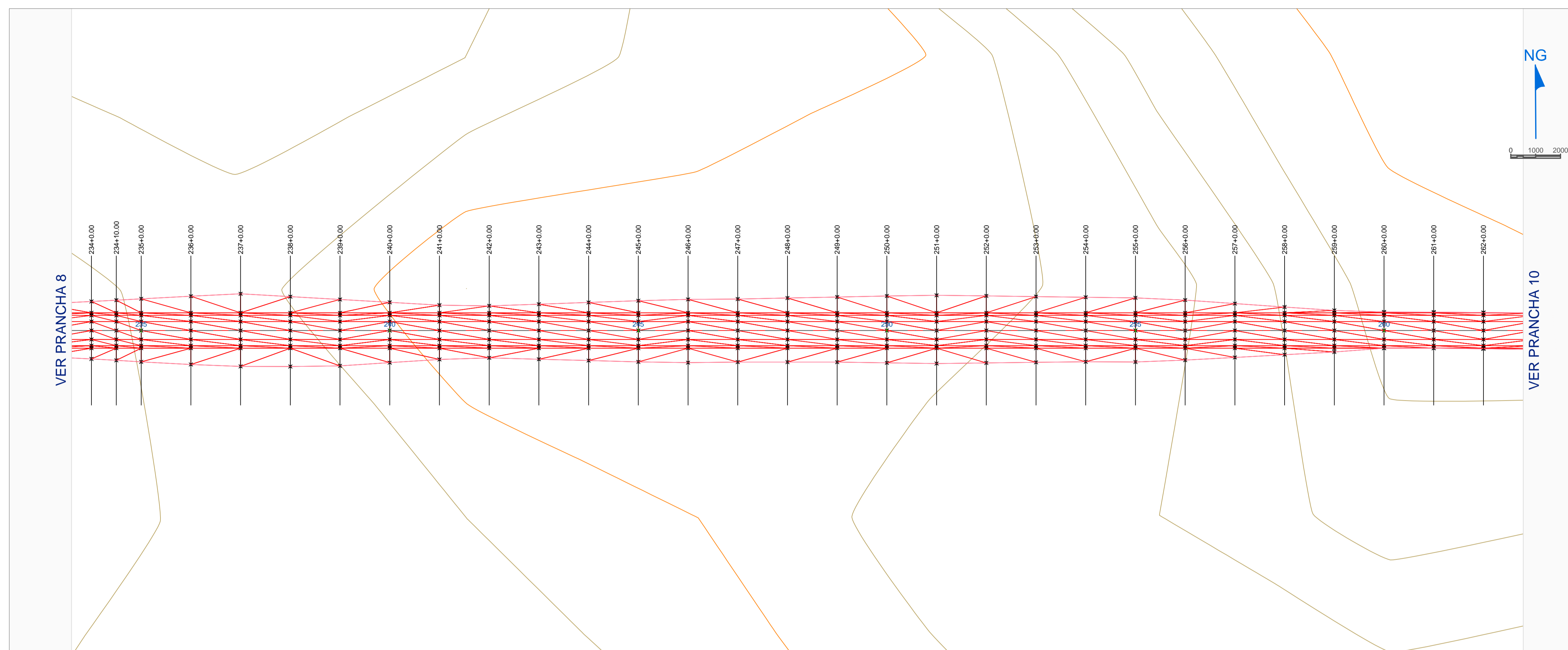
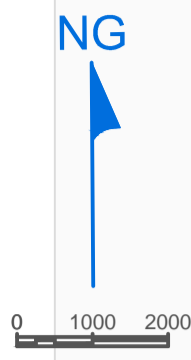
COTAS TERRENO	902,90 902,899	902,31 902,312		898,12 898,120		896,28 896,277		896,54 896,543		896,24 896,244		897,70 897,701	898,54 898,541
ESTACAS	204	205		210		215		220		225		230	233
PLANIMETRIA	TANGENTE L=1412,310												



- CONVENÇÕES**
- RODOVIA FEDERAL EXISTENTE
  - SUPERFÍCIE DE TERRAPLENAGEM
  - CORPOS D'ÁGUA
  - CURVAS DE NÍVEL PRINCIPAIS (10 EM 10m)
  - CURVAS DE NÍVEL SECUNDÁRIAS (2 EM 2m)
  - PONTE
  - GREIDE
  - PERFIL NATURAL DO TERRENO
  - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TANGENTE/CURVA
  - EIXO
  - BUEIRO
  - + LINHA FÉRREA
- DATA: NOV/2016  
ESTACAS 204 + 5,00 A 233 + 10,00

**PROJETO GEOMÉTRICO**

ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA PARA PROPOSTA DE CONTORNO RODOVIÁRIO NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO ENTRE BR-116 E BR-285	ESCALA <b>1:1000</b>
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL CURSO DE ENGENHARIA CIVIL TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407	PRANCHA <b>08</b> /20



COTAS TERRENO	898,54 898,541	897,68 897,681	895,61 895,615	900,80 900,805	901,39 901,387	903,10 903,100	908,46 908,462	908,87 908,874
ESTACAS	233	235	240	245	250	255	260	262
PLANIMETRIA	TANGENTE L=1412,310							

**CONVENÇÕES**

- RODOVIA FEDERAL EXISTENTE
- SUPERFÍCIE DE TERRAPLENAGEM
- CORPOS D'ÁGUA
- CURVAS DE NÍVEL PRINCIPAIS (10 EM 10m)
- CURVAS DE NÍVEL SECUNDÁRIAS (2 EM 2m)
- PONTE
- GREIDE
- PERFIL NATURAL DO TERRENO
- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TANGENTE/CURVA
- EIXO
- BUEIRO
- + LINHA FÉRREA

DATA: NOV/2016  
ESTACAS 233 + 10,00 A 262 + 15,00

**PROJETO GEOMÉTRICO**

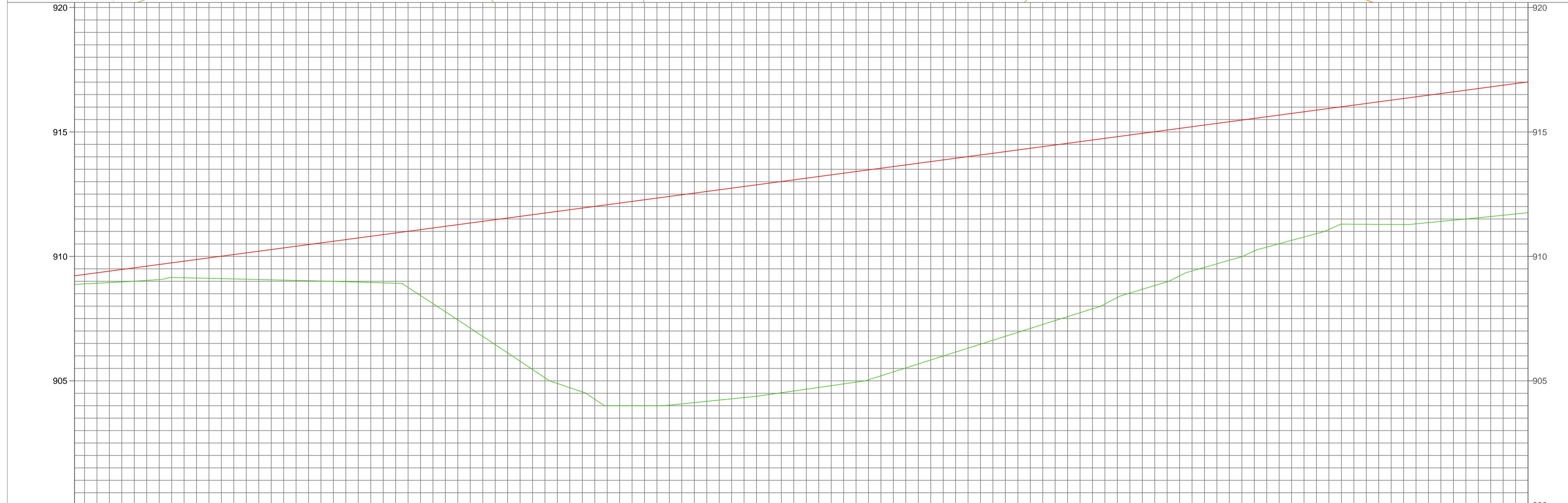
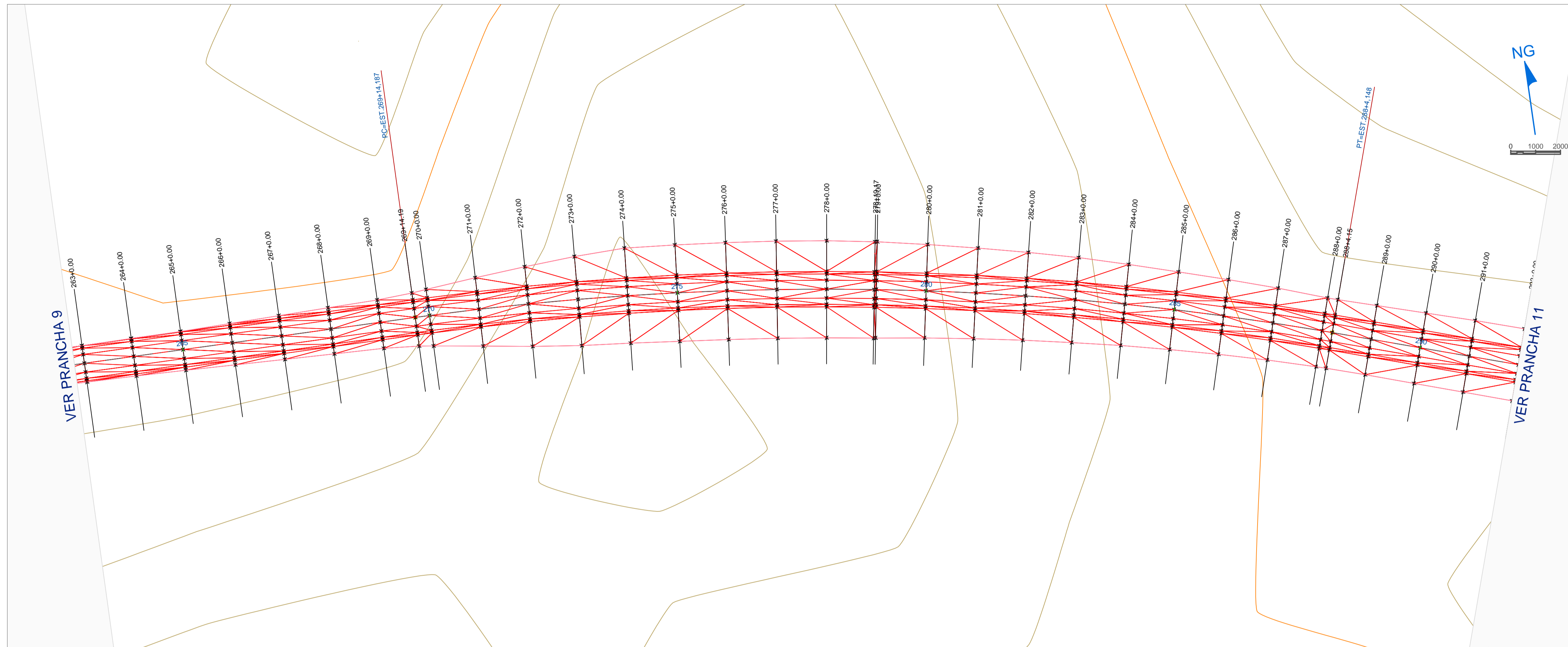
ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA PARA PROPOSTA DE CONTOURNO RODOVIÁRIO NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO ENTRE BR-116 E BR-285

ESCALA  
**1:1000**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407

PRANCHA  
**09**<sup>20</sup>





COTAS TERRENO	908.87 908.674	909.14 908.142	908.10 908.101	904.07 904.074	905.84 905.837	909.22 909.217	911.36 911.357	911.76 911.755
ESTACAS	262	265	270	275	280	285	290	292
PLANIMETRIA	TANGENTE L=1412.310		R=1200.000 D=369.961				TANGENTE L=1264.740	

**CONVENÇÕES**

- RODOVIA FEDERAL EXISTENTE
- SUPERFÍCIE DE TERRAPLENAGEM
- CORPOS D'ÁGUA
- CURVAS DE NÍVEL PRINCIPAIS (10 EM 10m)
- CURVAS DE NÍVEL SECUNDÁRIAS (2 EM 2m)
- PONTE
- GREIDE
- PERFIL NATURAL DO TERRENO
- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TANGENTE/CURVA
- EIXO
- BUEIRO
- + LINHA FÉRREA

DATA: NOV/2016  
ESTACAS 262 + 15,00 A 292 + 0,00

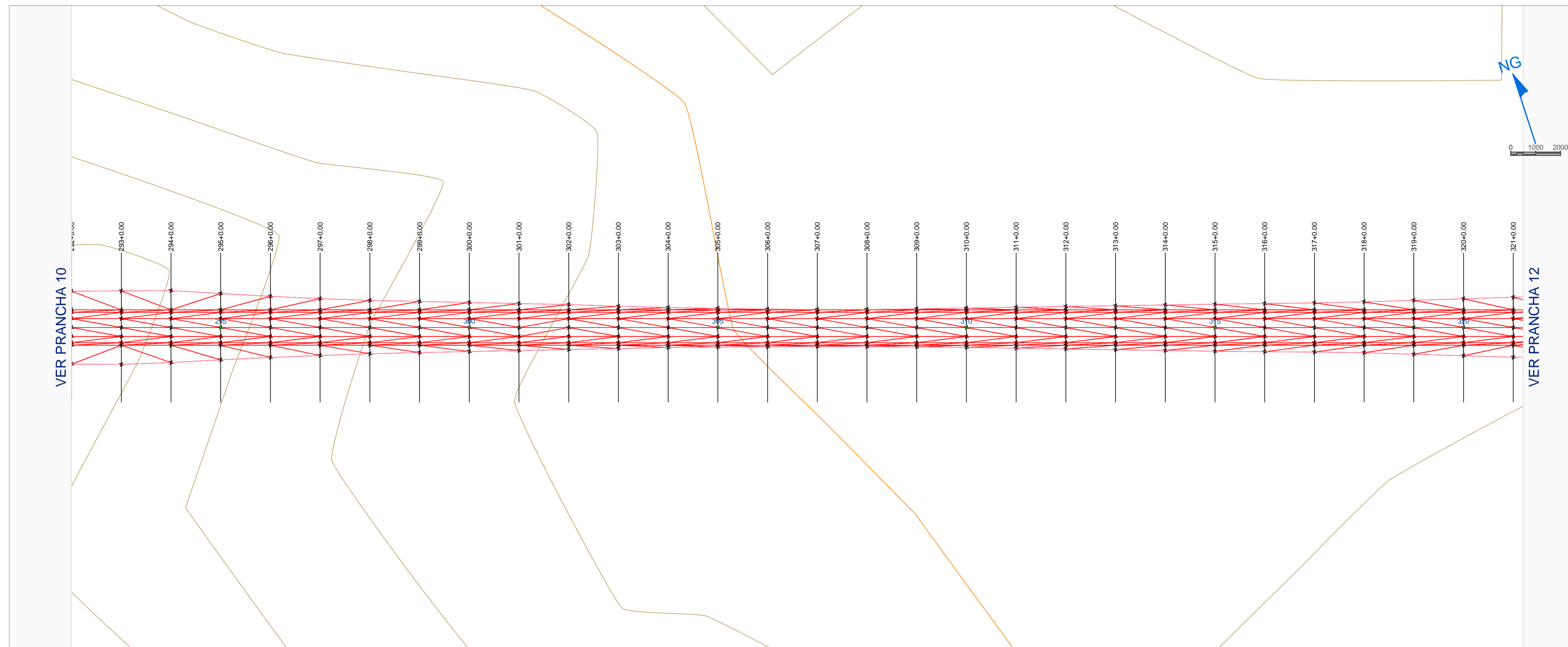
**PROJETO GEOMÉTRICO**

ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA PARA PROPOSTA DE CONTORNO RODOVIÁRIO NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO ENTRE BR-116 E BR-285

ESCALA  
**1:1000**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407

PRANCHA  
**10**<sup>20</sup>



COTAS TERRENO	911,76 911,765	913,46 913,457	917,10 917,098	919,85 919,850	921,07 921,068	921,38 921,376	921,38 921,381	921,21 921,214
ESTACAS	292	295	300	305	310	315	320	321
PLANIMETRIA	TANGENTE L=1264,740							

**CONVENÇÕES**

- RODOVIA FEDERAL EXISTENTE
- SUPERFÍCIE DE TERRAPLENAGEM
- CORPOS D'ÁGUA
- CURVAS DE NÍVEL PRINCIPAIS (10 EM 10m)
- CURVAS DE NÍVEL SECUNDÁRIAS (2 EM 2m)
- PONTE
- GREIDE
- PERFIL NATURAL DO TERRENO
- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TANGENTE/CURVA
- EIXO
- BUEIRO
- + LINHA FÉRREA

DATA: NOV/2016  
ESTACAS 292 + 0,00 A 321 + 5,00

**PROJETO GEOMÉTRICO**

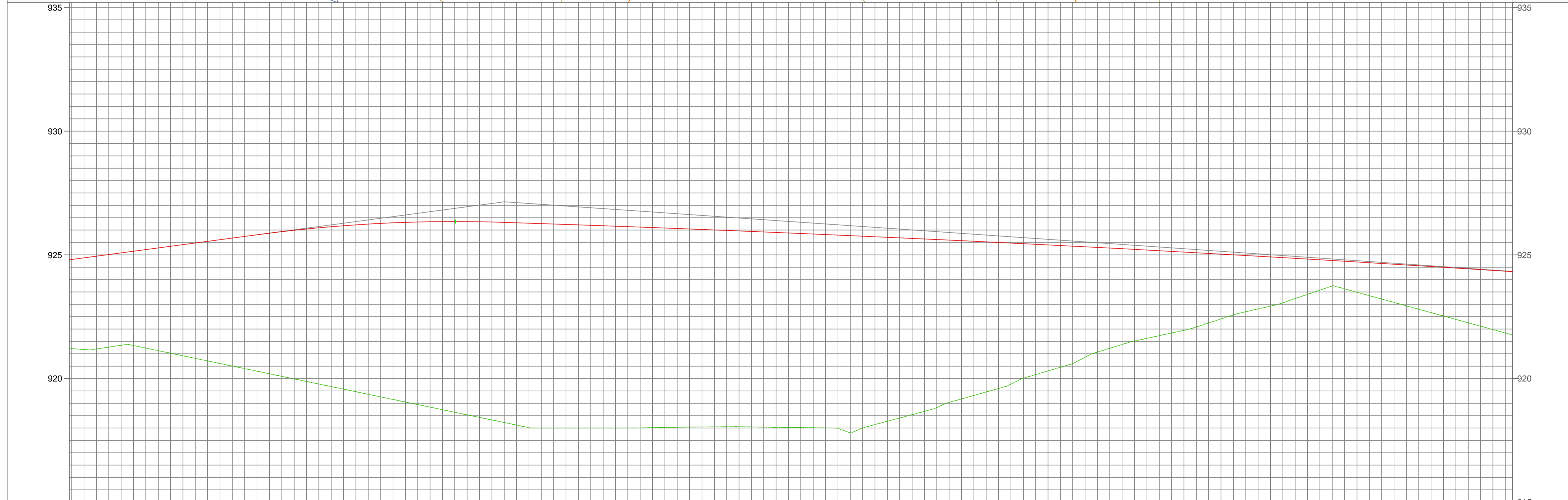
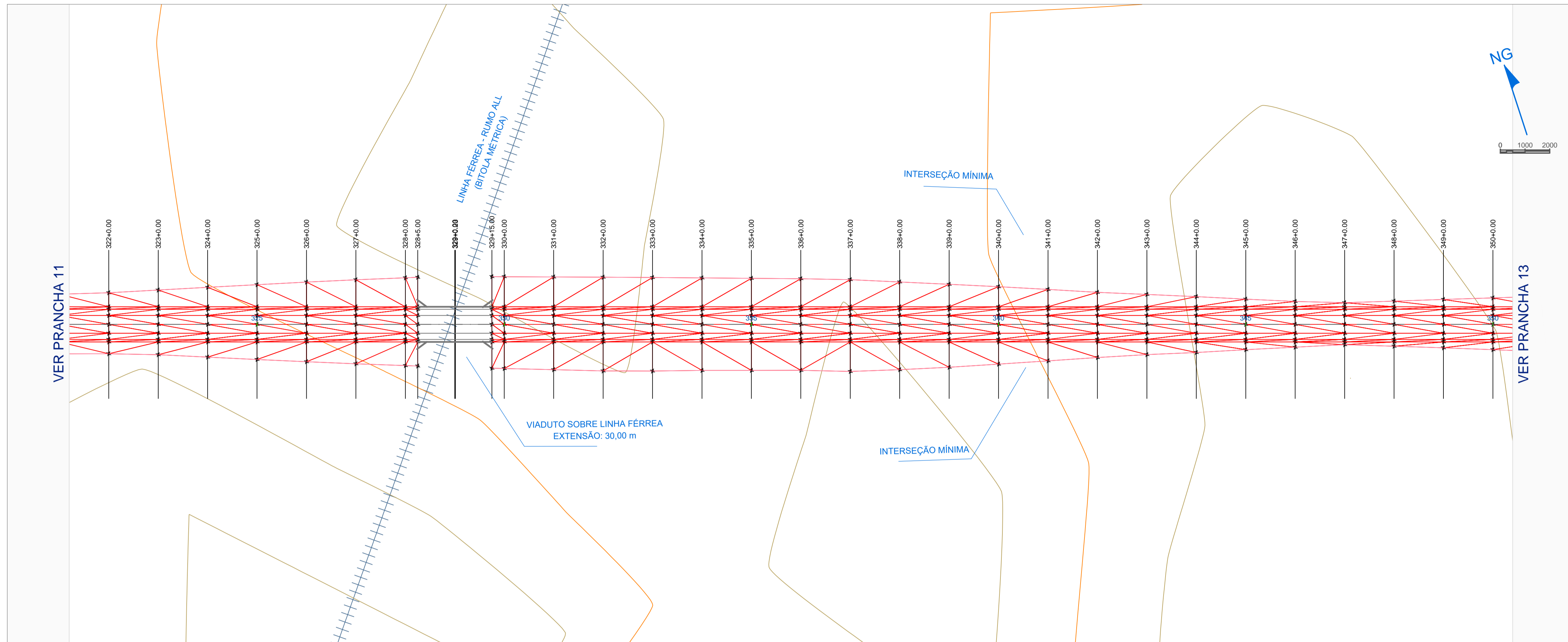
ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA PARA PROPOSTA DE CONTORNO RODOVIÁRIO NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO ENTRE BR-116 E BR-285

ESCALA  
**1:1000**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407

PRANCHA  
**11** /20





COTAS TERRENO	921,21 921,214	920,30 920,287	918,22 918,223	918,04 918,044	919,80 918,898	922,70 922,701	921,88 921,880 921,769
ESTACAS	321	325	330	335	340	345	350 350
PLANIMETRIA	TANGENTE L=1264,740						

**CONVENÇÕES**

- RODOVIA FEDERAL EXISTENTE
- SUPERFÍCIE DE TERRAPLENAGEM
- CORPOS D'ÁGUA
- CURVAS DE NÍVEL PRINCIPAIS (10 EM 10m)
- CURVAS DE NÍVEL SECUNDÁRIAS (2 EM 2m)
- PONTE
- GREIDE
- PERFIL NATURAL DO TERRENO
- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TANGENTE/CURVA
- EIXO
- BUEIRO
- + LINHA FÉRREA

DATA: NOV/2016  
ESTACAS 321 + 5,00 A 350 + 5,00

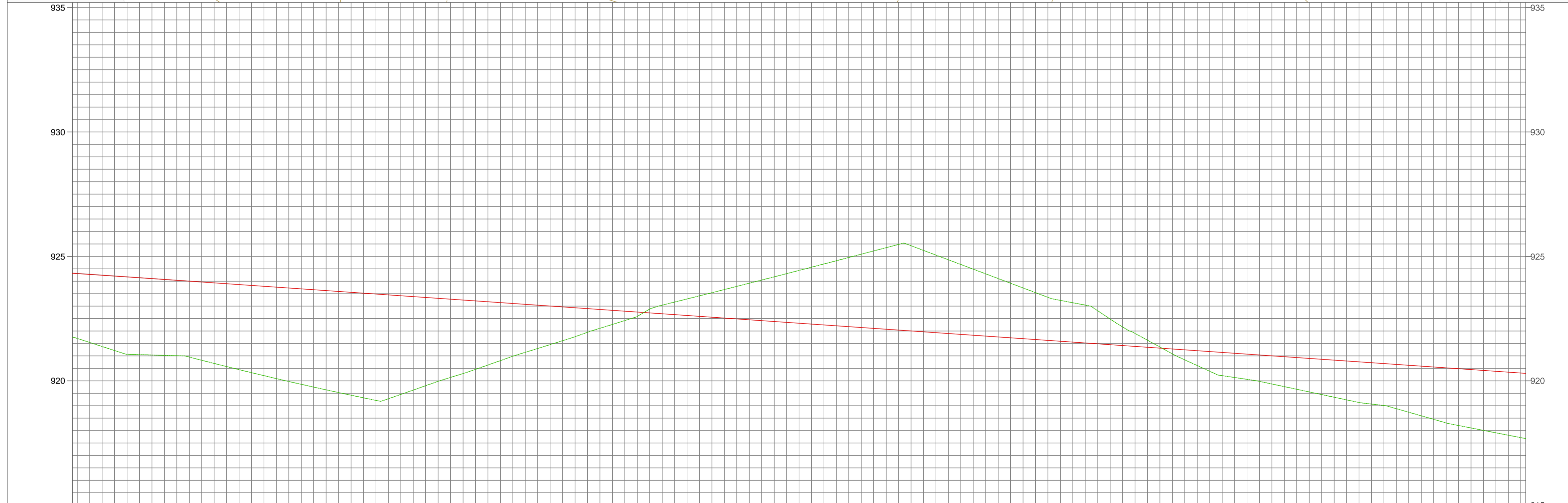
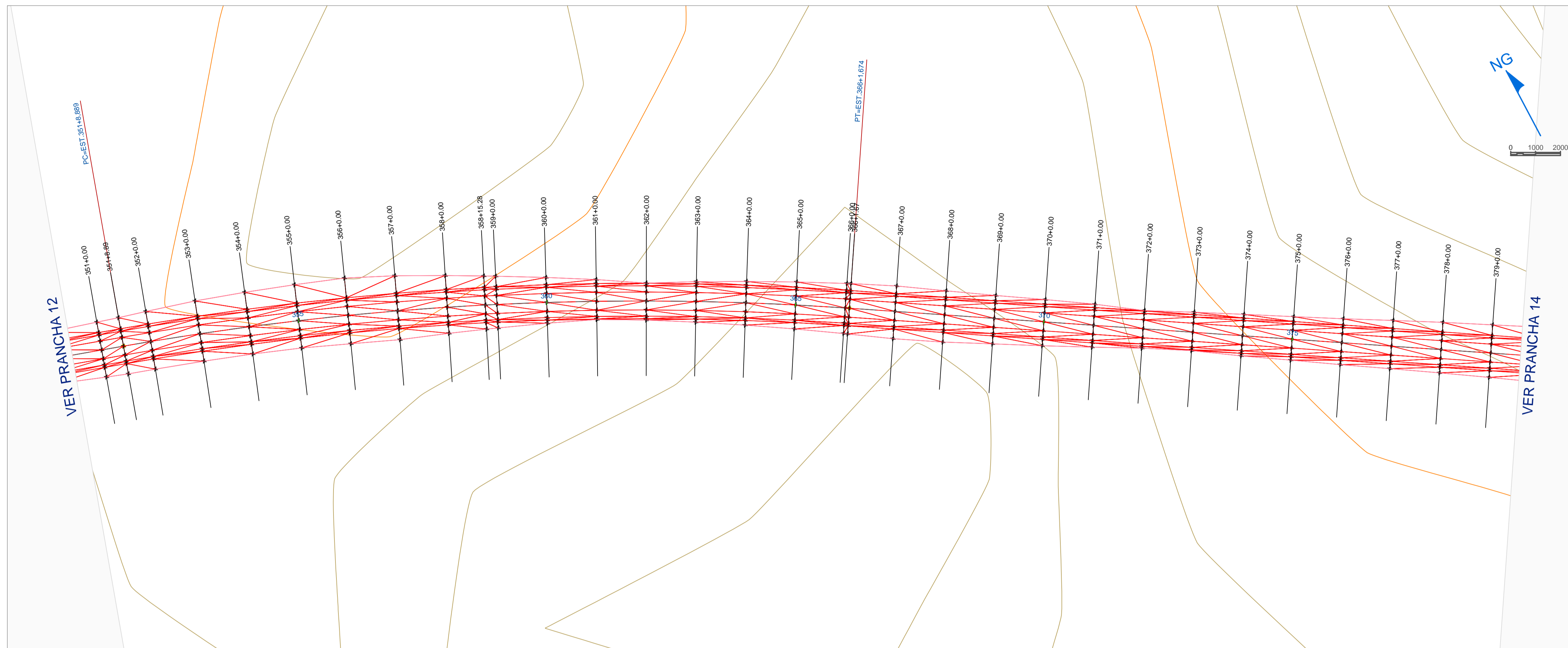
**PROJETO GEOMÉTRICO**

ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA PARA PROPOSTA DE CONTORNO RODOVIÁRIO NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO ENTRE BR-116 E BR-285

ESCALA  
**1:1000**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407

PRANCHA  
**12** /20



CÓTAS TERRENO	921,76 921,760	919,86 919,659	921,45 921,454	924,43 924,435	923,35 923,354	919,66 919,659	917,69 917,676
ESTACAS	350	355	360	365	370	375	379
PLANIMETRIA	TANGENTE L=1264,740		R=1200,000 D=292,785		TANGENTE L=1240,709		

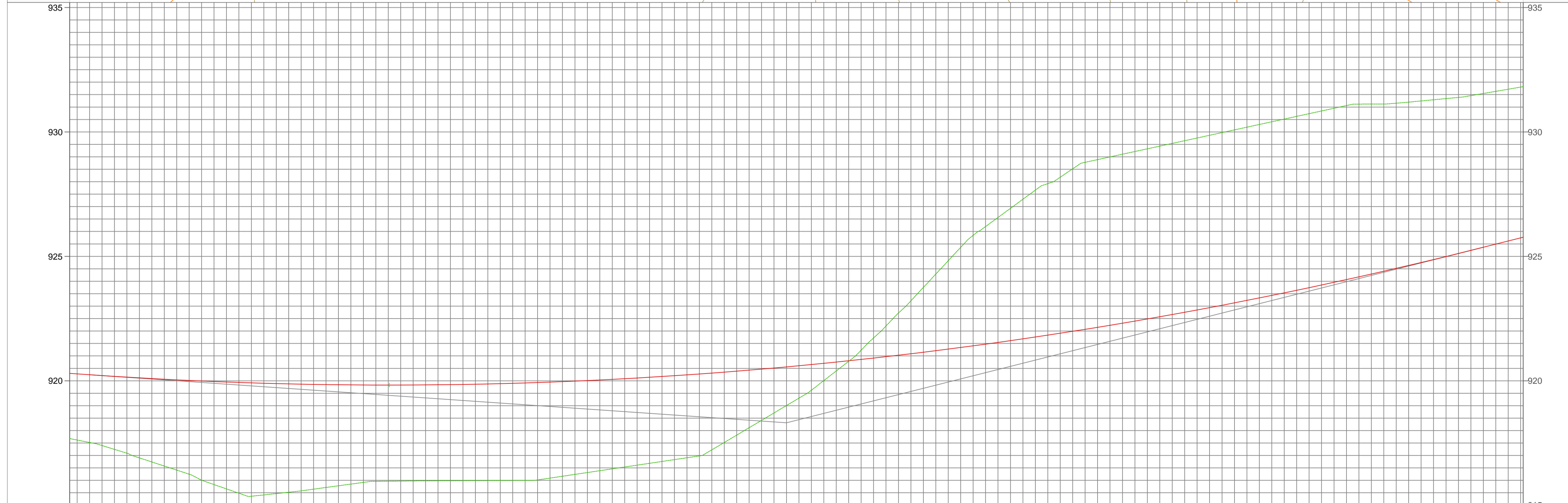
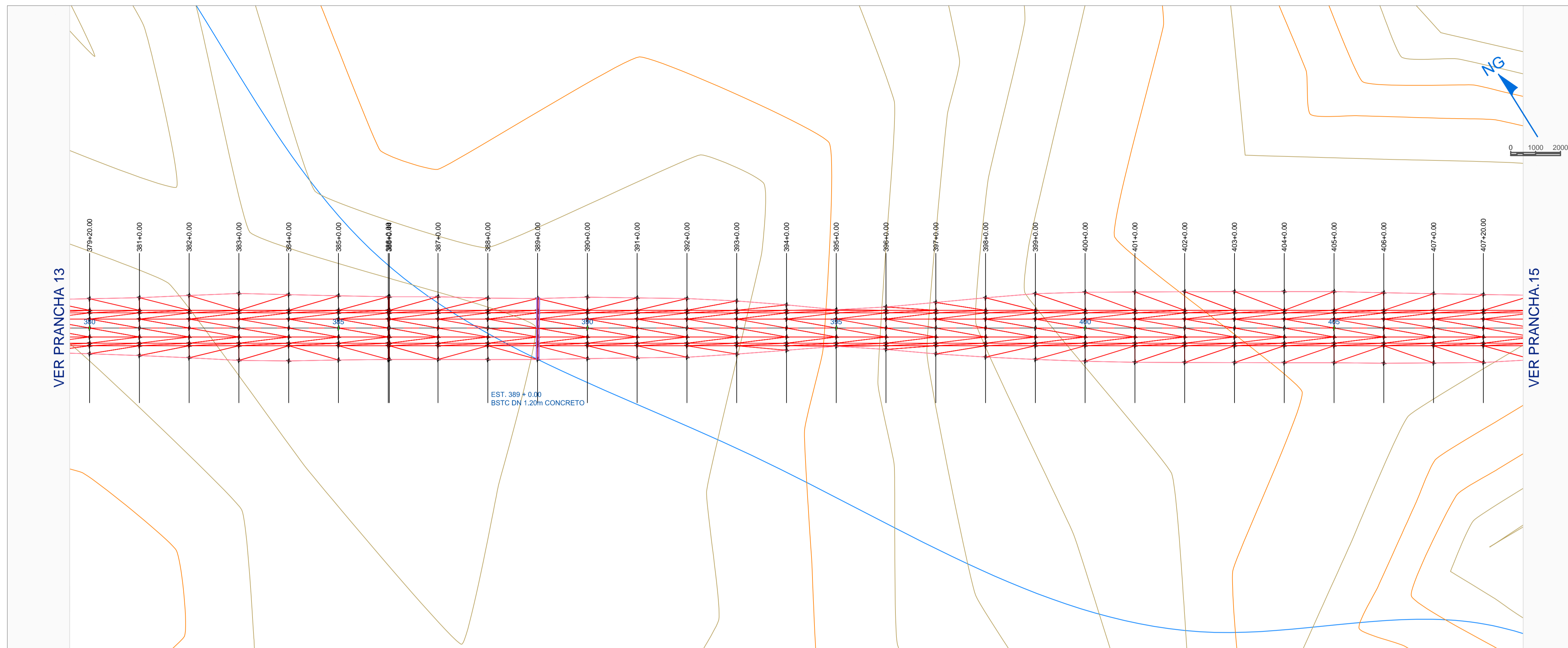
**CONVENÇÕES**

- RODOVIA FEDERAL EXISTENTE
- SUPERFÍCIE DE TERRAPLENAGEM
- CORPOS D'ÁGUA
- CURVAS DE NÍVEL PRINCIPAIS (10 EM 10m)
- CURVAS DE NÍVEL SECUNDÁRIAS (2 EM 2m)
- PONTE
- GREIDE
- PERFIL NATURAL DO TERRENO
- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TANGENTE/CURVA
- EIXO
- BUEIRO
- + LINHA FÉRREA

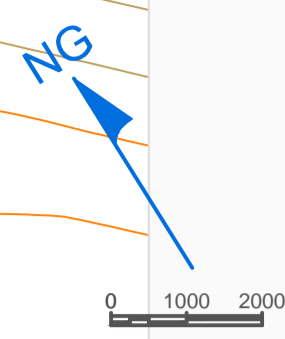
DATA: NOV/2016  
ESTACAS 350 + 5,00 A 379 + 10,00

**PROJETO GEOMÉTRICO**

ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA PARA PROPOSTA DE CONTORNO RODOVIÁRIO NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO ENTRE BR-116 E BR-285	ESCALA <b>1:1000</b>
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL CURSO DE ENGENHARIA CIVIL TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407	PRANCHA <b>13</b> <sup>20</sup>



COTAS TERRENO	917,68 917,678 917,62 917,622	915,78 915,782	916,31 916,314	920,40 920,398	923,78 923,779	930,95 930,951	931,83 931,820
ESTACAS	379 380	385	390	395	400	405	408
PLANIMETRIA	TANGENTE L=1240,709						



**CONVENÇÕES**

- RODOVIA FEDERAL EXISTENTE
- SUPERFÍCIE DE TERRAPLENAGEM
- CORPOS D'ÁGUA
- CURVAS DE NÍVEL PRINCIPAIS (10 EM 10m)
- CURVAS DE NÍVEL SECUNDÁRIAS (2 EM 2m)
- PONTE
- GREIDE
- PERFIL NATURAL DO TERRENO
- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TANGENTE/CURVA
- EIXO
- BUEIRO
- + LINHA FÉRREA

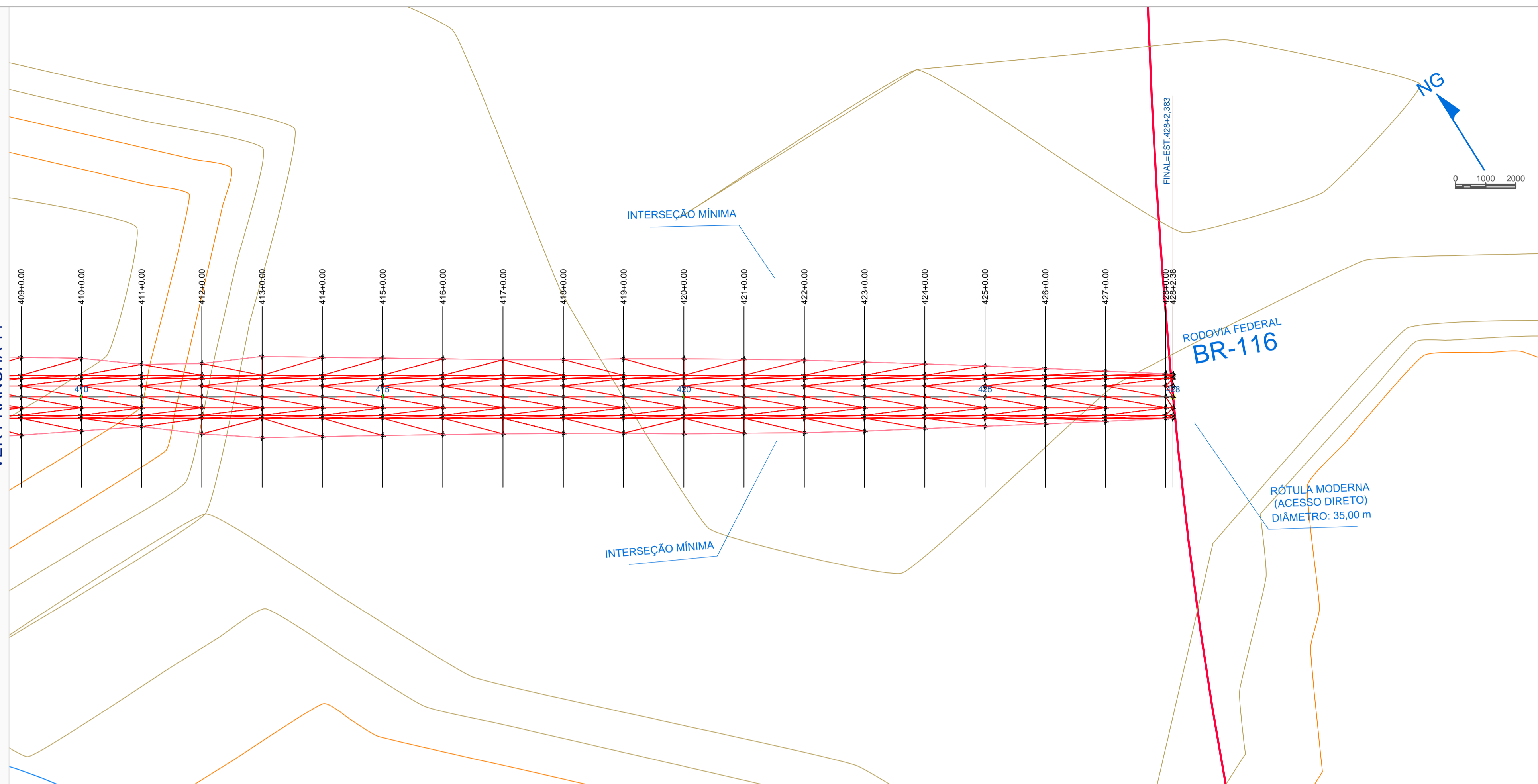
DATA: NOV/2016  
ESTACAS 379 + 10,00 A 408 + 15,00

**PROJETO GEOMÉTRICO**

ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA PARA PROPOSTA DE CONTORNO RODOVIÁRIO NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO ENTRE BR-116 E BR-285	ESCALA <b>1:1000</b>
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL CURSO DE ENGENHARIA CIVIL TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407	PRANCHA <b>14</b> <sup>20</sup>



VER PRANCHA 14



COTAS TERRENO	931,82 931,820	931,21 931,206	934,50 934,497	936,57 936,570	936,63 936,632	935,52 935,516
ESTACAS	408	410	415	420	425	428
PLANIMETRIA						

CONVENÇÕES

- RODOVIA FEDERAL EXISTENTE
- SUPERFÍCIE DE TERRAPLENAGEM
- CORPOS D'ÁGUA
- CURVAS DE NÍVEL PRINCIPAIS (10 EM 10m)
- CURVAS DE NÍVEL SECUNDÁRIAS (2 EM 2m)
- PONTE
- GREIDE
- PERFIL NATURAL DO TERRENO
- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TANGENTE/CURVA
- EIXO
- BUEIRO
- LINHA FÉRREA

DATA: NOV/2016  
ESTACAS 408 + 15,00 A 428 + 2,38

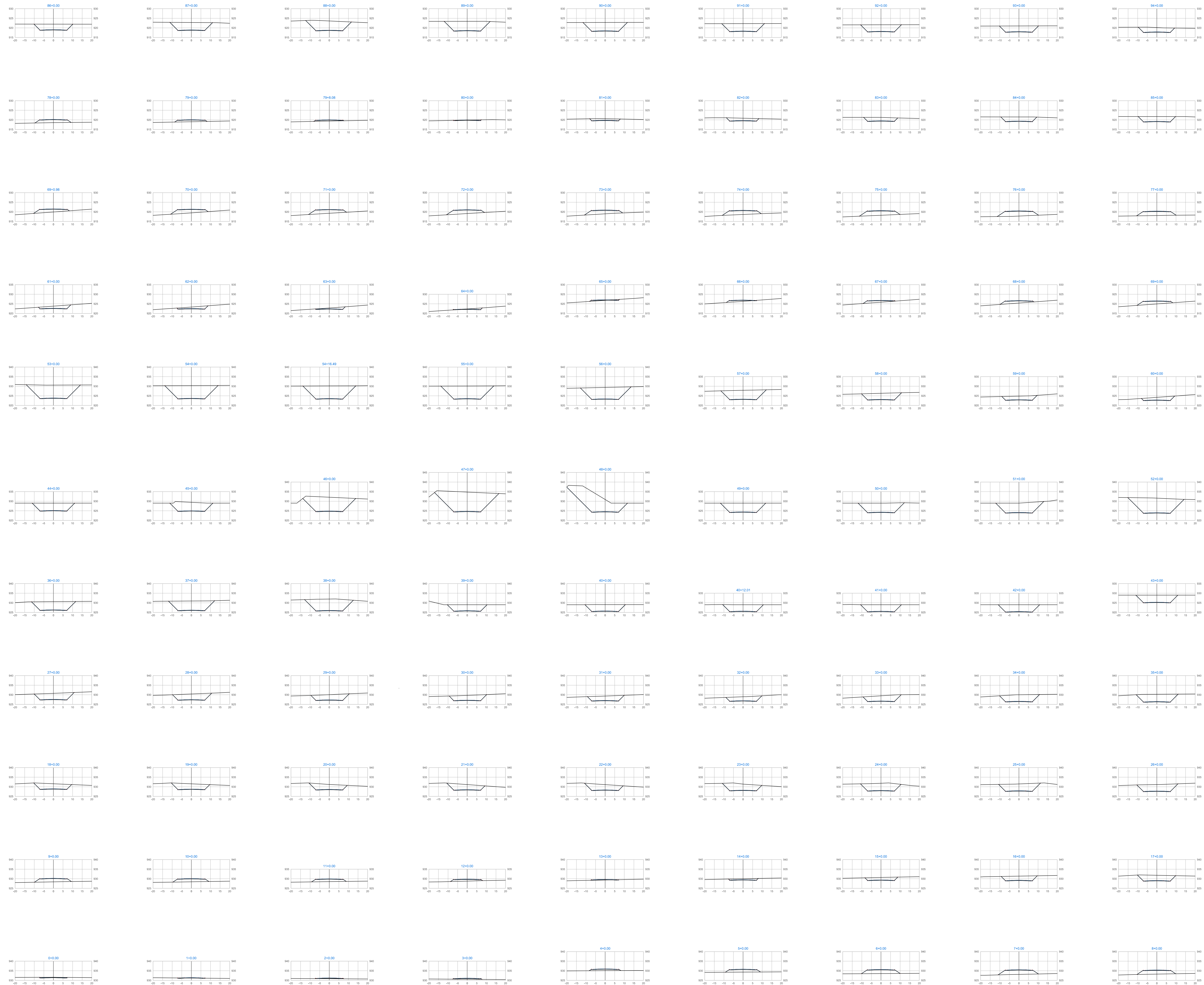
PROJETO GEOMÉTRICO

ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA PARA PROPOSTA DE CONTOURNO RODOVIÁRIO NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO ENTRE BR-116 E BR-285

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407

ESCALA  
1:1000

PRANCHA  
15/20



DATA: NOV/2016  
ESTACAS 00+0,00 A 94+0,00

### SEÇÕES TRANSVERSAIS

ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA PARA PROPOSTA DE  
CONTORNO RODOVÁRIO NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO  
ENTRE BR-116 E BR-285

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407

PRANCHA

16<sup>20</sup>



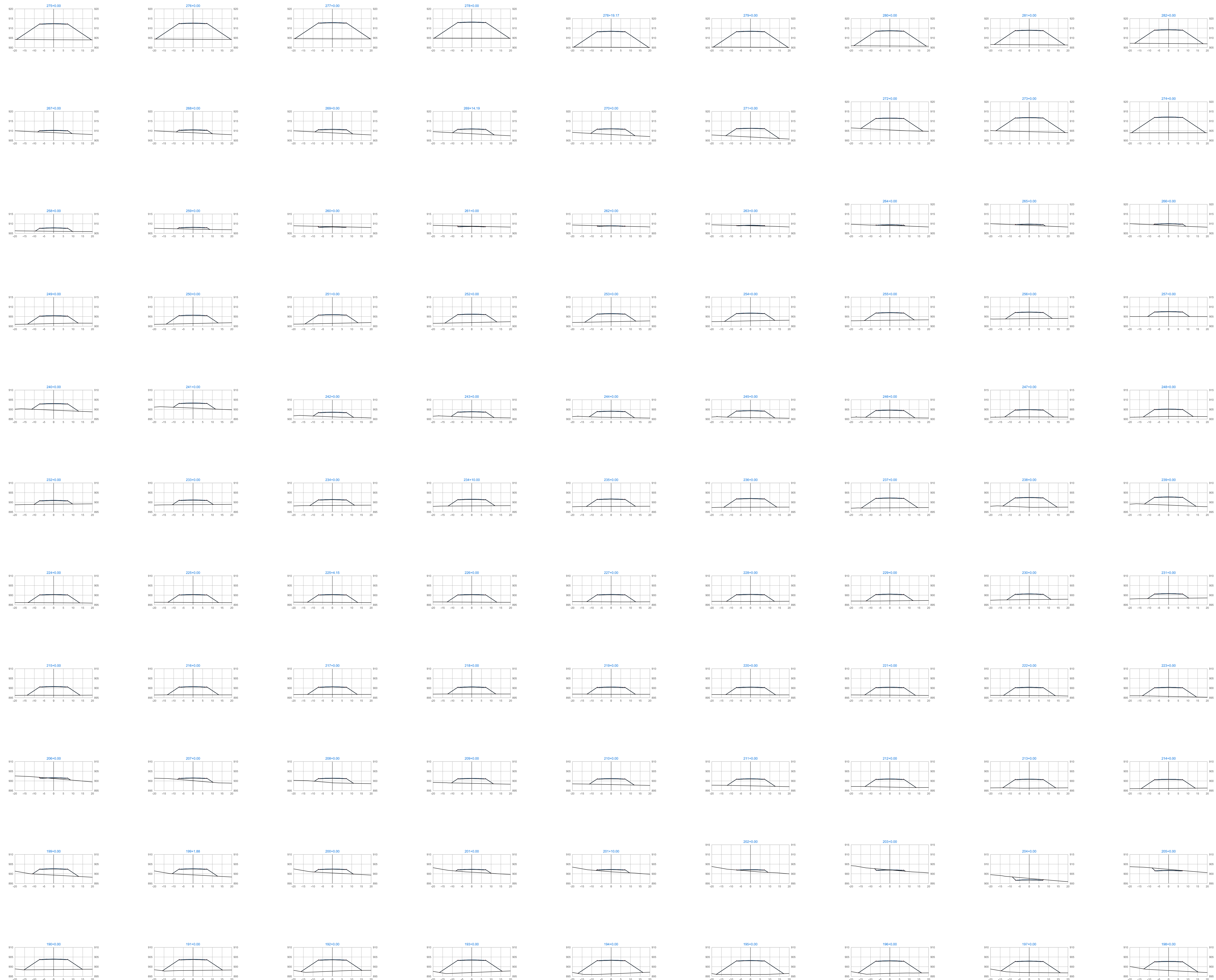


DATA: NOV/2016  
 ESTACAS 95 + 0,00 A 189 + 0,00

**SEÇÕES TRANSVERSAIS**

ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA PARA PROPOSTA DE  
 CONTORNO RODOVÁRIO NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO  
 ENTRE BR-116 E BR-285

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
 CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
 TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
 JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407



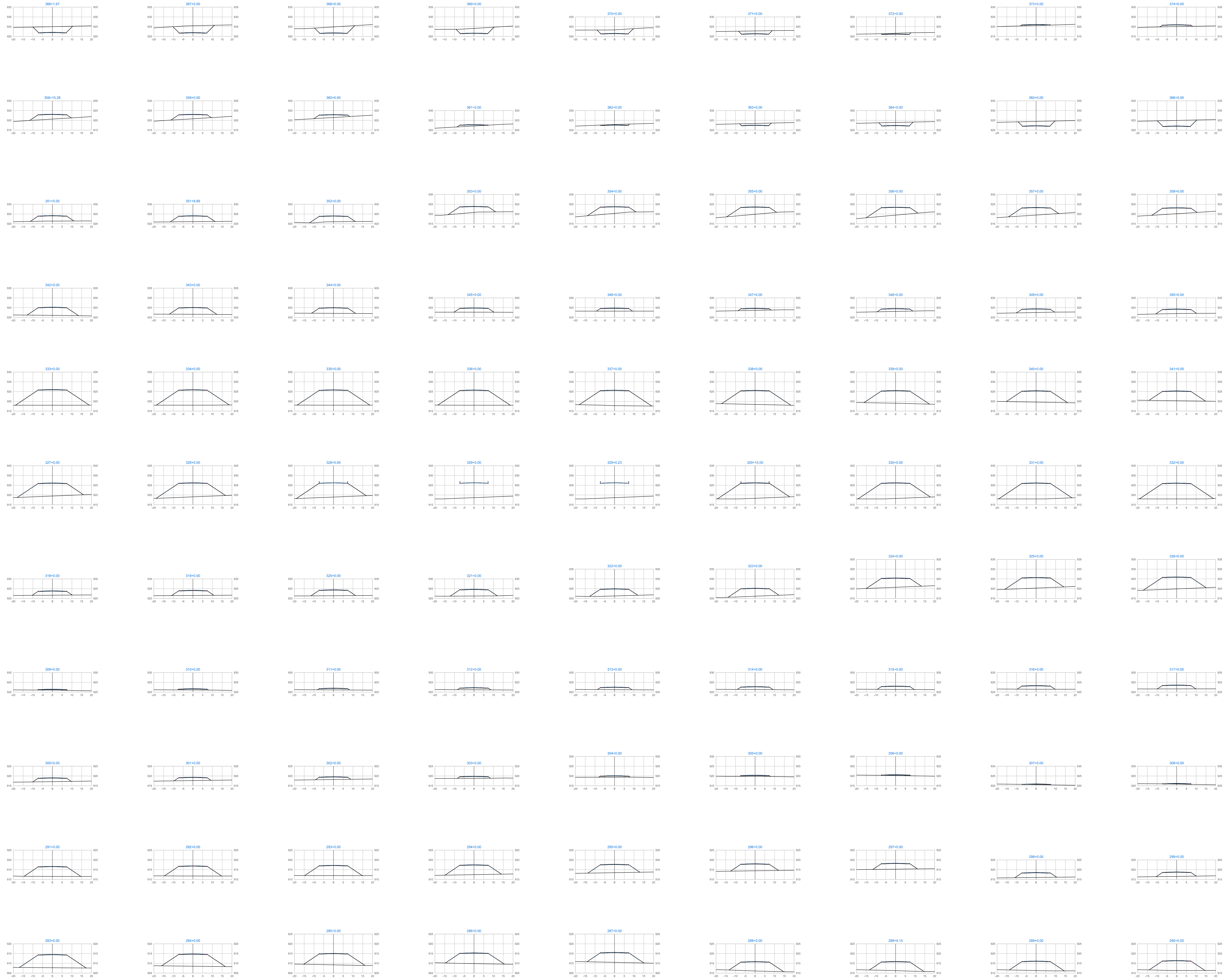
DATA: NOV/2016  
 ESTACAS 190 + 0,00 A 282 + 0,00

**SEÇÕES TRANSVERSAIS**

ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA PARA PROPOSTA DE  
 CONTORNO RODOVIAÁRIO NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO  
 ENTRE BR-116 E BR-285

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
 CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
 TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
 JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407





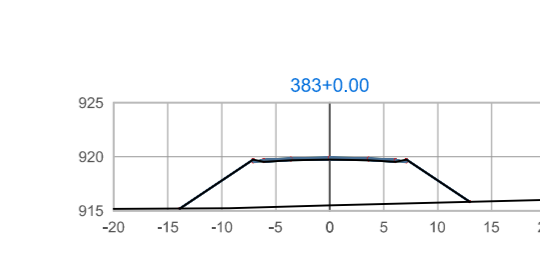
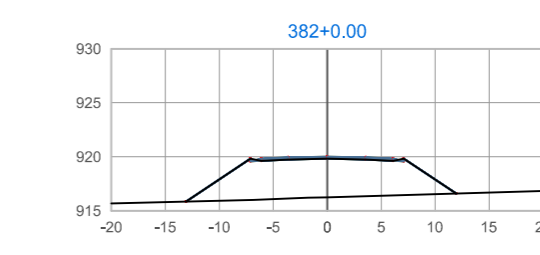
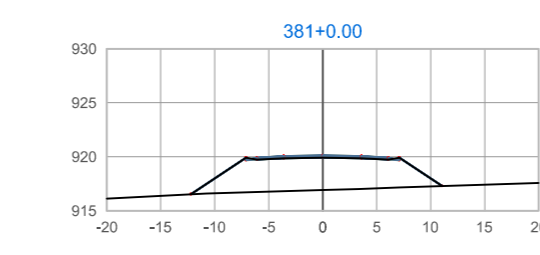
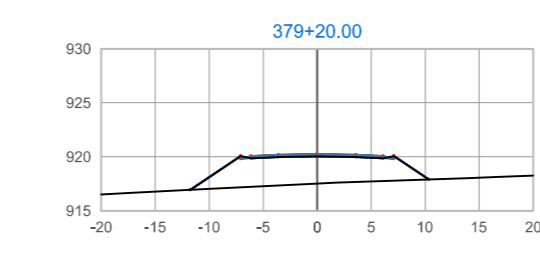
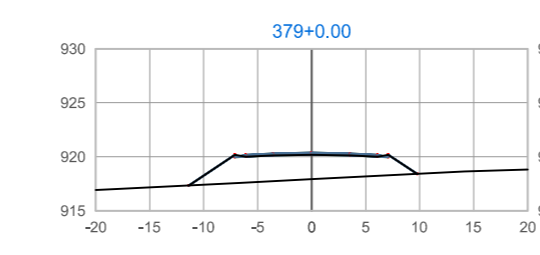
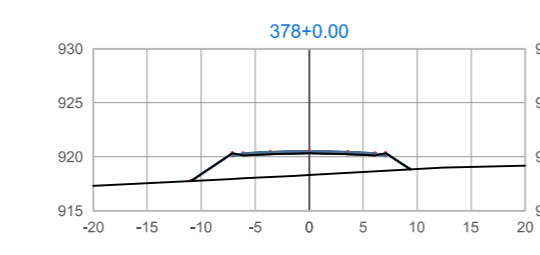
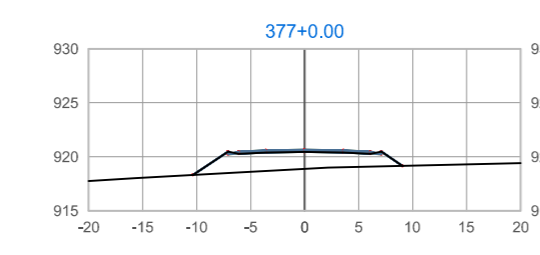
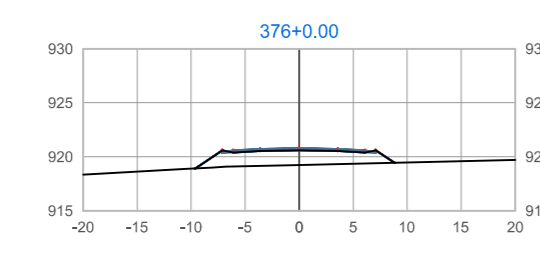
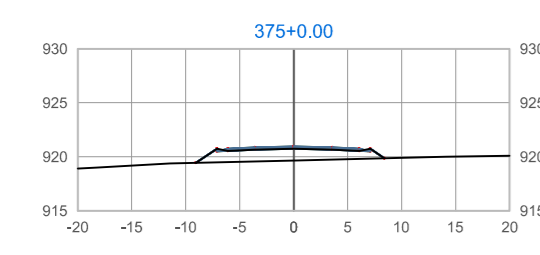
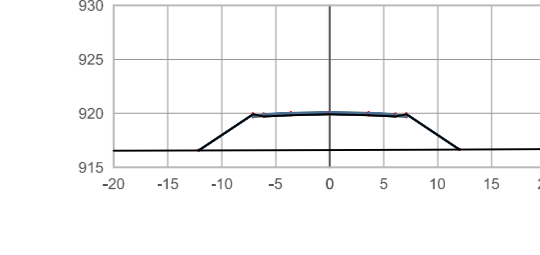
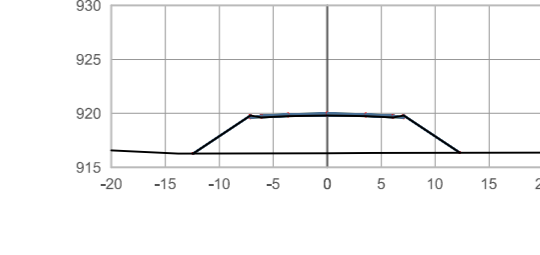
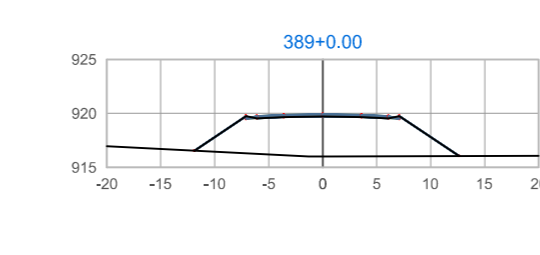
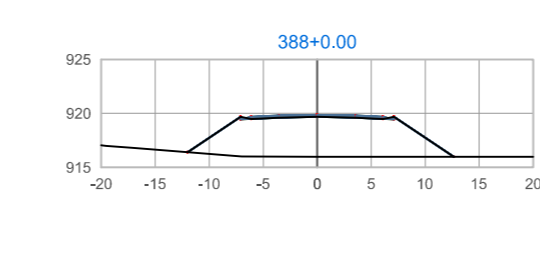
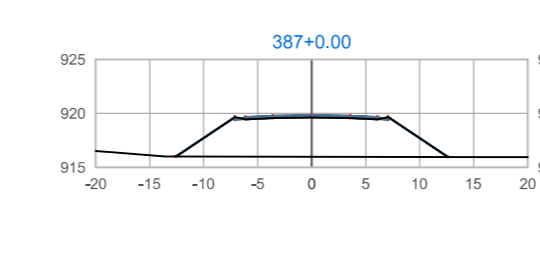
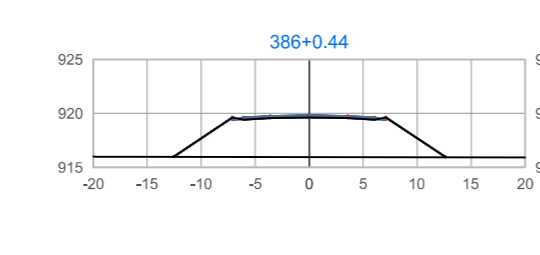
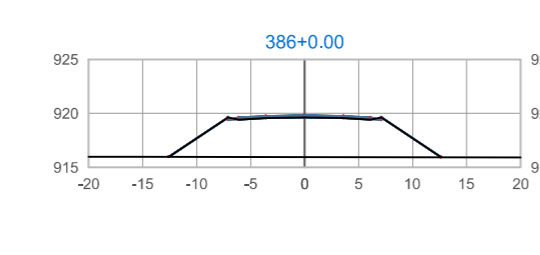
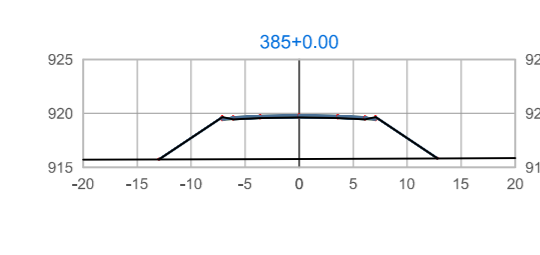
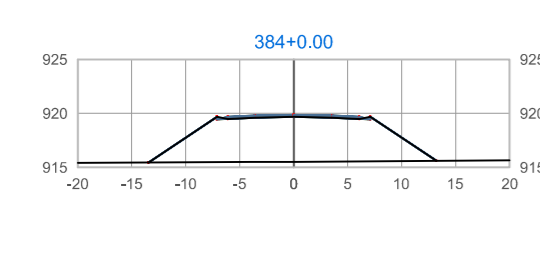
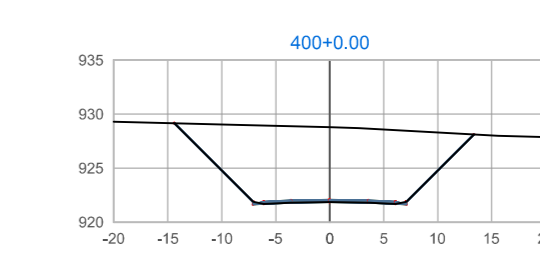
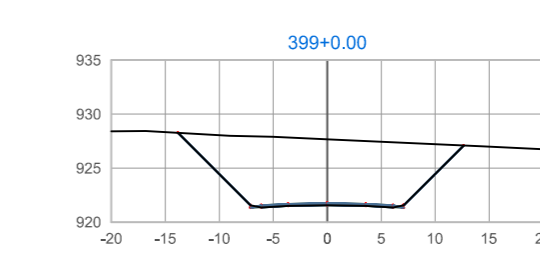
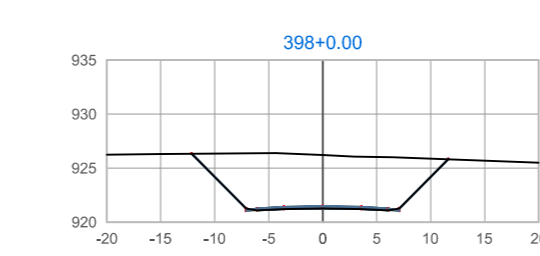
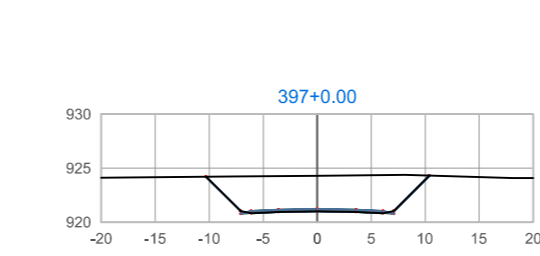
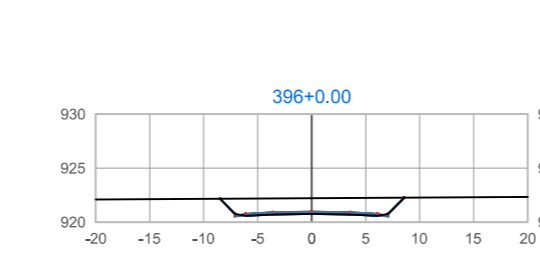
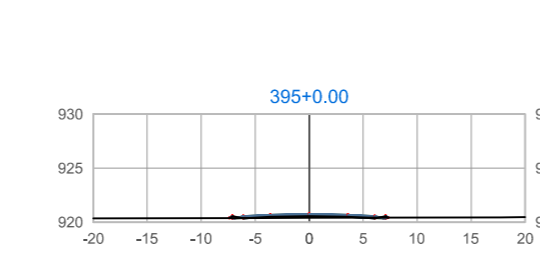
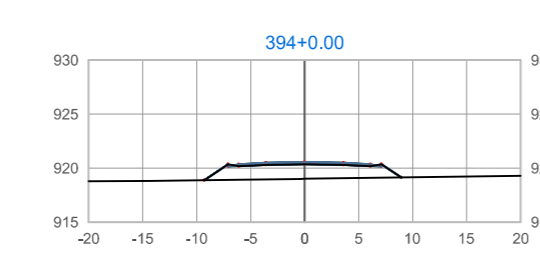
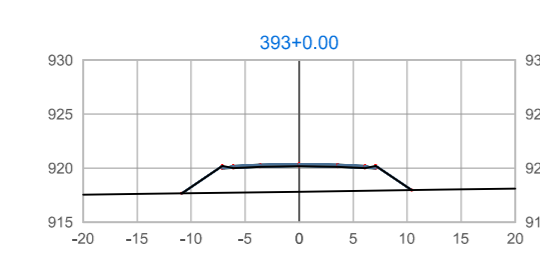
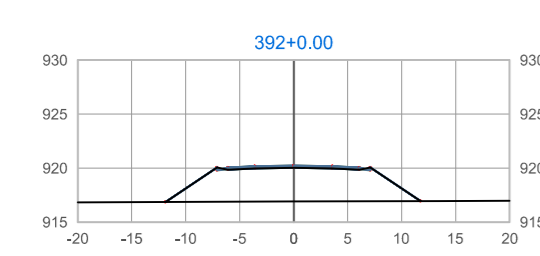
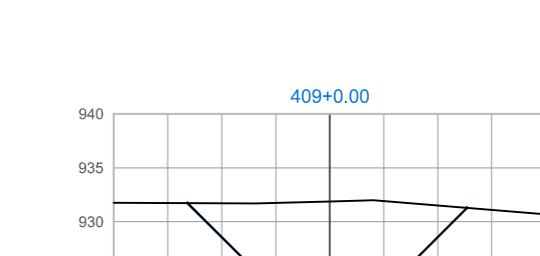
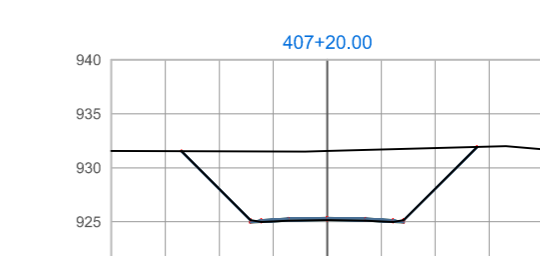
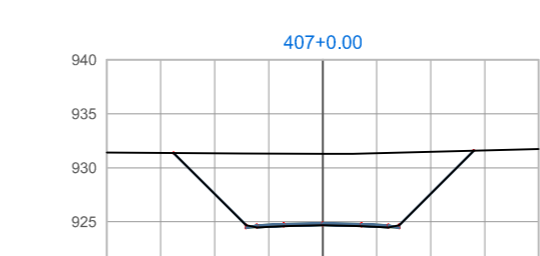
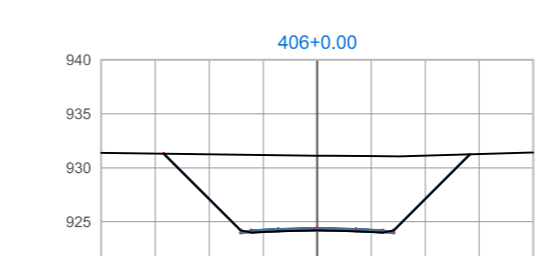
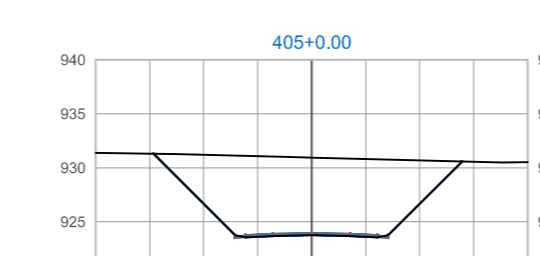
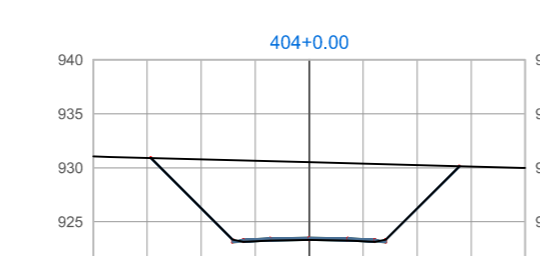
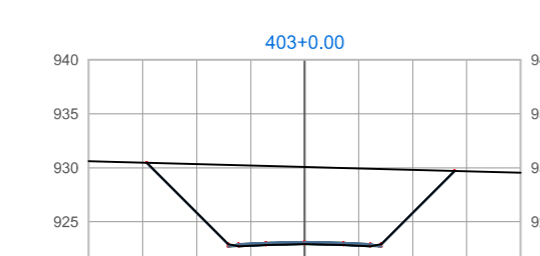
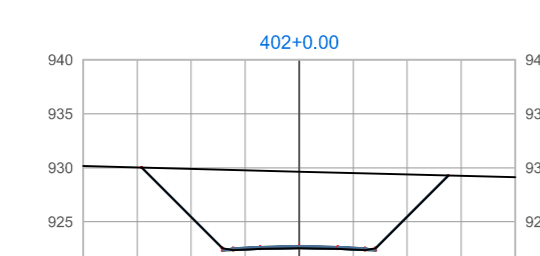
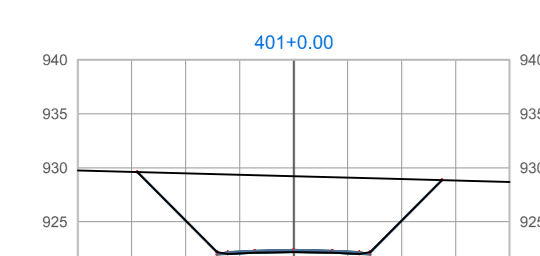
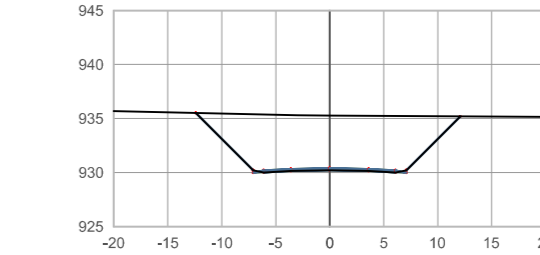
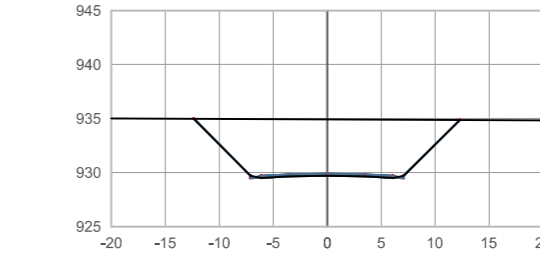
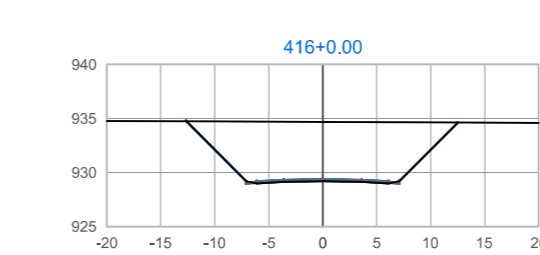
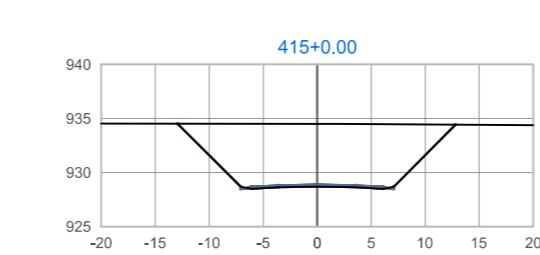
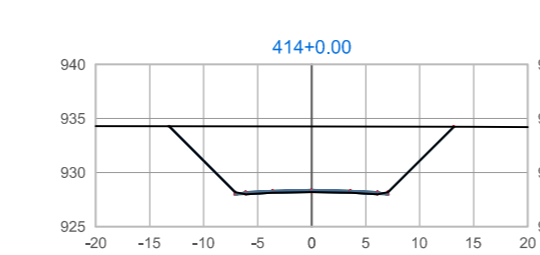
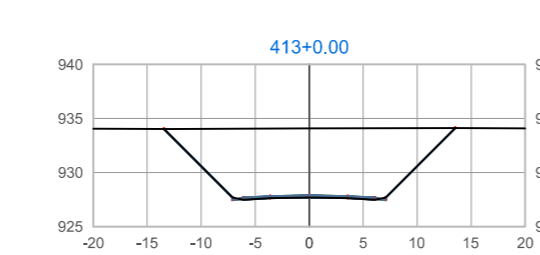
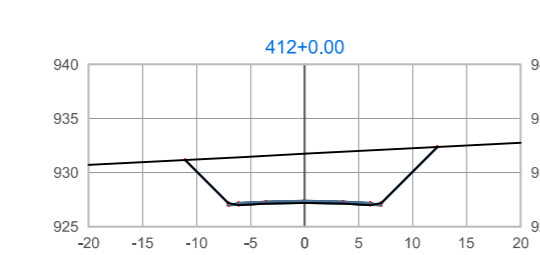
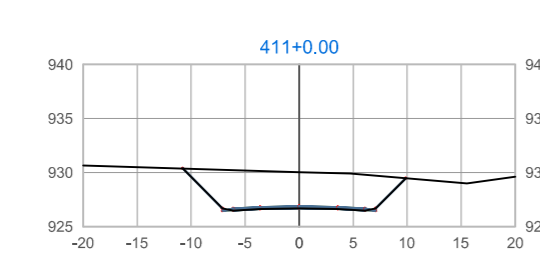
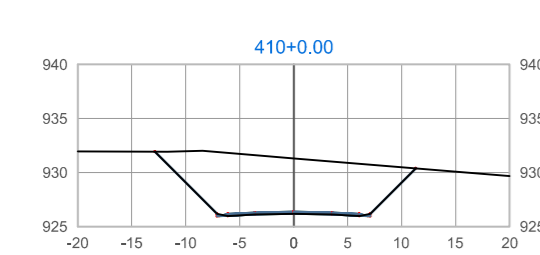
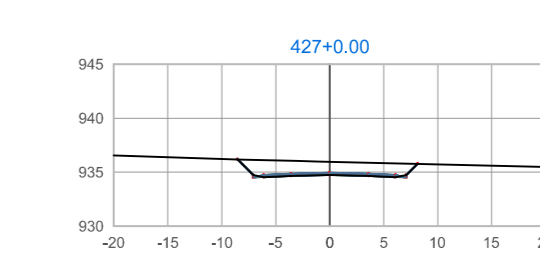
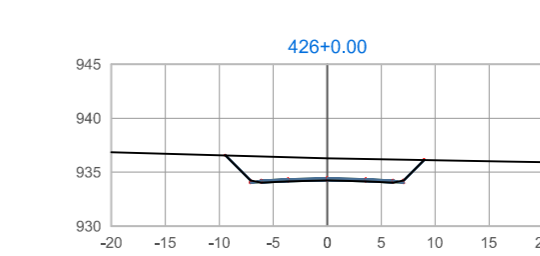
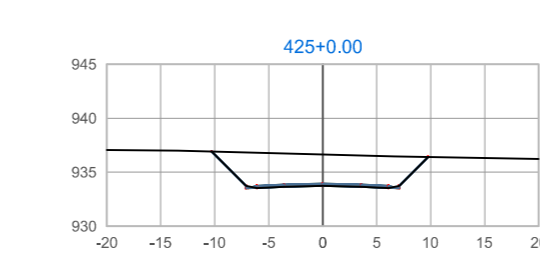
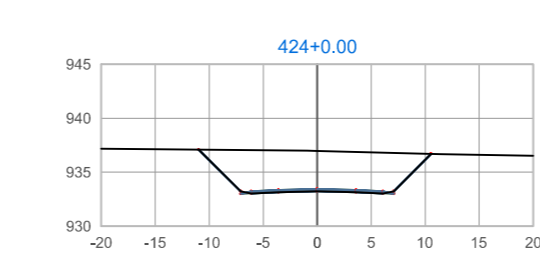
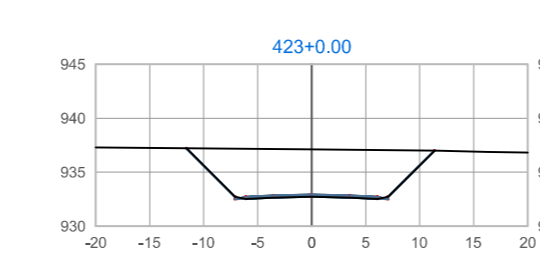
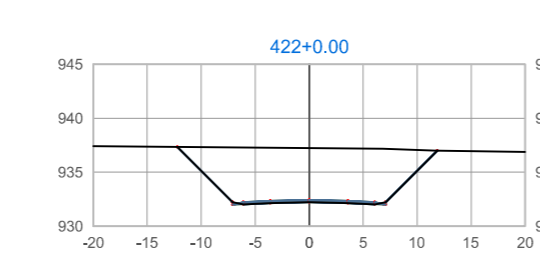
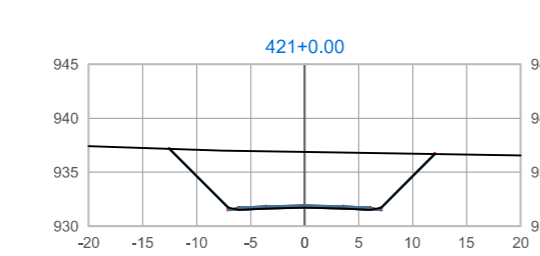
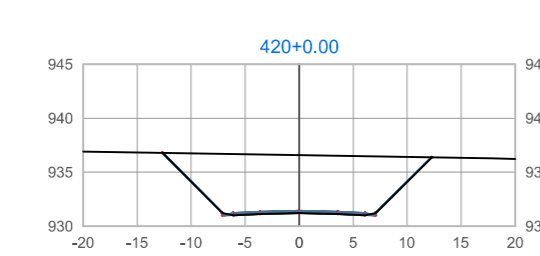
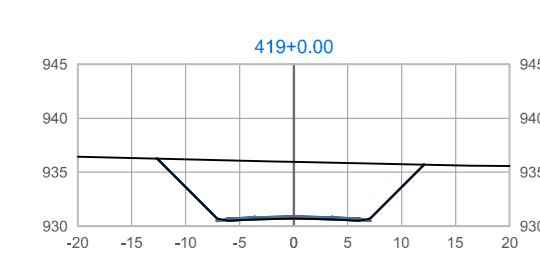
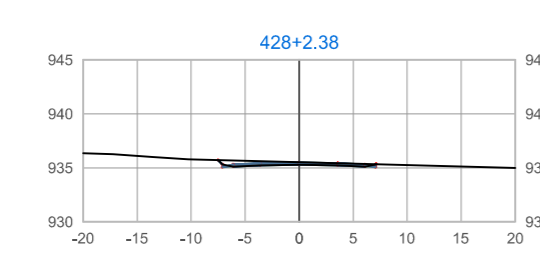
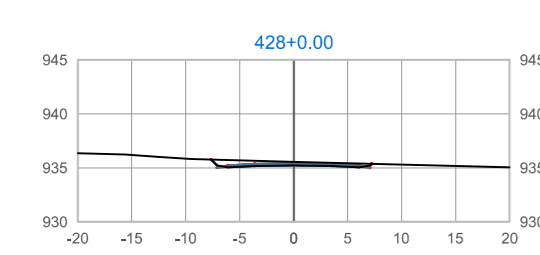
DATA: NOV/2016  
 ESTACAS 283 + 0,00 A 374 + 0,00

**SEÇÕES TRANSVERSAIS**

ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA PARA PROPOSTA DE  
 CONTORNO RODOVIAÁRIO NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO  
 ENTRE BR-116 E BR-285

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
 CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
 TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
 JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407





DATA: NOV/2016  
ESTACAS 375 + 0,00 A 428 + 2,38

**SEÇÕES TRANSVERSAIS**

ESTUDOS PRELIMINARES DE ENGENHARIA PARA PROPOSTA DE CONTORNO RODOVIÁRIO NO MUNICÍPIO DE VACARIA - LIGAÇÃO ENTRE BR-116 E BR-285

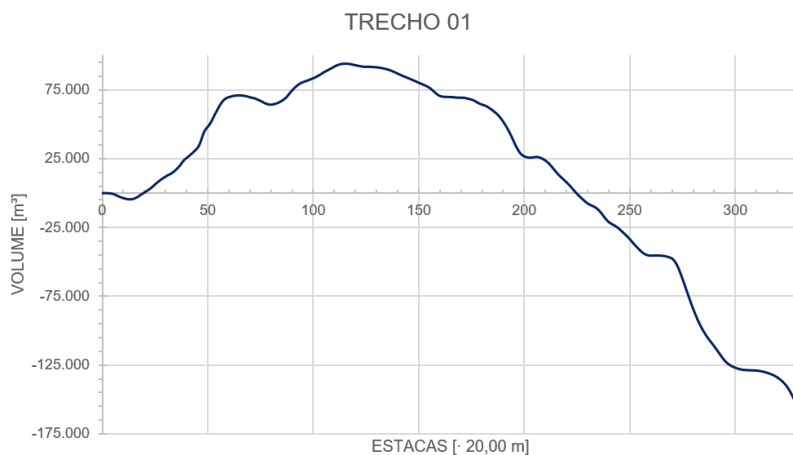
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
JOÃO PAULO MACIEL DE ABREU - 12103407

PRANCHA  
**20**<sup>20</sup>



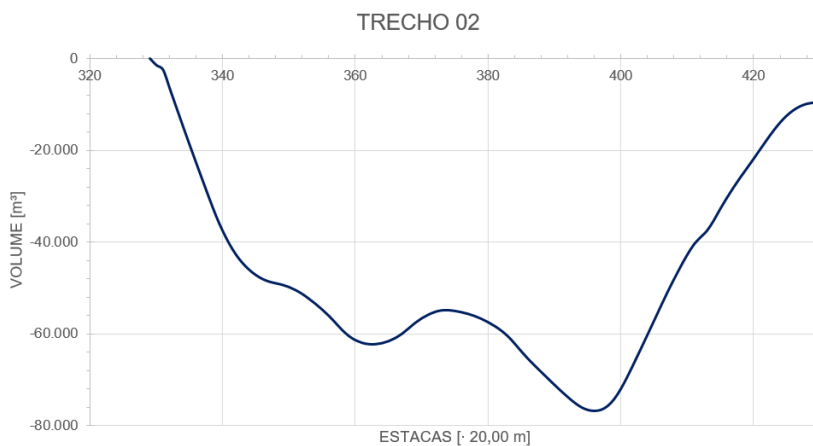
## APÊNDICE C – Diagrama de Brückner

Figura 32 - Diagrama de Brückner (01)



Fonte: Elaborada pelo Autor (2016)

Figura 33 - Diagrama de Brückner (02)

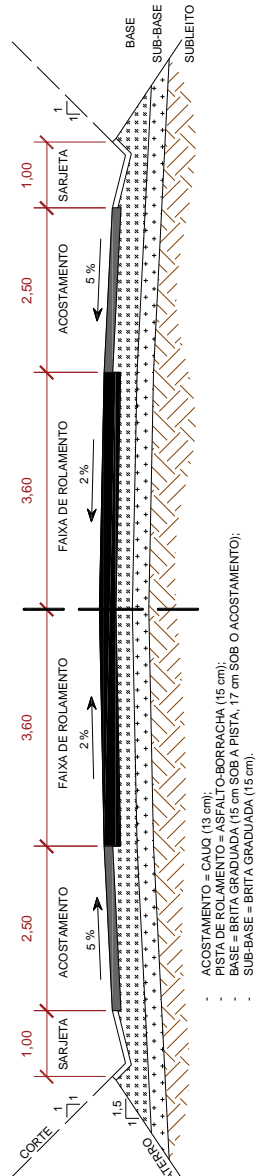


Fonte: Elaborada pelo Autor (2016)



## APÊNDICE D – Seção transversal (Pavimentação)

Figura 34 - Seção Transversal Tipo

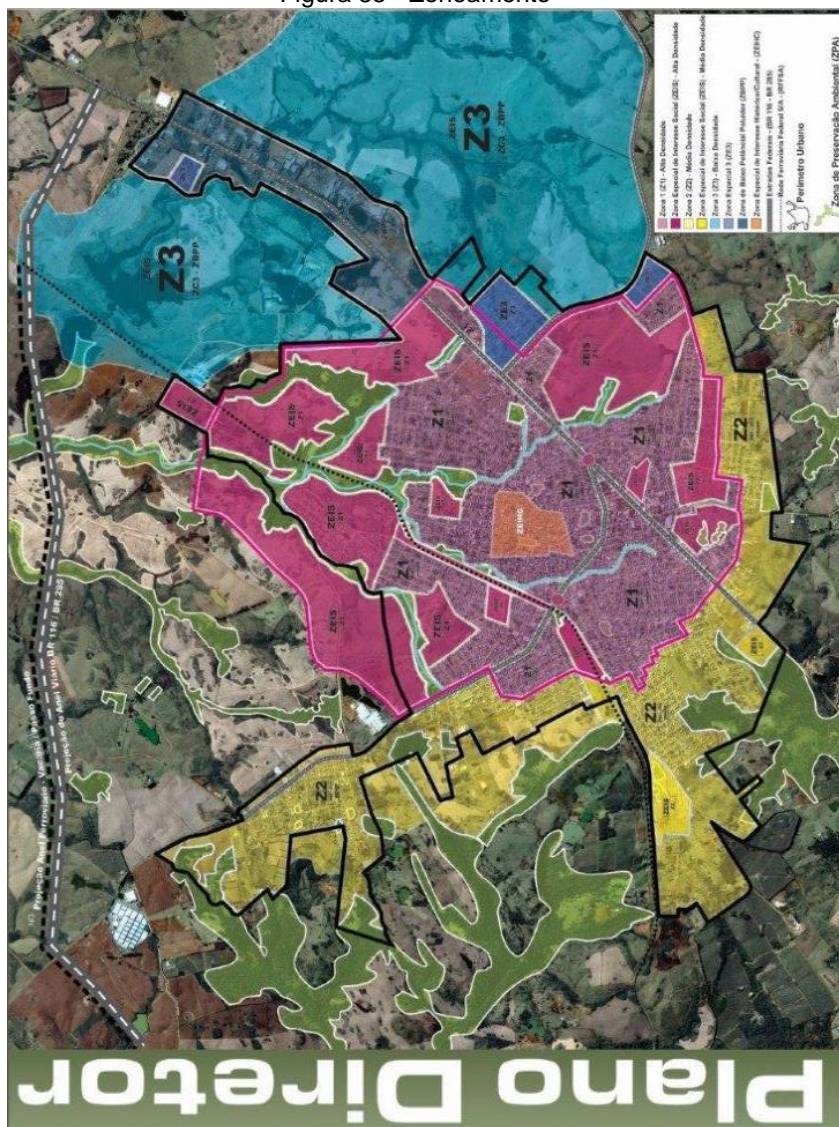


Fonte: Elaborada pelo autor (2016)



## ANEXO A – Zoneamento do Plano Diretor Municipal

Figura 35 - Zoneamento



Fonte: Vacaria (2016c)





## **ANEXO B – Projetos-tipo de referência**

# VALETAS DE PROTEÇÃO DE CORTES

VPC 01

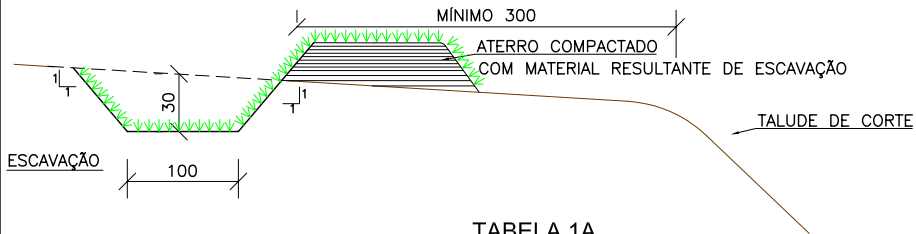


TABELA 1A

CONSUMOS MÉDIOS	
ESCAVAÇÃO	0,39m <sup>3</sup> /m
APILOAMENTO MANUAL	0,30m <sup>3</sup> /m
GRAMA	3,40m <sup>2</sup> /m

VPC 02

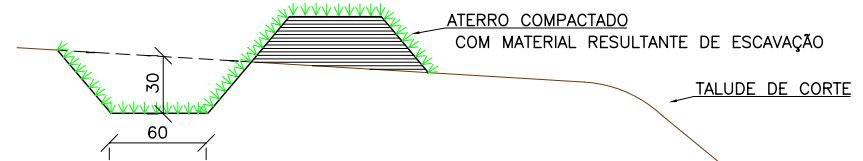


TABELA 1B

CONSUMOS MÉDIOS	
ESCAVAÇÃO	0,28m <sup>3</sup> /m
APILOAMENTO MANUAL	0,20m <sup>3</sup> /m
GRAMA	2,60m <sup>2</sup> /m

VPC 03

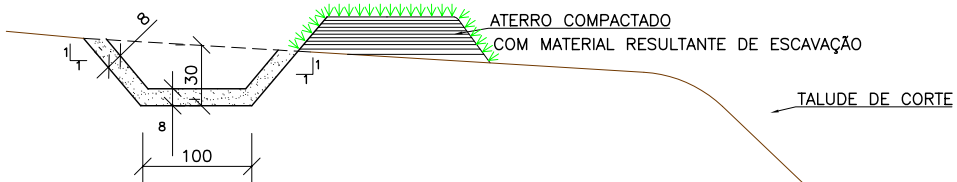


TABELA 2A

CONSUMOS MÉDIOS	
ESCAVAÇÃO	0,39m <sup>3</sup> /m
APILOAMENTO MANUAL	0,30m <sup>3</sup> /m
GUIA DE MADEIRA (2,5cm x 8,0cm)	0,99m/m
CONCRETO fck ≥ 15MPa	0,148m <sup>3</sup> /m
ARGAMASSA ASFÁLTICA	0,25kg/m
GRAMA	1,10m <sup>2</sup> /m

VPC 04

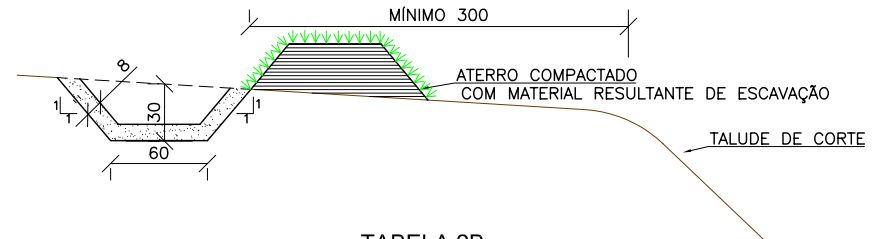


TABELA 2B

CONSUMOS MÉDIOS	
ESCAVAÇÃO	0,28m <sup>3</sup> /m
APILOAMENTO MANUAL	0,20m <sup>3</sup> /m
GUIA DE MADEIRA (2,5cm x 8,0cm)	0,78m/m
CONCRETO fck ≥ 15MPa	0,116m <sup>3</sup> /m
ARGAMASSA ASFÁLTICA	0,20kg/m
GRAMA	0,90m <sup>2</sup> /m

Convenções:



NOTAS:

- 1- Dimensões em cm;
- 2- As guias de madeira das valetas revestidas de concreto serão instaladas segundo a seção transversal, espaçadas de 3m;
- 3- Nas valetas de concreto serão assentadas juntas com argamassa asfáltica a cada 12m;
- 4- Para valetas não revestidas desconsiderar os consumos de grama indicados, não sendo adotados os consumos de concreto e asfalto (TABELAS 2A e 2B)
- 5- As banquetas serão construídas com o material resultante de escavação.

MT

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT

IPR

VALETAS DE PROTEÇÃO DE CORTES  
(VPC 01 a VPC 04)

ÁLBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

DESENHO  
1.1

# VALETAS DE PROTEÇÃO DE ATERROS

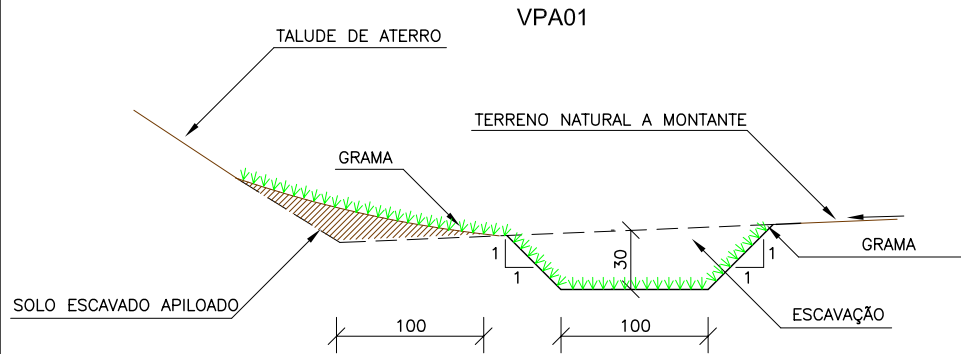


TABELA 1A

CONSUMOS MÉDIOS	
ESCAVAÇÃO	0,39m <sup>3</sup> /m
APILOAMENTO MANUAL	0,30m <sup>3</sup> /m
GRAMA	3,50m <sup>2</sup> /m

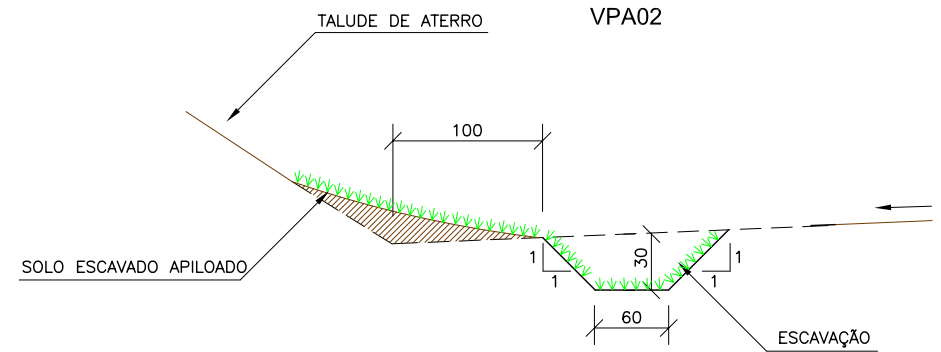


TABELA 1B

CONSUMOS MÉDIOS	
ESCAVAÇÃO	0,28m <sup>3</sup> /m
APILOAMENTO MANUAL	0,20m <sup>3</sup> /m
GRAMA	2,90m <sup>2</sup> /m

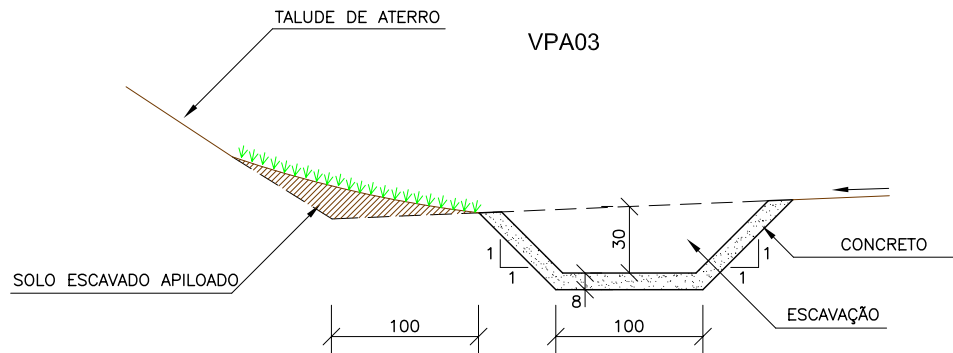


TABELA 2A

CONSUMOS MÉDIOS	
ESCAVAÇÃO	0,39m <sup>3</sup> /m
APILOAMENTO MANUAL	0,30m <sup>3</sup> /m
GUIA DE MADEIRA (2,5cm x 8,0cm)	0,92m/m
CONCRETO fck > 15MPa	0,306m <sup>3</sup> /m
ARGAMASSA ASFÁLTICA	0,23kg /m
GRAMA	1,70m <sup>2</sup> /m

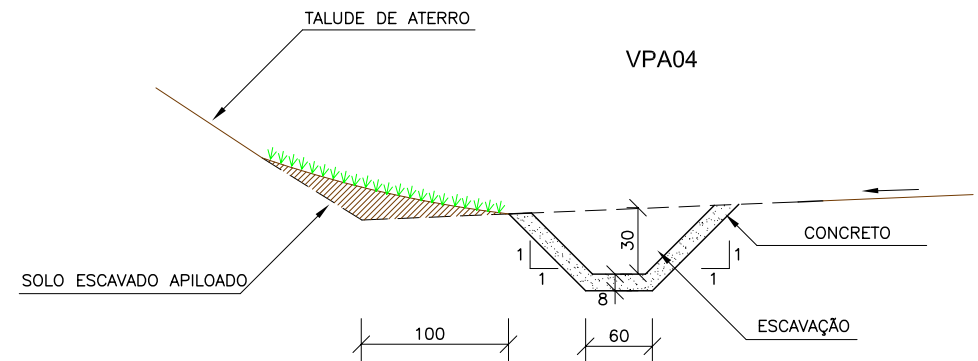



TABELA 2B

CONSUMOS MÉDIOS	
ESCAVAÇÃO	0,28m <sup>3</sup> /m
APILOAMENTO MANUAL	0,20m <sup>3</sup> /m
GUIA DE MADEIRA (2,5cm x 8,0cm)	0,72m/m
CONCRETO fck > 15MPa	0,116m <sup>3</sup> /m
ARGAMASSA ASFÁLTICA	0,18kg /m
GRAMA	1,50m <sup>2</sup> /m

Convenções:  
 Grama

## NOTAS:

- 1 - Dimensões em cm;
- 2 - As guias de madeira das valetas revestidas em concreto serão instaladas segundo a seção transversal, espaçadas de 3m;
- 3 - Nas valetas de concreto serão assentadas juntas com argamassa asfáltica a cada 12m;
- 4 - Para valetas não revestidas desconsiderar os consumos de grama indicados, não sendo adotados os consumos de concreto e asfalto (TABELAS 2)

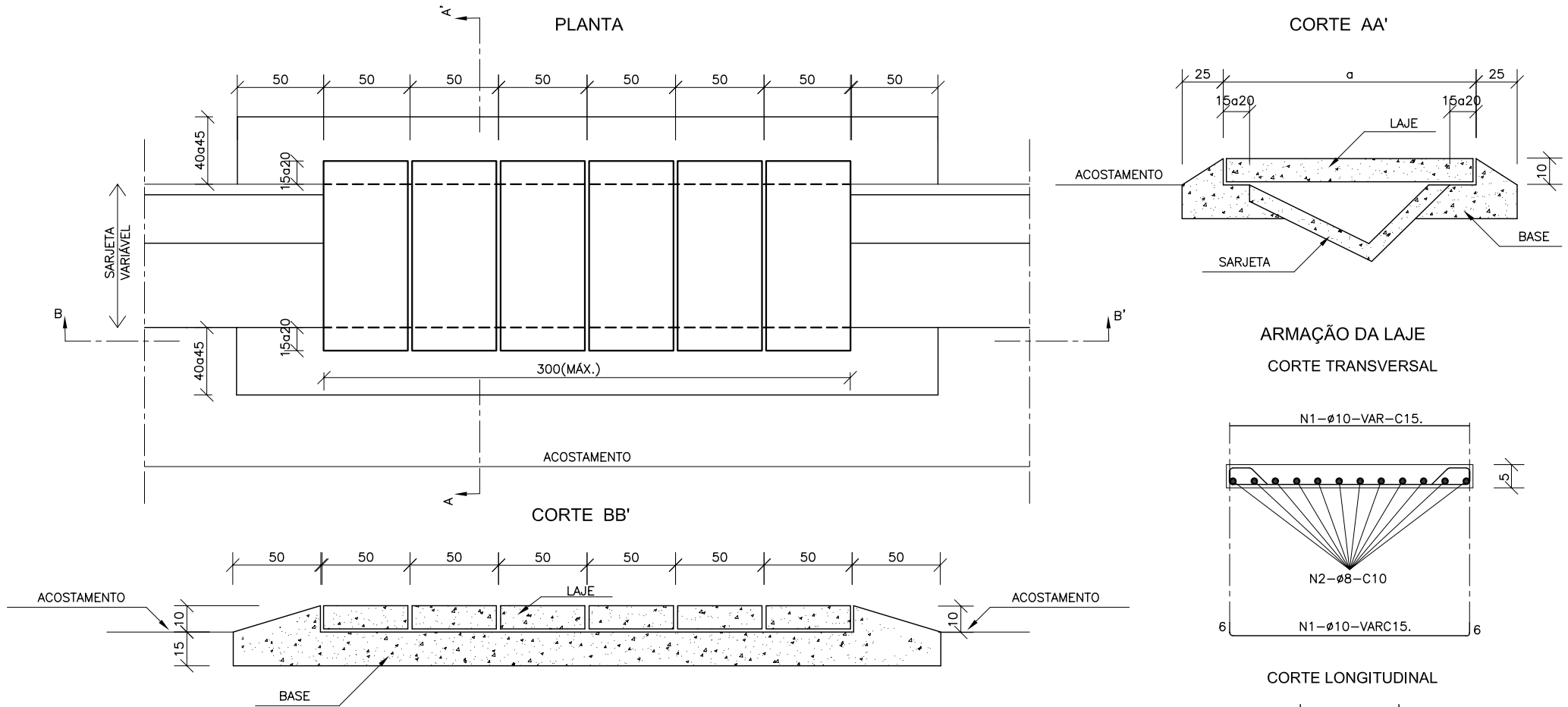
MT DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT IPR

VALETAS DE PROTEÇÃO DE ATERROS  
(VPA 01 a VPA 04)

ÁLBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

DESENHO  
1.2

# TRANSPOSIÇÃO DE SEGMENTOS DE SARJETAS (II)



DIMENSÕES E CONSUMOS MÉDIOS POR METRO LINEAR

TIPO	ADAPTÁVEL EM	a (cm)	ESCAVAÇÃO (m³/m)	CONCRETO fck ≥ 15MPa (m³/m)	CONCRETO fck ≥ 25MPa (m³/m)	FORMAS (m²/m)	AÇO CA-50 (kg/m)		
							N1	N2	TOTAL
TSS03	STC01	170	0.20	0.160	0.170	2.24	7.94	7.78	15.72
TSS04	STC02/SZC01	140	0.20	0.160	0.140	1.88	6.62	6.48	13.10
TSS05	STC03	120	0.20	0.160	0.120	1.64	5.73	5.62	11.35
TSS06	STC04/SZC02	110	0.20	0.160	0.110	1.52	5.29	5.18	10.47

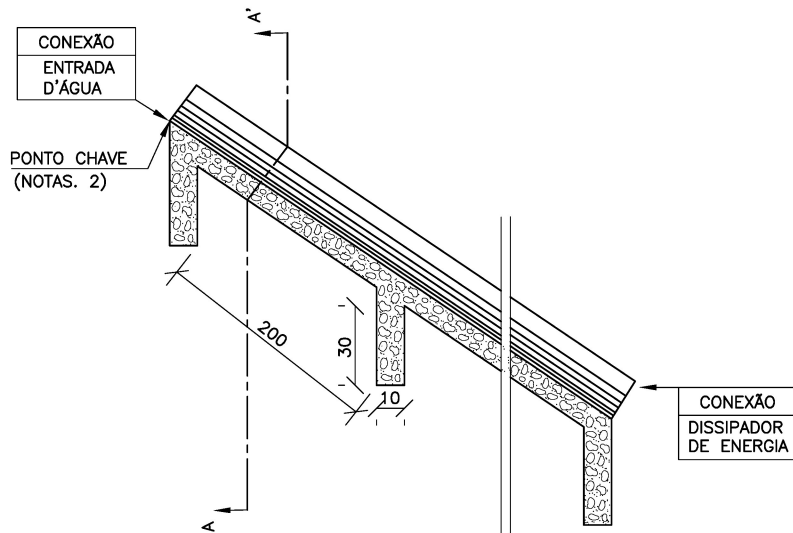
NOTAS:

- 1 - Dimensões em cm, bitola das barras de aço em mm;
- 2 - Utilizar para a laje concreto fck ≥ 25MPa e para a base concreto fck ≥ 15MPa;
- 3 - Utilizar o número de módulos de 1m necessários a cada acesso.

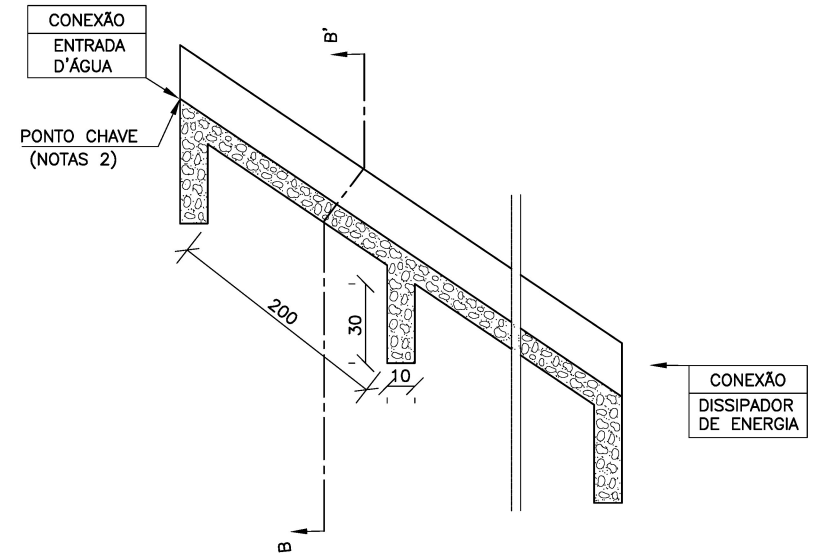
MT	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT	IPR
TRANSPOSIÇÃO DE SEGMENTOS DE SARJETAS (II)		
ALBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM		DESENHO 1.9

# DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERROS TIPO RÁPIDO (I)

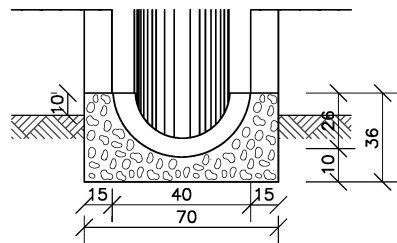
DAR - 01 MEIA CANA DE CONCRETO  
CORTE LONGITUDINAL



DAR - 02 CANAL RETANGULAR EM CONCRETO SIMPLES  
CORTE LONGITUDINAL

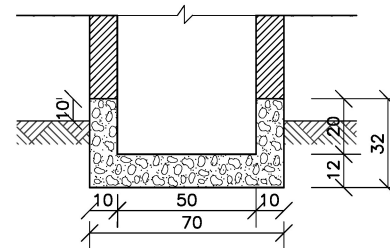


CORTE TRANSVERSAL AA'



CONSUMOS MÉDIOS	
CONCRETO fck ≥ 15MPa	0,175m <sup>3</sup> /m
FORMAS	0,76m <sup>2</sup> /m
MEIO-TUBO Ø40cm	1,00m / m
ESCAVAÇÃO	0,36m <sup>3</sup> /m
APILOAMENTO	0,17m <sup>3</sup> /m

CORTE TRANSVERSAL BB'



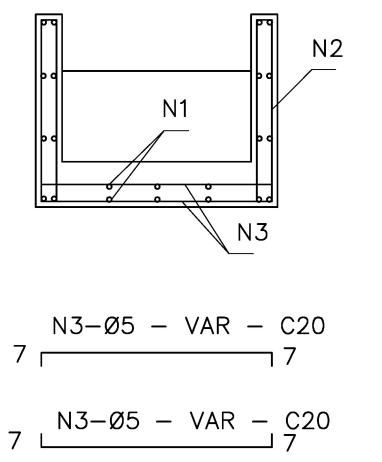
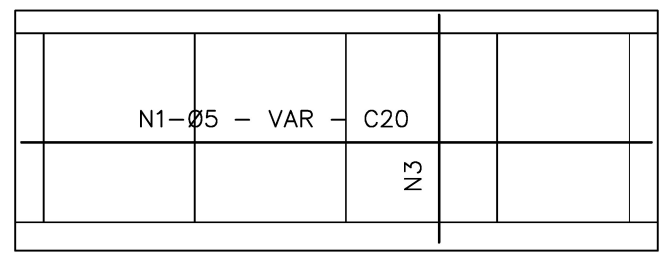
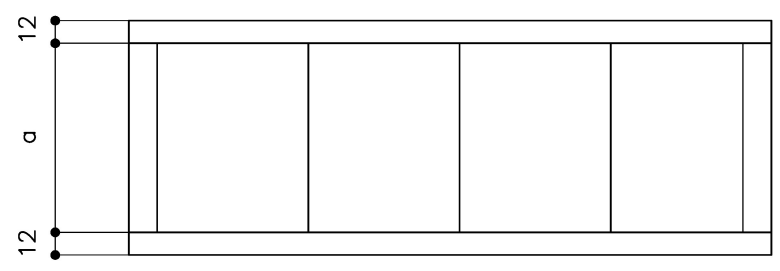
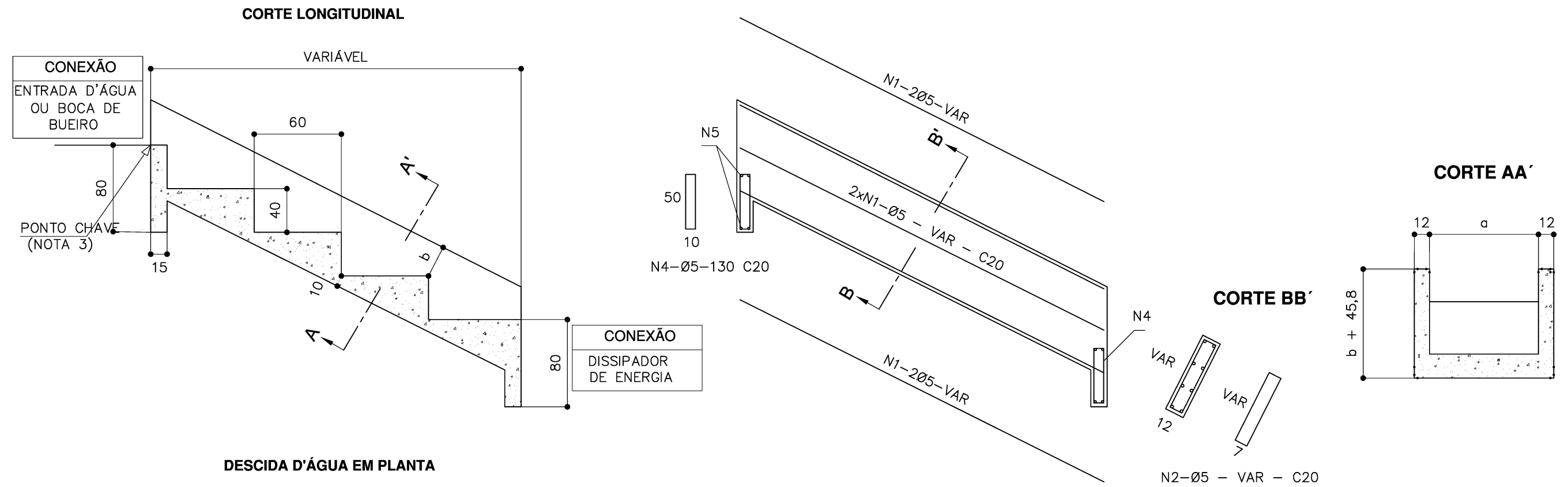
CONSUMOS MÉDIOS	
CONCRETO fck ≥ 15MPa	0,137m <sup>3</sup> /m
FORMAS	1,10m <sup>2</sup> /m
ESCAVAÇÃO	0,20m <sup>3</sup> /m
APILOAMENTO	0,15m <sup>3</sup> /m

**Notas:**

- 1- Dimensões em cm;
- 2- O "ponto chave" indica a amarração aos detalhes apresentados para as "entradas d'água";
- 3- Executar juntas de dilatação a intervalos máximos de 10m segundo o talude, preenchendo-as com cimento asfáltico.

MT	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT	IPR
DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERROS TIPO RÁPIDO (I) (DAR 01 a DAR 02)		
ALBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM		DESENHO 1.14

# DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERROS EM DEGRAUS - DAD



DIMENSÕES E CONSUMOS MÉDIOS

CONCRETO SIMPLES/ARMADO								CONCRETO ARMADO						
TIPO	ADAPTÁVEL EM	a	b	CONCRETO (m <sup>3</sup> /m)	FORMAS (m <sup>2</sup> /m)	ESCAVAÇÃO (m <sup>3</sup> /m)	APILOAMENTO (m <sup>3</sup> /m)	TIPO	N1 (kg/m)	N2 (kg/m)	N3 (kg/m)	N4 (kg/m)	N5 (kg/m)	PESO (kg/m)
DAD 01/02	MEIO-FIO	50	10	0,26	0,26	0,09	0,03	DAD 02	1,72	0,76	1,43	0,24	0,17	4,32
DAD 03/04	BSTC Ø60	110	10	0,59	0,53	0,37	0,11	DAD 04	5,17	0,93	4,32	0,96	0,58	11,96
DAD 05/06	BSTC Ø80	140	20	0,82	0,80	0,86	0,26	DAD 06	6,20	1,10	5,20	1,12	0,71	14,33
DAD 07/08	BSTC Ø100	170	25	1,07	1,05	1,43	0,43	DAD 08	7,23	1,27	6,09	1,36	0,84	16,79
DAD 09/10	BSTC Ø120	200	35	1,34	1,33	2,21	0,66	DAD 10	7,92	1,45	6,89	1,52	0,95	18,73
DAD 11/12	BSTC Ø150	240	35	1,74	1,71	3,48	1,04	DAD 12	10,67	1,62	9,14	2,08	1,27	24,78
DAD 13/14	BDTC Ø100	290	30	2,28	1,92	4,37	1,31	DAD 14	9,64	1,45	8,73	1,92	1,22	22,96
DAD 15/16	BDTC Ø120	340	35	2,92	2,41	6,63	1,99	DAD 16	11,71	1,62	9,90	2,24	1,38	26,85
DAD 17/18	BDTC Ø150	410	40	3,93	3,11	10,49	3,15	DAD 18	14,46	1,79	12,71	2,88	1,78	33,62

NOTAS:

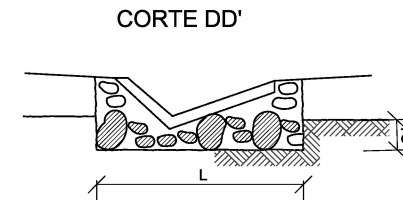
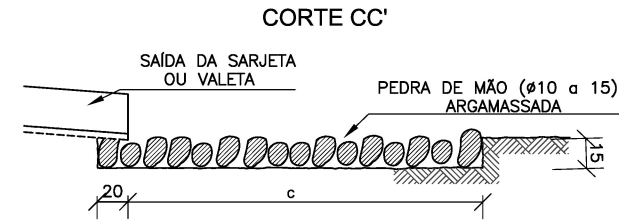
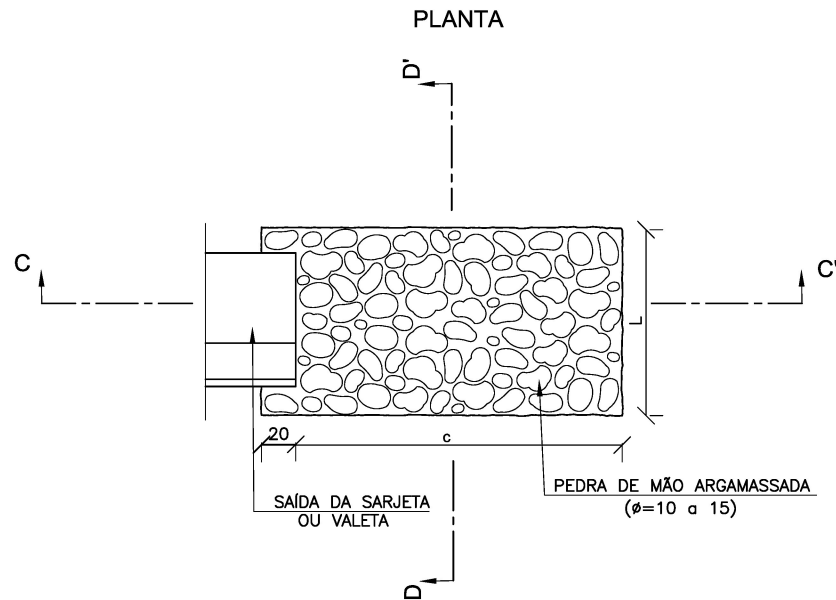
- 1 - Dimensões em mm, bitola das barras em aço CA-60;
- 2 - Utilizar concreto fck ≥ 15MPa;
- 3 - O ponto chave indica a amarração aos detalhes apresentados para as entradas d'água;
- 4 - Serão colocadas juntas de dilatação a cada 10m e preenchidas com argamassa asfáltica
- 5 - Intercalar dentes de ancoragem a cada 5m, medindo 15x40cm, em toda a extensão da seção transversal.

MT	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT	IPR
DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERROS EM DEGRAUS - DAD		
ÁLBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM		DESENHO 1.18

DN-08.dwg

# DISSIPADORES DE ENERGIA(I)

## APLICÁVEIS A SAÍDAS DE SARJETAS E VALETAS - DES



DIMENSÕES E CONSUMOS MÉDIOS PARA UMA UNIDADE					
TIPO	ADAPTÁVEL EM	C	L	PEDRA ARGAMASSADA (m <sup>2</sup> )	ESCAVAÇÃO (m <sup>2</sup> )
DES 01	STC03/04-SZC02	200	110	0,48	0,33
DES 02	STC02-SZC01	200	130	0,57	0,39
DES 03	STC01-VPC02/04	200	135	0,68	0,47
DES 04	VPC01/03	200	150	0,84	0,57

Notas:  
1- Dimensões em cm;

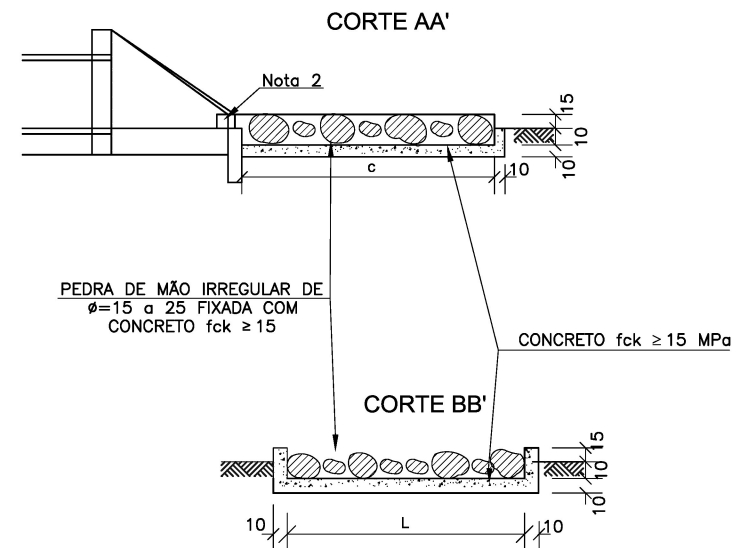
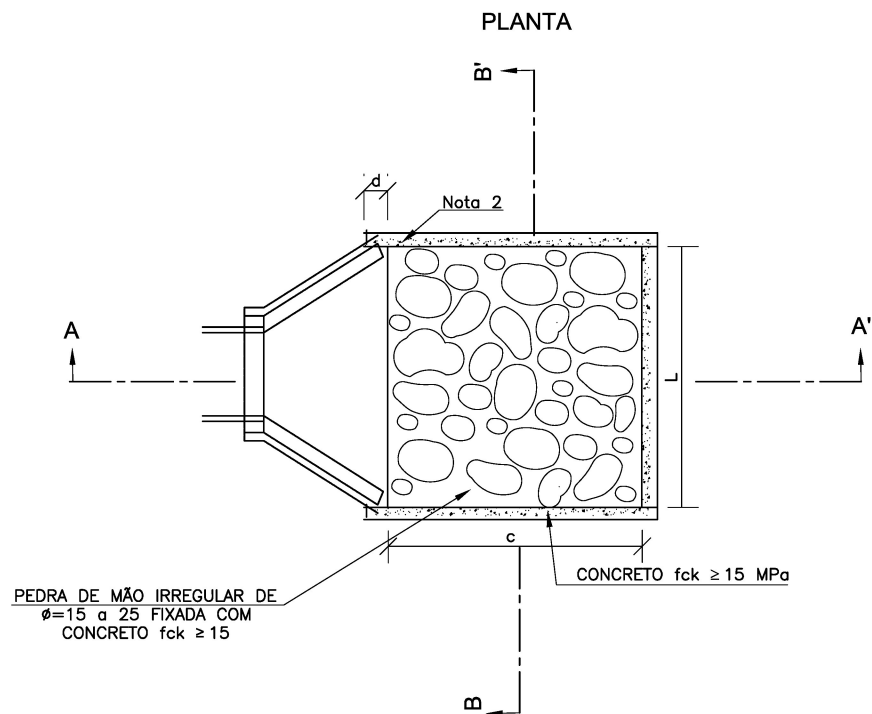
MT DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT IPR

DISSIPADORES DE ENERGIA (I)  
APLICÁVEIS A SAÍDAS DE SARJETAS E VALETAS - DES

ÁLBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

DESENHO  
1.19

# DISSIPADORES DE ENERGIA (II) APLICÁVEIS À SAÍDAS DE BUEIROS TUBULARES E DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERROS - DEB



**DIMENSÕES E CONSUMOS MÉDIOS PARA UMA UNIDADE**

TIPO	ADAPTÁVEL EM	C	L	d	e	CONCRETO (m³)	FORMAS (m²)	PEDRA FIXADA COM CONCRETO (m³) (VAZIOS=40%)	ESCAVAÇÃO (m³)
DEB 01	DAR01/02/03	200	70	10	15	0,42	2,71	0,21	0,67
DEB 02	DAD01/02	200	74	10	15	0,44	2,73	0,22	0,70
DEB 03	BSTC φ 60-DAD03/04	240	242	30	15	1,20	7,67	0,87	4,03
DEB 04	BSTC φ 80-DAD05/06	320	293	30	15	1,83	9,65	1,41	6,18
DEB 05	BSTC φ 100-DAD/07/08	400	345	30	15	2,59	11,63	2,07	8,81
DEB 06	BSTC φ 120-DAD09/10	480	391	30	15	3,42	13,56	2,82	11,72
DEB 07	BSTC φ 150-DAD11/12	560	522	30	15	5,12	16,37	4,38	17,87
DEB 08	BDTC φ 100-DAD13/14	400	489	30	15	3,51	13,14	2,93	12,34
DEB 09	BDTC φ 120-DAD15/16	480	557	30	15	4,69	15,30	4,01	16,52
DEB 10	BDTC φ 150-DAD17/18	560	720	30	15	6,88	18,45	6,05	24,46
DEB 11	BTTC φ 100	400	633	30	15	4,44	14,66	3,80	15,86
DEB 12	BTTC φ 120	480	723	30	15	5,96	17,04	5,21	21,31
DEB 13	BTTC φ 150	600	918	30	15	9,22	21,25	8,26	33,10

**Notas:**

- 1- Dimensões em cm;
- 2- Na conexão com as descidas d'água não são necessárias as pequenas alas, indicadas no desenho;
- 3- O concreto de fixação das pedras deverá ter espessura mínima de 10cm.

MT

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT

IPR

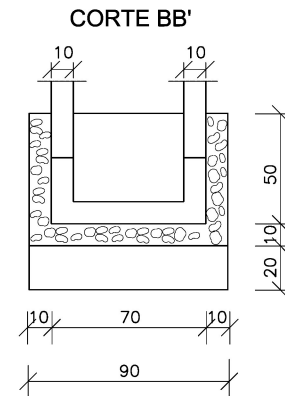
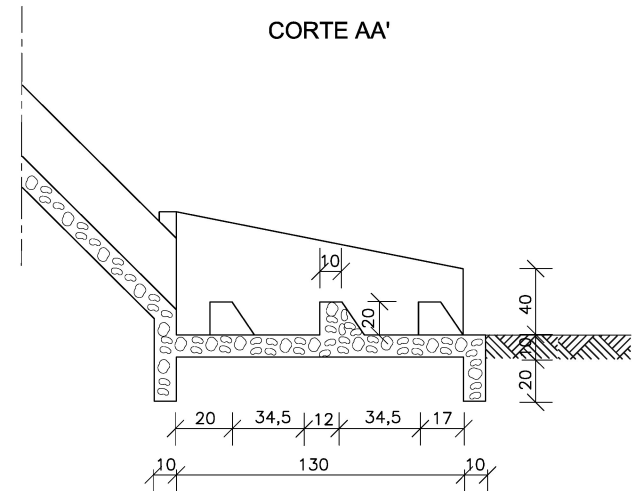
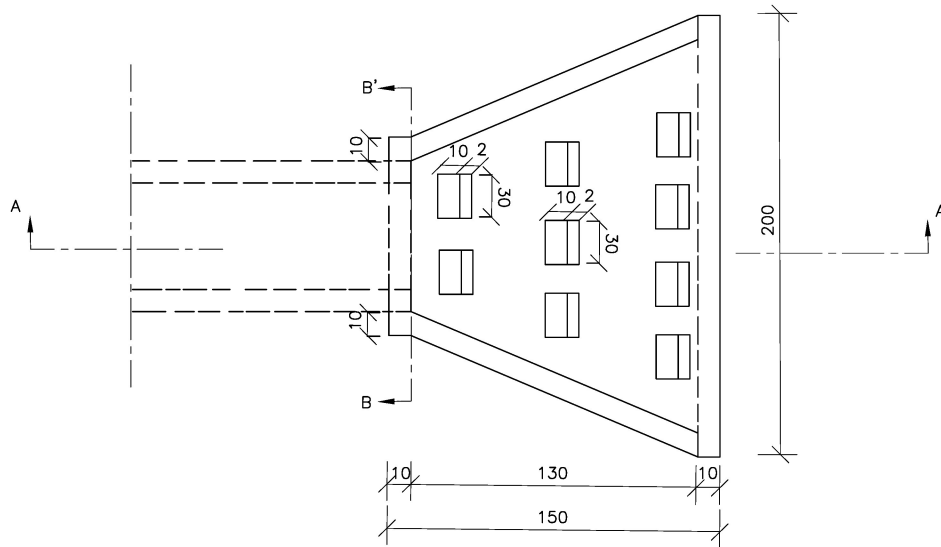
DISSIPADORES DE ENERGIA (II)  
APLICÁVEIS A SAÍDAS DE BUEIROS TUBULARES E DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERROS - DEB

ÁLBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

DESENHO  
1.20



# DISSIPADORES DE ENERGIA - (III) APLICÁVEIS A DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERROS TIPO RÁPIDO - DED - 01



CONSUMOS MÉDIOS PARA UMA UNIDADE	
CONCRETO $f_{ck} \geq 15\text{MPa}$	$0,37\text{m}^3$
FORMAS	$4,35\text{m}^2$
ESCAVAÇÃO	$0,70\text{m}^3$
APILOAMENTO	$0,35\text{m}^3$

Notas:  
1- Dimensões em cm;  
2- Os dentes serão fundidos simultaneamente com a soleira, formando conjunto monolítico.

MT	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT	IPR
DISSIPADORES DE ENERGIA - (III) APLICÁVEIS À DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERROS TIPO RÁPIDO -DED-01		
ÁLBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM		DESENHO 1.21

# CAIXA COLETORA DE SARJETA (CCS) COM GRELHA DE CONCRETO (TCC-01)

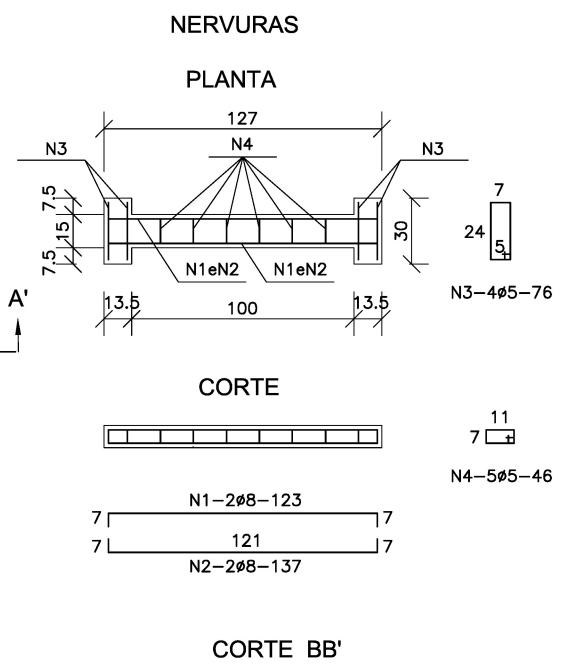
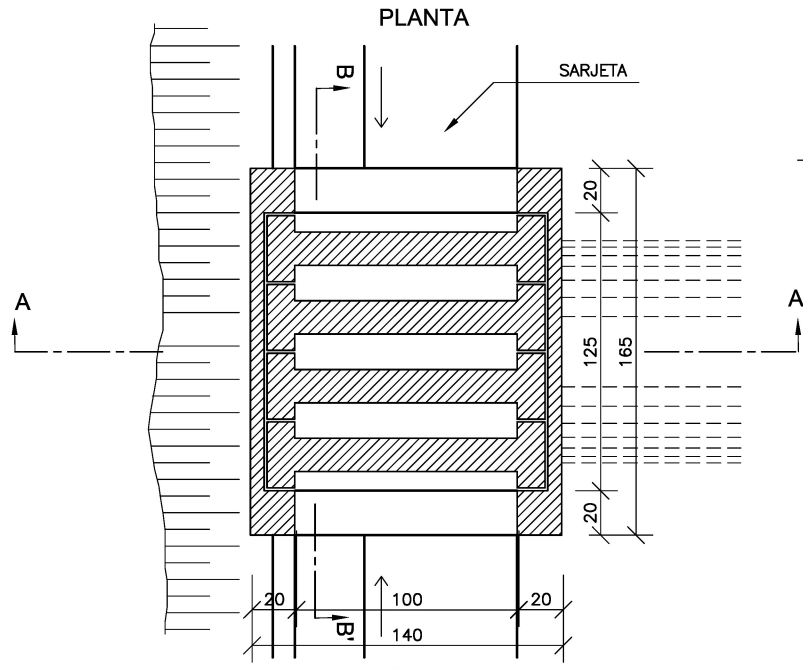
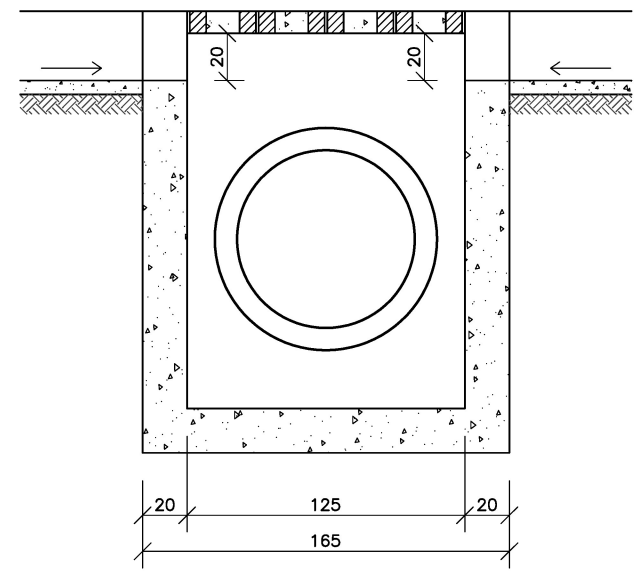
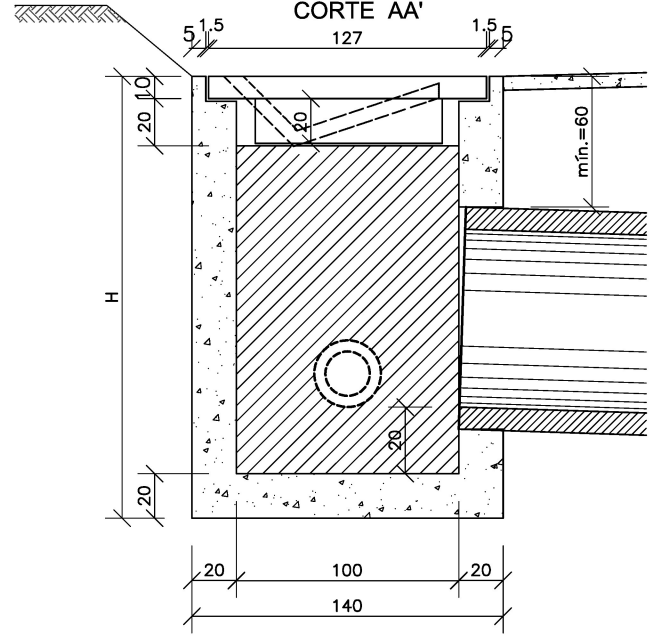


TABELA DE ARMADURA				
AÇO CA-50				
N	DIÂMETRO (mm)	COMPRIMENTO (m)	PESO UNITÁRIO (kg)	PESO TOTAL (kg)
1	8.0	2.46	0.40	0.99
2	8.0	2.74	0.40	1.10
3	5.0	3.04	0.16	0.49
4	5.0	2.76	0.16	0.44
Total				3.02

QUANTIDADES UNITÁRIAS (4 NERVURAS)		
TCC01		
Concreto fck ≥ 25MPa	m³	0.092
Aço CA-50	kg	12.08
Formas	m²	1.38



QUANTIDADES UNITÁRIAS (CAIXA)				
CONCRETO fck ≥ 15MPa (m³)				
H (m)	Ø=60	Ø=80	Ø=100	Ø=120
2.0	2.200/CCS01	2.100/CCS02	2.000/CCS03	1.900/CCS04
2.5	2.750/CCS05	2.650/CCS06	2.550/CCS07	2.450/CCS08
3.0	3.300/CCS09	3.200/CCS10	3.100/CCS11	3.000/CCS12
3.5	3.850/CCS13	3.750/CCS14	3.650/CCS15	3.550/CCS16
4.0	4.400/CCS17	4.300/CCS18	4.200/CCS19	4.100/CCS20
H (m)	CÓDIGO	FORMAS (m²)	ESCAVAÇÃO (m³)	APILOAMENTO (m³)
2.0	CCS01 a CCS04	20.30	15.00	5.00
2.5	CCS05 a CCS08	25.60	19.00	6.00
3.0	CCS09 a CCS12	30.90	23.00	7.00
3.5	CCS13 a CCS16	36.20	26.00	8.00
4.0	CCS17 a CCS20	41.50	30.00	9.00

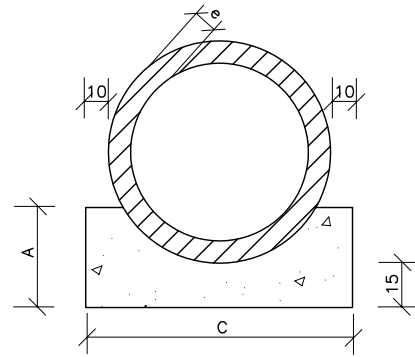
**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em cm;
- 2 - O dispositivo poderá, opcionalmente, receber a descarga de drenos rasos ou profundos;
- 3 - O dispositivo aplica-se a qualquer tipo de sarjeta especificado, inclusive do canteiro central. Ajustar, na obra, a conexão da sarjeta à caixa.

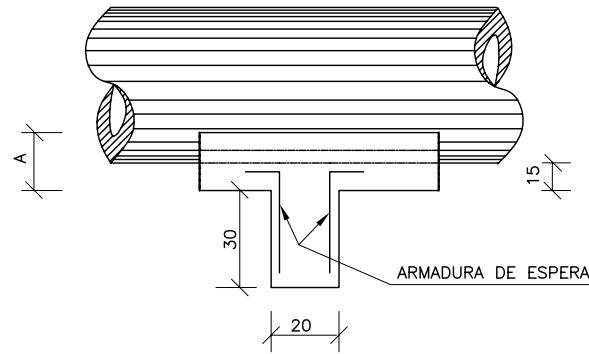
MT	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT	IPR
CAIXA COLETORA DE SARJETA COM GRELHA DE CONCRETO (CCS/TCC - 01)		
ÁLBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM		DESENHO 1.22

# BERÇOS PARA ASSENTAMENTOS DE BUEIROS

BERÇOS

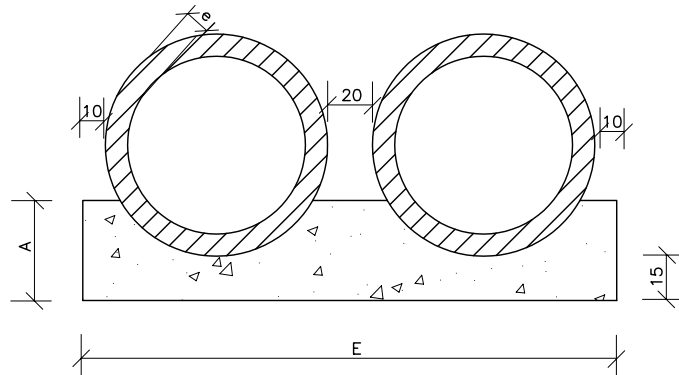


VISTA LATERAL



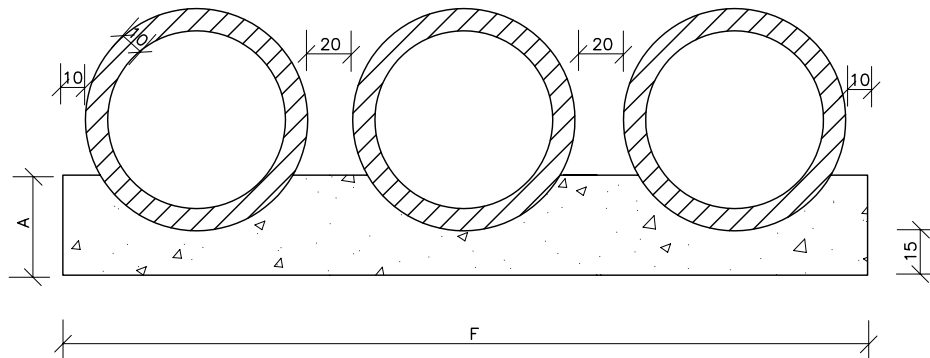
QUADRO DE DIMENSÕES (cm)

DIÂMETRO	A	C	E	F	e
40	25	72	-	-	6
60	30	96	-	-	8
80	35	120	240	-	10
100	40	144	288	432	12
120	45	166	332	498	13
150	50	198	396	594	14



QUANTIDADES UNITÁRIAS DOS DENTES

DIÂMETRO (cm)	SIMPLES		DUPLO		TRIPLA	
	CONCRETO (m³)	ARMADURA (kg)	CONCRETO (m³)	ARMADURA (kg)	CONCRETO (m³)	ARMADURA (kg)
40	0,029	0,500	-	-	-	-
60	0,038	0,500	-	-	-	-
80	0,048	0,750	0,096	1,250	-	-
100	0,058	0,750	0,115	1,500	0,173	2,250
120	0,066	1,000	0,133	1,750	0,199	2,500
150	0,079	1,000	0,158	2,000	0,238	3,000



QUANTIDADES POR METRO LINEAR DE BERÇO

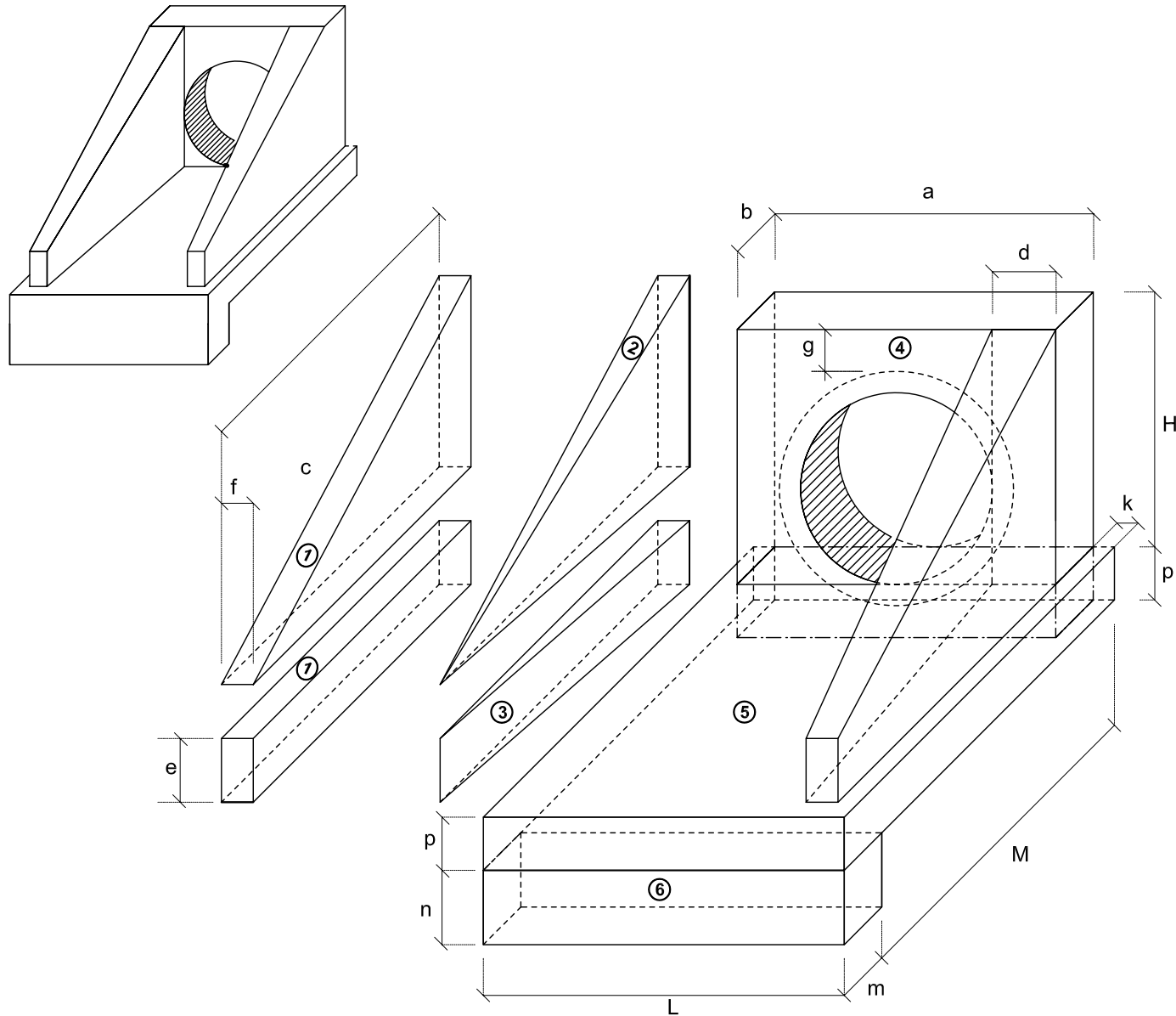
DIÂMETRO (m)	SIMPLES		DUPLO		TRIPLA	
	CONCRETO (m³)	FORMA (m²)	CONCRETO (m³)	FORMA (m²)	CONCRETO (m³)	FORMA (m²)
40	0,151	0,50	-	-	-	-
60	0,225	0,60	-	-	-	-
80	0,308	0,70	0,616	0,70	-	-
100	0,402	0,80	0,804	0,80	1,206	0,80
120	0,499	0,90	0,998	0,90	1,498	0,90
150	0,644	1,00	1,288	1,00	1,933	1,00

NOTAS:

- 1 - Dimensões em cm.
- 2 - Os dentes deverão ser construídos em todos os bueiros cuja declividade de instalação for superior a 4% e ser espaçados de cinco em cinco metros na projeção horizontal;
- 3 - Nos dentes serão colocadas armaduras de espera: 2 ferros de 6,3mm a cada 50 com comprimento de 50;
- 4 - Utilizar nos berços concreto ciclópico  $f_{ck} > 15\text{MPa}$ ;
- 5 - No caso de colocação de tubo em valas, poderá ser executado o berço de material granular adequado, adotando-se a espessura mínima de 15 cm, dimensionando-se os tubos em função da carga e das condições de apoio, de acordo com as normas existentes.

MT	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT	IPR
BERÇOS PARA ASSENTAMENTO DE BUEIROS		
ÁLBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM		DESENHO 6.1

# BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO BOCAS NORMAIS E ESCONSAS (I)



## 1-VOLUMES

a) ALAS

① PRISMAS :  $V = c f (h + e)$

② PIRÂMIDES :  $V = 2/3 c [(d - f) (h - e)]$

③ CUNHAS :  $V = c e (d - f)$

b) TESTA

④ TESTA :  $V = b [a (h+p) - \frac{D^2_{ext}}{4}]$

c) CALÇADA

⑤ CALÇADA :  $V = p c L + [L (b+k) - a b]$

⑥ DENTE :  $V = L m n$

## 2-ÁREA DAS FORMAS

a) ALAS

Partes Laterais :  $A = (h + e) (c + \sqrt{c^2 + (d - f)^2})$

Extremidades :  $A = 2 e f$

b) TESTA

Parte Posterior :  $A = \frac{1}{\cos e} (a h - \frac{\pi (D^2_{int})}{4})$

Parte Anterior :  $A = \frac{1}{\cos e} (D_{int} h - \frac{\pi (D^2_{int})}{4})$

Partes Laterais :  $A = 2 b h$

NOTA:

-  $D_{int}$  = diâmetro Interno e  $D_{ext}$  = diâmetro externo

MT DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT IPR

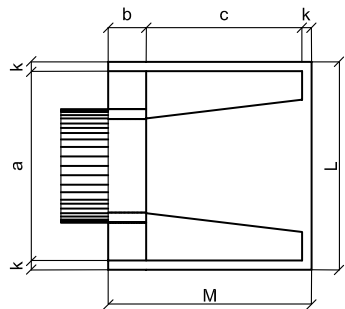
BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO (I)  
BOCAS NORMAIS E ESCONSAS

ALBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

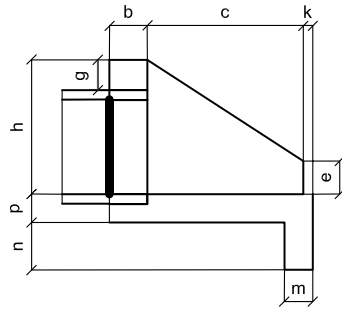
DESENHO  
6.3

# BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO - BOCAS NORMAIS E ESCONSAS (II)

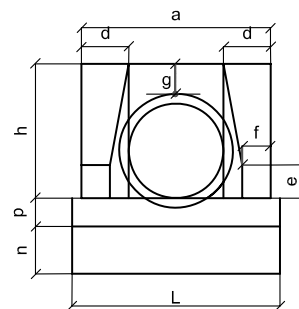
PLANTA NORMAL



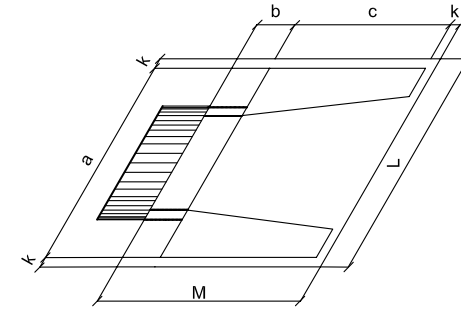
VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL



PLANTA ESCONSO



DIMENSÕES E CONSUMOS MÉDIOS PARA UMA UNIDADE

BUEIRO SIMPLES TUBULAR $\Phi = 40$														formas m <sup>2</sup>	con creto m <sup>3</sup>	cimento saco 50kg	areia m <sup>3</sup>	brita 1 brita 2 m <sup>3</sup>	água m <sup>3</sup>	madeira m <sup>3</sup>	
Esc.	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L								M
0°	80			20									90	115	2,29	0,423	2,072	0,288	0,313	0,068	0,057
5°	80			20									90	115	2,30	0,423	2,072	0,288	0,313	0,068	0,057
10°	81			20									91	115	2,31	0,423	2,073	0,288	0,313	0,068	0,058
15°	83			21									93	115	2,33	0,423	2,074	0,288	0,313	0,068	0,058
20°	85	20	90	21	15	10		66	5	20	20	20	96	115	2,36	0,424	2,076	0,288	0,314	0,068	0,059
25°	88			22									99	115	2,41	0,424	2,078	0,288	0,314	0,068	0,060
30°	92			23									104	115	2,47	0,425	2,081	0,289	0,314	0,068	0,062
35°	98			24									110	115	2,56	0,425	2,084	0,289	0,315	0,068	0,064
40°	104			26									117	115	2,67	0,426	2,088	0,290	0,315	0,068	0,067
45°	113			28									127	115	2,84	0,427	2,092	0,290	0,316	0,068	0,071

BUEIRO SIMPLES TUBULAR $\Phi = 100$														formas m <sup>2</sup>	con creto m <sup>3</sup>	cimento saco 50kg	areia m <sup>3</sup>	brita 1 brita 2 m <sup>3</sup>	água m <sup>3</sup>	madeira m <sup>3</sup>	
Esc.	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L								M
0°	170			35									190	205	9,68	2,514	12,318	1,709	1,860	0,402	0,242
5°	171			35									191	205	9,69	2,514	12,320	1,710	1,861	0,402	0,242
10°	173			36									193	205	9,75	2,515	12,325	1,710	1,861	0,402	0,244
15°	176			36									197	205	9,85	2,517	12,334	1,712	1,863	0,403	0,246
20°	181	30	165	37	50	20		142	10	27	37	27	202	205	9,99	2,520	12,346	1,713	1,865	0,403	0,250
25°	188			39									210	205	10,19	2,523	12,362	1,716	1,867	0,404	0,255
30°	196			40									219	205	10,47	2,527	12,381	1,718	1,870	0,404	0,262
35°	208			43									232	205	10,84	2,531	12,403	1,721	1,873	0,405	0,271
40°	222			46									248	205	10,36	2,536	12,427	1,725	1,877	0,406	0,284
45°	240			49									269	205	12,07	2,542	12,455	1,728	1,881	0,407	0,302

BUEIRO SIMPLES TUBULAR $\Phi = 60$														formas m <sup>2</sup>	con creto m <sup>3</sup>	cimento saco 50kg	areia m <sup>3</sup>	brita 1 brita 2 m <sup>3</sup>	água m <sup>3</sup>	madeira m <sup>3</sup>	
Esc.	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L								M
0°	110			25									130	155	4,17	0,932	4,567	0,634	0,690	0,149	0,104
5°	110			25									130	155	4,18	0,932	4,568	0,634	0,690	0,149	0,104
10°	112			25									132	155	4,20	0,933	4,570	0,634	0,690	0,149	0,105
15°	114			26									135	155	4,24	0,933	4,573	0,635	0,691	0,149	0,106
20°	117	20	125	27	25	10	30	88	10	23	33	23	138	155	4,30	0,934	4,577	0,635	0,691	0,149	0,107
25°	121			28									143	155	4,38	0,935	4,583	0,636	0,692	0,150	0,110
30°	127			29									150	155	4,49	0,937	4,589	0,637	0,693	0,150	0,112
35°	134			31									159	155	4,65	0,938	4,597	0,638	0,694	0,150	0,116
40°	144			33									170	155	4,85	0,940	4,605	0,639	0,695	0,150	0,121
45°	156			35									184	155	5,14	0,942	4,615	0,640	0,697	0,151	0,129

BUEIRO SIMPLES TUBULAR $\Phi = 120$														formas m <sup>2</sup>	con creto m <sup>3</sup>	cimento saco 50kg	areia m <sup>3</sup>	brita 1 brita 2 m <sup>3</sup>	água m <sup>3</sup>	madeira m <sup>3</sup>	
Esc.	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L								M
0°	200			40									220	230	12,61	3,638	17,825	2,474	2,692	0,582	0,315
5°	201			40									221	230	12,64	3,639	17,830	2,474	2,693	0,582	0,316
10°	203			41									223	230	12,71	3,642	17,844	2,476	2,695	0,583	0,318
15°	207			41									228	230	12,84	3,646	17,866	2,479	2,698	0,583	0,321
20°	213	40	180	43	60	25		163	10	28	38	28	234	230	13,03	3,653	17,898	2,484	2,703	0,584	0,326
25°	221			44									243	230	13,30	3,661	17,937	2,489	2,709	0,586	0,332
30°	231			46									254	230	13,67	3,671	17,986	2,496	2,716	0,587	0,342
35°	244			49									269	230	14,16	3,682	18,042	2,504	2,725	0,589	0,354
40°	261			52									287	230	14,85	3,695	18,105	2,513	2,734	0,591	0,371
45°	283			57									311	230	15,79	3,709	18,176	2,522	2,745	0,593	0,395

BUEIRO SIMPLES TUBULAR $\Phi = 80$														formas m <sup>2</sup>	con creto m <sup>3</sup>	cimento saco 50kg	areia m <sup>3</sup>	brita 1 brita 2 m <sup>3</sup>	água m <sup>3</sup>	madeira m <sup>3</sup>	
Esc.	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L								M
0°	140			30									160	180	6,83	1,619	7,932	1,101	1,198	0,259	0,171
5°	141			30									161	180	6,85	1,619	7,934	1,101	1,198	0,259	0,171
10°	142			30									162	180	6,88	1,620	7,937	1,101	1,199	0,259	0,172
15°	145			31									166	180	6,95	1,621	7,942	1,102	1,199	0,259	0,174
20°	149	25	145	32	35	15	30	120	10	25	35	25	170	180	7,06	1,622	7,950	1,103	1,201	0,260	0,176
25°	154			33									177	180	7,20	1,624	7,960	1,105	1,202	0,260	0,180
30°	162			35									185	180	7,39	1,627	7,971	1,106	1,204	0,260	0,185
35°	171			37									195	180	7,66	1,630	7,985	1,108	1,206	0,261	0,191
40°	183			39									209	180	8,02	1,633	8,000	1,110	1,208	0,261	0,201
45°	198			42									226	180	8,52	1,636	8,017	1,113	1,211	0,262	0,213

BUEIRO SIMPLES TUBULAR $\Phi = 150$														formas m <sup>2</sup>	con creto m <sup>3</sup>	cimento saco 50kg	areia m <sup>3</sup>	brita 1 brita 2 m <sup>3</sup>	água m <sup>3</sup>	madeira m <sup>3</sup>	
Esc.	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L								M
0°	240			45									260	320	20,39	6,487	31,784	4,411	4,800	1,038	0,510
5°	241			45									261	320	20,43	6,488	31,791	4,412	4,801	1,038	0,511
10°	244			46									264	320	20,53	6,492	31,810	4,414	4,804	1,039	0,513
15°	248			47									269	320	20,71	6,499	31,843	4,419	4,809	1,040	0,518
20°	255	50	260	48	75	30		194	10	29	39	29	277	320	20,98	6,508	31,888	4,425	4,816	1,041	0,524
25°	265			50									287	320	21,35	6,520	31,946	4,433	4,824	1,043	0,534
30°	277			52									300	320	21,86	6,534	32,015	4,443	4,835	1,045	0,547
35°	293			55									317	320	22,56	6,550	32,096	4,454	4,847	1,048	0,564
40°	313			59									339	320	23,51	6,569	32,188	4,467	4,861	1,051	0,588
45°	339			64									368	320	24,84	6,590	32,290	4,481	4,876	1,054	0,621

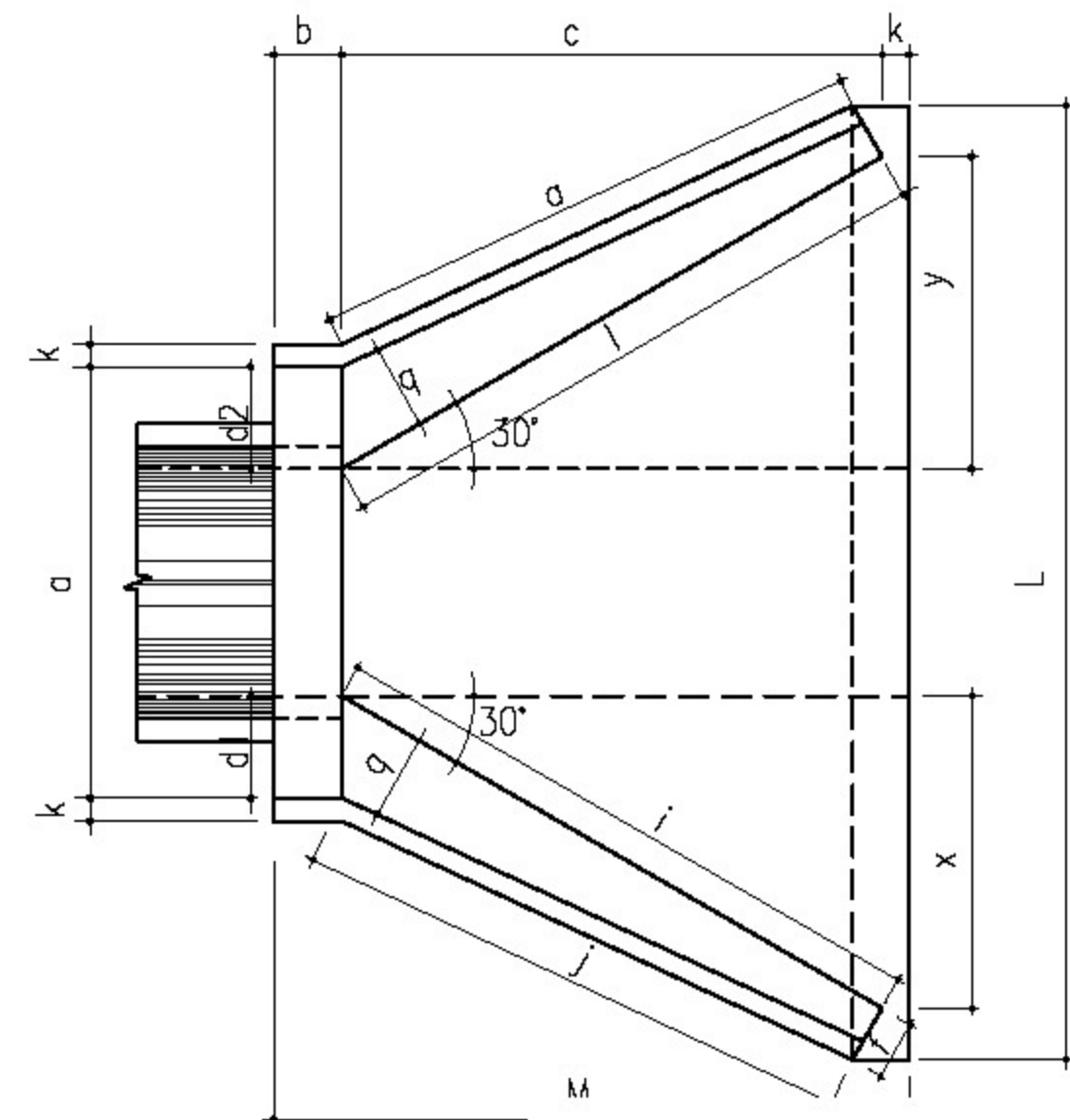
NOTA:

- 1 - Dimensão em mm.
- 2 - Bueiros com diâmetro de 40cm e de 60cm apresentam limitações à limpeza.
- No entanto, por serem largamente utilizados, são apresentados neste Álbum.
- 3 - Utilizar preferencialmente bocas normais para bueiros esconços, ajustando o talude de aterro às alas e/ou prolongando o corpo do bueiro.

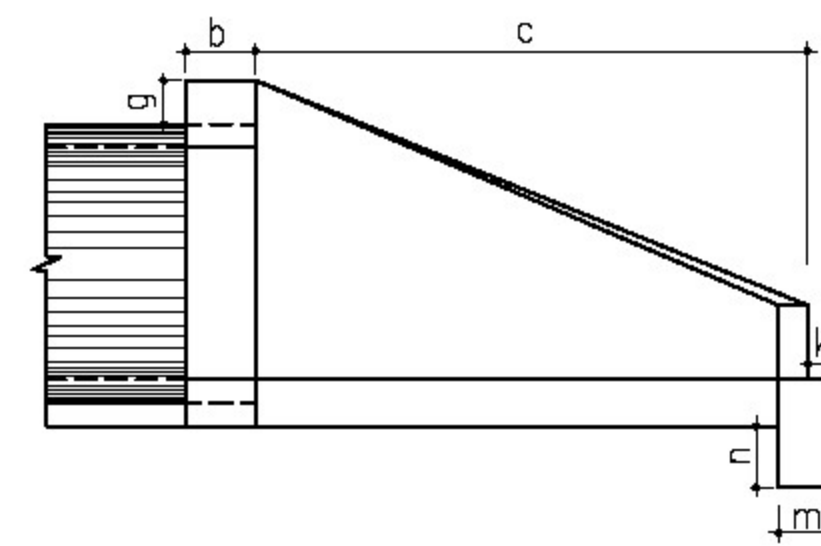


# BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO - BOCAS NORMAIS E ESCONSAS (III)

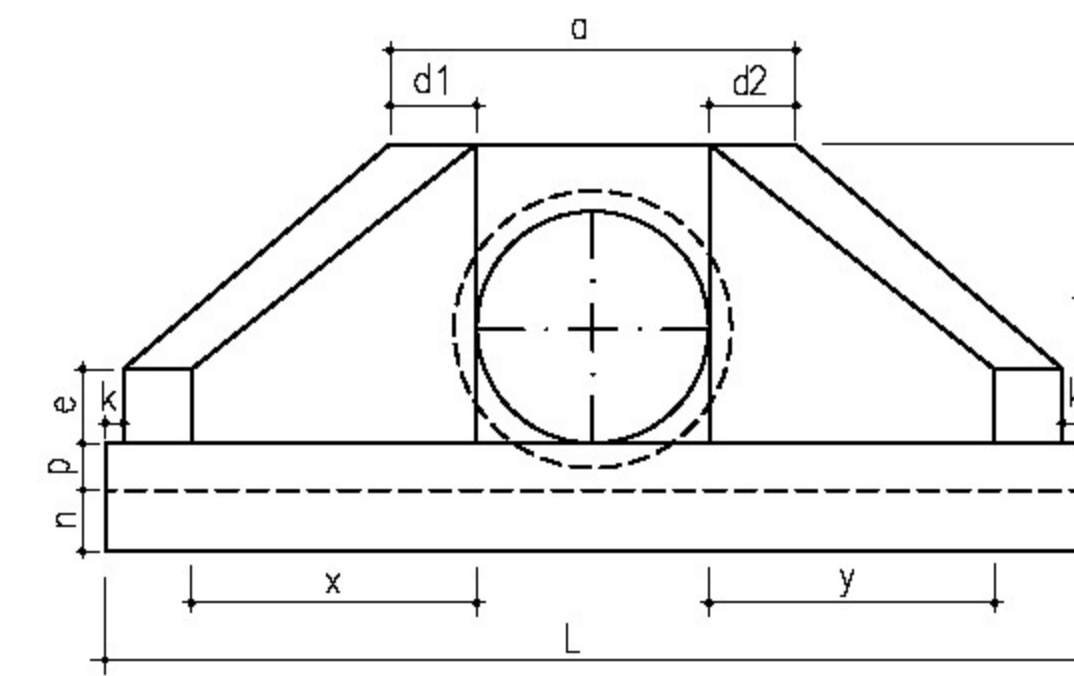
PLANTA NORMAL



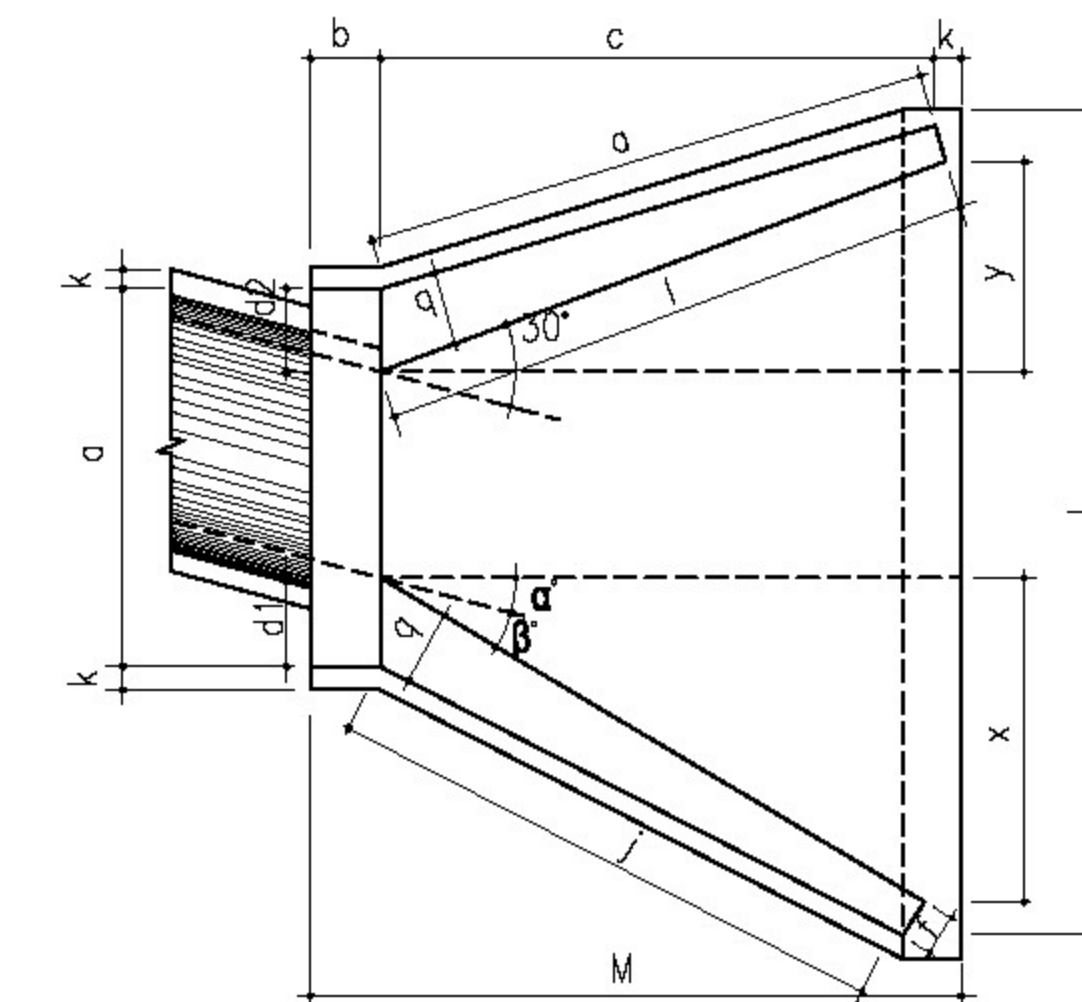
VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL



PLANTA ESCONSO



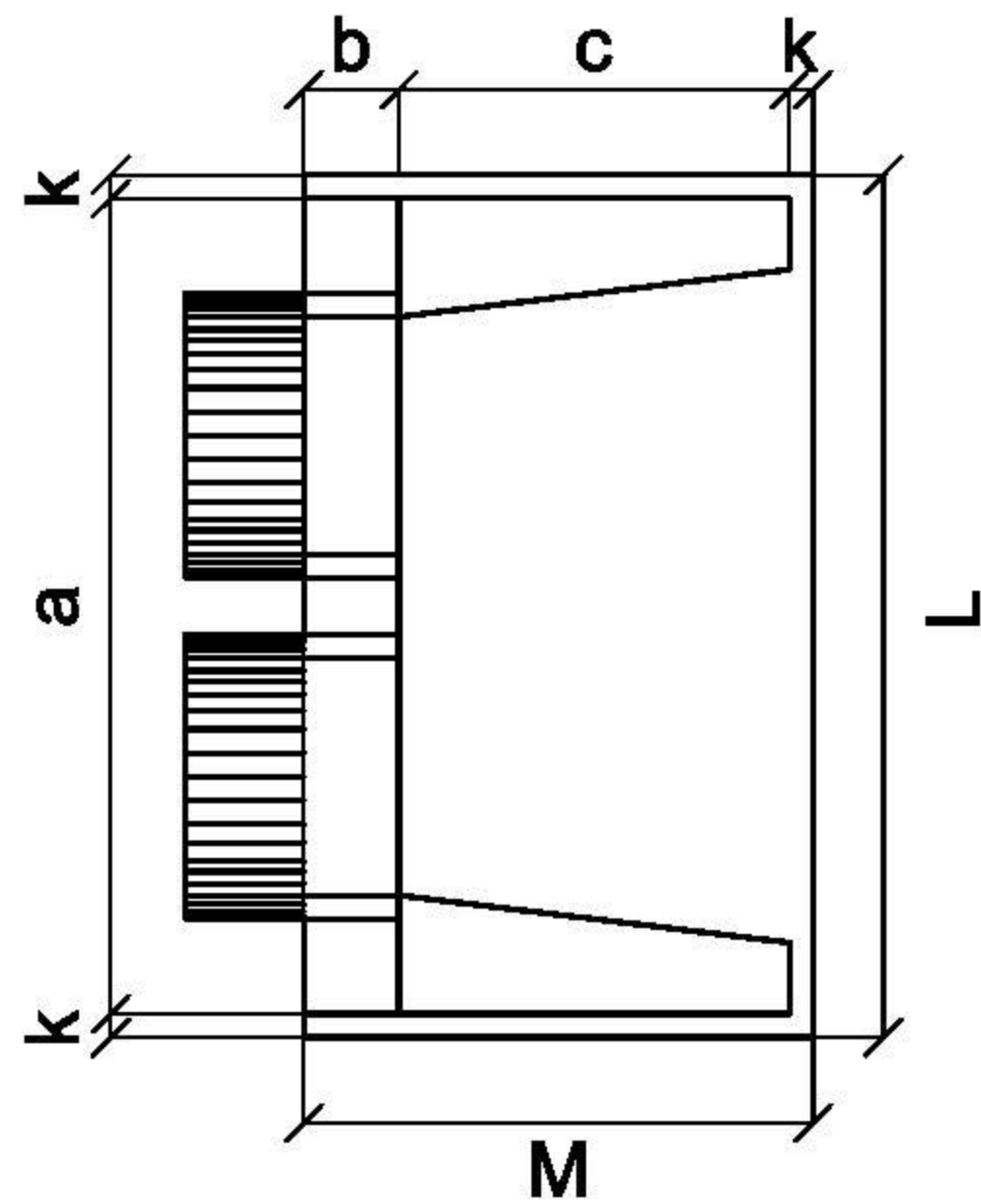
DIMENSÕES E CONSUMOS MÉDIOS PARA UMA UNIDADE																																							
Esc	$\alpha^\circ$	$\beta^\circ$	a	b	c	d1	d2	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	x	y	L	M	Formas (m <sup>2</sup> )	Concreto (m <sup>3</sup> )	Cimento	Areia	Brita 1 Brita 2	Água	Madeira								
<b>BUEIRO SIMPLES TUBULAR <math>\phi = 60</math></b>																																							
0	30	106	20	125	155	23	23	15	10	30	98	144	133	10	144	20	30	133	23	20	72	72	242	155	7,45	1,153	5,649	0,784	0,853	0,184	0,186								
15	20	111				28	21					129	177		157			124			125	33	257		125	125	179	0	286	268	-33	353	4,82	1,218	5,967	0,828	0,901	0,195	0,121
30	25	130				35	26					125	218		190			125			125	0	286		125	125	179	0	286	268	-33	353	8,71	1,380	6,761	0,939	1,021	0,221	0,218
45	20	168				47	36					129	296		253			129			135												10,68	1,722	8,437	1,171	1,274	0,276	0,267
<b>BUEIRO SIMPLES TUBULAR <math>\phi = 80</math></b>																																							
0	30	138	25	145	180	29	29	20	15	30	120	167	153	10	167	25	35	153	30	25	84	84	293	180	11,17	2,140	10,485	1,456	1,583	0,342	0,279								
15	30	144				35	26					150	205		180			144			145	39	312		145	145	207	0	243	311	-39	462	11,73	2,262	11,082	1,539	1,674	0,362	0,293
30	25	167				44	31					145	253		218			145			145	0	243		145	145	207	0	243	311	-39	462	13,03	2,539	12,439	1,727	1,879	0,406	0,326
45	20	216				59	44					150	343		290			150			157												15,97	3,188	15,619	2,168	2,359	0,510	0,399
<b>BUEIRO SIMPLES TUBULAR <math>\phi = 100</math></b>																																							
0	30	170	30	165	205	35	35	25	20	30	142	191	174	10	191	30	40	174	37	30	95	95	345	205	15,68	3,567	17,476	2,426	2,639	0,571	0,392								
15	30	177				42	31					171	233		203			163			165	44	366		165	165	236	0	403	354	-44	499	16,41	3,757	18,407	2,555	2,780	0,601	0,410
30	25	203				52	36					165	288		245			165			165	0	403		165	165	236	0	403	354	-44	499	18,19	4,205	20,602	2,860	3,111	0,673	0,455
45	20	264				71	52					171	390		326			171			179												22,30	5,293	25,932	3,600	3,916	0,847	0,558
<b>BUEIRO SIMPLES TUBULAR <math>\phi = 120</math></b>																																							
0	30	200	40	180	230	40	40	30	25	30	163	208	188	10	208	40	45	188	43	35	104	104	391	230	20,65	5,506	26,976	3,745	4,074	0,881	0,516								
15	30	210				50	36					186	255		220			177			180	48	414		180	180	257	0	455	386	-48	562	21,63	5,819	28,509	3,958	4,305	0,931	0,541
30	25	243				61	43					180	314		264			180			180	0	455		180	180	257	0	455	386	-48	562	24,00	6,536	32,022	4,446	4,836	1,046	0,600
45	20	316				83	63					186	426		351			186			196												29,34	8,243	40,385	5,607	6,099	1,319	0,734
<b>BUEIRO SIMPLES TUBULAR <math>\phi = 150</math></b>																																							
0	30	242	50	260	320	46	46	35	30	30	194	300	277	10	300	40	45	277	52	40	150	150	522	320	32,54	10,810	52,961	7,353	7,998	1,730	0,814								
15	30	53				57	41					269	368		328			258			260	70	555		260	260	371	0	612	558	-70	762	34,15	11,431	56,004	7,775	8,458	1,829	0,854
30	25	293				70	50					260	453		396			260			260	0	612		260	260	371	0	612	558	-70	762	37,95	12,868	63,044	8,753	9,521	2,059	0,949
45	20	382				95	75					269	615		530			269			280												46,60	16,303	79,873	11,089	12,063	2,608	1,165

- NOTA:
- 1 - Dimensão em mm.
  - 2 - Bueiros com diâmetro de 40cm e de 60cm apresentam limitações à limpeza. No entanto, por serem largamente utilizados, são apresentados neste Álbum.
  - 3 - Utilizar preferencialmente bocas normais para bueiros escosos, ajustando o talude de aterro às alas e/ou prolongando o corpo do bueiro.

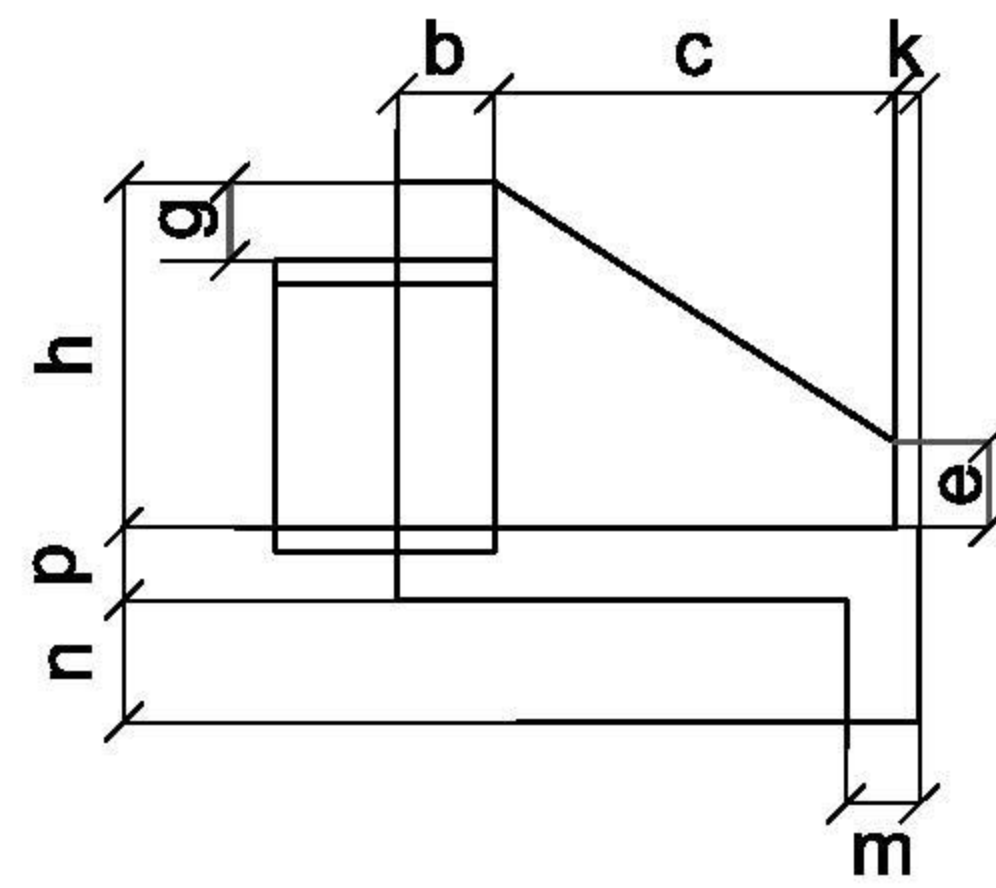


# BUEIRO DUPLO TUBULAR DE CONCRETO - BOCAS NORMAIS E ESCONSAS

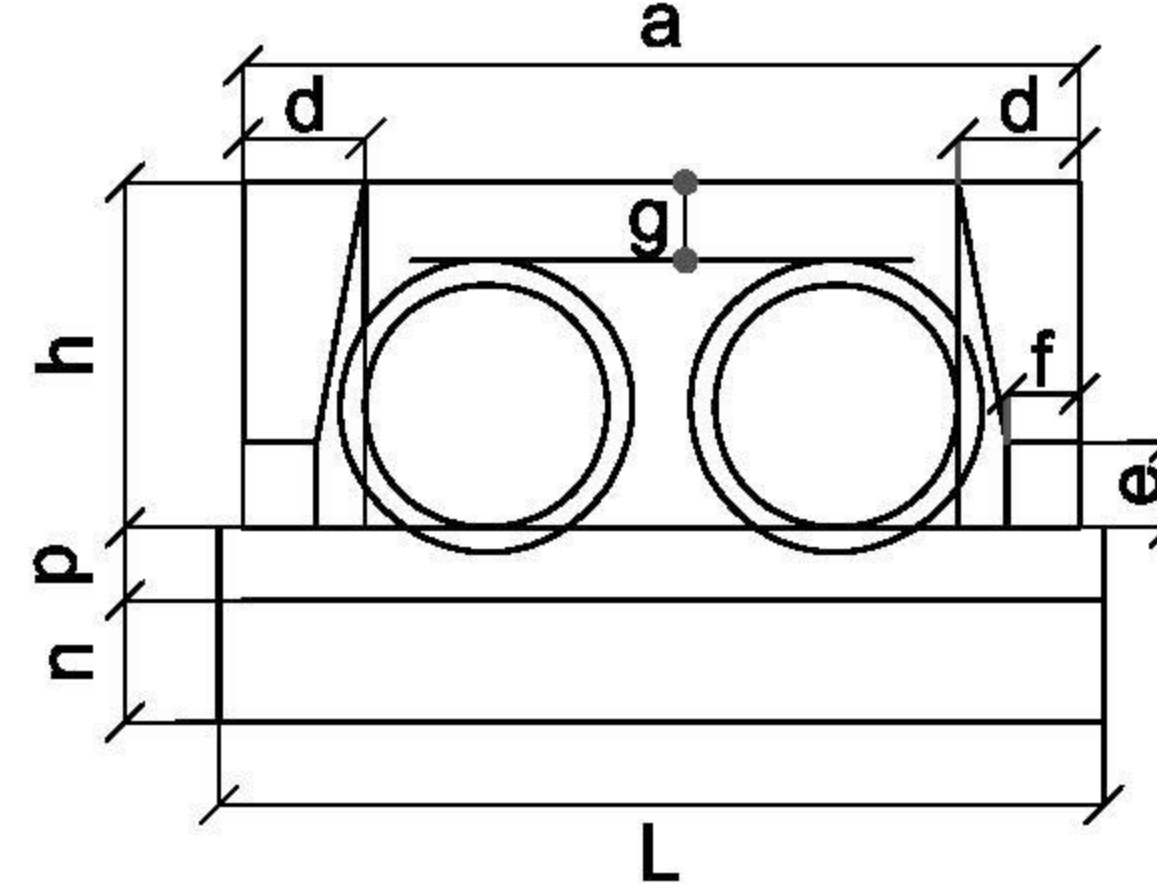
PLANTA NORMAL



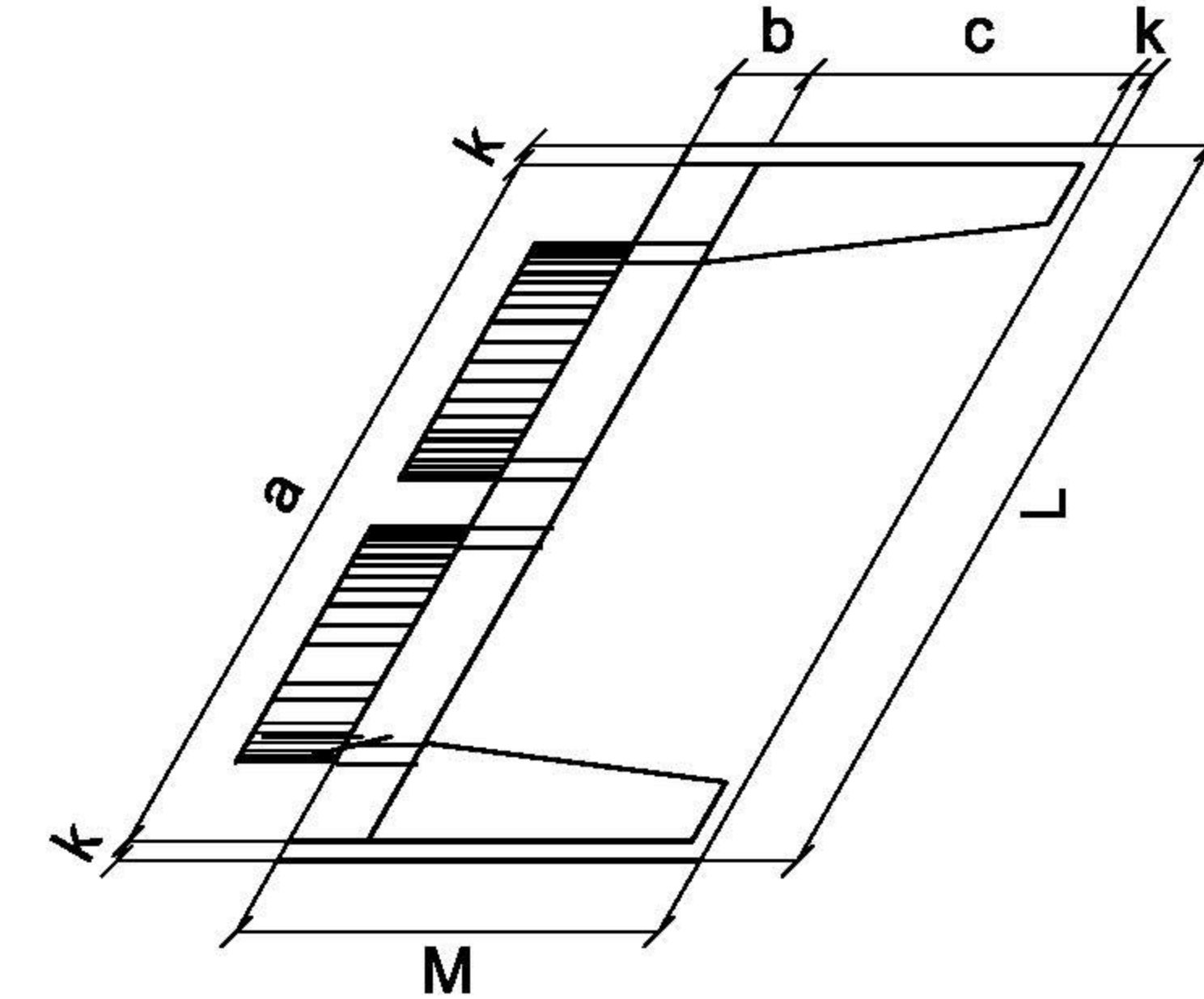
VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL



PLANTA ESCONSO



## DIMENSÕES E CONSUMOS MÉDIOS PARA UMA UNIDADE

Esc.	BUEIRO DUPLO TUBULAR $\Phi = 80$														formas m <sup>2</sup>	con creto m <sup>3</sup>	cimento saco 50kg	areia m <sup>3</sup>	brita 1 brita 2 m <sup>3</sup>	água m <sup>3</sup>	madeira m <sup>3</sup>
	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L	M							
0°	240	25	145	30	35	15	30	120	10	20	30	20	180	8,25	1,957	9,588	1,331	1,448	0,313	0,206	
5°	241			261										8,27	1,958	9,592	1,331	1,449	0,313	0,207	
10°	244			264										8,34	1,961	9,607	1,333	1,451	0,314	0,209	
15°	248			269										8,46	1,965	9,630	1,336	1,454	0,314	0,212	
20°	255			277										8,65	1,972	9,663	1,341	1,459	0,316	0,216	
25°	265			287										8,90	1,981	9,704	1,347	1,466	0,317	0,222	
30°	277			300										9,24	1,991	9,755	1,354	1,473	0,319	0,231	
35°	293			317										9,71	2,003	9,813	1,362	1,482	0,320	0,243	
40°	313			339										10,34	2,016	9,879	1,371	1,492	0,323	0,259	
45°	339			368										11,22	2,031	9,953	1,381	1,503	0,325	0,281	

Esc.	BUEIRO DUPLO TUBULAR $\Phi = 120$														formas m <sup>2</sup>	con creto m <sup>3</sup>	cimento saco 50kg	areia m <sup>3</sup>	brita 1 brita 2 m <sup>3</sup>	água m <sup>3</sup>	madeira m <sup>3</sup>
	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L	M							
0°	340	40	180	40	60	25	30	163	10	23	33	23	230	14,92	4,408	21,600	2,998	3,262	0,705	0,373	
5°	341			361										14,96	4,412	21,617	3,000	3,265	0,706	0,374	
10°	345			366										15,09	4,422	21,668	3,007	3,272	0,708	0,377	
15°	352			373										15,31	4,439	21,753	3,019	3,285	0,710	0,383	
20°	362			383										15,64	4,463	21,870	3,035	3,303	0,714	0,391	
25°	375			397										16,10	4,494	22,019	3,056	3,325	0,719	0,403	
30°	393			416										16,74	4,531	22,200	3,081	3,353	0,725	0,418	
35°	415			439										17,59	4,573	22,410	3,110	3,384	0,732	0,440	
40°	444			470										18,76	4,622	22,647	3,143	3,420	0,740	0,469	
45°	481			509										20,39	4,676	22,911	3,180	3,460	0,748	0,510	

Esc.	BUEIRO DUPLO TUBULAR $\Phi = 100$														formas m <sup>2</sup>	con creto m <sup>3</sup>	cimento saco 50kg	areia m <sup>3</sup>	brita 1 brita 2 m <sup>3</sup>	água m <sup>3</sup>	madeira m <sup>3</sup>
	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L	M							
0°	290	30	165	35	50	20	30	142	10	22	32	22	205	11,51	3,037	14,883	2,065	2,248	0,486	0,288	
5°	291			311										11,54	3,039	14,892	2,067	2,249	0,486	0,289	
10°	294			315										11,64	3,044	14,917	2,070	2,253	0,487	0,291	
15°	300			321										11,81	3,053	14,960	2,076	2,259	0,488	0,295	
20°	309			330										12,06	3,065	15,019	2,084	2,268	0,490	0,301	
25°	320			342										12,41	3,080	15,093	2,095	2,279	0,493	0,310	
30°	335			358										12,89	3,099	15,184	2,107	2,293	0,496	0,322	
35°	354			378										13,54	3,120	15,289	2,122	2,309	0,499	0,339	
40°	379			405										14,43	3,145	15,408	2,138	2,327	0,503	0,361	
45°	410			438										15,66	3,171	15,540	2,157	2,347	0,507	0,391	

Esc.	BUEIRO DUPLO TUBULAR $\Phi = 150$														formas m <sup>2</sup>	con creto m <sup>3</sup>	cimento saco 50kg	areia m <sup>3</sup>	brita 1 brita 2 m <sup>3</sup>	água m <sup>3</sup>	madeira m <sup>3</sup>
	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L	M							
0°	410	50	260	45	80	30	30	194	10	24	34	24	320	23,76	7,885	38,639	5,362	5,835	1,262	0,594	
5°	412			432										23,82	7,891	38,668	5,366	5,840	1,263	0,595	
10°	416			437										24,00	7,909	38,755	5,378	5,853	1,265	0,600	
15°	424			445										24,30	7,939	38,901	5,398	5,875	1,270	0,608	
20°	436			458										24,76	7,980	39,102	5,426	5,905	1,277	0,619	
25°	452			474										25,41	8,032	39,359	5,462	5,944	1,285	0,635	
30°	473			497										26,29	8,096	39,669	5,505	5,991	1,295	0,657	
35°	501			525										27,49	8,169	40,029	5,555	6,045	1,307	0,687	
40°	535			561										29,13	8,253	40,438	5,612	6,107	1,320	0,728	
45°	580			608										31,41	8,345	40,891	5,675	6,175	1,335	0,785	

Nota:

- 1 - Dimensões em mm
- 2 - Utilizar concreto ciclópico fck  $\geq$  15 MPa
- 3 - Utilizar preferencialmente bocas normais para bueiros esconsos, ajustando o talude de aterro as alas e/ou prolongando o corpo do bueiro.

MT DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT IPR

BUEIRO DUPLO TUBULAR DE CONCRETO  
BOCAS NORMAIS E ESCONSAS

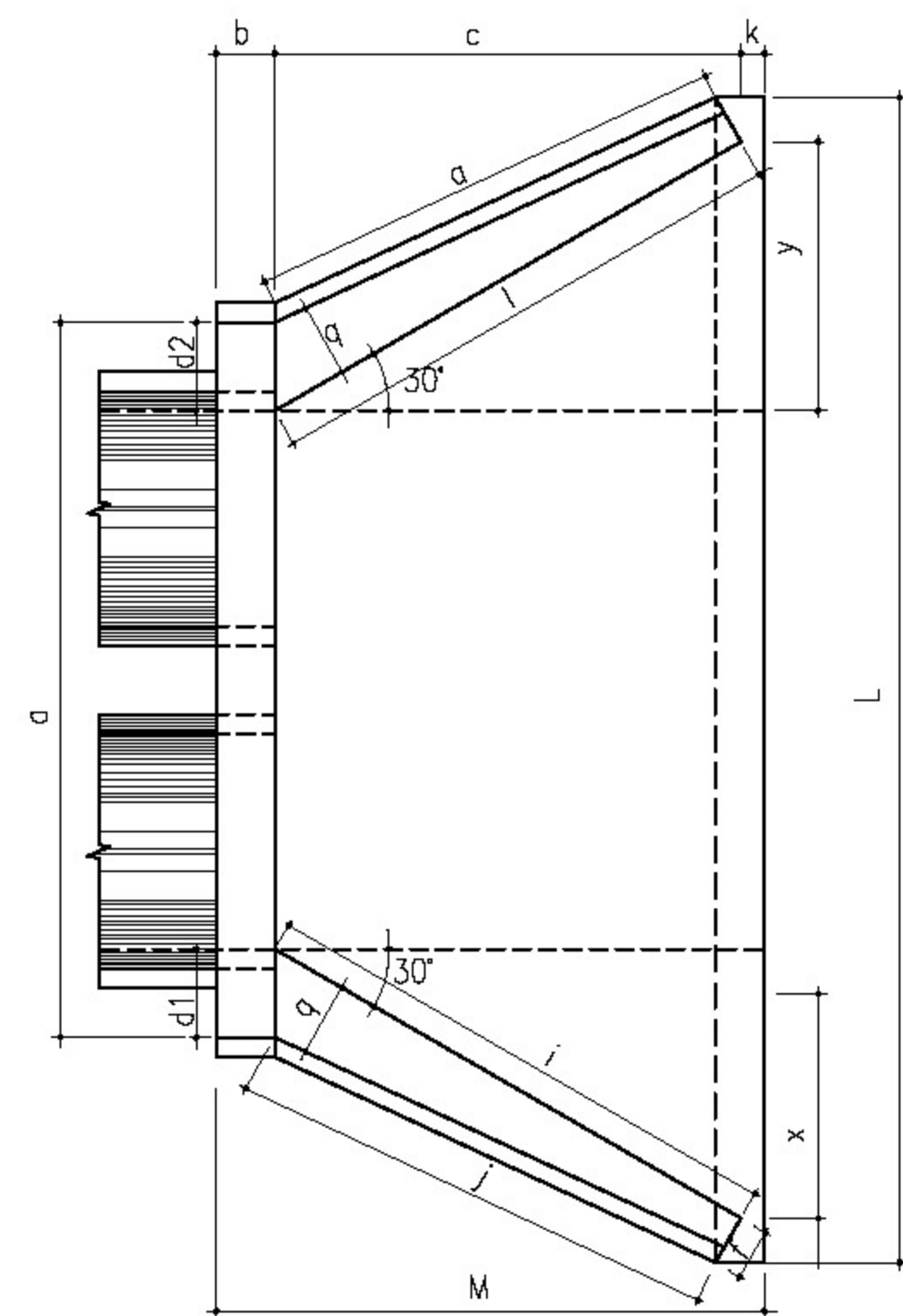
ÁLBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

DESENHO  
6.6

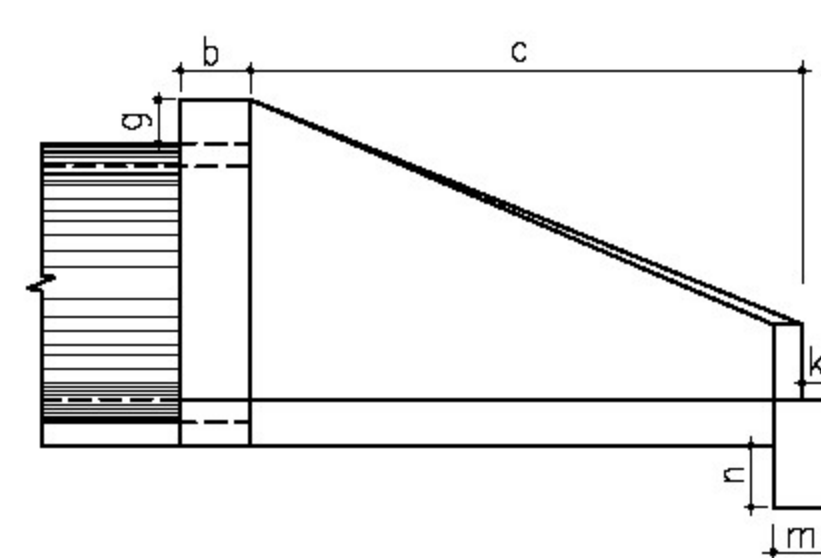


# BUEIRO DUPLO TUBULAR DE CONCRETO - BOCAS NORMAIS E ESCONSAS (II)

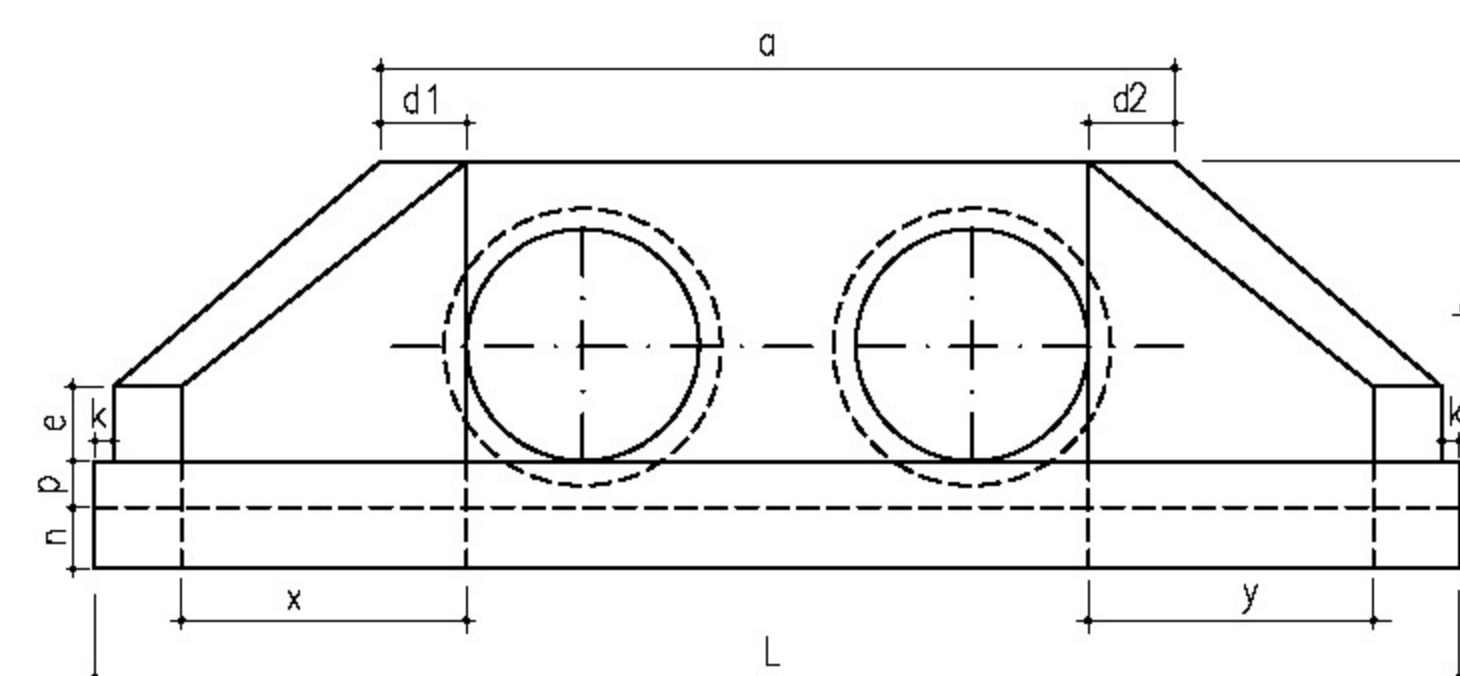
PLANTA NORMAL



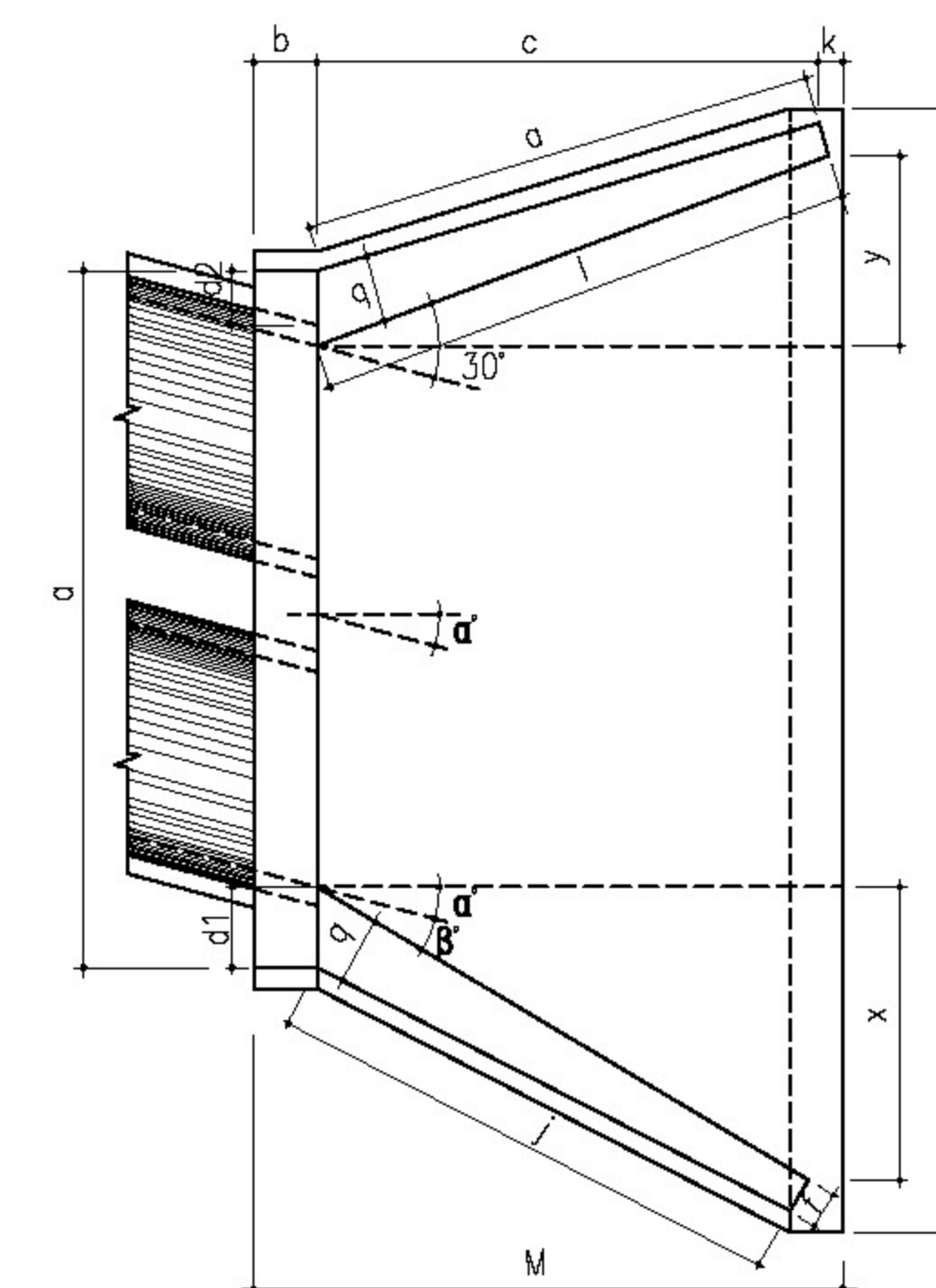
VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL



PLANTA ESCONSO



DIMENSÕES E CONSUMOS MÉDIOS PARA UMA UNIDADE

Esc	$\alpha^\circ$	$\beta^\circ$	a	b	c	d1	d2	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	x	y	L	M	Formas (m <sup>2</sup> )	Concreto (m <sup>3</sup> )	Cimento	Areia	Brita 1	Brita 2	Água	Madeira
<b>BUEIRO DUPLO TUBULAR <math>\varphi = 100</math></b>																																
0	30	314	30	165	35	35	30	20	30	142	191	174	10	191	30	40	174	37	30	95	95	489	205	21,08	5,106	25,016	3,473	3,778	0,821	0,527		
15	30	326			42	31					233	203		171						163	165	44		515	22	5,350	26,211	3,639	3,958	0,860	0,550	
30	25	370			52	36					288	245		165						165	0	569		24,45	5,987	29,332	4,072	4,430	0,963	0,611		
45	20	468			71	52					390	326		171						179	-44	702		29,94	7,470	36,598	5,081	5,527	1,201	0,749		
<b>BUEIRO DUPLO TUBULAR <math>\varphi = 120</math></b>																																
0	30	366	40	180	40	40	35	25	30	163	208	188	10	208	40	45	188	43	35	104	104	557	230	27,75	7,889	38,651	5,366	5,837	1,269	0,694		
15	30	382			50	36					255	220		186						177	180	48		586	28,99	8,289	40,610	5,638	6,133	1,333	0,725	
30	25	434			61	43					314	264		180						180	0	647		32,17	9,285	45,490	6,315	6,870	1,493	0,804		
45	20	550			83	63					426	351		186						196	-48	797		39,35	11,607	56,866	7,895	8,588	1,866	0,984		
<b>BUEIRO DUPLO TUBULAR <math>\varphi = 150</math></b>																																
0	30	440	50	260	46	46	35	30	30	194	300	277	10	300	40	45	277	52	40	150	150	720	320	42,14	15,138	74,166	10,297	11,201	2,434	1,054		
15	30	458			57	41					368	328		26						258	260	70		760	44,09	15,912	77,958	10,823	11,773	2,559	1,102	
30	25	522			70	50					453	396		60						260	0	841		49,06	17,876	87,580	12,159	13,226	2,874	1,227		
45	20	662			95	75					615	530		269						280	-70	1042		60,18	22,422	109,852	15,251	16,590	3,605	1,505		

NOTA:

- 1 - Dimensão em mm.
- 2 - Bueiros com diâmetro de 40cm e de 60cm apresentam limitações à limpeza. No entanto, por serem largamente utilizados, são apresentados neste Álbum.
- 3 - Utilizar preferencialmente bocas normais para bueiros escosos, ajustando o talude de aterro às alas e/ou prolongando o corpo do bueiro.

MT DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT

IPR

BUEIRO DUPLO TUBULAR DE CONCRETO  
BOCAS NORMAIS E ESCONSAS

ÁLBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

DESENHO  
6.7





## ANEXO C – Composição do BDI

Quadro 19 - Composição da Parcela de BDI (Bonificação e Despesas Indiretas)

Itens relativos à Administração da Obra		% sobre PV	% sobre CD
A – Administração Central	2,97 % do PV	2,97	3,99
B – Administração Local	2,83 % do PV	2,83	3,80
C – Custos Financeiros	1,38 % sobre (PV – Lucro operacional)	1,28	1,72
D – Riscos	0,5 % sobre PV CD	0,37	0,50
E – Seguros e Garantias Contratuais	2,5 % a.a. sobre 5 % do PV	0,25	0,34
<i>Subtotal 1</i>		<b>7,70</b>	<b>10,34</b>
Lucro		% sobre PV	% sobre CD
F – Lucro Operacional	7,2 % do PV	7,20	9,67
<i>Subtotal 2</i>		<b>7,20</b>	<b>9,67</b>
Tributos		% sobre PV	% sobre CD
G – PIS	0,65 % do PV	0,65	0,87
H – COFINS	3,00 % do PV	3,00	4,03
I – ISSQN	2,50 % do PV	2,50	3,36
J – Contribuição Previdenciária sobre a Receita Bruta	4,50% do PV	4,50	6,04
<i>Subtotal 3</i>		<b>10,65</b>	<b>14,30</b>
BDI com Tributos [%]		<b>25,55</b>	<b>34,32</b>
PV – Preço de venda; CD – Custo Direto; SELIC (Dez/2011) = 11,0%a.a.; Taxa Média Anual de Inflação = 6,18 % (últimos 12 meses); $CF = ((1 + SELIC)^{1/12} \cdot (1 + INFL)^{1/12} - 1) = 1,38 \%$ ; Seguros e Garantias = 2,5 % a.a. sobre 5 % do PV – Prazo Médio – 2 anos.			
OBS: O percentual de ISSQN aqui utilizado consiste apenas em um referencial médio. O valor real de ISSQN a ser adotado nos orçamentos dos projetos aprovados pelo DNIT deve ser aquele proveniente das alíquotas dos municípios situados na área de influência das obras.			

Fonte: Brasil (2016h)



**ANEXO D – Custos Médios Gerenciais (01/2014 e 05/2015)**

# CUSTOS MÉDIOS GERENCIAIS

**DNIT** MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT  
SAN - QUADRA 3 LOTE "A" EDIF. NÚCLEO DOS TRANSPORTES - CEP 70040-902 - BRASÍLIA DF  
Coordenação-Geral de Planejamento e Programação de Investimentos - CGPLAN / DPP / DNIT

Mês Base (SICRO 2): **jan/14**

OBRA / SERVIÇO		INTERVALO		MÉDIA R\$ / Km	OBSERVAÇÕES	
		Lim.Inferior	Lim.Superior		Limite Inferior	Limite Superior
<b>CONSTRUÇÃO</b>					Valores obtidos utilizando-se os Manuais de Soluções Técnicas Gerenciais - CGPLAN/COVIDE (Aline, Paulo e Renata - ramais 8341 / 4712 / 4706)	
IMPLANTAÇÃO/ PAVIMENTAÇÃO (P.Simples) Faixa 3,6m e Acost. 2,5m		2.452.707,74	a 3.465.091,51	2.959.000,00	Solução c/ revestimento em TSD - Pista e Acostamento	Solução c/ revestimento em CBUQ 10cm-Pista e Acostamento
IMPLANTAÇÃO/ PAVIMENTAÇÃO (P.Simples) Faixa 3,6m e Acost. 1,0m (até Classe III)		1.802.222,08	a 2.307.487,88	2.055.000,00	Solução c/ revestimento em TSD - Pista e Acostamento	Solução c/ revestimento em CBUQ 5cm-Pista e Acostamento
ADEQUAÇÃO DE CAPACIDADE	CONSTRUÇÃO DE TERCEIRA FAIXA E RESTAURAÇÃO DA PISTA EXISTENTE	1.684.389,38	a 1.956.626,60	1.821.000,00	Solução 3ª Faixa c/revest.CBUQ 10cm, recapeamento da Pista Existente - CBUQ 4cm e no Acostamento - CBUQ 3cm	Solução 3ª Faixa c/revestimento.CBUQ 10cm, recapeamento da Pista Existente - CBUQ 8cm e no Acostamento - CBUQ 4cm
	DUPLICAÇÃO C/ CONSTR. DE PISTA NOVA (2 Faixas) + RESTAURAÇÃO DE P.EXISTENTE + CANT.CENTRAL	3.498.336,21	a 7.683.647,22	5.591.000,00	Solução Pista Nova c/revest.CBUQ 6 cm, recapeam. Pista Existente CBUQ 3cm e Acostamentos/ Afastamentos CBUQ 3cm	Solução Pista Nova c/revest.CBUQ 16cm, recapeamento da Pista Existente CBUQ 10cm e Acostamentos/ Afastamentos CBUQ 10cm.
<b>MANUTENÇÃO</b>					Valores obtidos utilizando-se os Manuais de Soluções Técnicas Gerenciais - CGPLAN/COVIDE (Aline, Paulo e Renata - ramais 8341 / 4712 / 4706)	
RESTAURAÇÃO		360.354,06	a 1.122.805,14	742.000,00	Solução c/ revestimento em CBUQ 3cm-Pista e TSD-Acostamento	Solução c/ Fresagem 5cm+reposição CBUQ 5cm (100%)+ Recapeamento CBUQ 5 cm-Pista e Acostamento
RECONSTRUÇÃO		1.201.714,28	a 1.951.586,24	1.577.000,00	Solução c/ revestimento em CBUQ 3cm-Pista e TSD-Acostamento	Solução c/ revestimento em CBUQ 10cm-Pista e CBUQ 10cm-Acostamento
PROGRAMAS	RESTAURAÇÃO C/ MELHORAMENTOS	1.000.000,00	a 1.300.000,00	1.150.000,00	Valores obtidos na Coordenação Geral de Restauração - CGREST, Roberto Borges - ramal 4319	
	CREMA 1ª ETAPA (previsão)	180.000,00	a 250.000,00	215.000,00		
	CREMA 2ª ETAPA (previsão)	400.000,00	a 600.000,00	500.000,00		
<b>CONSERVAÇÃO</b>					Valores obtidos utilizando-se a mesma metodologia dos Manuais de Custos Médios Gerenciais. Neste caso específico, utilizou-se os custos das intervenções do Catálogo de Soluções p/ Conserva de uso dos EVTEAs acrescido de mais 40% p/ cobrir as intervenções de pista (selagem de trinças, tapa buracos, quebras de bordo, etc) p/ rodovias pavimentadas e de pontes de madeira p/ rodovias não pavimentadas.- CGPLAN/COVIDE (Aline, Paulo e Renata - ramais 8341 / 4712 / 4706)	
				<b>km/ano</b>		
CONSERVAÇÃO ROTINEIRA PISTA SIMPLES		15.400,00	a 60.200,00	37.800,00		
CONSERVAÇÃO ROTINEIRA PISTA DUPLA		26.600,00	a 110.600,00	68.600,00		
CONSERVAÇÃO ROD. NÃO PAVIMENTADA		36.400,00	a 79.800,00	58.100,00		
<b>OBSERVAÇÕES:</b>					Valores obtidos utilizando-se os Manuais de Soluções Técnicas Gerenciais - CGPLAN/COVIDE (Aline, Paulo e Renata - ramais 8341 / 4712 / 4706)	
1) P/ os casos específicos de <b>TRÁFEGO PESADO</b> , considerou-se as soluções:						
PAVIMENTO INVERTIDO - IMPLANTAÇÃO / PAVIMENTAÇÃO (Pista Simples)		4.399.259,03	a 5.770.902,10	5.085.000,00	Solução c/ revest. CBUQ 12cm-Pista e CBUQ 7cm-Acostamento (PAV.INVERTIDO)	Solução c/ revest. CBUQ 18cm-Pista e Acostamento (PAV.INVERTIDO, 17Cm-BGTC)
PAVIMENTO RÍGIDO - IMPLANTAÇÃO / PAVIMENTAÇÃO (Pista Simples)		3.507.481,41	a 5.212.451,49	4.360.000,00	Solução c/ revest. em Placa de Concreto de Cimento Portland c/ 18cm de espessura - Pista e Acostamento	Solução c/ revest. em Placa de Concreto de Cimento Portland c/ 24cm de espessura - Pista e Acostamento
2) Evidenciamos que os valores obtidos com a utilização dos Manuais de Soluções Técnicas, representam médias nacionais e podem variar de acordo com a abundância de materiais de construção, logística, fatores climáticos, sofisticação do projeto, etc.						
<b>SINALIZAÇÃO</b>					Valores médios obtidos da tabela SICRO 2 e dos contratos vigentes de sinalização - Coordenação Geral de Operações Rodoviárias - Área Técnica (Ivone - ramal 8096)	
HORIZONTAL- emulsionada em solvente (1 ANO-0,4mm)		6.421,50		6.400,00	R\$ 14,27 / m <sup>2</sup>	
HORIZONTAL- emulsionada em água (2 ANOS-0,5mm)		8.199,00		8.200,00	R\$ 18,22 / m <sup>2</sup>	
HORIZONTAL- emulsionada em solvente(2 ANOS-0,6mm)		15.781,50		15.800,00	R\$ 35,07 / m <sup>2</sup>	
HORIZONTAL- material TERMOPLAST.-HotSpray		21.802,50		21.800,00	R\$ 48,45 / m <sup>2</sup>	
VERTICAL		6.258,74		6.300,00	R\$ 625,87 / m <sup>2</sup>	
<b>PROJETOS</b>					Mantidos os valores constantes da planilha anterior, até que a Coordenação Geral de Estudos e Projetos - CGDESP realize novo levantamento para compor carteira de projetos aprovados. Valores obtidos na CGDESP (Bruno - ramal 4868)	
RESTAURAÇÃO		29.324,42	a 36.655,53	33.000,00		
IMPLANTAÇÃO/PAVIMENTAÇÃO		36.655,53	a 43.986,64	40.300,00		
MELHORAMENTOS EM RODOVIAS PARA ADEQUAÇÃO DA CAPACIDADE E SEGURANÇA		73.311,05	a 109.966,59	91.600,00		
DUPLICAÇÃO		109.966,59	a 131.959,90	121.000,00		
<b>EVTEA</b>					Observações: 1) Valores para trechos superiores a 100Km. 2) Em Travessias Urbanas, esses valores médios podem ser substancialmente maiores, dependendo da quantidade de intervenções a serem estudadas dentro da travessia. 3) De maneira geral para trechos inferiores a 100Km, quanto menor a extensão, o valor/Km será consideravelmente mais elevado. À medida que aumenta o segmento de estudo, reduz-se o custo por km. 4) Valores obtidos na Coordenação de Avaliação de Viabilidade e Desempenho - COVIDE/CGPLAN (Aline, Paulo e Renata - ramais 8341 / 4712 / 4706)	
Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (MODAL-Rodoviário)		2.800,00	a 6.500,00	4.700,00		

# CUSTOS MÉDIOS GERENCIAIS

**DNIT** MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT  
SAN - QUADRA 3 LOTE "A" EDIF. NÚCLEO DOS TRANSPORTES - CEP 70040-902 - BRASÍLIA DF  
Coordenação-Geral de Planejamento e Programação de Investimentos - CGPLAN / DPP / DNIT

Mês Base (SICRO 2): **jan/14**

MEIO AMBIENTE (Estudos Ambientais e Implementação de Programas Básicos Ambientais, incluindo Compensação Ambiental)						
Percentual médio do valor do empreendimento p/ realização dos estudos =>	2,50%	a	8,00%	5,25%	Índices obtidos na Coordenação Geral de Meio Ambiente - CGMAB (Eula - ramal 8404)	
<b>Obs:</b> EIA - Estudos de Impacto Ambiental, RIMA - Relatório de Impacto de Meio Ambiente, PBA - Projeto Básico Ambiental, RCA - Relatório de Controle Ambiental, PCA - Plano de Controle Ambiental, ASV - Autorização p/ Supressão de Vegetação.						
<b>SUPERVISÃO DE OBRAS</b>	% do Valor da Obra =>		± 3%	Índice obtido na CGMRR - ramal 4319		
<b>DESAPROPRIAÇÃO/REASSENTAMENTO</b> Custos para Indenizações e/ou Construção/Aquisição de Unidades Habitacionais						
<b>Tipologia de Obra</b>	% do Valor da Obra		Índice Percentual Médio		Dados obtidos na Coordenação do Setor de Desapropriação - DPP (Artur Monteiro e Bruno Marques - ramais 4359 / 4018)	
Duplicação/Adequação de Capacidade	1,00%	a	5,00%	3,00%		
Implantação	6,00%	a	12,00%	9,00%		
Contorno (área de expansão urbana)	8,00%	a	12,00%	10,00%		
Via Expressa (grandes centros urbanos)	20,00%	a	40,00%	30,00%		
<b>CUSTOS DE ACIDENTES RODOVIÁRIOS</b>						
Custo unitário por nível de gravidade =>	<b>C/ MORTOS</b>	<b>C/ FERIDOS</b>	<b>SEM VÍTIMAS</b>		Fonte: IPR/Manual de Custos de Acidentes Rodoviários - data base: Outubro/2004 (índice de atualização IGP-DI) - http://www.bcb.gov.br/Serviços ao Cidadão/Cálculos, Índices e Cotações/Calculadora do Cidadão/Conheça a Calculadora do Cidadão/Correção de Valores/CGPLAN/COVIDE (Aline, Paulo e Renata - ramais 8341 / 4712 / 4706)	
	623.347,69	150.976,10	10.291,25			
<b>OAE - OBRA DE ARTE ESPECIAL</b>	OBRA, considerando infra+meso+superestrutura, sem os acessos e fundações especiais			PROJETO, considerando os estudos, os levantamentos e as sondagens		Mantidos os valores constantes da planilha anterior, até que a Coordenação Geral de Estudos e Projetos - CGDESP realize novo levantamento para compor carteira de projetos aprovados. Valores obtidos na Coordenação de Estruturas / CGDESP (Fernando ou Edimarques - ramal 4330)
	<b>Lim.Inferior</b>	<b>Lim.Superior</b>	<b>Média (R\$/m2)</b>	<b>Média do Projeto (R\$/m2)</b>		
Concreto Armado/Protendido =>	4.000,00	a	5.000,00	4.500,00	100,00	
Balanços Sucessivos =>	7.000,00	a	9.000,00	8.000,00	120,00	
Estaiada =>	10.000,00	a	14.000,00	12.000,00	180,00	
PASSARELA METÁLICA (2,0m largura x 2,5m altura e rampa 8,33%) =>			4.500,00 / m			
<b>MODAL FERROVIÁRIO</b>					Valores obtidos na Coord. de Acompanhamento e Controle - CGOFER/DIF - ramal 8318	
<b>TIPO DE EMPREENDIMENTO</b>	<b>UTILIDADE DO PREÇO MÉDIO</b>					
	<b>R\$/Km</b>	<b>R\$/Transposição</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$/m²</b>	<b>R\$/Mês</b>	<b>R\$/(Mês.Km)</b>
<b>PROJETOS FERROVIÁRIOS</b>						
PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO PARA CONTORNO (< 30 Km)	149.200,00					
PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO PARA NOVAS FERROVIAS (COM AEROFOTOGRAMETRIA)	94.500,00					
PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO PARA OBRAS DE TRANSPOSIÇÕES (< 30m)		346.300,00				
<b>OBRAS FERROVIÁRIAS</b>						
OBRAS DE CONTORNOS FERROVIÁRIOS	7.488.000,00					
OBRAS DE TERMINAIS DE CARGA			33.279.000,00			
OBRAS DE TRANSPOSIÇÃO A VIA FERREA				16.200,00		
<b>SERVIÇO DE SUPERVISÃO</b>						
SUPERVISÃO DE EXECUÇÃO DE OBRAS FERROVIÁRIAS	OBRA/AMBIENTAL/DESAPROPRIAÇÃO	520.100,00			361.700,00	22.200,00
	OBRA / DESAPROPIAÇÃO	375.200,00			273.000,00	20.800,00
	AMBIENTAL	169.300,00			80.300,00	7.100,00
<b>OBSERVAÇÕES:</b>						
1 - A presente planilha foi elaborada pela CGPLAN/COVIDE.						
2 - Os Valores, utilizando-se os Manuais de Soluções Técnicas Gerenciais, foram atualizados pela CGPLAN/COVIDE, baseados no Índice de Reajustamento de Obras Rodoviárias-Pavimentação, divulgado pela FGV, nos valores atualizados do SICRO 2 (Base:Sudeste-Minas Gerais) e, no caso de materiais betuminosos, nos valores divulgados pela ANP.						
3 - Os demais valores foram obtidos junto às demais Coordenações, conforme consta na coluna de Observações.						
4 - Informações relativas à atualização e variação dos valores, inclusive que impliquem em alterações significativas de alguns Custos, deverão ser consultadas no site do DNIT/ Custos e Pagamentos/ SICRO 2/ Sudeste/Janeiro/2014 e, com relação aos valores dos materiais betuminosos, no site da ANP - Base: Janeiro/2014.						
5 - A partir de Janeiro/2013 foi utilizada nova metodologia de cálculo dos custos referenciais de insumos do SICRO 2, resultado do trabalho desenvolvido pela Fundação Getúlio Vargas - FGV, conforme Nota Técnica emitida pela Coordenação Geral de Custos em Infraestrutura de Transportes, divulgada juntamente com as planilhas do referido sistema de custos.						
6 - A partir de Janeiro/2014 serão utilizadas novas tabelas referenciais de custos do SICRO 2, com <b>desoneração</b> da folha de pagamento, conforme INFORMATIVO SICRO 2 – CGCIT/DIREX (Janeiro de 2014), divulgado no site juntamente com as planilhas do referido sistema de custos, por si explicativo.						

# CUSTOS MÉDIOS GERENCIAIS



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT  
SAN - QUADRA 3 LOTE "A" EDIF. NÚCLEO DOS TRANSPORTES - CEP 70040-902 - BRASÍLIA DF  
CGPLAN / DPP / DNIT

Mês Base (SICRO 2):

mai/15

## MODAL RODOVIÁRIO

OBRA / SERVIÇO	INTERVALO		MÉDIA R\$ / Km	OBSERVAÇÕES	
	Lim.Inferior	Lim.Superior		Limite Inferior	Limite Superior
<b>CONSTRUÇÃO</b>				Valores obtidos utilizando-se os Manuais de Soluções Técnicas Gerenciais - CGPLAN/COVIDE ( Andrey Almeida - ramal 8089 / Paulo Ávila - ramal 4712)	
IMPLANTAÇÃO/ PAVIMENTAÇÃO (P.Simples) Faixa 3,6m e Acost. 2,5m	2.061.569,66	a 3.483.731,46	2.773.000,00	Solução c/ revestimento em TSD - Pista e Acostamento	Solução c/ revestimento em CBUQ 10cm-Pista e Acostamento.
IMPLANTAÇÃO/ PAVIMENTAÇÃO (P.Simples) Faixa 3,6m e Acost. 1,0m (até Classe III)	1.554.626,30	a 2.256.926,98	1.906.000,00	Solução c/ revestimento em TSD - Pista e Acostamento	Solução c/ revestimento em CBUQ 5cm-Pista e Acostamento.
ADEQUAÇÃO DE CAPACIDADE CONSTRUÇÃO DE TERCEIRA FAIXA E RESTAURAÇÃO DA PISTA EXISTENTE	1.910.638,91	a 2.334.969,04	2.123.000,00	Solução 3aFaixa c/revest.CBUQ 10cm, recapeamento na Pista Existente - CBUQ 3cm e no Acostamento - CBUQ 3cm	Solução 3aFaixa c/revestimento.CBUQ 10cm, recapeamento da Pista Existente com CBUQ 8cm e no Acostamento CBUQ 4cm
	4.275.236,06	a 9.071.540,21	6.673.000,00	Solução Pista Nova c/revest.CBUQ 6 cm, recapeam. Pista Existente CBUQ 3cm e Acostamentos/ Afastamentos CBUQ 3cm.	Solução Pista Nova c/revest.CBUQ 16cm, recapeamento da Pista Existente CBUQ 10cm e Acostamentos/ Afastamentos CBUQ 10cm.
<b>MANUTENÇÃO</b>				Valores obtidos utilizando-se os Manuais de Soluções Técnicas Gerenciais - CGPLAN/COVIDE ( Andrey Almeida - ramal 8089 / Paulo Ávila - ramal 4712)	
RESTAURAÇÃO	489.885,84	a 1.578.909,66	1.034.000,00	Solução c/ revestimento em CBUQ 3cm-Pista e TSD-Acostamento.	Solução c/ Fresagem 5cm+reposição CBUQ 5cm (100%)+ Recapeamento CBUQ 5 cm-Pista e Acostamento.
RECONSTRUÇÃO	1.577.858,04	a 2.517.964,56	2.048.000,00	Solução c/ revestimento em CBUQ 3cm-Pista e TSD-Acostamento.	Solução c/ revestimento em CBUQ 10cm-Pista e CBUQ 10cm-Acostamento.
PROGRAMAS RESTAURAÇÃO C/MELHORAMENTOS	1.240.150,00	a 1.677.850,00	1.459.000,00	Valores obtidos na Coordenação Geral de Restauração - CGREST, Roberto Borges - ramal 4319 - A média aqui apresentada é nacional	
	199.620,57	a 299.430,85	250.000,00		
	602.697,33	a 795.967,49	699.000,00		
<b>CONSERVAÇÃO</b>				Km/ano	
CONSERVAÇÃO ROTINEIRA PISTA SIMPLES	20.121,07	a 75.853,90	48.000,00	Valores obtidos utilizando-se a mesma metodologia dos Manuais de Custos Médios Gerenciais. Neste caso específico, utilizou-se os custos das intervenções do Catálogo de Soluções p/ Conserva de uso dos EVTEAs acrescido de mais 40% p/ cobrir as intervenções de pista (selagem de trinças, tapa buracos, quebras de bordo, etc) p/ rodovias pavimentadas e de pontes de madeira p/ rodovias não pavimentadas - CGPLAN/COVIDE ( Andrey Almeida - ramal 8089 / Paulo Ávila - ramal 4712)	
CONSERVAÇÃO ROTINEIRA PISTA DUPLA	34.991,96	a 140.261,28	87.600,00		
CONSERVAÇÃO ROD. NÃO PAVIMENTADA	46.920,99	a 101.653,76	74.300,00		
<b>OBSERVAÇÕES:</b>				Valores obtidos utilizando-se os Manuais de Soluções Técnicas Gerenciais - CGPLAN/COVIDE ( Andrey Almeida - ramal 8089 / Paulo Ávila - ramal 4712)	
1) P/ os casos específicos de <b>TRÁFEGO PESADO</b> , considerou-se as soluções:					
PAVIMENTO INVERTIDO - IMPLANTAÇÃO / PAVIMENTAÇÃO (Pista Simples)	3.262.938,20	a 4.712.185,81	3.988.000,00	Solução c/ revest. CBUQ 12cm-Pista e CBUQ 7cm-Acost.(PAV.INVERTIDO)	Solução c/ revest. CBUQ 18cm-Pista e Acost.(PAV.INVERTIDO, 17Cm-BGTC)
PAVIMENTO RÍGIDO - IMPLANTAÇÃO / PAVIMENTAÇÃO (Pista Simples)	4.104.276,57	a 6.001.393,94	5.053.000,00	Solução c/ revest. em Placa de Concreto de Cimento Portland c/ espessura - 18cm Pista e 10 cm Acost.	Solução c/ revest. em Placa de Concreto de Cimento Portland c/ espessura - 24 cm Pista e 20 cm Acostamento
2) Evidenciamos que os valores obtidos com a utilização dos Manuais de Soluções Técnicas, representam médias nacionais e podem variar de acordo com a abundância de materiais de construção, logística, fatores climáticos, sofisticação do projeto, etc.					
<b>SINALIZAÇÃO</b>					
HORIZONTAL-emulsionada em solvente (1 ANO-0,4mm)	5.688,00		5.700,00	"= R\$12,64/ m2 - qte 450m²/Km	Valores médios obtidos da Tabela SICRO 2 e dos contratos vigentes de sinalização da CGPERT - Área Técnica ( Ivone -ramal 8096 )
HORIZONTAL-emulsionada em água (2 ANOS-0,5mm)	7.326,00		7.300,00	"= R\$16,28 / m2 - qte 450m²/Km	
HORIZONTAL-emulsionada em solvente(2 ANOS-0,6mm)	8.122,50		8.100,00	"= R\$18,05 / m2 - qte 450m²/Km	
HORIZONTAL - material TERMOPLAST.-HotSpray	17.473,50		17.500,00	"= R\$38,83 / m2 - qte 450m²/Km	
VERTICAL	6.591,22		6.600,00	"= R\$659,12/ m2 - qte 10m²/Km	
<b>PROJETOS</b>					
RESTAURAÇÃO	29.324,42	a 36.655,53	33.000,00	Mantidos os valores constantes da planilha anterior até que a Coordenação Geral de Estudos e Projetos - CGDESP - realize novo levantamento para compor carteira de projetos aprovados. Valores obtidos na Coordenação Geral de Estudos e Projetos - CGDESP ( ramal - 4868)	
IMPLANTAÇÃO/PAVIMENTAÇÃO	36.655,53	a 43.986,64	40.300,00		
MELHORAMENTOS EM RODOVIAS PARA ADEQUAÇÃO DA CAPACIDADE E SEGURANÇA	73.311,05	a 109.966,59	91.600,00		
DUPLICAÇÃO	109.966,59	a 131.959,90	121.000,00		
<b>EVTEA</b>					
Estudos de Viabilidade Técnica,Econômica e Ambiental (MODAL-Rodoviário)	2.800,00	a 6.500,00	4.700,00	Observações: 1) Valores para trechos superiores a 100Km. 2)Em Travessias Urbanas, esses valores médios podem ser substancialmente maiores, dependendo da quantidade de intervenções a serem estudadas dentro da travessia;3) De maneira geral para trechos inferiores a 100Km, quanto menor a extensão, o valor/Km será consideravelmente mais elevado.A medida que aumenta o segmento de estudo, reduz-se o custo por km;4) Valores obtidos na Coordenação de Avaliação de Viabilidade e Desempenho COVIDE/CGPLAN (Andrey Almeida - ramal 8089 / Paulo Ávila - ramal 4712)	
<b>MEIO AMBIENTE (Estudos Ambientais e Implementação de Programas Básicos Ambientais, incluindo Compensação Ambiental)</b>					
Percentual médio do valor do empreendimento p/ realização dos estudos =>	2,50%	a 8,00%	5,25%	Índices obtidos na Coordenação Geral de Meio Ambiente - CGMAB/ DPP ( Eula - ramal 8404 )	
Obs: EIA - Estudos de Impacto Ambiental, RIMA - Relatório de Impacto de Meio Ambiente, PBA - Projeto Básico Ambiental, RCA - Relatório de Controle Ambiental, PCA - Plano de Controle Ambiental, ASV - Autorização p/ Supressão de Vegetação.					
<b>SUPERVISÃO DE OBRAS</b>	% do Valor da Obra =>		± 4,3%	Índice obtido na CGMRR - ramal 4319	



# CUSTOS MÉDIOS GERENCIAIS



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT  
SAN - QUADRA 3 LOTE "A" EDIF. NÚCLEO DOS TRANSPORTES - CEP 70040-902 - BRASÍLIA DF  
CGPLAN / DPP / DNIT

Mês Base (SICRO 2):

**mai/15**

DESAPROPRIAÇÃO/REASSENTAMENTO				Custos		
p/idenizações e/ou construção/Aquisição de Unidades Habitacionais						
Tipologia de Obra		% do Valor da Obra		Índice Percental Médio		
Duplicação/Adequação de Capacidade		1,00%	a	5,00%	3,00%	
Implantação		6,00%	a	12,00%	9,00%	
Contorno (área de expansão urbana)		8,00%	a	12,00%	10,00%	
Via Expressa (grandes centros urbanos)		20,00%	a	40,00%	30,00%	
Dados obtidos na Coordenação do Setor de Desapropriação/DPP - (Artur Monteiro e ou Bruno Marques- Ramail 4359/4018)						
CUSTOS DE ACIDENTES RODOVIÁRIOS						
Custo unitário por nível de gravidade =>		C/ MORTOS	C/ FERIDOS	SEM VITIMAS		
		668.714,02	161.963,93	11.040,24		
Fonte: IPR/Manual de Custos de Acidentes Rodoviários - data base: Outubro/2004- (Índice de atualização IGP-DI) - http://www.bcb.gov.br/Serviços ao Cidadão/Cálculos, Índices e Cotações/Calculadora do Cidadão/Conheça a Calculadora do Cidadão/Correção de Valores/CGPLAN/COVIDE (Andrey Almeida - ramal 8089 / Paulo Ávila - ramal 4712)						
OAE - OBRA DE ARTE ESPECIAL		OBRA, considerando infra+meso+superestrutura, sem os acessos e fundações especiais.		PROJETO, considerando os estudos, os levantamentos e as sondagens.		
		Lim.Inferior	Lim.Superior	Média (R\$/m2)	Média do Projeto (R\$/m2)	
Concreto Armado/Protendido =>		a				
Balanços Sucessivos =>		a				
Estaiada =>		a				
PASSARELA METÁLICA (2,0m largura x 2,5m altura e rampa 8,33%) =>				/m'		
MODAL FERROVIÁRIO						
Valores informados pela Coordenação de Acompanhamento e Controle/CGOFER/DIF - Ramal 8318						
TIPO DE EMPREENDIMENTO	UTILIDADE DO PREÇO MÉDIO					
	R\$/Km	R\$/Transposição	R\$	R\$/m²	R\$/Mês	R\$/(Mês.Km)
PROJETOS FERROVIÁRIOS						
PROJETO BÁSICO E EXEC. P/CONTORNO (< 30 Km)	156.300,00					
PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO PARA NOVAS FERROVIAS (COM AEROFOTOGRAMETRIA)	99.000,00					
PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO PARA OBRAS DE TRANSPOSIÇÕES (< 30m)		362.700,00				
OBRAS FERROVIÁRIAS						
OBRAS DE CONTORNOS FERROVIÁRIOS	8.010.000,00					
OBRAS DE TERMINAIS DE CARGA			35.636.000,00			
OBRAS DE TRANSPOSIÇÃO À VIA FÉRREA				17.400,00		
SERVIÇO DE SUPERVISÃO						
SUPERVISÃO DE EXECUÇÃO DE OBRAS FERROVIÁRIAS	OBRA/ AMBIENTAL/ DESAPROPIAÇÃO	544.800,00			378.800,00	23.300,00
	OBRA/ DESAPROPIAÇÃO	393.000,00			286.000,00	21.800,00
	AMBIENTAL	177.400,00			84.100,00	7.400,00
<b>OBSERVAÇÕES:</b>						
1 - A presente planilha foi elaborada pela CGPLAN/COVIDE.						
2 - Os Valores, utilizando-se os Manuais de Soluções Técnicas Gerenciais, foram atualizados pela CGPLAN/COVIDE, baseados no Índice de Reajustamento de Obras Rodoviárias-Pavimentação, divulgado pela FGV, nos valores atualizados do SICRO 2 (Base:Sudeste-Minas Gerais) e, no caso de materiais betuminosos, nos valores divulgados pela ANP.						
3 - Os demais valores foram obtidos junto às demais Coordenações, conforme consta na coluna de Observações.						
4 - Informações relativas à atualização e variação dos valores, inclusive que impliquem em alterações significativas de alguns Custos, deverão ser consultadas no site do DNIT/Custos e Pagamentos/SICRO 2/ Sudeste/Maio/2015-inclusive Nota Técnica, e, com relação aos valores dos materiais betuminosos, no site na ANP- Base: Maio/2015						
5 - A partir de Janeiro/2013 foi utilizada nova metodologia de cálculo dos custos referenciais de insumos do SICRO 2, resultado do trabalho desenvolvido pela Fundação Getúlio Vargas - FGV, conforme Nota Técnica Explicativa emitida pela Coordenação Geral de Custos em Infraestrutura de Transportes, divulgada juntamente com as planilhas do referido Sistema de Custos.						
6 - A partir de Janeiro/2014 estão sendo utilizadas novas tabelas referenciais de custos do SICRO 2, com <b>desoneração</b> da folha de pagamento, conforme INFORMATIVO SICRO 2 -CGCIT/DIREX (Janeiro de 2014), divulgado no site juntamente com as planilhas do referido sistema de custos, por si explicativo.						
7 - A partir de Janeiro/2015, adotado o BDI diferenciado, incidente sobre materiais betuminosos, de 17,69%, de acordo com o Memo Circular nº 01/2015-DIREX/DNIT.						





Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Engenharia Civil, Departamento de  
Engenharia Civil, do Centro Tecnológico da  
Universidade Federal de Santa Catarina, como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Engenheiro Civil

Orientadoras: Prof.<sup>a</sup> Liseane Padilha Thives, Dr<sup>a</sup>;  
Prof.<sup>a</sup> Luciana Rohde, Dr<sup>a</sup>.

Florianópolis, 2016