

Estudo de Engenharia

**ESTUDOS PARA LICITAÇÃO
SOB REGIME DE PARCERIA
PÚBLICO-PRIVADA DA
RODOVIA PI-397 -
TRANSCERRADOS**



MACHADO, MEYER, SENDACZ E OPICE
A D V O G A D O S



São Paulo

Fevereiro/2010

SUMÁRIO

5. PRODUTOS.....	4
5.2. ESTUDO DE ENGENHARIA	4
5.2.1. <i>Identificação do traçado</i>	5
5.2.1.1. Rodovia PI 397 - Transcerrados	5
5.2.1.2. Rodovia BR135.....	22
5.2.2. <i>Projetos Funcionais</i>	32
5.2.3. <i>Projeto Funcional Geométrico da PI 397 - TRANSCERRADOS</i>	36
5.2.4. <i>Projeto Funcional de Drenagem</i>	40

Índice de Figuras e Tabelas

FIGURA 1 - TRECHO EM CONDIÇÕES PRECÁRIAS DE TRÁFEGO.....	5
FIGURA 2 - TRECHO TOTALMENTE ALAGADO	6
FIGURA 3 - PI395 - SERRA ESTREITA E COM INCLINAÇÕES SUPERIORES A 25%.....	7
FIGURA 4 - PI395 - PONTE COM APENAS UMA FAIXA DE TRÁFEGO	8
FIGURA 5 - BR235 - PONTE EM CONDIÇÕES PRECÁRIAS.....	9
FIGURA 6 - FAIXA DE DOMÍNIO - PLANTAÇÃO DE SOJA RENTE AO LEITO CARROÇÁVEL	10
FIGURA 7 - VARIAÇÃO DA ALTITUDE AO LONGO DA RODOVIA.....	10
FIGURA 8 - BACIA DE RETENÇÃO DE ÁGUA PARA DRENAGEM	11
FIGURA 9 - VALA DE CANALIZAÇÃO DE ÁGUA.....	12
FIGURA 10 - ACESSO À FAZENDA - FINANCIAMENTOS INDICAM CRESCIMENTO FUTURO	13
FIGURA 11 - DIVISÃO DOS TRECHOS	14
FIGURA 12 - TRATAMENTO SUPERFICIAL PRIMÁRIO - TRECHO NORTE	15
FIGURA 13 - VARIAÇÃO DE ALTITUDE - TRECHO NORTE	16
FIGURA 14 - TRECHO CENTRAL - SOLO ARENOSO	17
FIGURA 15 - TRECHO CENTRAL - CRESCIMENTO DE VEGETAÇÃO NO LEITO CARROÇÁVEL	17
FIGURA 16 - VARIAÇÃO DE ALTITUDE - TRECHO CENTRAL.....	18
FIGURA 17 - TRECHO SUL - SEGMENTO ESTREITO DA VIA	19
FIGURA 18 - TRECHO SUL - CURVAS DE NÍVEL NO LEITO CARROÇÁVEL.....	20
FIGURA 19 - TRECHO SUL - SERRA DO VEREDÃO	20
FIGURA 20 - TRECHO SUL - TRAÇADO ALTERNATIVO DEVIDO À IMPOSSIBILIDADE DE TRÁFEGO NO VIA. 21	
FIGURA 21 - VARIAÇÃO DE ALTITUDE - TRECHO SUL	22
FIGURA 22 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA RODOVIA BR135.....	23
FIGURA 23 - BR135 - RELEVO DA RODOVIA.....	24
FIGURA 24 - BR135 - POVOADO EM MONTE ALEGRE DO PIAUÍ.....	24
FIGURA 25 - BR135 - POVOADO EM COLÔNIA DO GURGUÉIA.....	25
FIGURA 26 - BR135 - FAIXA DE ROLAMENTO ESTREITA	26
FIGURA 27 - BR135 - AUSÊNCIA DE ACOSTAMENTO E PRESENÇA DE VEGETAÇÃO Densa PRÓXIMA A VIA	27
FIGURA 28 - BR135 - PRESENÇA CONSTANTE DE PEDESTRE E CICLISTAS NA VIA.....	27
FIGURA 29 - BR135 - PRESENÇA CONSTANTE DE ANIMAIS NA FAIXA DE DOMÍNIO	28
FIGURA 30 - BR135 - RECAPEAMENTO RECENTE E SINALIZAÇÃO HORIZONTAL VARIANDO ENTRE REGULAR E BOM.....	29

FIGURA 31 - BR135 - TRECHO EM TERRA COM TRÁFEGO DE VEÍCULOS PESADOS	30
FIGURA 32 - BR135 - TRECHO EM PAVIMENTAÇÃO ENTRE ELISEU MARTINS E BERTOLINIA	30
FIGURA 33 - REDE HIDROMETEREOLÓGICA NACIONAL - PLUVIOMETRIA PIAUÍ.....	44
FIGURA 34 - REGIÃO EM ESTUDO.....	45
FIGURA 35 - MAPA DE PONTOS DE ÁGUA.....	46
FIGURA 36 - GRÁFICO DE PRECIPITAÇÃO 2009/2010 - URUÇUÍ (INMET).....	48
FIGURA 37 - GRÁFICO DE PRECIPITAÇÃO 2009/2010 - ALVORADA DO GURGUÉIA (INMET)	49
FIGURA 38 - GRÁFICO DE PRECIPITAÇÃO 2009/2010 - BOM JESUS (INMET)	49
FIGURA 39 - GRÁFICO DE PRECIPITAÇÃO 2009/2010 - SANTA FILOMENA (CPTEC)	50
FIGURA 40 - GRÁFICO DE PRECIPITAÇÃO 2000/2010 - URUÇUÍ (INMET).....	50
FIGURA 41 - GRÁFICO DE PRECIPITAÇÃO 2000/2010 - ALVORADA DO GURGUÉIA (INMET)	51
FIGURA 42 - GRÁFICO DE PRECIPITAÇÃO 2000/2010 - BOM JESUS (INMET)	51
FIGURA 43 - GRÁFICO DE PRECIPITAÇÃO 2000/2010 - SANTA FILOMENA (CPTEC)	52
FIGURA 44 - GRÁFICO DE PRECIPITAÇÃO 1985/2010 - SANTA FILOMENA (CPTEC)	52
FIGURA 45 - SEÇÃO TÍPICA DA RODOVIA	56

5. Produtos

5.2. Estudo de Engenharia

O Estudo de Engenharia compreende uma série de Atividades e de Projetos Funcionais como: Geometria, Terraplenagem, Drenagem, Pavimento, Sinalização e Segurança, Obras de Arte, Contenções e Sistema Operacional.

As atividades iniciais foram os levantamentos de dados secundários e a identificação do traçado da rodovia realizado em Dezembro de 2009 com o uso de GPS.

Na oportunidade fez-se a avaliação da escolha de sua localização, sua topografia, sua área de influência e suas interseções, suas restrições, entre outros elementos relevantes, além da avaliação do estado atual de seus diversos componentes, tais como pavimento, sinalização, dispositivos de segurança viária, sistemas de drenagem, obras de arte, entre outros.

O traçado praticamente percorre o divisor de águas das Serras Vermelha, do Uruçuí, do Quilombo, não foi observada nenhuma travessia com rio/riacho ou outro acidente que fosse necessária a previsão de execução de grandes Obras de Arte ou Contenções, dispensando a execução destes Projetos.

Para melhor visualização da Rodovia, veja o arquivo do traçado montado no Google, com fotos e as demais informações que constam no item 5.3 - Identificação do traçado.

Através de pesquisas foram encontrados e registrados os dados meteorológicos, os estudos geológicos e geotécnicos que estão apresentados no Projeto de drenagem.

No projeto geométrico foram informadas as especificações técnicas do projeto da rodovia, suas interseções, sua faixa de domínio conforme informações do Governo do Estado. Com relação à faixa de domínio, o Governo do Estado informou que a mesma possui 30,0m, quinze de cada lado do eixo da rodovia, mas ainda não recebemos dados oficiais que confirmem a regularidade desta informação.

Em Fevereiro/10 foi feito o levantamento de campo do passivo ambiental e será apresentado em seu devido capítulo.

Nos projetos funcionais serão apresentadas as premissas, a metodologia, os memoriais e cronogramas físicos de implantação com os quantitativos que oportunamente serão utilizados para o dimensionamento dos investimentos.

5.2.1. Identificação do traçado

5.2.1.1. Rodovia PI 397 - Transcerrados

No mês de Dezembro de 2009 foi realizada a identificação do traçado da rodovia PI397 em campo, com auxílio de equipamento GPS, e de um veículo 4x4, imprescindível para este estudo devido às condições precárias de trafegabilidade encontradas em alguns pontos da via (Figura 1 e Figura 2).



Figura 1 - Trecho em condições precárias de tráfego



Figura 2 - Trecho totalmente alagado

A via foi percorrida integralmente em seus 337,4 quilômetros, em dois dias de reconhecimento. A velocidade média obtida no percurso foi pouco superior a 30 km/h, o que representa a presença de trechos em condições não adequadas ao tráfego.

Foram identificados cinco acessos de maior importância na rodovia, os quais possibilitam a ligação da PI397 com a região externa à mesa:

Acesso Norte - Rodovia BR324/PI247

- Uruçuí;
- Sebastião Leal;
- Bertolínea.

Acesso Central - Rodovia PI 395

- Palmeira do Piauí;
- Cristino Castro;
- Rodovia BR135.

Acesso Central - Rodovia PI392

- Currais;
- Bom Jesus;

- Rodovia BR135.

Acesso Central - Rodovia Vicinal

- Redenção do Gurguéia;
- Redenção BR135.

Acesso Sul - Rodovia BR235/PI254

- Gilbués;
- Monte Alegre do Piauí;
- Santa Filomena;
- Rodovia BR135.

Com exceção à rodovia BR324, todos os acessos apresentam condições inadequadas ao tráfego, principalmente para caminhões e veículos de maior porte. Nos três acessos centrais existem trechos em serra onde regras básicas de engenharia não foram seguidas e simplesmente foi realizado um corte no relevo para a descida da serra (ver Figura 3).



Figura 3 - PI395 - Serra estreita e com inclinações superiores a 25%

Outro grave problema dos acessos são os cruzamentos com rios, na rodovia BR235 há o cruzamento com uma ponte que se encontra em condições

precárias, e na rodovia PI395 há o cruzamento com uma ponte de apenas uma faixa de tráfego (Figura 4 e Figura 5)



Figura 4 - PI395 - Ponte com apenas uma faixa de tráfego



Figura 5 - BR235 - Ponte em condições precárias

Em todo o percurso é perceptível o avanço das plantações sobre a faixa de domínio, onde muitas vezes o próprio leito carroçável da rodovia via é utilizado para o plantio.



Figura 6 - Faixa de domínio - Plantação de soja rente ao leito carroçável

O relevo é praticamente plano até aproximadamente o quilômetro 300, a partir do qual é iniciado um trecho pouco ondulado. Existe um pequeno trecho montanhoso que se inicia no quilômetro 322,2 e estende-se por cerca de cinco quilômetros, após o qual o relevo volta a ser relativamente plano até o término da rodovia.

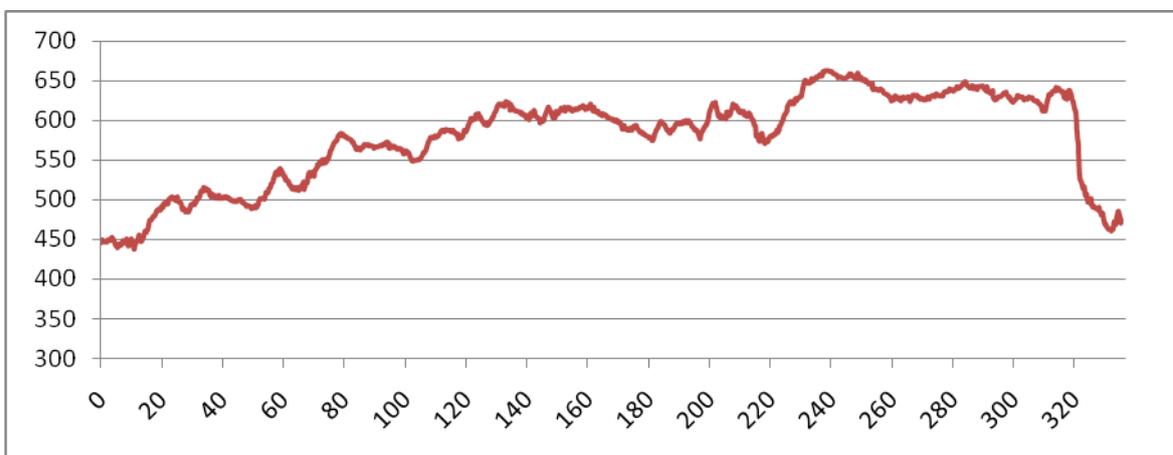


Figura 7 - Variação da altitude ao longo da rodovia

Por estar localizada no topo da mesa, o relevo apresenta pouco ou nenhuma inclinação que possibilite uma drenagem adequada. Como solução para este problema é possível encontrar bacias de retenção de água ao longo dos primeiros 300 quilômetros da via (principalmente nos primeiros 120 km) que recebem a água que escoam pela superfície do leito carroçável através do auxílio de valas de canalização, conforme apresentado na Figura 8 e na Figura 9.



Figura 8 - Bacia de retenção de água para drenagem



Figura 9 - Vale de canalização de água

No trecho em serra é observada forte ação erosiva da água, que não é canalizada para valetas laterais, o que prejudica em muito a qualidade do tráfego. No período em que foi realizado o levantamento foram encontradas duas carretas que aguardavam a chegada de algum trator que possibilitasse que as mesmas subissem o trecho serrano, ou por meio de reboque ou por melhorias momentâneas nas erosões existentes.

Ao longo de toda a extensão não foram identificadas Obras de Arte Especiais, marcos quilométricos ou placas de sinalização viária. Há um cruzamento com linhas de alta tensão da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) próximo ao quilômetro 48,2.

Aproximadamente 139 acessos foram identificados, dos quais apenas 71 possuíam placas indicando o destino.



Figura 10 - Acesso à fazenda - Financiamentos indicam crescimento futuro

Se forem consideradas as características do leito carroçável, a rodovia analisada pode ser subdividida em três grandes trechos, conforme apresentado na figura a seguir, e que serão melhor descritos nos próximos itens deste relatório.



Figura 11 - Divisão dos Trechos

Trecho Norte

O trecho Norte da rodovia está localizado entre os quilômetros 0,0 (entroncamento com a rodovia BR324/PI247, no município de Sebastião Leal) e o quilômetro 121,0 (município de Palmeira do Piauí).

A principal característica observada neste trecho é o fato de já existir um tratamento superficial primário, que pode ser observado na Figura 12 a seguir:



Figura 12 - Tratamento Superficial Primário - Trecho Norte

Basicamente o relevo deste trecho é plano, com pequenas ondulações. O quilômetro 0,0 encontra-se na altitude de 446,2 metros sendo necessário subir pouco mais de 150 metros para atingir o quilômetro 121,0, conforme pode ser observado na Figura 13 a seguir:

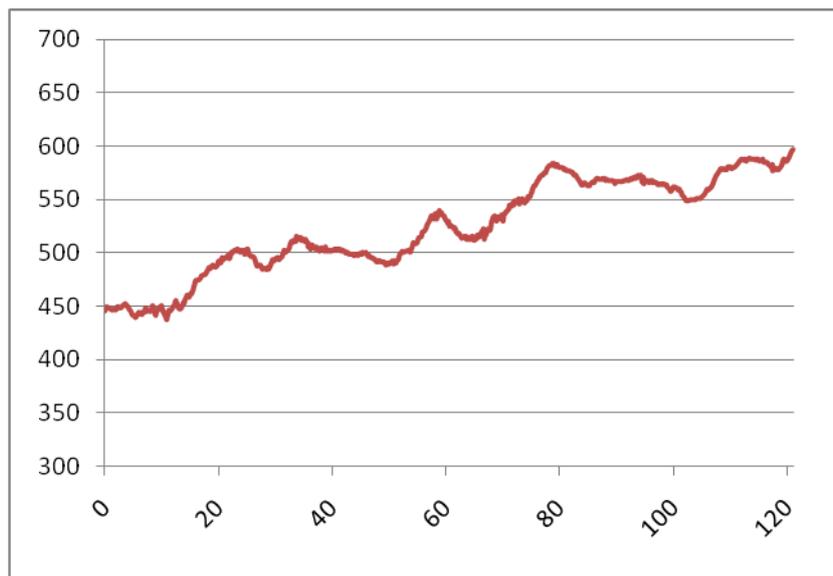


Figura 13 - Variação de altitude - Trecho Norte

A via apresenta largura de leito carroçável variando entre 11 e 13 metros, a drenagem é feita através de bacias de retenção (conhecidos localmente como piscinões), localizadas nas laterais da via, cujo espaçamento médio varia entre 500 e 1.500 metros.

Trecho Central

O trecho central da rodovia, o maior dos três trechos, está localizado entre os quilômetros 121,0 (município de Palmeira do Piauí) e o quilômetro 295,2 (município de Gilbués).

Diferentemente do Trecho Norte, a principal característica observada neste trecho é o fato de não existir tratamento superficial primário. A via se mantém bem definida, com largura do leito variando entre 11 e 13 metros (com exceção de pequenos trechos onde a vegetação começa a invadir a via), e com piso do leito carroçável caracterizado basicamente por solo arenoso, conforme apresentado na Figura 14 e na Figura 15 a seguir:



Figura 14 - Trecho Central - Solo arenoso



Figura 15 - Trecho Central - Crescimento de vegetação no leito carroçável

Neste trecho estão localizados os três acessos centrais existentes para a rodovia BR135 (todos realizados em vias não pavimentadas ou com pavimentação precária e com trechos montanhosos nas descidas de serra, com inclinações que atingem 20%).

Também foram localizados neste trecho os maiores silos da região de influência direta da rodovia. Os três maiores estão localizados nos entroncamentos com as rodovias PI395, PI392, e com uma rodovia vicinal no município de Bom Jesus, no qual está localizado o único posto de gasolina da rodovia.

A drenagem continua sendo realizada através de bacias de retenção, entretanto mais espaçadas que no trecho anterior.

Assim como no trecho norte, o relevo alterna trechos planos com trechos levemente ondulados sendo que a altitude varia menos de 100 metros ao longo de todo o trecho (Figura 16).

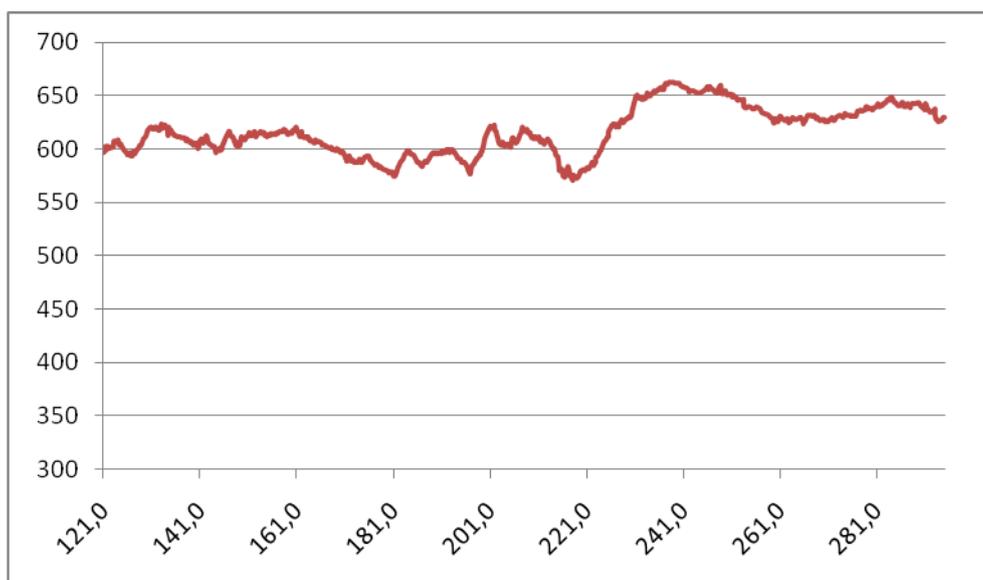


Figura 16 - Variação de altitude - Trecho Central

Trecho Sul

O menor dos três trechos definidos para a rodovia PI397 - Transcerrados, e também o mais crítico, é iniciado no km 295,2 e segue até o término da rodovia no km 337,4 (entroncamento com a rodovia BR235/PI254 no município de Gilbués).

Nestes pouco mais de 42 km há uma grande diferença entre as características viárias em relação aos demais trechos da rodovia. A largura do leito carroçável fica perceptivelmente mais estreita, não superando os 4 metros em vários segmentos (ver Figura 17).



Figura 17 - Trecho Sul - Segmento estreito da via

As mudanças das características ocorrem desde o início do trecho, onde a rodovia passa a seguir o terreno das fazendas lindeiras, sendo necessário percorrer o perfil de curvas de nível de escoamento de água (ver Figura 18).

Neste trecho também está localizada a “Serra do Veredão” (Figura 19) onde, a partir do quilômetro 322,2, ocorre a descida da Serra dos Patos/Caracol (havendo variação de altitude superior a 120 metros em cerca de cinco quilômetros de rodovia. Em alguns locais a inclinação do piso supera os 15%, o que dificulta em muito o tráfego de veículos de grande porte.



Figura 18 - Trecho Sul - Curvas de nível no leito carroçável



Figura 19 - Trecho Sul - Serra do Veredão

No período das chuvas, entre Dezembro e Março, este segmento da rodovia apresenta vários trechos intransitáveis para veículos e por isto é comum encontrar locais onde foi construída uma alternativa de traçado (muitas vezes estas já se encontravam em piores condições do que o traçado original) para possibilitar o tráfego (Figura 20).



Figura 20 - Trecho Sul - Traçado alternativo devido à impossibilidade de tráfego no via

O relevo é levemente ondulado nos primeiros 27 quilômetros do trecho, sendo seguido por aproximadamente cinco quilômetros em serra. Após a serra o relevo volta a ser levemente ondulado até o final da rodovia, conforme apresentado na Figura 21.

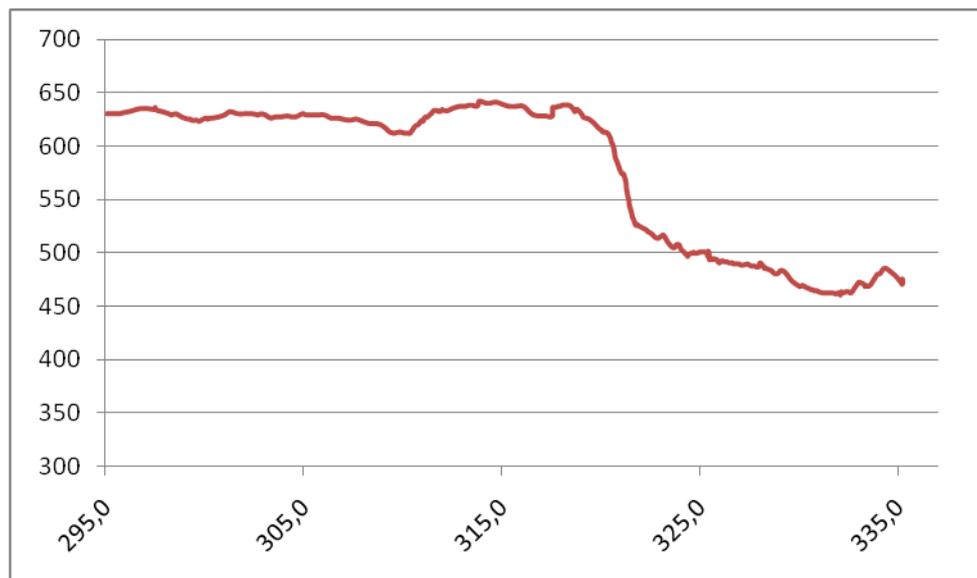


Figura 21 - Variação de altitude - Trecho Sul

5.2.1.2. Rodovia BR135

No mesmo período em que foi feito o cadastro básico da rodovia PI397, foi realizado também a identificação do traçado e das características viárias da rodovia BR135. Esta rodovia possui traçado paralelo ao da PI397, sendo que o distanciamento médio entre estas é de aproximadamente 35 quilômetros. A seguir é apresentada uma breve descrição do trecho de 389 km onde as duas rodovias são paralelas (entre os entroncamentos com as rodovias BR235 e BR324).

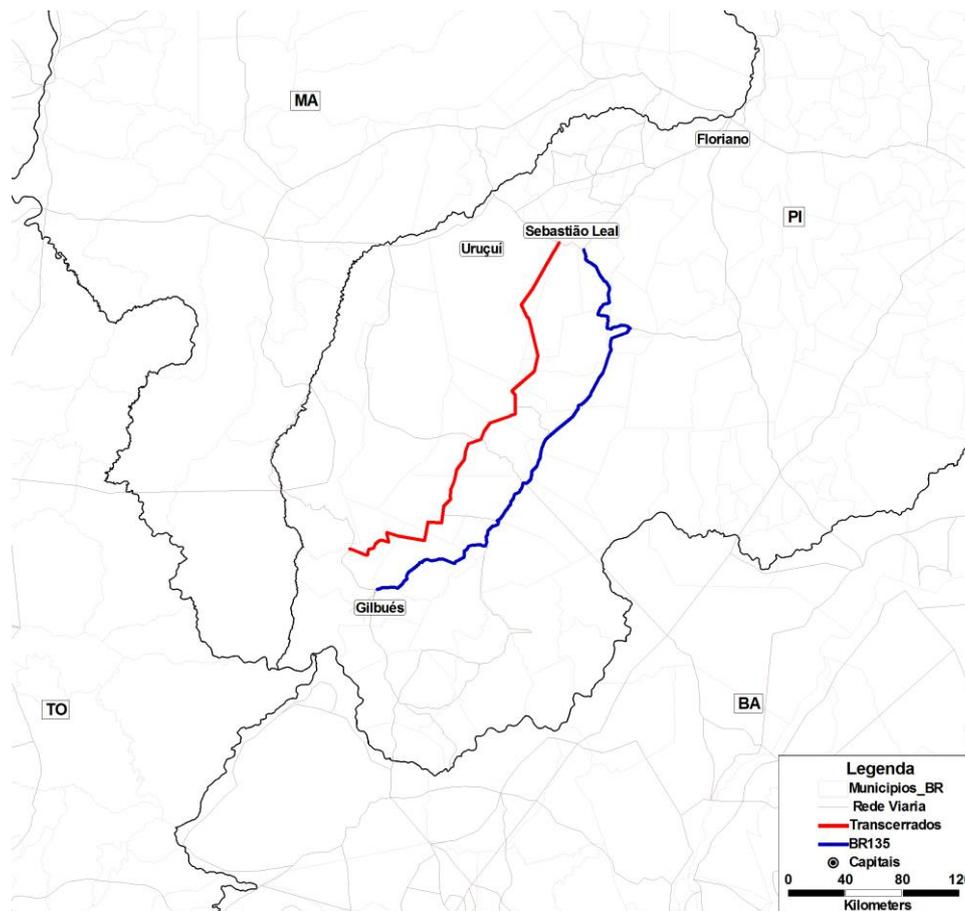


Figura 22 - Mapa de Localização da rodovia BR135

Pela orientação das duas rodovias e pelo curto distanciamento entre elas, pode-se considerar a rodovia BR135 como “concorrente” direta da rodovia PI397, tanto para escoamento de safra quanto para o tráfego diário de média e longa distâncias.

Mesmo próximas e possuindo basicamente o mesmo sentido, as duas rodovias apresentam características muito distintas, a começar pelo fato da rodovia PI397 possuir caráter totalmente rural, sem povoados ou construções próximas, e estar localizada sobre o tabuleiro da região dos cerrados do Piauí.

A BR135, por sua vez, encontra-se no vale do Rio Gurguéia apresentando relevo basicamente ondulado (com pequeno trecho em serra) conforme apresentado na Figura 23, possuindo inúmeros povoados ao longo de seu traçado (ver Figura 24 e Figura 25). Por este fato, a velocidade média de percurso é reduzida, quando comparada com a futura Transcerrados pavimentada.

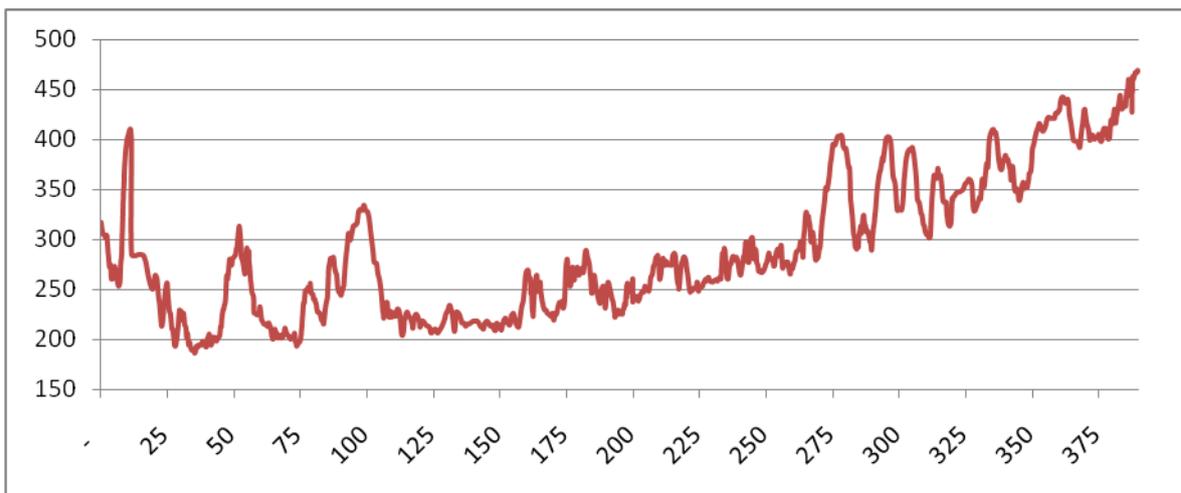


Figura 23 - BR135 - Relevo da Rodovia



Figura 24 - BR135 - Povoado em Monte Alegre do Piauí



Figura 25 - BR135 - Povoado em Colônia do Gurguéia

Outro ponto que cabe ser destacado na rodovia BR135 é o fato de suas faixas de tráfego possuírem largura entre 3,0 e 3,2 metros (Figura 26), o que dificulta em muito o tráfego de veículos de grande porte, além de exporem os usuários a constantes riscos tanto nas ultrapassagens quanto no cruzamento com os veículos no sentido oposto.



Figura 26 - BR135 - Faixa de rolamento estreita

Ao longo de todo o percurso, no trecho paralelo à Transcerrados, a rodovia BR135 não apresenta acostamentos (Figura 27), fato que novamente põe em risco os usuários da rodovia que apresentarem problemas mecânicos ou precisarem parar o veículo por qualquer outro motivo.

Por cruzar os principais centros urbanos da região, foi observado um fluxo considerável de pedestres e ciclistas, moradores dos sítios e fazendas próximas à rodovia, que buscam os serviços dos centros urbanos. Por não existir acostamento, estes pedestres acabam utilizando a própria faixa de rolamento da rodovia como calçada (Figura 28).



Figura 27 - BR135 - Ausência de acostamento e presença de vegetação densa próxima a via



Figura 28 - BR135 - Presença constante de pedestre e ciclistas na via

No percurso realizado foi identificado outro problema constante na BR135, a presença de animais ao longo da rodovia, tanto se alimentando da vegetação da faixa de domínio quanto atravessando o leito carroçável. Este problema, aliado ao fato dos motoristas poderem atingir facilmente velocidades de 100 km/h devido ao traçado relativamente reto da via, expõe os usuários a riscos constantes vinculados à imprevisibilidade das reações dos animais.



Figura 29 - BR135 - Presença constante de animais na faixa de domínio

Por estar localizada em uma área de relevo ondulado, não há presença de grandes plantações ou fazendas próximas à rodovia, diferentemente da Transcerrados onde o relevo plano facilita a utilização de maquinário de grande porte tanto no plantio quanto na colheita da safra.

O pavimento, no período em que foi realizada a vistoria, apresentava-se em ótimas condições. A rodovia havia sido recentemente recapeada e possuía sinalização horizontal (pintura) em condições variando entre boas e regulares, sendo que as tachas reflexivas se restringiam a pequenos trechos. A falta destes elementos aliada à largura de faixa e ausência de acostamentos torna o tráfego noturno não seguro, principalmente aos veículos de maior porte.



Figura 30 - BR135 - Recapeamento recente e sinalização horizontal variando entre regular e bom

Existe um trecho na rodovia, entre os municípios de Bertolinia e Eliseu Martins que se encontrava em pavimentação no período da vistoria. Este trecho, com pouco mais de 55 km, já possuía tratamento superficial, mas não estava com obras em andamento pois aguardava a chegada de material asfáltico para a pavimentação. Esta obra faz parte do PAC com investimentos previstos desde 2007 da ordem de 200 milhões de reais.

Este trecho possui tráfego relativamente alto quando comparado com o restante da rodovia pois agregava veículos vindos de outras rodovias que tinham acesso à Eliseu Martins, seguindo para Uruçui.



Figura 31 - BR135 - Trecho em terra com tráfego de veículos pesados



Figura 32 - BR135 - Trecho em Pavimentação entre Eliseu Martins e Bertolinia

Em conversa com funcionários do DNIT que realizavam a obra, foi citada a presença de inúmeros caminhões com excesso de peso, que ocorria pelo fato da rodovia não possuir qualquer tipo de fiscalização de peso com balanças.

Certamente o excesso de peso desses veículos, aliados ao período de fortes chuvas existente nessa região do estado em conjunto com a inexistência de acostamentos e pouca largura das faixas de rolamento reduzem em muito a vida do pavimento de uma rodovia que, caso não receba investimentos constantes em manutenção, em um curto intervalo de tempo apresentará novamente problemas que reduzirão ainda mais a segurança de tráfego.

5.2.2. Projetos Funcionais

Importante lembrar que o presente trabalho apresentará Projetos a nível Funcional para se ter um balizamento em seu estudo de viabilidade. Preconiza-se como sendo de boa técnica a elaboração de Projeto Básico antes do lançamento da Concessão ou PPP para Concorrência.

Oportunamente caberá à CONCESSIONÁRIA apresentar ao PODER CONCEDENTE projetos executivos, obtendo sua aprovação para execução, previamente ao início da arrecadação de pedágio.

O projeto executivo deverá propor o modelo de construção, manutenção e conservação da rodovia e sua operação, com todos os projetos (Geometria, Terraplenagem, Drenagem, Pavimento, Sinalização e Segurança, Obras de Arte, Contenções, Ambientais, Sistema Operacional, etc.) e seus detalhes necessários, bem como seu planejamento executivo.

O projeto executivo deverá contemplar a condição de melhoramento contínuo da infraestrutura e operação. Todos os procedimentos técnicos, de construção, manutenção, conservação, operacionais e administrativos referentes a infraestrutura e às funções operacionais, deverão estar consubstanciados em manual próprio, que deverá ser elaborado pela CONCESSIONÁRIA.

Finalmente, para permitir o completo conhecimento do Projeto Funcional de Engenharia, elaborou-se o índice abaixo onde estão informados os documentos que compõe o Projeto Funcional de Engenharia.

Na itemização deste Projeto, o Relatório de Engenharia corresponde ao item 5.2 – Estudo de Engenharia, subdividido nos subitens 5.2.1 até 5.2.12.

Para simplificar, abaixo se apresenta a itemização dos vários Cadernos que compõe este Projeto.

Caderno de Introdução

5. PRODUTOS

5.2 ESTUDO DE ENGENHARIA

5.2.1 Identificação do Traçado

5.2.1.1 Rodovia PI 397 – Transcerrados

5.2.1.2 Rodovia BR 135

5.2.2 Projetos Funcionais

Caderno de Geometria

5.2.3 Projetos Funcional Geométrico da PI 397 - TRANSCERRADOS

Desenhos

- PI397-DE-GE1-001 Rev.A - km 00,0 ao km 15,0
- PI397-DE-GE1-002 Rev.A - km 15,0 ao km 30,0
- PI397-DE-GE1-003 Rev.A - km 30,0 ao km 15,0
- PI397-DE-GE1-004 Rev.A - km 45,0 ao km 60,0
- PI397-DE-GE1-005 Rev.A - km 60,0 ao km 75,0
- PI397-DE-GE1-006 Rev.A - km 75,0 ao km 90,0
- PI397-DE-GE1-007 Rev.A - km 90,0 ao km 105,0
- PI397-DE-GE1-008 Rev.A - km 105,0 ao km 120,0
- PI397-DE-GE1-009 Rev.A - km 120,0 ao km 135,0
- PI397-DE-GE1-010 Rev.A - km 135,0 ao km 150,0
- PI397-DE-GE1-011 Rev.A - km 150,0 ao km 165,0
- PI397-DE-GE1-012 Rev.A - km 165,0 ao km 180,0
- PI397-DE-GE1-013 Rev.A - km 180,0 ao km 195,0
- PI397-DE-GE1-014 Rev.A - km 195,0 ao km 210,0
- PI397-DE-GE1-015 Rev.A - km 210,0 ao km 225,0
- PI397-DE-GE1-016 Rev.A - km 225,0 ao km 240,0
- PI397-DE-GE1-017 Rev.A - km 240,0 ao km 255,0
- PI397-DE-GE1-018 Rev.A - km 255,0 ao km 270,0
- PI397-DE-GE1-019 Rev.A - km 270,0 ao km 285,0
- PI397-DE-GE1-020 Rev.A - km 285,0 ao km 300,0
- PI397-DE-GE1-021 Rev.A - km 300,0 ao km 315,0
- PI397-DE-GE1-022 Rev.A - km 315,0 ao km 330,0
- PI397-DE-GE1-023 Rev.A - km 330,0 ao km 334,7
- PI397-DE-GE1-024 Rev.A - Croqui de localização e detalhes das intersecções
- PI397-DE-GE1-025 Rev.A – Seções Tipo

O Traçado horizontal na escala 1:5.000 é composto pelos seguintes documentos:

- PI397-DE-GE1-101 Rev.A até PI397-DE-GE1-145 Rev.A.

Anexo seguem as informações da engenharia de traçados - GPS

Caderno de Drenagem

5.2.4 Projetos Funcional de Drenagem

Desenhos

- PI397-DE-DRI-001 – Rev.A – Planta, Vista isométrica e Detalhe.

Caderno Operacional

- 5.2.5 Projeto Funcional de Operação, Gestão Rodoviária e suas especificações técnicas*
- 5.2.5.1 Introdução
 - 5.2.5.2 Filosofia Operacional
 - 5.2.5.3 Modelo Operacional
 - 5.2.5.4 Centro de Operações da Concessionária e Centro de Controle Operacional
 - 5.2.5.5 Sistema de Arrecadação de Pedágio
 - 5.2.5.6 Sistema de Atendimento aos Usuários (SAU)
 - 5.2.5.7. Serviços de Atendimento Médico de Emergência
 - 5.2.5.8. Serviços de Atendimento Mecânico
 - 5.2.5.9 Sistema de Pesagem de Veículos
 - 5.2.5.10 Serviços de Atendimento de Incidentes
 - 5.2.5.11 Serviço de Inspeção de Tráfego
 - 5.2.5.12 Segurança Patrimonial
 - 5.2.5.13 Sistema de Comunicação com os Usuários
 - 5.2.5.14 Sistema de Monitoração de Tráfego
 - 5.2.5.15 Segurança de Trânsito
 - 5.2.5.16 Estrutura Organizacional da Concessionária

Anexo: Rede de Atendimento a Saúde

Caderno de Terraplenagem

- 5.2.6 Projeto Funcional de Terraplenagem*
- 5.2.6.1 Introdução
 - 5.2.6.2 Considerações do Traçado geométrico
 - 5.2.6.3 Premissas do Projeto de Terraplenagem
 - 5.2.6.4 Quantitativos de Projeto

Desenhos

- PI397-DE-TP1-001 – Rev.A – Seções tipo – Terraplenagem

Caderno de Pavimento e Sinalização

- 5.2.7 Projeto Funcional de Pavimentação*
- 5.2.7.1 Introdução
 - 5.2.7.2 Parâmetros de Projeto
 - 5.2.7.3 Dimensionamento
 - 5.2.7.4 Resumo dos Ensaios Geotécnicos
 - 5.2.7.5 Projeto Alternativo de Pavimentação
 - 5.2.7.6 Conservação de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos
 - 5.2.7.7 Anexos do Estudo Funcional do Pavimento
- 5.2.8 Projeto Funcional de Sinalização*
- Quantitativos

Desenhos

- PI397-DE-PV1-001 – Rev.A – Seções tipo – Vista Isométrica
- PI397-DE-SI1-001 – Rev.A – Sinalização
- PI397-DE-SI1-002 – Rev.A – Sinalização
- PI397-DE-SI1-003 – Rev.A – Sinalização
- PI397-DE-SI1-004 – Rev.A – Sinalização
- PI397-DE-SI1-005 – Rev.A – Sinalização

Caderno de Paisagismo

5.2.9 Projeto de Paisagismo

5.2.9.1 Introdução

5.2.9.2 Ambiente do Cerrado

5.2.9.3 Diretrizes para a Rodovia

5.2.9.4 Diretrizes para as edificações e áreas de descanso da rodovia

5.2.9.5 Sistemas de Ventilação Natural

Caderno Orçamentário

5.2.10 Estimativa de Custos

5.2.10.1 Introdução

5.2.10.2 Apresentação Esquemática da Estrutura da Apresentação dos Resultados deste trabalho

5.2.10.3 Custos Unitários

5.2.10.4 Preços Unitários

5.2.10.5 CUSTO DA IMPLANTAÇÃO RODOVIÁRIA – PI397

5.2.11 Cronograma de Investimento

5.2.12 Resumo

OBS.: Os dados orçamentários em Excel fazem parte do Relatório Financeiro.

CADERNO DE GEOMETRIA

5.2.3. Projeto Funcional Geométrico da PI 397 - TRANSCERRADOS

Introdução

A Rodovia PI 397 em seu trecho de interesse interligará as cidades de Sebastião Leal até a região de Gilbués no entroncamento da PI 254. A diretriz definida apresenta 120 quilômetros implantados com leito carroçável em terra, 177 quilômetros com pavimento primário e 40 quilômetros apenas com caminho natural, perfazendo 337 quilômetros.

Além dos municípios de Sebastião Leal e Gilbués a rodovia atravessa os municípios de Uruçuí, Manoel Emídio, Alvorada do Gurgueia, Palmeira do Piauí, Currais, Bom Jesus e Monte Alegre do Piauí, prevendo-se para esta, tráfego predominantemente pesado, próprio de região agrícola.

Pela extensão que ela possui e finalidade a que se dispõe, esta deverá ter características de rodovia de Classe I, ou seja, projetada para 100 km /h em região plana.

Levantamentos de diretrizes realizados em campo

Com o objetivo de se obter com boa precisão os alinhamentos do traçado existente em campo foram realizados através de GPS levantamentos dos alinhamentos horizontais e verticais de toda a diretriz em seus três trechos característicos. Esses elementos foram lançados em coordenadas geométricas em planta permitindo-se assim realizar-se uma análise que possibilitou se determinar o ajuste desse traçado existente para que a rodovia obedeça as normas de Rodovia de Classe I.

Alinhamento Vertical

Pelo levantamento obtido pudemos constatar que a topografia do trecho em análise é bastante favorável, apresentando apenas cerca de 4 quilômetros em trecho de serra, trecho este que apresentou rampas superiores a 6%. Para esse trecho foi estudada uma diretriz alternativa que se possibilitou abater essas rampas para valores próximos ou inferiores a 6%. Nos demais trechos se procurou uniformizar as rampas eliminando-se as ondulações existentes, com

pequenos cortes e aterros, evitando-se assim eventuais pontos cegos do traçado.

Alinhamento Horizontal

O alinhamento horizontal obtido apresentou grandes tangentes em quase toda sua extensão. Para que o projeto pudesse seguir ao máximo esse alinhamento, foi introduzido, em primeira aproximação, PIs (de pequenos ângulos em diversos pontos dessas tangentes). Num futuro projeto esses PIs poderão ser desdobrados em curvas de grandes raios, quando for conveniente ou necessário. As curvas, de pequenos raios existentes, foram analisadas e esses raios aumentados para valores dentro das normas da classe da rodovia, com exceção daquelas curvas que por razões de desapropriação essa modificação possa acarretar problemas futuros. Mesmo assim ajustes mínimos nessas curvas críticas foram realizados, dentro de valores aceitos por normas. O trecho em serra teve sua extensão alongada em 300 metros com o objetivo de reduzir as rampas verticais, possibilitando enquadrá-lo na norma de Rodovia Classe I - montanhosa.

Características das Rodovias de Classe I

De acordo com o Manual de Projetos de Rodovias Rurais do DNIT temos:

Tabela 1 - Parâmetros - Manual de Projetos de Rodovias Rurais - DNIT

Parâmetros	Unid.	Plana	Ondulada	Montanhosa
Velocidade Diretriz	km/h	100	80	60
Raio de Curva Horizontal	m	340	200	100
Declividade Longitudinal	%	3	4	5
Distância de visibilidade	m	300	200	130
Largura de Pista de Rolamento	m	7,00	7,00	7,00
Largura de Acostamento	m	2,50	2,00	1,50
Faixa de Domínio Mínima	m	60	70	80

Características geométricas do projeto funcional

O projeto funcional foi desenvolvido na escala 1:10.000, em planta e perfil e apresenta as seguintes características:

- Curvas horizontais:
 - Raios entre 200m e 250m - (Vel. entre 75 e 85 km/h) 9 curvas;
 - Raios entre 250m e 350m - (Vel. entre 85 e 100 km/h) 12 curvas;
 - Raios entre 350m e 500m - (Vel. entre 100 e 120 km/h) 23 curvas;
 - Raios maiores de 500m - (Vel. maior de 120 km/h) 6 curvas.
- Curvas verticais:
 - Rampas inferiores a 3% - 333 segmentos correspondendo a 327km (97%)
 - Rampas entre 3% e 4% - 3 segmentos correspondendo a 7km (2%)
 - Rampas superiores a 4% - 7 segmentos correspondendo a 3km (1%)

Desta forma podemos observar que a Rodovia PI 397 e em sua maior parte tem característica plana apresentando pequeno trecho em terreno montanhoso. Para efeito de capacidade da via o trecho em montanhoso, cujas rampas forem superiores a 4%, serão previstas terceiras faixas no sentido ascendente ou duplicação, o que corresponde a cerca de 2km.

Além do projeto 1:10.000, foi lançado sobre fotografia aérea o traçado horizontal proposto, em escala 1:5.000, possibilitando uma visualização melhor da via e os pontos de drenagem a serem considerados. Estes projetos seguem em anexo e estão disponibilizados seguindo a numeração:

- PI397-DE-GE1-001 Rev.A - km 00,0 ao km 15,0
- PI397-DE-GE1-002 Rev.A - km 15,0 ao km 30,0
- PI397-DE-GE1-003 Rev.A - km 30,0 ao km 45,0
- PI397-DE-GE1-004 Rev.A - km 45,0 ao km 60,0
- PI397-DE-GE1-005 Rev.A - km 60,0 ao km 75,0
- PI397-DE-GE1-006 Rev.A - km 75,0 ao km 90,0
- PI397-DE-GE1-007 Rev.A - km 90,0 ao km 105,0
- PI397-DE-GE1-008 Rev.A - km 105,0 ao km 120,0
- PI397-DE-GE1-009 Rev.A - km 120,0 ao km 135,0
- PI397-DE-GE1-010 Rev.A - km 135,0 ao km 150,0
- PI397-DE-GE1-011 Rev.A - km 150,0 ao km 165,0
- PI397-DE-GE1-012 Rev.A - km 165,0 ao km 180,0

- PI397-DE-GE1-013 Rev.A - km 180,0 ao km 195,0
- PI397-DE-GE1-014 Rev.A - km 195,0 ao km 210,0
- PI397-DE-GE1-015 Rev.A - km 210,0 ao km 225,0
- PI397-DE-GE1-016 Rev.A - km 225,0 ao km 240,0
- PI397-DE-GE1-017 Rev.A - km 240,0 ao km 255,0
- PI397-DE-GE1-018 Rev.A - km 255,0 ao km 270,0
- PI397-DE-GE1-019 Rev.A - km 270,0 ao km 285,0
- PI397-DE-GE1-020 Rev.A - km 285,0 ao km 300,0
- PI397-DE-GE1-021 Rev.A - km 300,0 ao km 315,0
- PI397-DE-GE1-022 Rev.A - km 315,0 ao km 330,0
- PI397-DE-GE1-023 Rev.A - km 330,0 ao km 334,7
- PI397-DE-GE1-024 Rev.A - Croqui de localização e detalhes das intersecções
- PI397-DE-GE1-025 Rev.A – Seções Tipo

O Traçado horizontal na escala 1:5.000 é composto pelos seguintes documentos:

- PI397-DE-GE1-101 Rev.A até PI397-DE-GE1-145 Rev.A.

CADERNO DE DRENAGEM

5.2.4. Projeto Funcional de Drenagem

Introdução

O Projeto Funcional de drenagem inicia com o Estudo Hidrológico: o levantamento das condições climáticas da região, o conhecimento de sua geologia, o índice pluviométrico e prossegue com o Estudo da Drenagem da rodovia, a fim de permitir o escoamento das águas de chuva de modo a manter sempre boas condições de trafegabilidade. O resultado a nível funcional é a diagramação dos dispositivos hidráulicos de escoamento ou retenção que devem ser detalhados futuramente.

Estudo Hidrológico

O estudo hidrológico na região do traçado visa a determinação dos volumes precipitados e suas vazões nas bacias ao longo do percurso.

O início do trabalho se concentrou na busca de informações referentes à região dos cerrados, onde está inserida a rodovia, dos recursos hídricos da região (tanto com relação aos rios e córregos como de seus poços) e principalmente sua pluviometria.

A região dos cerrados está inserida no plano de desenvolvimento da região nordestina por apresentar boas perspectivas agrícolas, pecuárias, e extrativistas, em função do solo, e do potencial hidráulico, instalado ou subterrâneo, da região.

O traçado praticamente percorre o divisor de águas da Serra da Vermelha e Serra do Quilombo, atravessando a Serra do Uruçuí.

Geologia

Os solos, em geral espessos e jovens, denominado latossolos amarelos álicos ou distróficos, de textura média, associada com areia quartzosas e/ou podzólico vermelho-amarelo, ainda que argiloso, se apresenta segregável, com alta produção de pó na época seca, e se mantém pouco estabilizado com agregado em épocas chuvosas.

Para melhor entender o solo foram levantadas informações em cada município que a estrada percorre.

Para simplificar, iniciamos com a informação do esboço geológico com os tipos de unidade geológica:

Tabela 2 - Esboço Geológico e Tipos de Unidade Geológica

		Depósitos aluvionares	areias e cascalhos inconsolidados
		Depósitos colúvio-eluviais	areia, argila, cascalho laterito
		Formação Poti	arenito, folhelho, siltito
		Formação Longá	arenito, siltito, folhelho, calcáreo
Esboço Geológico	Coberturas Sedimentares	Formação Piauí	arenito, siltito, argilito, folhelho, calcáreo
		Formação Pedra de Fogo	arenito, folhelho, calcareo, sílexito
		Formação Cabeças	arenito, conglomerado, siltito
		Formação Pimenteiras	arenito, siltito, folhelho
		Formação Urucuia	arenito, conglomerado
		Formação Areado	arenito, conglomerado, folhelho
		Formação Samambaia	arenito

Tabela 3 - Solos, Acidente Morfológico Predominante e Unidade Geológica por Município

Aspectos Geológicos			
Município	Solos da Região	Acidente Morfológico Predominante	Unidade Geológica Da mais recente para as bases
Sebastião Leal			Form. Pedra de fogo, Form. Piauí
Uruçuí			Form. Pedra de fogo, Form. Piauí
Manoel Emídio			Form. Piauí, Poti, Longá
Alvorada do Gurgueia	Espessos e jovens: latossolos amarelos		Depósitos aluvionares, colúvio-eluviais, Form. Poti, Longá
Palmeira do Piauí	állicos ou distróficos, textura média	Superf. tabular plana ou lev. ond.	Depósitos aluvionares, Form. Piauí, Form. Poti
Currais	associada com areia quartzosas e/ou		Depósitos aluvionares, Form. Piauí, Form. Poti
Bom Jesus	podzólico vermelho-amarelo.		Depósitos colúvio-eluviais, Form. Pedra de Fogo
Monte Alegre do Piauí	-	-	-
Gilbués			Form. Urucuia, Form. Areado, Samambaia, Pedra de Fogo, Piauí, Poti

Fonte: Levto Exploratório (CPRM)

Pressupõe-se que a região seja facilmente erodível pela a ação das águas, querendo um bom manuseio e uma boa condução dos escoamentos.

Clima e Aspectos fisiográficos

A região dos cerrados apresenta clima tropical com media pluviométrica anual, de aproximadamente 1200 mm/ano e evaporação da ordem de 1650 mm/ano. Período seco de maio-Junho a outubro-novembro. Chuvoso nos demais meses.

Tabela 4 - Principais Aspectos Fisiográficos

Município	Condições Climáticas				Regime	Vegetação
	Alt.(m)	Temp. (°C)		Tipo de Clima		
		mín.	máx			
Sebastião Leal	360	18	36	Quente semi-úmido	Equat.Continental	Zona de transição:
Uruçuí	167	20	31	Quente semi-úmido	Equat.Continental	Semi-árido, amazônia e
Manoel Emídio	227	26	37	Quente semi-úmido	Equat.Continental	Planalto central.
Alvorada do Gurguéia	281	26	36	Quente semi-úmido	Equat.Continental	Caatinga arbórea no
Palmeira do Piauí	270	26	32	Quente semi-úmido	Equat.Continental	Sudeste
Currais	320	26	36	Quente semi-úmido	Equat.Continental	Cerrado e Cerradão no
Bom Jesus	277	18	36	Quente semi-úmido	Equat.Continental	Centro Leste
Monte Alegre do Piauí	-	-	-	-	-	
Gilbués	481	25	36	Quente semi-úmido	Equat.Continental	
						Fonte-IBGE-CEPRO

Águas Superficiais

Para obtenção das informações dos rios e córregos que cortam a região várias fontes de informação foram consultadas, como:

- ANA - Agência Nacional de Águas (Figura 33);
- Mapa da Região extraída do Mapa do DNIT (Figura 34).

As águas superficiais (rios e riachos) que cruzam os municípios por onde passa a rodovia são os seguintes:

Tabela 5 - Águas Superficiais

Aspectos Hidrológicos - Águas Superficiais	
Município	Principais Cursos
	de água
Sebastião Leal	Riachos Efalado, Coqueiros, S.José da Prata, Olho D'água , Baixão do Novo Mundo
Uruçuí	Rio Uruçuí-Preto, Parnaíba, Riachos da Volta, da Estiva, Catinga de Porco e do Sangue
Manoel Emídio	Rio Gurguéia, Riachos Coqueiro, Baixão do Novo Mundo
Alvorada do Gurguéia	Rio Gurguéia, Riachos Taquari, Anda só e Correia
Palmeira do Piauí	Rio Uruçuí-Preto, Paraim, Riachos Taquari, Riachão dos Castro
Currais	Rio Uruçuí-Preto, Paraim, Riachos Matões, S. Francisco, Taboa, Bois e Buritizinho
Bom Jesus	Rio Uruçuí-Preto, Riachos Terçada, Faca de ponta, Quilombo, Laranjeiras, Pará, Pirajá
Monte Alegre do Piauí	-
Gilbués	Rio Uruçuí-Preto, Uruçuí-Vermelho, Gurguéia, Riachos São Miguel, Santa Maria

Fonte: Proj. Cadastro Fontes Abastecimento de Água Subterranea - Min. Minas e Energia

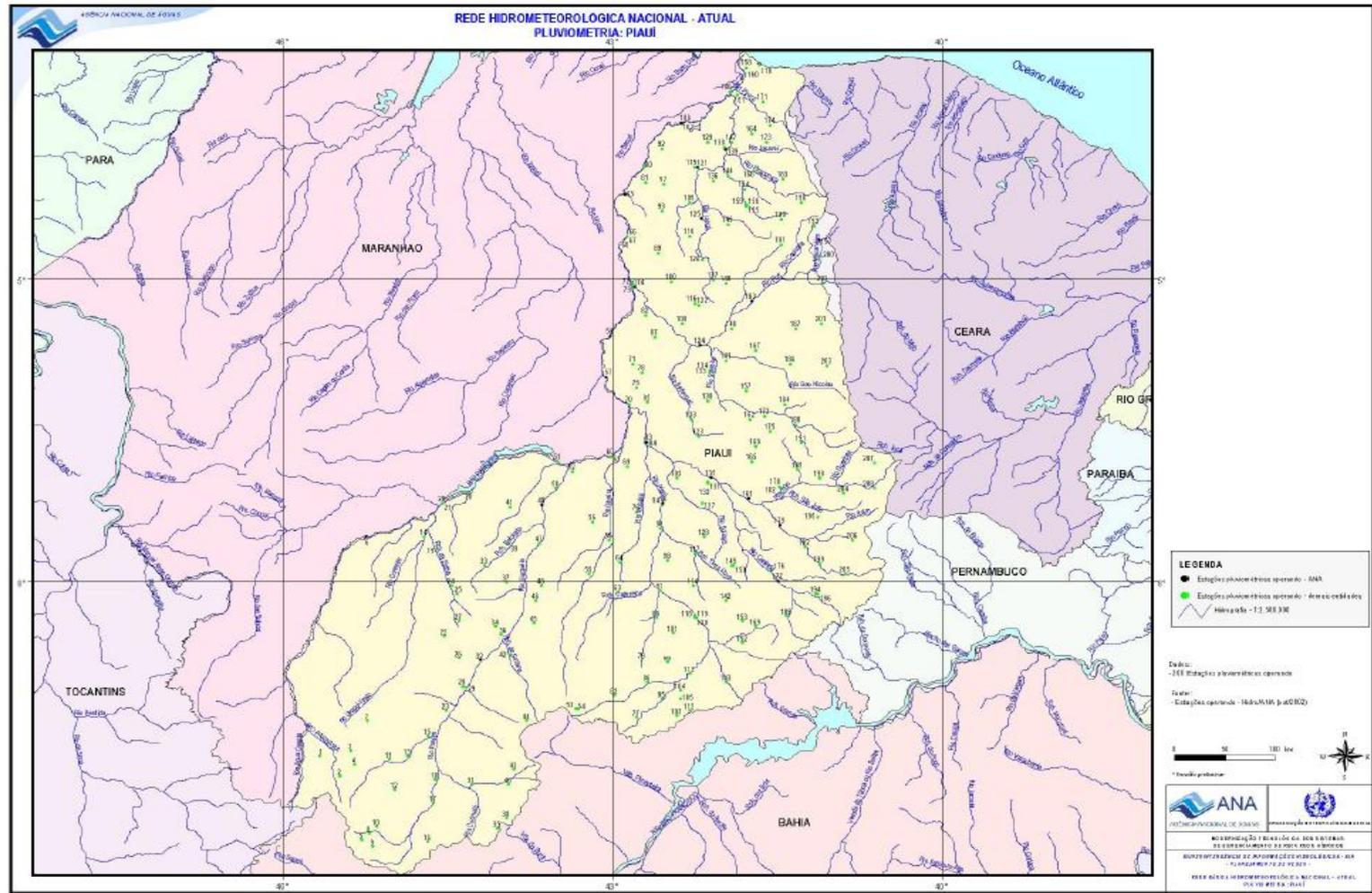
Águas Subterrâneas

Para o conhecimento das águas subterrâneas temos:

- Tabela com a separação por município (Tabela 6);
- Mapa de Pontos D'água (Figura 35).

Tabela 6 - Águas Subterrâneas

Município	Boas unidades hidrogeológicas	Classificação dos poços p/sólidos dissolvidos
	Formação Piauí - boa porosidade	água doce <500mg/l
	Formação Poti - boa porosidade	água salobra >500mg/l e <1.500mg/l
	Form. Pedra de Fogo	água salgada >1.500mg/l
Sebastião Leal	Poti e Piauí - 80% - valor médio como manancial	doce, mas um poço é salobra
Uruçuí	Piauí - 70% - valor médio como manancial	doce
Manoel Emídio	Poti e Piauí - valor médio como manancial	doce, mas um poço é salobra
Alvorada do Gurguéia	Poti-55% da área-unid.hidrogeológica	doce
Palmeira do Piauí	Piauí - valor médio como manancial	doce
Currais	Poti-80% da área-unid.hidrogeológica	doce
Bom Jesus	Poti e Piauí - valor médio como manancial	doce
Monte Alegre do Piauí	-	-
Gilbués	Poti e Piauí - 70% - Valor relativo	doce
<i>Fonte: Proj. Cadastro Fontes Abastecimento de Água Subterrânea - Min. Minas e Energia</i>		



Fonte - ANA

Figura 33 - Rede Hidrometeorológica Nacional - Pluviometria Piauí



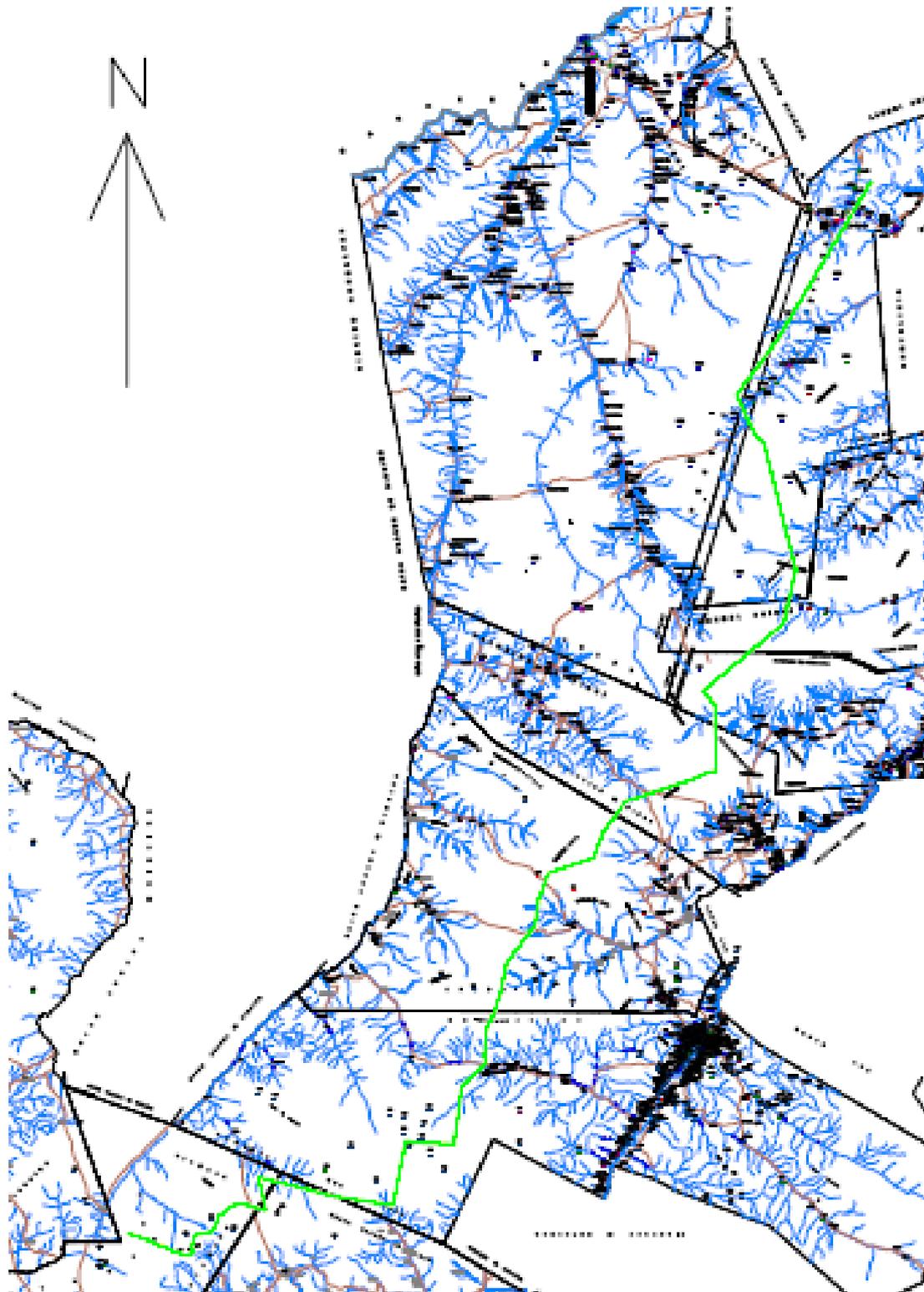
MACHADO, MEYER, SENDACZ E OPICE
ADVOGADOS





Fonte: Trecho extraído do Mapa do DNIT

Figura 34 - Região em Estudo



Fonte: Projeto cadastro Fonte de Abastecimento Subterrâneas - Ministério de Minas e Energia

Figura 35 - Mapa de Pontos de água

Para complementar o conhecimento das águas subterrâneas segue quadro com a

Tabela 7 - Situação Atual dos Poços cadastrados por município

Aspectos Hidrológicos - Águas Subterrâneas (Situação atual dos poços cadastrados nos municípios)											
Município	Abandonado		Em Operação		Não Instalado		Paralisado		Total		
	Público	Particular	Público	Particular	Público	Particular	Público	Particular	Público	Particular	
Sebastião Leal	4	2	14	16	3	4	5	6	26	28	
Uruçuí	3	4	24	39	1	6	3	6	31	55	
Manoel Emídio	3	4	20	15	2	5	4	2	29	26	
Alvorada do Gurguéia	3	5	17	61	13	7	18	3	51	76	
Palmeira do Piauí	3		7	30	5	4	1	1	16	35	
Currais	2	4	7	37	0	12	2	10	11	63	
Bom Jesus	5	4	25	159	1	13	2	16	33	192	
Monte Alegre do Piauí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Gilbués	6	5	18	19	6	2	2	6	32	32	

Fonte: Proj. Cadastro Fontes Abastecimento de Água Subterrânea - Min. Minas e Energia

Para a determinação do índice pluviométrico a pesquisa foi iniciada pelas informações disponibilizadas pela ANA.

Índice Pluviométrico

Tabela 8 - Principais características da pluviometria por município

Pluviometria					
Município	Condições Climáticas				
	Alt.(m)	Isoeta anual		Período chuvoso	Trimestre mais úmido
		min.	máx.		
Sebastião Leal	360	1000	1200	Nov-(Dez-Abril)-Maio	Jan-Mar
Uruçuí	167	800	1200	Nov-(Dez-Abril)-Maio	Jan-Mar
Manoel Emídio	227	700	1200	Nov-(Dez-Abril)-Maio	Jan-Mar
Alvorada do Gurguéia	281	700	1200	Nov-(Dez-Abril)-Maio	Jan-Mar
Palmeira do Piauí	270	700	1200	Nov-(Dez-Abril)-Maio	Jan-Mar
Currais	320	700	1200	Nov-(Dez-Abril)-Maio	Jan-Mar
Bom Jesus	277	800	1200	Nov-(Dez-Abril)-Maio	Dez-Fev
Monte Alegre do Piauí	-	-	-	-	-
Gilbués	481	800	1200	Nov-(Dez-Abril)-Maio	Dez-Fev

Fonte-IBGE-CEPRO

Iniciou-se por identificar a localização das estações pluviométricas.

Tabela 9 - Localização das estações pluviométricas

Listagem das estações pluviométricas														
Item	Nº	Cod.	Nome da Estação	Tipo	Cód.Mun.	Município	UF	RH	Entidade	Latitude (-)	Longitude (-)	Altura	Início	Fim
1	2987	744001	Alto Bonito	P	8112000	Uruçuí	PI	4	SUDENE	07 41 00	44 36 00	220,00	01/01/1963	01/12/2000
2	2989	744003	Sangue	P	8112000	Uruçuí	PI	4	SUDENE	07 34 00	44 43 00	170,00	01/01/1962	01/06/2000
3	2991	744005	Tucuns	P	8112000	Uruçuí	PI	4	SUDENE	07 07 00	44 20 00	130,00	01/10/1962	01/04/1990
4	2992	744006	Uruçuí	Ppt	8112000	Uruçuí	PI	4	SUDENE	07 14 00	44 33 00	124,00	01/01/1962	01/03/2002
5	2994	744008	Uruçuí	PC	8112000	Uruçuí	PI	4	INMET	07 14 00	44 33 00	190,00	01/08/1978	
6	2997	744011	Fazenda Bandeira	P	8112000	Uruçuí	PI	4	ANA	07 23 45	44 36 42		01/08/2004	
7	3540	844000	Barra do Prata	P	8112000	Uruçuí	PI	4	SUDENE	08 03 00	44 28 00	270,00	01/10/1962	01/12/2000
8	3541	844001	Cícero Coelho	P	8112000	Uruçuí	PI	4	SUDENE	08 08 00	44 23 00	310,00	01/01/1962	01/12/2000
9	3542	844002	Conceição	P	8019000	Bom Jesus	PI	4	SUDENE	08 46 00	44 24 00	390,00	01/10/1962	01/12/1991
10	3546	844007	Puça	P	8112000	Uruçuí	PI	4	SUDENE	08 24 00	44 24 00	390,00	01/11/1962	01/10/2000
11	3962	944000	Barra Verde	P	8019000	Bom Jesus	PI	4	SUDENE	09 13 00	44 31 00	260,00	01/10/1962	01/12/1998
12	3963	944001	Bom Jesus	P	8019000	Bom Jesus	PI	4	SUDENE	09 04 00	44 21 00	220,00	01/10/1962	01/12/2000
13	3967	944005	Bom Jesus do Piauí	P	8019000	Bom Jesus	PI	4	INMET	09 04 00	44 22 00	332,00	01/02/2002	
14	3970	945002	Boqueirão dos Felipes	P	8044000	Gilbués	PI	4	SUDENE	09 45 00	45 14 00	580,00	01/09/1962	01/09/1999
15	3972	9459004	Cachoeira	P	8092000	Sta. Filomena	PI	4	SUDENE	09 15 00	45 43 00	380,00	01/11/1962	01/12/1975
16	3973	9459005	Faz. Bela Vista	P	8044000	Gilbués	PI	4	SUDENE	09 42 00	45 23 00	520,00	01/10/1962	01/01/1999
17	3974	9459006	Faz. Melancia	P	8044000	Gilbués	PI	4	SUDENE	09 10 00	45 15 00	380,00	01/03/1962	01/12/1972
18	3975	9459007	Faz. Santa Maria	P	8044000	Gilbués	PI	4	SUDENE	09 13 00	45 16 00	370,00	01/10/1962	01/08/1984
19	3976	9459008	Gilbués	P	8044000	Gilbués	PI	4	SUDENE	09 50 00	45 21 00	500,00	01/03/1962	01/12/2001
20	3981	945014	Sta. Filomena	P	8092000	Sta. Filomena	PI	4	EMATER	09 05 00	45 51 00			
21	3982	945015	Sta. Filomena	T	8092000	Sta. Filomena	PI	4	SNIRH-MA	09 05 00	45 51 00		01/01/1998	
22	4001	1045004	Galheiro	P	8044000	Gilbués	PI	4	SUDENE	10 03 00	45 22 00	630,00	01/09/1962	01/12/1979

Fonte: Inventário das estações Pluviométricas - ANA - 2a. Edição - 2009

Como se observa a maioria destas estações foi desativada.

Dentre as Estações ativas obteve-se a o gráfico de precipitação durante o ano de 2009.

Uruçuí (INMET) - 01/01/2009 até 01/01/2010

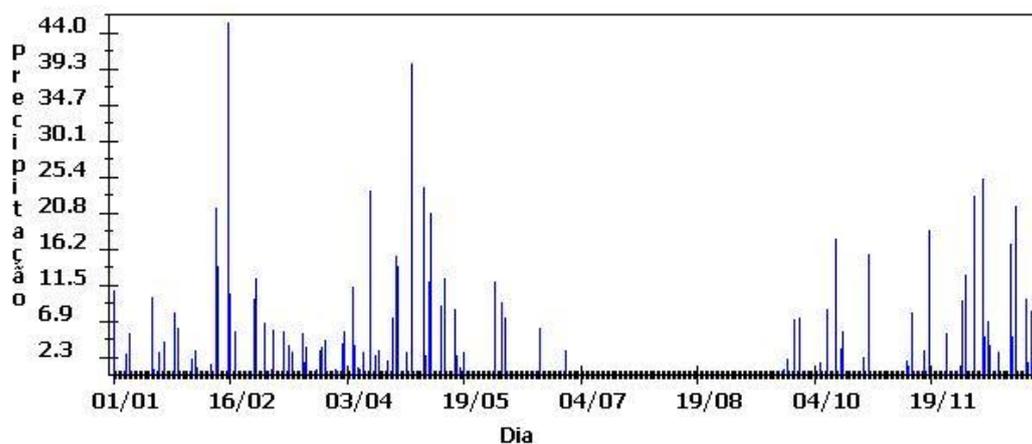


Figura 36 - gráfico de precipitação 2009/2010 - Uruçuí (INMET)

Alvorada do Gurguéia (INMET) - 01/01/2009 até 01/01/2010

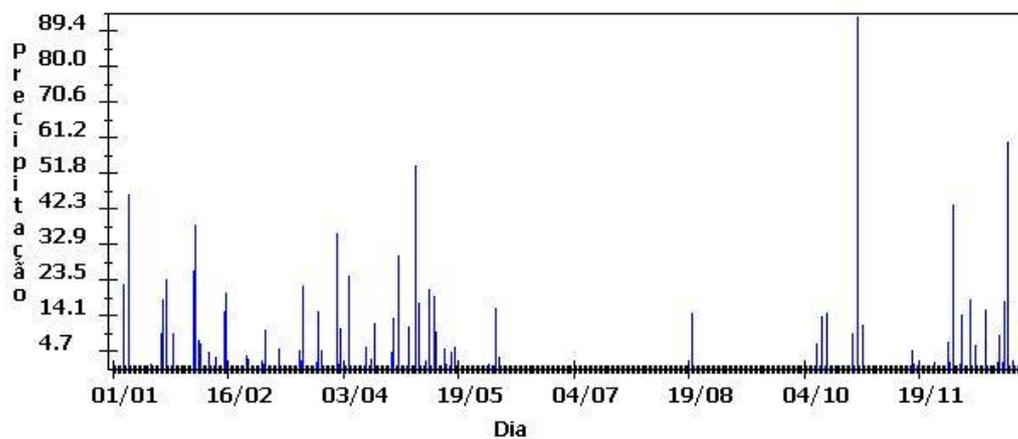


Figura 37 - gráfico de precipitação 2009/2010 - Alvorada do Gurguéia (INMET)

Bom Jesus (INMET) - 01/01/2009 até 01/01/2010

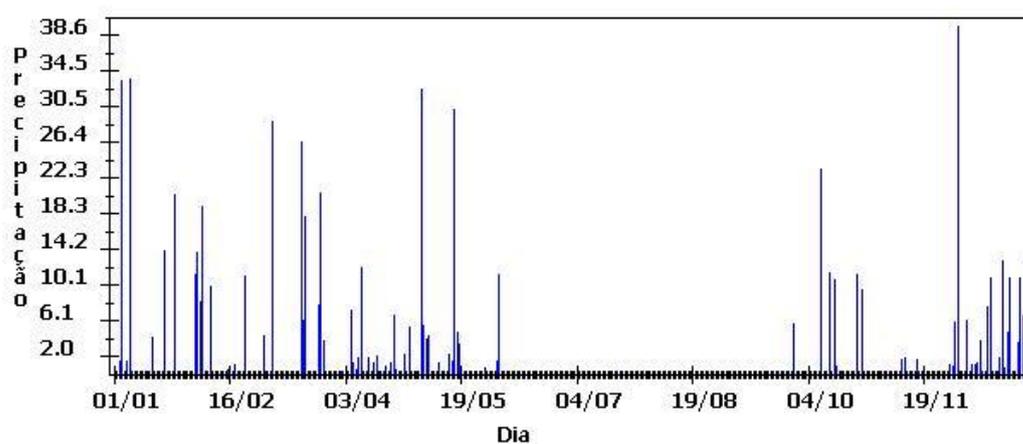


Figura 38 - gráfico de precipitação 2009/2010 - Bom Jesus (INMET)

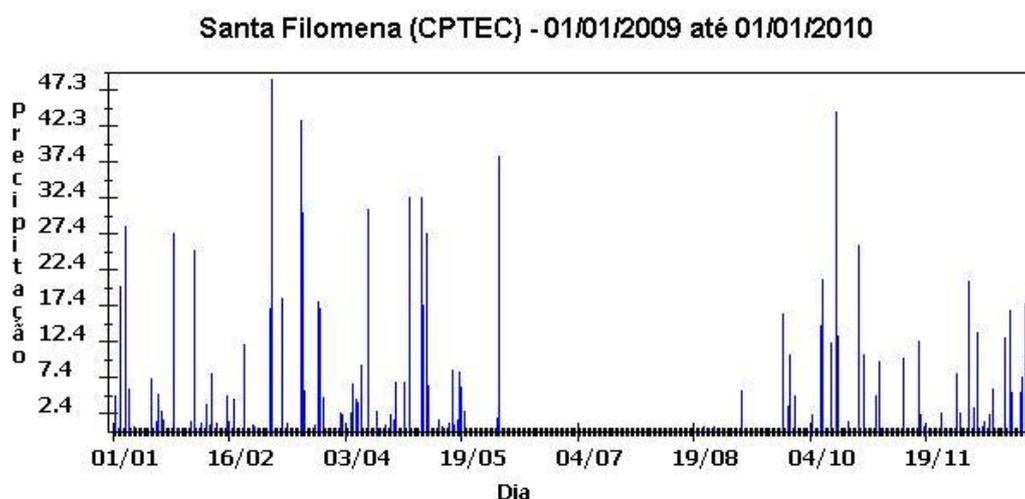


Figura 39 - gráfico de precipitação 2009/2010 - Santa Filomena (CPTEC)

Como se pode observar em todos os gráficos de precipitação, o maior índice de precipitação diário ocorreu em Alvorada do Gurguéia com 89,4 mm/dia.

Com o objetivo de se analisar as maiores precipitações em um intervalo maior de tempo, observou-se as mesmas estações por um período de 10 anos (de 2.000 a 2.009/2.010) e obtivemos os seguintes gráficos de precipitação (infelizmente a informação obtida do site do INMET não deixa claro os dados temporais (abscissas), mas como estes não são relevantes, mas sim a precipitação, a informação mantém sua validade):

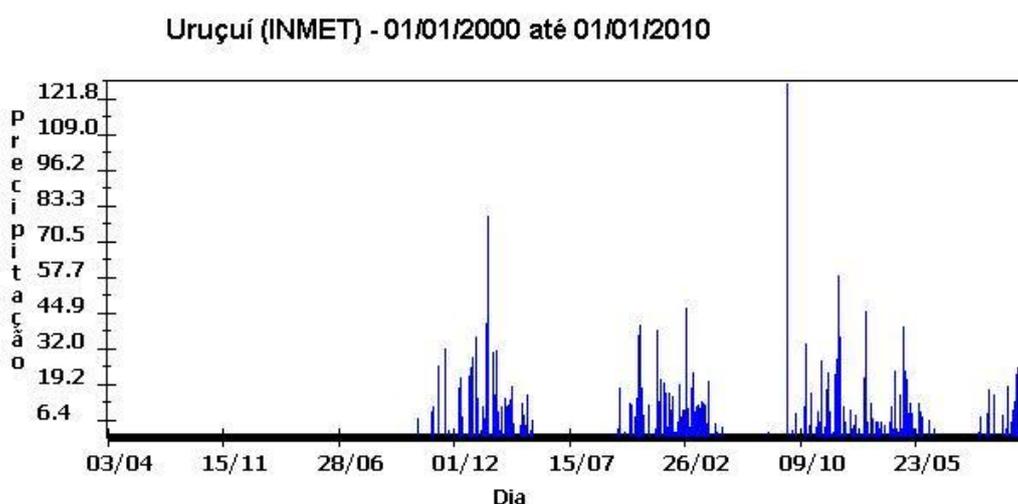


Figura 40 - gráfico de precipitação 2000/2010 - Uruçuí (INMET)

Alvorada do Gurguéia (INMET) - 01/01/2000 até 01/01/2010

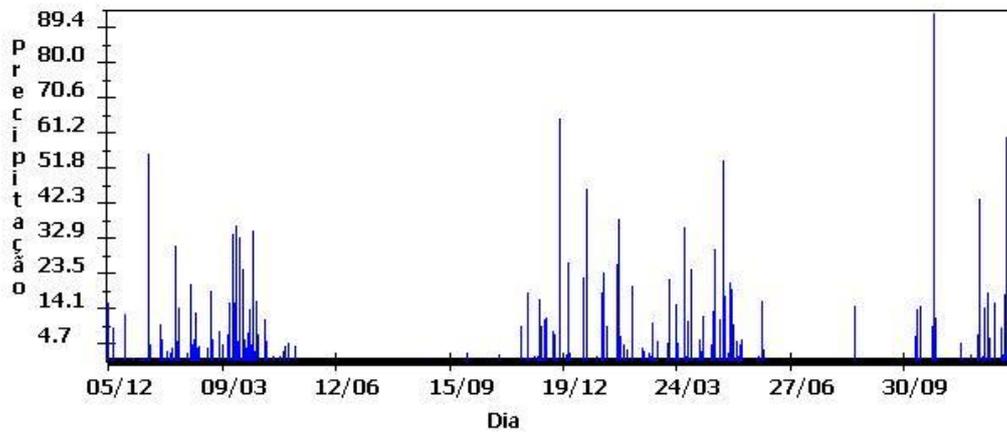


Figura 41 - gráfico de precipitação 2000/2010 - Alvorada do Gurguéia (INMET)

Bom Jesus (INMET) - 01/01/2000 até 01/01/2010

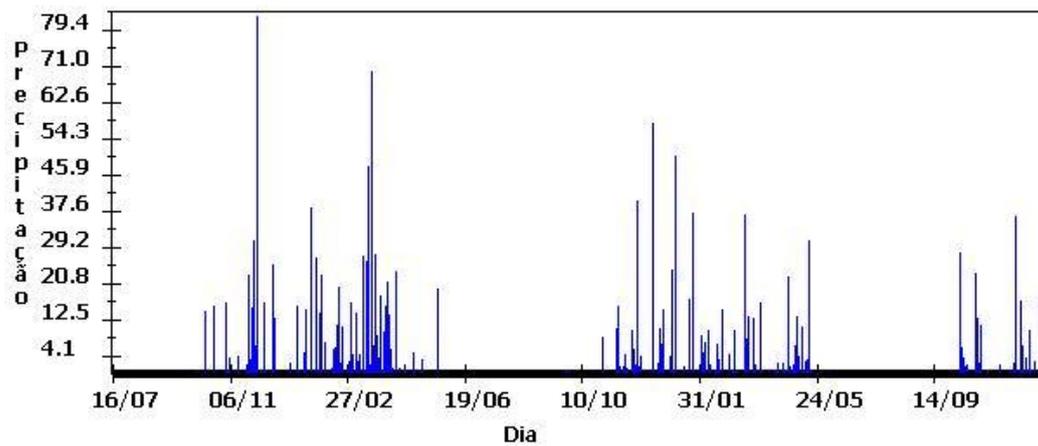


Figura 42 - gráfico de precipitação 2000/2010 - Bom Jesus (INMET)

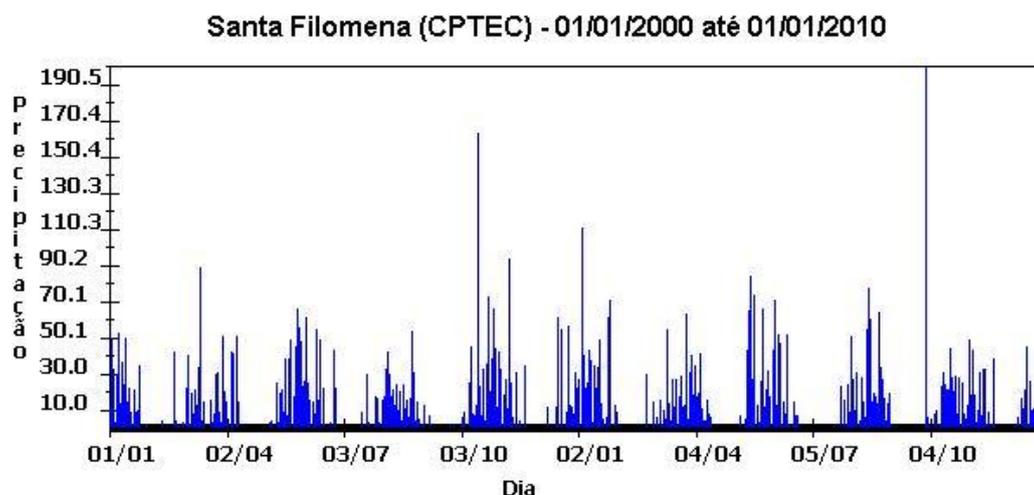


Figura 43 - gráfico de precipitação 2000/2010 - Santa Filomena (CPTEC)

Como se observa durante um período de 10 anos a maior precipitação ocorreu uma vez em Santa Filomena com uma precipitação de 190,5mm/dia, seguida por Bom Jesus com 172,4mm/dia.

Observando-se as mesmas estações por um período de 25 anos (de 1.985 a 2.009/2.010) os valores picos nos gráficos de precipitação foram exatamente os mesmos observados durante dez anos, como exemplo copiamos o de Santa Filomena que apresentou o maior índice de precipitação:

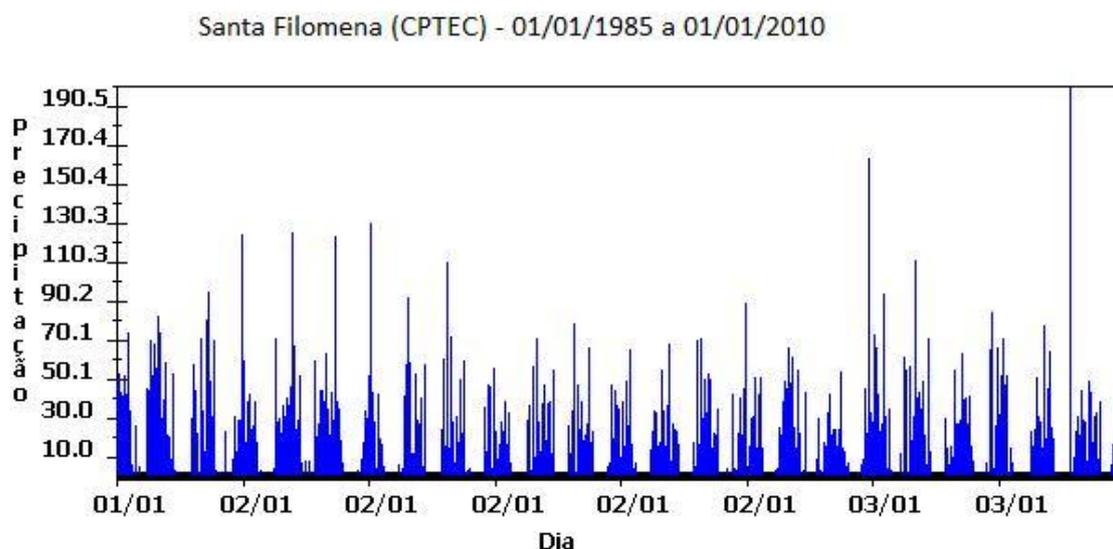


Figura 44 - gráfico de precipitação 1985/2010 - Santa Filomena (CPTEC)

Finalmente, para o dimensionamento das vazões de projeto, também foi levado em conta a NBR-10844 - Instalações Prediais de Águas Pluviais.

“Esta Norma fixa exigências e critérios necessários para aos projetos de drenagem de águas pluviais, visando garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia.”

Considerando-se um período de retorno de 25 anos, período adequado para estudos em rodovias, a intensidade de chuva indicada para Terezina-PI (única informação do Estado do Piauí) para os recomendados 5 min. de duração de chuva, temos no Anexo da Norma, - a Tabela 5 com a seguinte intensidade pluviométrica: 262 mm/h.

Tabela 10 - Chuvas intensas no Brasil (Duração - 5 min)

NBR10844/1989

ANEXO - Tabela 5			
Tabela 5 - Chuvas intensas no Brasil (Duração - 5min)			
Local	Intensidade pluviométrica (mm/h)		
	período de retorno (anos)		
	1	5	25
1 - Alegrete/RS	174	238	313(17)
2 - Alto Itatiaia/RJ	124	164	240
3 - Alto Tapajós/PA	168	229	267(21)
4 - Alto Teresópolis/RJ	114	137(3)	-
5 - Aracaju/SE	116	122	126
6 - Avaré/SP	115	144	170
7 - Bagé/RS	126	204	234(10)
8 - Barbacena/MG	156	222	265(12)
9 - Barra do Corda/MA	120	128	152(20)
10 - Baurui/SP	110	120	148(9)
11 - Belém/PA	138	157	185(20)
12 - Belo Horizonte/MG	132	227	230(12)
13 - Blumenau/SC	120	125	152(15)
14 - Bonsucesso/MG	143	196	-
15 - Cabo Frio/RJ	113	146	218
16 - Campos/RJ	132	206	240
17 - Campos do Jordão/SP	122	144	164(9)
18 - Catalão/GO	132	174	198(22)
19 - Caxambu/MG	106	137(3)	-
20 - Caxias do Sul/RS	120	127	218
21 - Corumbá/MT	120	131	161(9)
22 - Cruz Alta/RS	204	246	347(14)
23 - Curitiba/MT	144	190	230(12)
24 - Curitiba/PR	132	204	228
25 - Encruzilhada/RS	106	126	158(17)
26 - Fernando de Noronha/FN	110	120	140(6)
27 - Florianópolis/SC	114	120	144
28 - Formosa/GO	136	176	217(20)
29 - Fortaleza/CE	120	156	180(21)
30 - Goiânia/GO	120	178	192(17)
31 - Guarimiranga/CE	114	126	152(19)
32 - Itaituba/PA	120	198	228(16)
33 - Jacareizinho/PR	115	122	146(11)
34 - João Pessoa/PB	115	140	163(23)
35 - Juaretê/AM	192	240	288(10)
36 - km 47 - Rodovia Presidente Dutra/RJ	122	164	174(14)
37 - Lins/SP	96	122	137(13)
38 - Macelândia/AL	102	122	174
39 - Manaus/AM	138	180	198
40 - Natal/RN	113	120	143(19)
41 - Nazaré/PE	118	134	155(19)
42 - Niterói/RJ	130	183	250
43 - Nova Friburgo/RJ	120	124	156
44 - Olinda/PE	115	167	173(20)
45 - Ouro Preto/MG	120	211	-
46 - Paracatu/MG	122	233	-
47 - Paranaguá/PR	127	186	191(23)
48 - Paratins/AM	130	200	205(13)
49 - Passa Quatro/MG	118	180	192(10)
50 - Passo Fundo/RS	110	125	180
51 - Petrópolis/RJ	120	126	156
52 - Pinheiral/RJ	142	214	244
53 - Piraicaba/SP	119	122	151(10)
54 - Ponta Grossa/PR	120	126	148

Local	Intensidade pluviométrica (mm/h)		
	período de retorno (anos)		
	1	5	25
55 - Porto Alegre/RS	118	146	167 (21)
56 - Porto Velho/RO	130	167	184 (10)
57 - Quixeramobim/CE	115	121	126
58 - Resende/RJ	130	203	264
59 - Rio Branco/AC	126	139 (2)	-
60 - Rio de Janeiro/RJ (Bangu)	122	156	174 (20)
61 - Rio de Janeiro/RJ (Ipanema)	119	125	160 (15)
62 - Rio de Janeiro/RJ (Jacarepaguá)	120	142	152 (6)
63 - Rio de Janeiro/RJ (Jardim Botânico)	122	167	227
64 - Rio de Janeiro/RJ (Praça XV)	120	174	204 (14)
65 - Rio de Janeiro/RJ (Praça Saenz Peñía)	125	139	167 (18)
66 - Rio de Janeiro/RJ (Santa Cruz)	121	132	172 (20)
67 - Rio Grande/RS	121	204	222 (20)
68 - Salvador/BA	108	122	145 (24)
69 - Santa Maria/RS	114	122	145 (16)
70 - Santa Maria Madalena/RJ	120	126	152 (7)
71 - Santa Vitória do Palmar/RS	120	126	152 (18)
72 - Santos/SP	136	198	240
73 - Santos-Itapema/SP	120	174	204 (21)
74 - São Carlos/SP	120	178	161 (10)
75 - São Francisco do Sul/SC	118	132	167 (18)
76 - São Gonçalo/PB	120	124	152 (15)
77 - São Luiz/MA	120	126	152 (21)
78 - São Luiz Gonzaga/RS	158	209	253 (21)
79 - São Paulo/SP (Congonhas)	122	132	-
80 - São Paulo/SP (Mirante Santana)	122	172	191 (7)
81 - São Simão/SP	116	148	175
82 - Sena Madureira/AC	120	160	170 (7)
83 - Sete Lagoas/MG	122	182	281 (19)
84 - Soure/PA	149	162	212 (18)
85 - Taperinha/PA	149	202	241
86 - Taubaté/SP	122	172	208 (6)
87 - Teófilo Otoni/MG	108	121	154 (6)
88 - Teresina/PI	154	240	262 (23)
89 - Teresópolis/RJ	115	149	176
90 - Tupi/SP	122	154	-
91 - Turiaçu/MG	126	162	230
92 - Uaupés/AM	144	204	230 (17)
93 - Ubatuba/SP	122	149	184 (7)
94 - Uruguaiana/RS	120	142	161 (17)
95 - Vassouras/RJ	125	179	222
96 - Viamão/RS	114	126	152 (15)
97 - Vitória/ES	102	156	210
98 - Volta Redonda/RJ	156	216	265 (13)

Notas: a) Para locais não mencionados nesta Tabela, deve-se procurar correlação com dados dos postos mais próximos que tenham condições meteorológicas semelhantes às do local em questão.

Fonte: NBR-10844 - ABNT

Comparando-se todas as intensidades obtidas a mais crítica é a informada na NBR-10844.

Para o cálculo da descarga máxima de uma enchente utilizou-se o Método racional.

O Método racional consiste em uma expressão extremamente simples, usada em projetos rodoviários em vários países, relacionando o valor da descarga com a área da bacia e a intensidade da chuva.

Dimensionamento das Estruturas

Após a verificação dos volumes de material do solo a ser movimentado para elevação do pavimento e o volume de água a ser retido, tem-se que a melhor solução para o Sistema de drenagem da rodovia será composto por uma grande bacia de retenção contínua, ocupando as laterais da rodovia em toda sua extensão, permitindo que exista uma grande área de exposição, facilitando tanto sua evaporação quanto sua absorção.

Hipóteses:

1 – O material a ser retirado das laterais será em sua maioria usado para altear o pavimento (altura variável de 0 a 0,50m aproximadamente).

2 – O sistema de drenagem será composto por bacias de acumulação ao longo de toda a rodovia e com grama em sua cobertura.

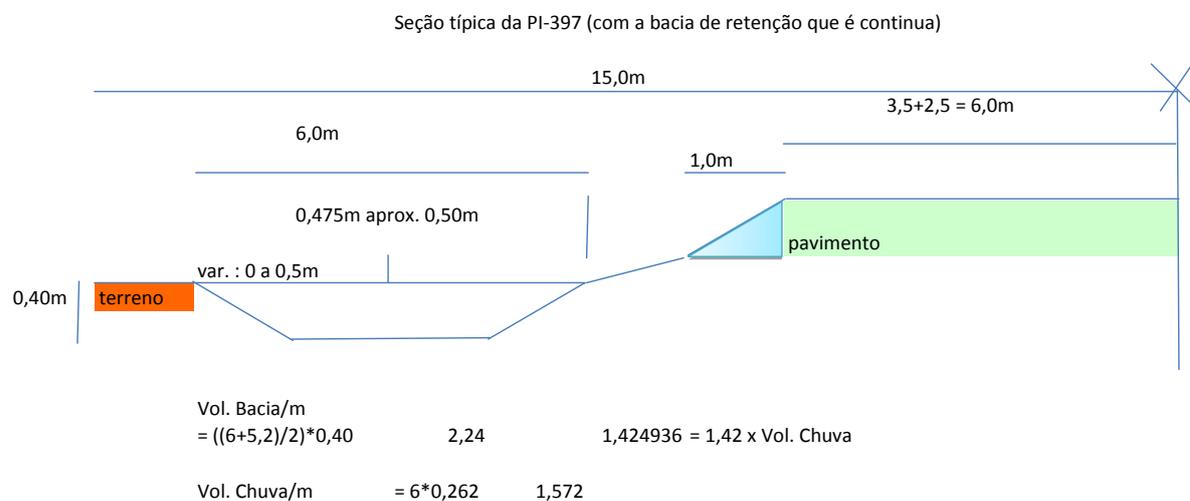


Figura 45 - Seção Típica da Rodovia

Vazão da chuva

$$Q = 0,262\text{m/h} \times 6 \text{ m} - \text{metade da (pista+acostamento)} = 1,572 \text{ m}^3/\text{km}$$

Capacidade da bacia de retenção

$$V = ((6,0+5,2)/2) \times 0,40 = 2,24 \text{ m}^3/\text{km} - 42\% \text{ maior que o volume da chuva.}$$

Quantitativos de Projeto

Para o trecho da serra de 1,7km, temos as seguintes quantidades de elementos de drenagem:

- Canaletas de 1,00m: 2.190,00m.
- Tubos de concreto diâmetro 1,00m – 3 trechos de 6,00m, totalizando 18,00m
- Escadas – 3 trechos totalizando 24,00m.
- Caixas coletoras – 4 unidades
- Dissipador de energia – 3 unidades
- Drenos longitudinais de pavimento: 2.190,00m

Demais Informações

Tanto a faixa de domínio quanto as bacias de contenção situadas nas laterais das pistas devem, preferencialmente, ter uma cobertura vegetal.

Para eleger o tipo de cobertura vegetal devem ser realizados testes "in loco" para determinar a espécie nativa que mais se adaptará à rodovia. Alguns artigos científicos sobre vegetação típica do cerrado estão em anexo, onde são mencionadas algumas espécies adequadas, como:

- *Mesosetum chaseae* (conhecida como grama-do-cerrado)
- *Echinolaena inflexa* (Poir.) Chase (flexinha)

Além dessas, mais conhecidas, há também as seguintes 22 gramíneas nativas da região dos cerrados:

- *Andropogon bicornis*,

- *Andropogon selloanus*,
- *Aristida gibbosa*,
- *Aristida recurvata*,
- *Aristida setifolia*,
- *Aristida torta*,
- *Axonopus barbigerus*,
- *Axonopus canescens*,
- *Ctenium cirrhosum*,
- *Diectiomis fastigiata*,
- *Hypogynium virgatum*,
- *Paspalum gardnerianum*,
- *Paspalum pectinatum*,
- *Paspalum pilosum*,
- *Paspalum polyphilum*,
- *Paspalum reduncum*,
- *Paspalum splendens*,
- *Paspalum stellatum*,
- *Paspalum trichostomum*,
- *Schizachyrium microstachyum*,
- *Setaria geniculata*,
- *Thrasya glaziovii*.

Importante observar que estes artigos comentam o perigo representado pela presença de uma espécie exógena, especialmente a africana que se alastra fácil e compromete os ecossistemas dos cerrados: a *Melinis minutiflora* Beauv (conhecida como ‘capim-gordura’), que deve ser evitada.

Os projetos do sistema de drenagem seguem em anexo e estão disponibilizados seguindo a numeração:

- PI397-DE-DRI-001 – Rev.A – Planta, Vista isométrica e Detalhe.

Artigos científicos anexos:

- CARACTERÍSTICAS DE SEMENTES DE GRAMÍNEAS NATIVAS DO CERRADO - Ricardo Carmona, Carlos Romero Martins e Alessandra Pereira Fávero;

- DIURNAL VARIATIONS OF NON-STRUCTURAL CARBOHYDRATES IN VEGETATIVE TISSUES
- OF MELINIS MINUTIFLORA, ECHINOLAENA INFLEXA AND LOLIUM MULTIFLORUM
(Poaceae) - Amanda de Souza, Carla Z. Sandrin, Moemy G. Moraes and Rita de cássia L. Figueiredo Ribeiro;
- VIABILIDADE DAS SEMENTES DA GRAMÍNEA NATIVA GRAMA-DO-CERRADO, SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, PANTANAL - Laura Aparecida Carvalho da Silva, Sandra Aparecida Santos , Ciniro Costa , José Aníbal Comastri Filho e João Batista Garcia.

O s custos estão apresentados no Anexo denominado “Orçamento”.