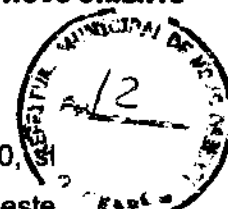


SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	4
2. MAPA DE SITUAÇÃO	5
3. ESTUDOS DE TRÁFEGO	6
3.1. INTRODUÇÃO.....	6
3.2. METODOLOGIA	6
3.3. CÁLCULO DO VOLUME MÉDIO DIÁRIO.....	6
3.4. PROJEÇÃO DE TRÁFEGO E CÁLCULO DO NÚMERO "N"	7
3.5. CONCLUSÃO.....	11
4. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	13
4.1. INTRODUÇÃO	13
4.2. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS.....	13
4.3. SERVIÇOS EXECUTADOS	13
4.4. APRESENTAÇÃO DO ESTUDO TOPOGRÁFICO	15
5. ESTUDOS HIDROLÓGICO	16
5.1. INTRODUÇÃO	16
5.2. METODOLOGIA	16
5.2.1. Intensidade de Chuva (I).....	19
5.2.2. Precipitação (P).....	19
5.2.3. Tempo de Concentração (Tc)	20
5.2.4. Tempo de Recorrência (Tr).....	20
5.3. VAZÕES DE PROJETO.....	21
5.4. CÁLCULOS ELABORADOS	25
5.4.1. Drenagem Superficial	25
5.4.2. Obras d'Arte Correntes e Especiais.....	26
6. ESTUDOS GEOTÉCNICOS	27
6.1. INTRODUÇÃO	27
6.2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS E GEOMORFOLÓGICAS.....	27
6.2.1. Clima e Pluviometria.....	27
6.2.2. Geologia e Geomorfologia.....	27
6.2.3. Solos e Vegetação.....	27
6.2.4. Vegetação	27
6.2.5. Recursos Hídricos	28
6.3. SERVIÇOS GEOTÉCNICOS EXECUTADOS	28



1. APRESENTAÇÃO

A Ibiapina Serviços e Construções Eireli, situada na Av. Dom Luis nº 500, 1511/1512 – Bairro Aldeota – Fortaleza – Ceará – CEP: 60.160-196, vem através deste Relatório, apresentar à Prefeitura Municipal de Novo Oriente, o **Volume 1 – Relatório de Projeto**, referente à Elaboração de Estudos e Projetos de Engenharia Necessários às Obras de Pavimentação do contorno viário do município, **Trecho: CE-187 Km 389 – CE-187 Km 395**, com extensão de 6,25 km.

O Projeto Executivo é apresentado nos seguintes volumes:

- Volume 1 – Relatório do Projeto (formato A-4);
- Volume 2 – Projeto de Execução (formato A-3);
- Volume 2A – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes (formato A-4);
- Volume 2B – Estudos Geotécnicos (formato A-4);
- Volume 4 – Orçamento (formato A-4);

Atenciosamente,

IBIAPINA SERVIÇOS E CONSTRUÇÕES
Francisco Giordano Ibiapina Rodrigues de Carvalho
Engº Civil RNP 060776210
Representante Legal



2. MAPA DE SITUAÇÃO

A Figura 1 apresenta o mapa contendo a situação do segmento viário, escopo deste trabalho, no contexto geral da região.

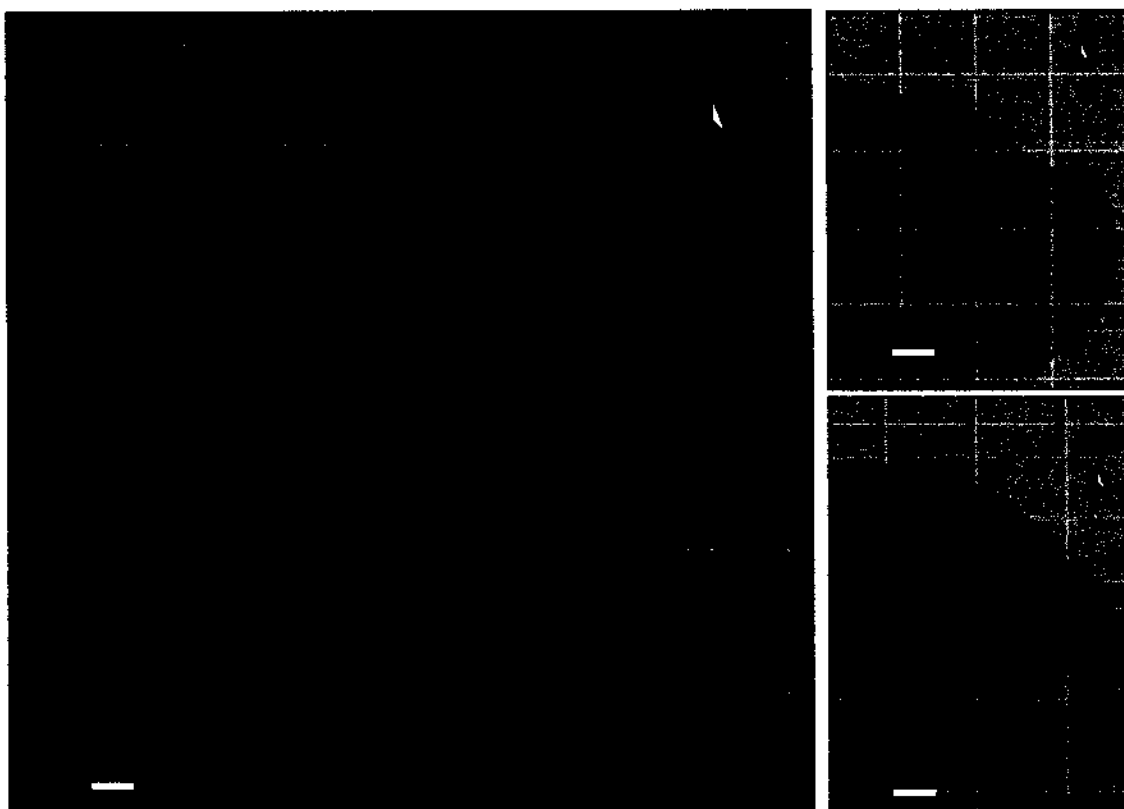


Figura 1 – Mapa de Situação



3. ESTUDOS DE TRÁFEGO

3.1. INTRODUÇÃO

Os Estudos de Tráfego foram desenvolvidos de acordo com as *Instruções de Serviço para Estudos de Tráfego de Rodovias (IS-01)* do Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER/CE.

3.2. METODOLOGIA

Como o trecho em estudo refere-se um segmento viário a ser implantado, foi utilizada como parâmetro, uma pesquisa volumétrica classificatória de tráfego realizada pela Prefeitura Municipal de Novo Oriente em 2 pontos distintos, conforme indicado na Figura 2.

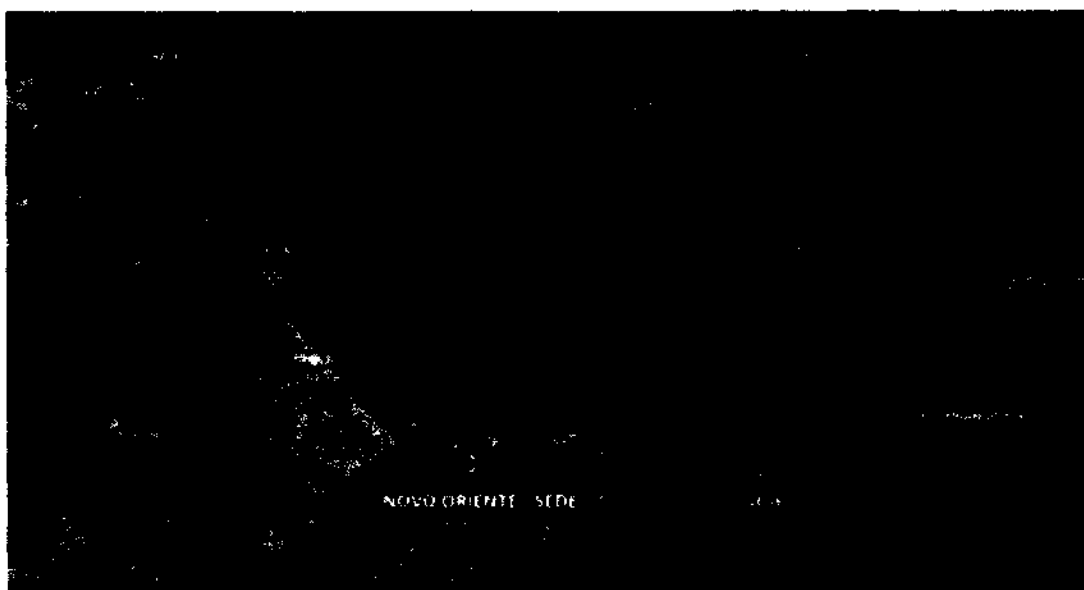


Figura 2 – Pontos de Contagem

3.3. CÁLCULO DO VOLUME MÉDIO DIÁRIO

Para cálculo do VMD, foi considerado o valor médio totalizado por dia para cada tipo de veículo. Os VMDs calculados para o trecho foram os mostrados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - VMD - Ponto 1

Rodovia	Ano	Sentido	Auto	Veículos Comerciais				Total
			P/M	2C	3C	4C	2S2	
CE-187	2023	Crateús – Novo Oriente	439	53	20	2	1	515

Tabela 2 - VMD - Ponto 2

Rodovia	Ano	Sentido	Auto	Veículos Comerciais						Total
			P/M	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	
CE-187	2023	Tauá – Novo Oriente	409	49	14	4	1	2	1	480

3.4. PROJEÇÃO DE TRÁFEGO E CÁLCULO DO NÚMERO "N"

A determinação do número de solicitações do eixo padrão de 8,2 toneladas ao longo do período de projeto, número "N", foi realizada considerando a metodologia indicada no Manual de Pavimentação do DNIT (2006), cuja expressão é a seguinte está indicada na Figura 3.

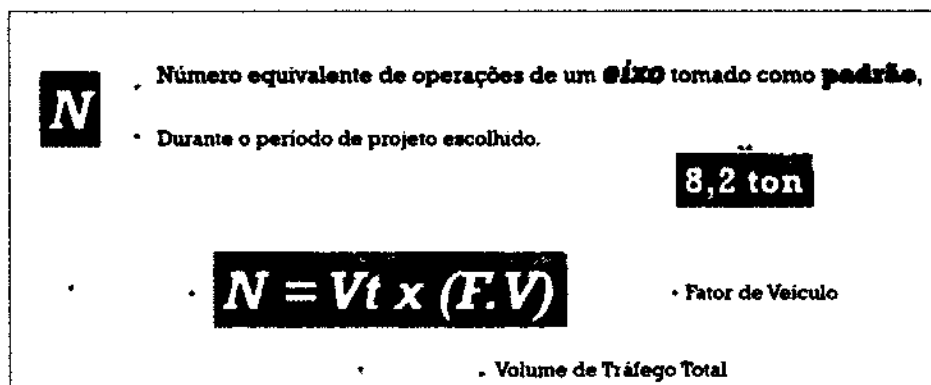


Figura 3 – Expressão para determinação do valor de "N"

O número "N" é calculado em função do volume de tráfego total, considerando uma taxa de crescimento anual, partindo de uma quantidade atual e considerando todo o período de projeto, conforme indicado na Figura 4.

$$V_t = \frac{365 V_1 [(1 + t/100)^p - 1]}{t/100}$$

V_t - Volume Total de Tráfego
 V_1 - Volume Inicial de Tráfego
 t - Taxa de Crescimento Anual
 p - Período de Crescimento

Figura 4 – Expressão para cálculo do volume de tráfego

O parâmetro V_t representa o volume total de tráfego em um sentido no ano de projeto enquanto o V_1 representa o volume médio diário de tráfego em um sentido no ano de abertura.

É importante salientar que para o cálculo do número "N", apenas os veículos comerciais são considerados.

A classificação dos veículos vai indicar o quão destrutivas as cargas aplicadas pelos mesmos serão para o pavimento. Essa resposta é indicada pelo parâmetro conhecido como Fator de Veículo.

O Fator de Veículo vai indicar o quanto cada tipo de veículo representa em relação a um eixo padrão de 8,2 toneladas. Dessa forma é necessário que haja uma transformação para cada um desses tipos, levando em consideração sua frequência na contagem volumétrica, quantidade de eixos e a carga aplicada em cada um desses eixos.

Por meio do tipo de veículo, calcula-se um fator de equivalência de carga para cada eixo, cujos valores somados representa o fator total do veículo. Cada fator calculado deve ser multiplicado pela frequência do respectivo tipo de veículo e o somatório dos resultados representará o Fator de Veículo (FV).

$$\text{Fator de Veículo} = \sum (P * F_v) \quad (1)$$

Onde P representa o percentual por tipo de veículo e F_v representa o fator de equivalência de carga dele.

Para o trabalho em questão foram determinados os valores de F_v utilizando tanto a metodologia da *American Association of State Highway and Transportation Officials* - AASHTO quanto a metodologia do *U.S. Army Corps of Engineers* - USACE. O valor considerado será aquele com maior resultado obtido. As fórmulas da AASHTO

foram desenvolvidas baseadas no índice de serventia e as fórmulas do USACE são baseadas nos efeitos dos carregamentos na deformação permanente.

O quadro de fabricantes de veículos indicado pelo DNIT apresenta cada tipo de veículo com sua respectiva carga por eixo, no molde exemplificado na Figura 5.



	2 : 2	18 t (16.8 t)	CAMINHÃO E1 = eixo simples: carga máxima 6.0 ton ou a capacidade declarada pelo fabricante do pneumático E2 = eixo duplo: carga máxima 10 ton $d12 \leq 3.50$ m	2C	65
	2 : 2	22 t (24.1 t)	CAMINHÃO TRIAXIAL E1 = eixo simples: carga máxima 6.0 ton E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo: carga máxima 17 ton $d12 \geq 2.40$ m $1.20 < d23 \leq 2.40$ m	3C	87
	2 : 2	19.8 t (20.475 t)	CAMINHÃO TRIAXIAL COM EIXO TRASEIRO MISTO E1 = eixo simples: carga máxima 6.0 ton E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo com 6 pneumáticos: carga máxima 13.5 ton $d12 \geq 2.40$ m $1.20 < d23 \leq 2.40$ m Pela legenda: Veículo simples (caminhão) detetado do conjunto de eixos traseiro duplo, um com quatro e outro com dois pneumáticos.	3CD	103

DNIT (2007), Quadro de Fabricantes de Veículos

Figura 5 – Exemplo de cargas por eixo por tipo de veículo

Os eixos podem ser do tipo ESRS (Eixo Simples Roda Simples) com 6 toneladas, ESRD (Eixo Simples Roda Dupla) com 10 toneladas, ETD (Eixo Tandem Duplo) com 17 toneladas e ETT (Eixo Tandem Triplo) com 25,5 toneladas. As siglas para cada tipo de veículo com suas respectivas cargas são as mostradas nas figuras 6 e 7.

Tipo	Veículo	Composição
2C	Caminhão médio	ESRS-6 + ESRD-10
3C	Caminhão Pesado	ESRS-6 + ETD-17
4C	Caminhão Pesado	ESRS-6 + ETT-25.5
2S1	Semi-reboque	ESRS-6 + 2ESRD-10
2S2	Semi-reboque	ESRS-6 + ESRD-10 + ETD-17
2S3	Semi-reboque	ESRS-6 + ESRD-10 + ETT-25.5
3S2	Semi-reboque	ESRS-6 + 2ETD-17
3S3	Semi-reboque	ESRS-6 + ETD-17 + ETT-22
2C2	Reboque	ESRS-6 + 3ESRD-10
2C3	Reboque	ESRS-6 + 2ESRD-10 + ETD-17
3C2	Reboque	ESRS-6 + ETD-17 + 2ESRD-10
3C3	Reboque	ESRS-6 + 2ETD-14.5 + ESRD-10

Figura 6 – Exemplo de tipos e composições de eixos por veículos

Configuração do Veículo	Classificação Nº de Eixos	Limite por Eixo (t)	PBT (t)
	2	6,0 + 10,0	16,0
	3	6,0 + 10,0	22,0
	4	6,0 + 10,0	28,0
	5	6,0 + 10,0 + 10,0	36,0
	6	6,0 + 10,0 + 10,0	42,0
	7	6,0 + 10,0 + 10,0 + 10,0	50,0
	8	6,0 + 10,0 + 10,0 + 10,0	58,0
	9	6,0 + 10,0 + 10,0 + 10,0	66,0



Figura 7 – Exemplos de veículos por tipo

As figuras 8 e 9 apresentam as fórmulas utilizadas para cálculo dos fatores de equivalência de carga por eixo para cada tipo de veículo.

AASHTO

Tipos de eixo	Equações (P em t)
Simplex de rodagem simples	$FC = (P / 7,77)^{1,32}$
Simplex de rodagem dupla	$FC = (P / 8,17)^{1,32}$
Tandem duplo (rodagem dupla)	$FC = (P / 15,08)^{1,44}$
Tandem triplo (rodagem dupla)	$FC = (P / 22,95)^{1,22}$

P = Peso bruto total sobre o eixo

Figura 8 – Fórmula na metodologia da AASHTO

USACE

Tipos de eixo	Faixas de Cargas (t)	Equações (P em t)
Dianteiro simples e traseiro simples	0 - 8	$FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0172}$
	≥ 8	$FC = 1,8320 \times 10^{-5} \times P^{4,2542}$
Tandem duplo	0 - 11	$FC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
	≥ 11	$FC = 1,5280 \times 10^{-5} \times P^{3,494}$
Tandem triplo	0 - 18	$FC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3542}$
	≥ 18	$FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{3,2726}$

P = peso bruto total sobre o eixo

Figura 9 – Fórmula na metodologia do USACE

A definição do período de projeto é de suma importância para o cálculo do número “N”. Para o trabalho em questão foi considerado um período de projeto de 10 anos com indicação anual do número “N”, a partir do ano de 2025.

Foi aplicada uma taxa de crescimento anual de 3,0 %.



3.5. CONCLUSÃO

O número "N" obtido para o ano de 2.034 foi o seguinte:

Considerando os dados de tráfego do ponto de contagem 1:

- AASHTO → $4,85 \times 10^6$ (critério deflectométrico)
- USACE → $9,97 \times 10^5$ (critério da resistência)

Considerando os dados de tráfego do ponto de contagem 2:

- AASHTO → $4,62 \times 10^5$ (critério defletométrico)
- USACE → $9,29 \times 10^5$ (critério da resistência)

Com isso, foi adotado o valor de "N" para o trecho em questão o maior deles que foi:

$$N = 9,97 \times 10^5$$

Importante ressaltar que para a determinação do valor de "N" foi considerado que apenas 75% dos veículos contados na faixa de projeto passarão pelo segmento viário a ser implantado. Outra consideração importante foi que os veículos comerciais na sua totalidade passarão carregados, mas com apenas 80% da carga.

Com essas considerações, as Figuras 10 e 11 apresentam os valores de “N” calculados para os dois pontos estudados.

Projeto: _____

Local: _____

100
100
1
3,0%

a.a.

USACE FLEXIBILIDADE	AASHTO FLEXIBILIDADE
0,62	-0,30

- Fator de distribuição direcional >> _____

- % de veic. Com. Na faixa solicitada >> _____

- Fator climático regional >> _____

- Taxa de crescimento: 3,00% a.a.e obra iniciando em: 2023

Ano de Início da Obra	Ano de Término da Obra	VEIC.								TOTAL	EQUIV. AASHTO	EQUIV. USACE	EQUIV. AASHTO	EQUIV. USACE	EQUIV. AASHTO	EQUIV. USACE	
		100	100	1	3,0%	100	100	1	3,0%								
2026	1	329	40	15	2	0	1	0	387,98	0,82	0,30	6,70E+04	4,23E+04	8,70E+04	4,23E+04		
2026	2	338,87	41,2	15,45	2,06	0	1,03	0	398,81	0,82	0,30	8,86E+04	4,36E+04	1,77E+05	8,90E+04		
2027	3	348,04	42,44	15,91	2,12	0	1,06	0	416,57	0,82	0,30	9,23E+04	4,48E+04	2,08E+05	1,31E+05		
2026	4	358,51	43,71	16,39	2,18	0	1,09	0	422,86	0,82	0,30	9,51E+04	4,62E+04	3,84E+05	1,77E+05		
2029	5	370,3	45,02	16,86	2,25	0	1,12	0	435,57	0,82	0,30	9,78E+04	4,78E+04	4,02E+05	2,25E+05		
2030	6	381,41	46,37	17,39	2,32	0	1,15	0	448,64	0,82	0,30	1,01E+05	4,90E+04	5,03E+05	2,74E+05		
2031	7	392,85	47,76	17,91	2,39	0	1,18	0	462,88	0,82	0,30	1,04E+05	5,05E+04	6,67E+05	3,24E+05		
2032	8	404,04	49,19	18,45	2,46	0	1,22	0	473,86	0,82	0,30	1,07E+05	5,20E+04	7,74E+05	3,76E+05		
2033	9	416,78	50,67	19	2,53	0	1,26	0	489,34	0,82	0,30	1,10E+05	5,36E+04	8,84E+05	4,30E+05		
2034	10	430,28	52,16	19,57	2,61	0	1,3	0	504,99	0,82	0,30	1,14E+05	5,52E+04				

Figura 10 – Cálculo do número “N” – Ponto 1

CÁLCULO DO NÚMERO "N" - CONTORNO DE NOVO ORIENTE

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO "N" DE SOLICITAÇÕES DO EIXO SIMPLES PADRÃO - AASHTO E USACE - CONTORNO DE NOVO ORIENTE

Projeto: _____

Local: _____

100
100
1
3,0%

a.a.

USACE	Nº
FLUXO	AMORFO
0,61	0,3

- Fator de distribuição direcional =>

- % de veic. Com. Na faixa solicitada =>

- Fator climático regional =>

- Taxa de crescimento: 3,00% a.a.e obra iniciando em 2024

Ano Calcularia	Nº de Faixas	VOLUME									FV		S		Necessidade	
		1980	85	90	95	2000	2005	2010	2015	Fluxo Fluxo/veic	Amorfo Fluxo/veic	USACE Fluxo/veic	Amorfo Fluxo/veic	USACE Fluxo/veic	Amorfo Fluxo/veic	
2020	1	307	37	11	3		2	1	302,00	0,61	0,31	8,10E+04	4,09E+04	6,19E+04	4,03E+04	
2025	2	318,21	38,11	11,33	3,09	1,03	2,06	1,03	373,88	0,61	0,31	8,35E+04	4,19E+04	6,19E+04	4,19E+04	
2027	3	325,7	39,26	11,67	3,16	1,06	2,12	1,06	384,04	0,61	0,31	8,60E+04	4,28E+04	6,25E+05	1,25E+05	
2028	4	336,47	40,43	12,02	3,28	1,09	2,18	1,09	395,08	0,61	0,31	8,85E+04	4,41E+04	6,39E+05	1,69E+05	
2029	6	346,83	41,64	12,38	3,39	1,12	2,26	1,12	407,43	0,61	0,31	9,12E+04	4,54E+04	6,43E+05	2,14E+05	
2030	6	356,9	42,89	12,75	3,49	1,15	2,32	1,15	418,64	0,61	0,31	9,39E+04	4,67E+04	6,52E+05	2,61E+05	
2031	7	366,58	44,18	13,13	3,59	1,18	2,39	1,18	432,23	0,61	0,31	9,67E+04	4,82E+04	6,62E+05	3,09E+05	
2032	8	377,68	45,51	13,52	3,69	1,22	2,46	1,22	446,28	0,61	0,31	9,97E+04	4,96E+04	7,21E+05	3,59E+05	
2033	9	388,91	46,88	13,93	3,8	1,26	2,53	1,26	458,57	0,61	0,31	1,03E+05	5,11E+04	8,23E+05	4,10E+05	
2034	10	400,58	48,29	14,35	3,91	1,3	2,61	1,3	472,34	0,61	0,31	1,06E+05	5,26E+04			

Figura 11 – Cálculo do número “N” – Ponto 2

4. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

4.1. INTRODUÇÃO

Os Estudos Topográficos foram executados de acordo com as *Instruções de Serviço para Estudo Topográfico para Implantação e Pavimentação de Rodovias (IS-05)* contidas no Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER/CE.



4.2. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

- Locação do eixo → executada com GPS Geodésico Epoch 50 RTK auxiliado por Estação Total marca NIKKON 332 S.

- Nivelamento e Contranivelamento → realizados com GPS Geodésico Epoch 50 RTK auxiliado por nível automático marca WILD NAK-1 e mira de alumínio com marcações de 1 cm.

4.3. SERVIÇOS EXECUTADOS

O trecho foi locado considerando um traçado indicado pela Prefeitura Municipal de Novo Oriente. Por se tratar de um segmento de implantação total, o traçado indicado foi aquele que menor representa a interceptação de interferências como poste, edificações e áreas de passagem problemática.

Para início dos trabalhos de campo, foram implantados com GPS do tipo RTK, 22 (vinte e dois) marcos de apoio em concreto medindo 15 x 20 x 40 cm, cujas coordenadas estão indicadas na Tabela 3.

A locação do eixo de referência foi executada com estaqueamento a cada 20 metros.

Os pontos locados foram materializados através de pintura de estacas testemunhas ao longo do traçado, à tinta óleo branca, com o número correspondente à respectiva estaca.

As seções foram levantadas com nível e estação total em todas as estacas do eixo locado, correspondendo aos seguintes pontos: eixo, bordos, meio-flo, cristas e pés dos taludes de aterro, cadastramento de cercas e demais pontos obrigatórios.

As seções foram levantadas na direção perpendicular ao eixo locado nas tangentes e na direção da bissetriz do ângulo formado pelas seções anterior e posterior à seção levantada nos desenvolvimentos em curvas, abrangendo os limites da faixa de domínio, mencionando as residências, grotas, margens de riachos, cercas divisórias e demais acidentes atingidos pelas seções.



Tabela 3 – Marcos de apoio

RELAÇÃO DOS MARCOS DE APOIO				
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	N	E	Z
M01	MARCO	9.386.118,72	305.487,78	341.917
M02	MARCO	9.386.171,38	305.537,36	340.464
M03	MARCO	9.388.093,47	304.947,84	344.238
M04	MARCO	9.388.062,82	304.834,93	337.199
M05	MARCO	9.389.966,90	304.439,60	318.103
M06	MARCO	9.389.902,82	304.329,67	318.285
M06	MARCO	9.389.902,82	304.329,67	318.285
M07	MARCO	9.391.954,80	303.302,81	346.039
M08	MARCO	9.392.042,71	303.881,38	349.307
RN01	MARCO	9.386.104,14	305.416,78	342.124
RN02	MARCO	9.386.641,69	305.326,37	341.013
RN03	MARCO	9.387.121,73	305.198,87	338.899
RN04	MARCO	9.387.583,49	305.083,79	345.573
RN5	MARCO	9.388.049,80	304.958,27	344.316
RN6	MARCO	9.388.572,02	304.818,86	328.549
RN7	MARCO	9.389.031,83	304.679,76	325.378
RN08	MARCO	9.389.533,24	304.545,33	320.097
RN9	MARCO	9.390.071,53	304.391,51	317.816
RN10	MARCO	9.390.473,69	304.307,12	325.732
RN11	MARCO	9.391.172,48	304.112,77	321.392
RN12	MARCO	9.391.463,57	304.000,36	323.880
RN13	MARCO	9.392.006,92	303.777,13	344.691

O levantamento cadastral da faixa de domínio foi executado com 40 metros de largura, registrando as travessias urbanas e benfeitorias existentes, residências, cercas, cruzamentos e interseções com rodovias, talveguês transpostos, rede elétrica e telefônica e demais interferências atingidas.

Algumas interseções ao longo do traçado foram identificadas e cadastradas, principalmente com a via que dá acesso à comunidade de Santa Maria.

Foi executado o levantamento longitudinal detalhado de todos os bueiros existentes, informando as cotas de eixo, cristas dos taludes, soleira e leito do talvegue.

Foi registrado apenas um bueiro existente no ponto de interseção com a CE-18 no final do trecho.

Foram feitas as delimitações das áreas de ocorrências: jazidas, areais, pedreiras e empréstimos, procedendo à amarração de cada uma ao eixo da locação de projeto, por coordenadas geodésicas.

4.4. APRESENTAÇÃO DO ESTUDO TOPOGRÁFICO

A apresentação do estudo é realizada no Volume 2, no tamanho A-3, contendo:

- Planta topográfica do traçado na escala 1:2.000 com curvas de nível a intervalo de 1 metro e todos os elementos levantados de interesse para o projeto;
- Perfil da linha de locação nas escalas 1:2.000 (horizontal) e 1:200 (vertical), com rodapé contendo os elementos de locação;
- Desenho dos levantamentos das ocorrências de materiais, interseções e demais elementos do Projeto;
- Características técnicas-operacionais da rodovia.

5. ESTUDOS HIDROLÓGICO

5.1. INTRODUÇÃO

Os Estudos Hidrológicos foram desenvolvidos conforme as *Instruções de Serviço para Estudo Hidrológico (IS-04)* contidas no Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER/CE.



5.2. METODOLOGIA

Devido ao fato do município de Novo Oriente ser distante dos postos indicados na publicação do Engº Otto Pfafstetter "**Chuvas Intensas no Brasil**", no estado do Ceará, foi utilizado o método das Isozonas.

Este método consiste na desagregação da chuva de 1 dia em 24 horas e a partir desta em durações menores.

A desagregação da chuva de 24 horas em chuvas de intervalos de tempo de menor duração consiste nas seguintes etapas de cálculo:

- Multiplicar a chuva de um dia de duração por 1,10 para obter-se a chuva pontual de 24 horas;
- Determinar a isozona onde está localizado o centro de gravidade da bacia hidrográfica;
- Estimar, para os diferentes períodos de retorno, a chuva de 1 hora de duração a partir da chuva de 24 horas, através da multiplicação pelo fator R1h;
- Plotar os valores P24h e P1h em papel probabilístico para obter as chuvas de durações intermediárias.

A Figura 12 apresenta o método das Isozonas de Taborga.

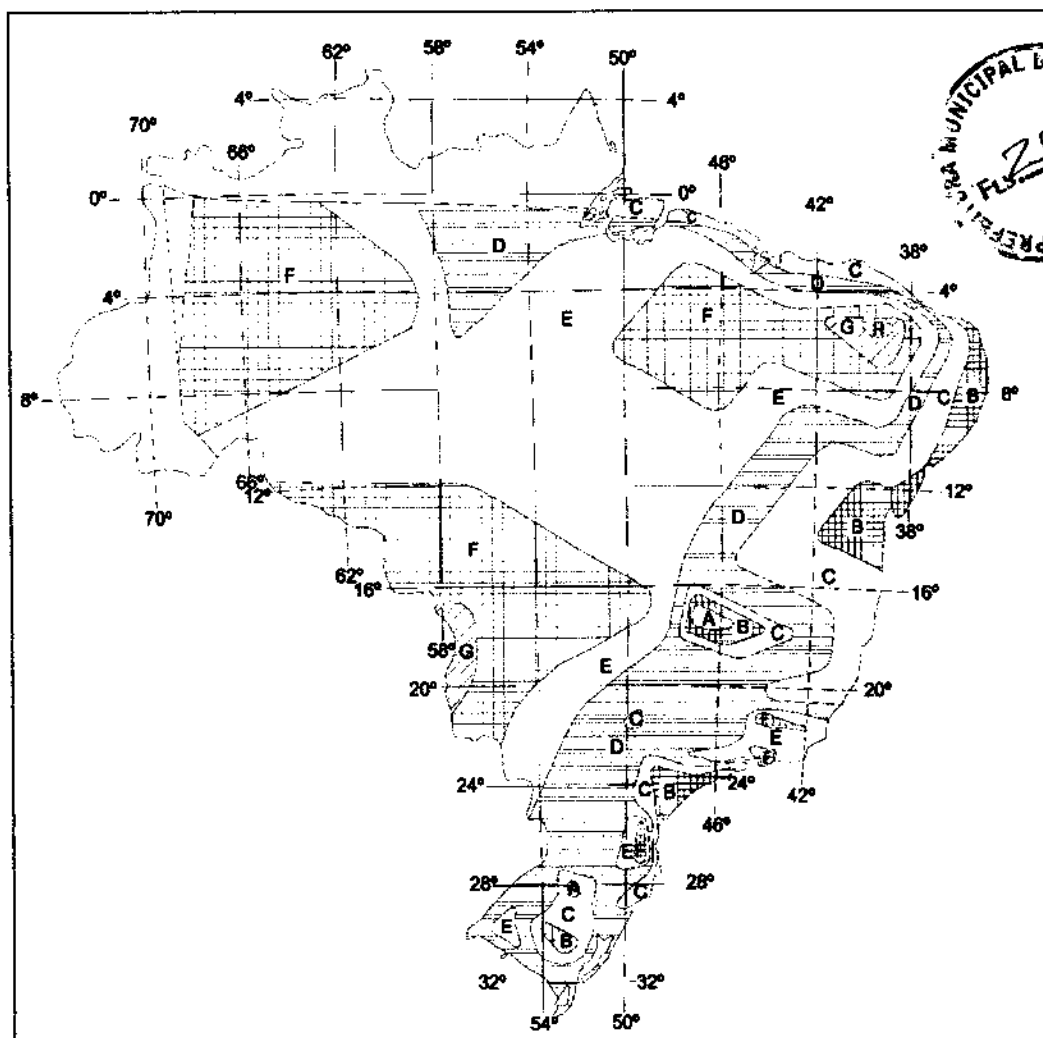


Figura 12 – Método das Isozonas de Taborga

A Tabela 4 apresenta os coeficientes definidos por Taborga Torrico para desagregação da chuva de acordo com a zona onde está localizado o posto pluviométrico.

Tabela 4 – Relações entre a chuva diária e as de duração de 24 horas, 1 hora e 6 min

Zona	Relação 1h/24h										Relação 6min/24h	
	Tr 06 anos	Tr 10 anos	Tr 16 anos	Tr 20 anos	Tr 25 anos	Tr 30 anos	Tr 50 anos	Tr 100 anos	Tr 1.000 anos	Tr 10.000 anos	Tr 6 - Tr 50 anos	Tr 100 anos
A	36,2%	35,8%	35,6%	35,5%	35,4%	35,3%	35,0%	34,7%	33,8%	32,5%	7,0%	6,3%
B	38,1%	37,8%	37,5%	37,4%	37,3%	37,2%	36,9%	36,6%	35,4%	34,3%	8,4%	7,5%
C	40,1%	39,7%	39,5%	39,3%	39,2%	39,1%	38,8%	38,4%	37,2%	36,0%	9,8%	8,8%
D	42,0%	41,6%	41,4%	41,2%	41,1%	41,0%	40,7%	40,3%	39,9%	37,8%	11,2%	10,0%
E	44,0%	43,6%	43,3%	43,2%	43,0%	42,9%	42,6%	42,2%	40,9%	39,6%	12,8%	11,2%
F	46,0%	45,5%	45,3%	45,1%	44,9%	44,8%	44,5%	44,1%	42,7%	41,3%	13,9%	12,4%
G	47,9%	47,4%	47,2%	47,0%	46,8%	46,7%	45,4%	45,9%	44,5%	43,1%	15,4%	13,7%
H	49,9%	49,4%	49,1%	48,9%	48,8%	48,6%	48,3%	47,8%	46,3%	44,8%	16,7%	14,9%

A determinação dos eventos extremos de precipitação, correspondentes a um determinado tempo de recorrência, baseia-se no ajuste de uma distribuição de frequência (probabilidade) adequada aos dados extremos observados.

Para a avaliação das chuvas intensas na região em estudo, buscou-se determinar os postos pluviométricos que exercem influência nas bacias hidrográficas contribuintes

Para aplicação da metodologia foi necessária a compilação de dados de chuvas ao longo do tempo. Os dados utilizados foram obtidos através de séries históricas de chuvas dos últimos 50 anos em 4 postos distintos nas proximidades da área de estudo, que são: posto de Novo Oriente, posto do Açude Flor do Vale, posto Emaus e posto Três Irmãos. Estas informações foram obtidas no portal HIDROWEB da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA.

A Tabela 5 apresenta as chuvas máximas anuais médias considerando os 4 postos estudados nas proximidades da região em estudo.

Tabela 5 – Médias das máximas anuais da série de precipitação dos 4 postos

Ano	Máx. Anual (mm)	Ano	Máx. Anual (mm)	Ano	Máx. Anual (mm)	Ano	Máx. Anual (mm)	Ano	Máx. Anual (mm)
1974	89,8	1984	120,8	1994	110	2004	129	2014	92
1975	89,3	1985	122,2	1995	102	2005	135	2015	62
1976	80,4	1986	80,2	1996	103	2006	106	2016	112
1977	126,7	1987	109,4	1997	145	2007	130	2017	85
1978	136	1988	100	1998	62,6	2008	146,5	2018	122
1979	128,6	1989	122	1999	160	2009	140	2019	180
1980	89,8	1990	136,4	2000	102	2010	100	2020	133
1981	123,2	1991	81,6	2001	87	2011	75	2021	75
1982	50,4	1992	83	2002	85,2	2012	87	2022	111,5
1983	72,1	1993	58	2003	106	2013	62	2023	100,0

A aplicação de métodos de transformação de chuva em deflúvio para estudo de cheias exige como dados de entrada o comportamento da chuva ao longo do tempo de duração, em oposição aos valores obtidos no estudo de extremos de precipitação, correspondentes à acumulação ao longo de um dia de medida. Para contornar esse problema, utilizou-se a Metodologia das Isozonas desenvolvida pelo Professor Taborga Torrico, a qual define coeficientes a serem aplicados para desagregação de chuva diária em todo o Brasil. A região em estudo, como pode ser verificado na Figura 12, encontra-se na Isozona G. Assim, com os coeficientes e os ábacos de desagregação foram obtidos os valores de precipitação para os intervalos de 0.1, 0.25, 1, 2, 3, 6, 12 e 24 horas para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos.

Os dados foram tratados método de Gumbel para determinação da chuva no tempo de recorrência previsto para cada dispositivo de drenagem dimensionado e/ou verificado. Com os resultados, foi determinado, pelo método de Thiessen, a média ponderada das máximas chuvas diárias de cada posto para o tempo de recorrência previsto.



5.2.1. Intensidade de Chuva (I)

A determinação da intensidade de chuva foi obtida a partir da seguinte expressão:

$$I = 60 \cdot P / T_c$$

- I → intensidade da chuva (em mm/h);
- P → precipitação (em mm);
- T_c → tempo de concentração (em min).

5.2.2. Precipitação (P)

A precipitação "P" foi determinada a partir da expressão:

$$P = K [a.t + b.\log (1+c.t)]$$

$$a = 0,20, \quad b = 17, \quad c = 60$$

- t → duração (em horas)
- K → fator de probabilidade

$$K = T^{(\alpha + \frac{\beta}{T})}$$

- T → tempo de recorrência (em anos)
- α e β → parâmetros variáveis com a duração
- γ = 0,25

5.2.3. Tempo de Concentração (Tc)

A Intensidade de chuva (I) para cada bacia foi obtida considerando a duração da chuva igual ao Tempo de Concentração (Tc) da bacia.

Os Tempos de Concentração (Tc) foram calculados usando-se a expressão proposta por Kirpich que leva em consideração somente o comprimento do talvegue e a sua declividade.



$$T_c = \left(\frac{0,294 \cdot L}{\sqrt{i}} \right)^{0,77} \quad (2)$$

- L → extensão do talvegue (em km);
- i → declividade efetiva do talvegue (em %).

A declividade efetiva do talvegue deve ser calculada conforme indicada na figura 13.

$$i = \left[\frac{L}{\frac{L1}{\sqrt{i1}} + \frac{L2}{\sqrt{i2}} + \frac{L3}{\sqrt{i3}} + \dots + \frac{Ln}{\sqrt{in}}} \right]^2$$

L = Comprimento total do talvegue em km;
L1, L2... Ln = Comprimentos Parciais do talvegue em km;

Figura 13 – Cálculo da declividade efetiva do talvegue

5.2.4. Tempo de Recorrência (Tr)

Foram adotados os seguintes tempos de recorrência:

- a) Obras de drenagem superficial: Tr = 10 anos
- b) Obras de arte correntes: Tr = 15 anos, como canal
Tr = 25 anos, seção plena
- c) Obras especiais: Tr = 50 anos
Tr = 100 anos

VAZÕES DE PROJETO

As bacias foram divididas em três classificações, em função das áreas de contribuição:

➤ **Pequenas bacias** → áreas de contribuição inferiores a 4,0 km² e correspondem em geral às obras de drenagem superficial como sarjetas, banquetas, descidas d'água e bueiros tubulares, cujas vazões são calculadas pelo **Método Racional**, com a fórmula:

$$Q = \frac{C.I.A}{3.60}$$

- Q → vazão de projeto (m^3/s)
- I → intensidade de precipitação (mm/h), duração igual ao tempo de concentração.
- A → área da bacia (km^2)
- C → coeficiente de deflúvio (RUN-OFF), Quadro 01 e 02.

Médias bacias → áreas de contribuição entre 4,0 e 10,0 km² e correspondem em geral às obras de arte correntes (bueiros tubulares e capeados), cujas vazões são calculadas pelo Método Racional corrigido, pela expressão:

$$Q = \frac{C.I.A}{3.60} . n$$

n = coeficiente adimensional de retardo, sendo $n = A^{-0.10}$

Quadro 01 (Áreas Rurais)

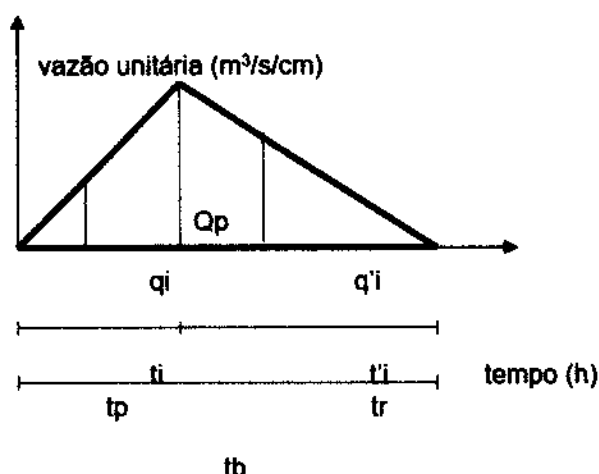
Tipos de Superfície	Coefficientes "C", de "RUN-OFF"
Revestimento asfáltico	0,8 – 0,9
Terra compactada	0,4 – 0,6
Solo natural	0,2 – 0,4
Solo com cobertura vegetal	0,3 – 0,4



Quadro 02 (Áreas Urbanas)

- Pavimento de concreto de cimento Portland ou concreto betuminoso C = 0,75 a 0,95
 - Pavimento de macadame betuminoso C = 0,65 a 0,80
 - Acostamento ou revestimento primário C = 0,40 a 0,60
 - Solo sem revestimento C = 0,20 a 0,90
 - Taludes gramados (2:1) C = 0,50 a 0,70
 - Prados gramados C = 0,10 a 0,40
 - Áreas florestais C = 0,10 a 0,30
 - Campos cultivados C = 0,20 a 0,40
 - Áreas comerciais, zonas de centro da cidade C = 0,70 a 0,95
 - Zonas moderad. inclinadas c/aproximadamente 50% de área impermeável C = 0,60 a 0,70
 - Zonas planas com aproximadamente 60% de área impermeável C = 0,50 a 0,60
 - Zonas planas com aproximadamente 30% de área impermeável C = 0,35 a 0,45
- **Grandes bacias** → áreas de contribuição superior a 10 km² e correspondem às obras de arte correntes (bueiros capeados/celulares) e especiais (pontes/pontilhões), cujas vazões são calculadas pelo **Método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT)**, apresentado a seguir:

Os parâmetros do Hidrograma Unitário Triangular (HUT) para uma chuva efetiva "R" são os seguintes:



$$Q_p = 2,08 \times (A / t_p)$$

$$t_p = (D / 2) + 0,6 t_c$$

$$D = t_c / 5$$

$$T_c = 0,95 (L^3 / H)^{0,385}$$

$$t_r = 1,67 \times t_p$$

$$t_b = 2,67 \times t_p$$

- $Q_p \rightarrow$ descarga de pico (em m^3/s);
- $A \rightarrow$ área da bacia hidrográfica (em km^2);
- $t_p \rightarrow$ tempo de pico (em hora);
- $D \rightarrow$ duração da chuva (em hora);
- $T_c \rightarrow$ tempo de concentração (em hora);
- $L \rightarrow$ linha de fundo da bacia (em km);
- $H \rightarrow$ desnível da bacia (em metros);
- $t_r \rightarrow$ tempo de recessão (em hora);
- $t_b \rightarrow$ tempo de base (em hora).

A influência da distribuição da chuva na área foi considerada utilizando-se a relação chuva na área / chuva pontual pela fórmula empírica apresentada a seguir conforme a publicação do trabalho “Práticas Hidrológicas” do Engenheiro Jaime Taborga Torrico.

$$P / P_0 = 1 - w \cdot \log A/A_0$$

- $P \rightarrow$ precipitação média sobre a bacia;
- $P_0 \rightarrow$ precipitação pontual no centro de gravidade da bacia;
- $W \rightarrow$ fator regional, em função das relações chuva / área / tempo de duração;
- $A \rightarrow$ área da bacia;
- $A_0 \rightarrow$ área base, na qual $P = P_0$ ($A_0 = 25 \text{ km}^2$)

No Brasil as pesquisas indicam um valor médio de $w = 0,10$; portanto:

$$P / P_0 = 1 - 0,10 \cdot \log A/25$$

A Chuva Efetiva “R” foi calculada em função da Precipitação total “P”, na duração total da chuva, através das curvas do complexo Solo / Vegetação, utilizada pelo “Soil Conservation Service” – S.C.S. cuja Fórmula é apresentada a seguir:

$$R = [P - (5080/N) + 50,8]^2 / [P + (20320/N) - 203,2]$$

- R → chuva efetiva (em mm);
- P → precipitação total (em mm);
- N → número representativo do complexo solo x vegetação.

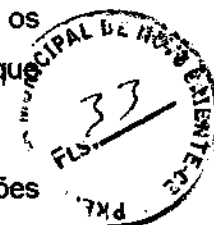
As ordenadas de chuva podem ser facilmente obtidas do triângulo unitário, para cada tempo t_i ou t'_i , por semelhança de triângulos. Até o tempo de pico t_p a ordenada unitária q_i , para 1 cm de precipitação, pode ser calculada de acordo com a seguinte expressão:

$$q_i / t_i = q_p / t_p \rightarrow q_i = (t_i / t_p) \cdot q_p \quad p / t_i < t_p$$

Após o tempo de pico, a relação se altera para:

$$q'i / (tb - t'i) = qp / tr \rightarrow q'i = ((tb - t'i) / tr) \cdot qp \quad p / ti > tp$$

Para o cálculo das descargas da enchente de projeto devem-se re-agrupar os acréscimos de precipitação de sequência mais provável para formar a tempestade que a provoca.



O tempo de concentração serve de parâmetro para a duração das precipitações a ser considerada no Hidrograma sintético, visto que é o tempo mínimo necessário para que toda a área da bacia hidrográfica contribua para o escoamento superficial de projeto.

- calculam-se as chuvas efetivas (q_i) parciais para os tempos t_i por simples diferença:

$$Pe_i - Pe_{i-1};$$

- conhecidas as chuvas efetivas parciais q_i , procede-se à construção de tabela típica da obtenção dos valores de Q_i , pelo método hidrógrafo unitário:

$$Q_i = q_{i-1}\mu_1 + q_{i-2}\mu_2 + q_{i-3}\mu_3 + \dots + q_1\mu_i$$

5.3. CÁLCULOS ELABORADOS

5.3.1. Drenagem Superficial

Foi calculada a descarga por metro linear de plataforma, considerando a largura total da pista igual a 12,30 m, sendo 4m para o lado direito e 7,30 para o lado direito (devido à ciclovia).

Adotou ainda, o Tempo de Concentração $T_c = 5$ minutos, obtendo as seguintes vazões:

- Contribuição da pista por metro:

Se: $T_c = 5$ min

$I = 252,80$ mm/h

$T_c = 10$ anos

Largura da pista = 4,00m (Lado Esquerdo)

Largura da pista = 7,30m (Lado Direito)

$C = 0,85$



- Comprimento crítico de banquetas de aterro

O Anexo I mostra os cálculos dos comprimentos críticos por inclinação longitudinal do greide das banquetas de aterro localizadas na semi-pista direita. Já o Anexo II mostra os cálculos dos comprimentos críticos por inclinação longitudinal do greide das banquetas de aterro localizadas na semi-pista esquerda.

5.3.2. Obras d'Arte Correntes e Especiais

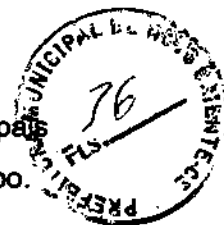
Foram dimensionados, ao longo do trecho 4 bueiros tubulares e 3 bueiros capeados. Além disso no acesso com o KM 389 da CE-187 foi dimensionado um bueiro tubular para desafogar o interior da rotatória. Da mesma forma foi dimensionado um bueiro tubular para desafogar uma das ilhas do acesso com o km 395 da CE-187.

No item 8 do Volume II (Projeto de Execução) deste projeto, estão listados e caracterizados todos os bueiros identificados para necessário para dar vazão aos talwegues existentes ao longo do segmento a ser implantado.

O Anexo III apresenta os cálculos de dimensionamento e as bacias de contribuição com respectivo talvegue de todos os bueiros supracitados.

6.2.5. Recursos Hídricos

O município pertence à bacia hidrográfica do rio Parnaíba, tendo como principais drenagens o riacho Itaim e o riacho de Dentro, e o reservatório açude Flor do Campo.



6.3. SERVIÇOS GEOTÉCNICOS EXECUTADOS

Os serviços geotécnicos consistiram na execução de sondagens e ensaios com o intuito de caracterizar o subleito e as camadas do pavimento atual e a disponibilidade de materiais da região para execução da rodovia, tendo como escopo básico as seguintes etapas:

- Estudo do Subleito
- Estudo de Empréstimos
- Estudo de Jazidas
- Estudo de Areais
- Estudo de Pedreiras

6.3.1. Estudo do Subleito

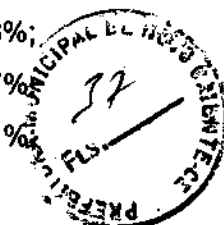
O subleito e as camadas do pavimento atual foram estudados com intervalo de 500 metros, onde foram executadas 14 sondagens a pá e picareta até a profundidade de 1,00 metro, para coleta de amostras das camadas atravessadas, em quantidade suficiente para a elaboração dos seguintes ensaios:

- Granulometria
- Índices físicos
- Compactação do subleito (Proctor Normal - 12 golpes)
- Compactação da base e sub-base (Proctor Intermediário – 26 golpes)
- ISC

Conforme classificação HRB, os solos são constituídos pelos seguintes grupos:

⇒ **Subleito** (Proctor Normal - 12 golpes) – 50 sondagens (estaca 00 a 958):

- A-1-b (areia siltosa com pedreg) → 7 % do trecho com ISC com 6,6 %;
- A-2-4 (areia siltosa) → 50 % do trecho com ISC entre 04 e 18%;
- A-2-6 (areia argilosa) → 15 % do trecho com ISC entre 06 e 07%;
- A-6 (argiloso) → 21 % do trecho com ISC entre 03 e 11 %;
- A-7-6 (muito argiloso) → 7% do trecho com ISC com 7%.



6.3.2. Estudos de Empréstimos

Foram estudados **2 (dois)** empréstimos de materiais com energia do Proctor Normal (12 golpes) para serem utilizados na terraplenagem, sendo eles:

Quadro 03 – Resultados dos empréstimos

Empréstimo	Estaca	Distância ao Eixo (m)	Espessura Útil (m)	Área (m²)	Volume Útil (m³)	Expansão	ISC (%)
E-01	105 a 113	0,1 – LD	1,60	52.500	78.750	1,80	7,86
E-02	260 a 270	0,1 – LD	1,60	52.500	78.750	1,38	6,33

A distribuição dos materiais de terraplenagem foi elaborada através do Resumo do Movimento de Terra e é apresentada no Volume 2 – Projeto de Execução.

6.3.3. Estudo de Jazidas

Foram estudadas 02 (duas) jazidas de solo para serem utilizadas nas camadas de pavimentação com energia Proctor Intermediário (26 golpes) para utilização como subbase e com energia Proctor Modificada (55 golpes) para utilização como base.

Quadro 04 – Resultados das jazidas de subbase

Jazida	Estaca	Distância ao Eixo (m)	Espessura Útil (m)	Área (m²)	Volume Útil (m³)	D. "in situ" (t/m³)	LL (%)	IP (%)	Exp. (%)	ISC (%)	Faixa
J-01	60 a 72	0,1 - LD	0,80	22.000	17.600	2,068	NL	NP	0,75	29	FF
J-02	260 a 270	0,1 - LD	0,60	20.000	12.000	2,009	NL	NP	0,66	14	FF

Como o ISC da jazida de J-02 de subbase não apresentou valor mínimo de 20% para esta camada, não foi considerada no projeto.



Quadro 05 – Resultados da jazida de base

Jazida	Estaca	Distância ao Eixo (m)	Espessura Útil (m)	Área (m²)	Volume Útil (m³)	D. "in situ" (t/m³)	IG	Exp. (%)	ISC (%)
J-01	60 a 72	0,1 - LD	0,70	22.000	15.400	2,160	0	0,25	55

Como o ISC da jazida de J-01 de base não apresentou valor mínimo de 80%, foi realizada uma mistura para correção e melhoria desse material, sendo:

- 30% do Areal 01 + 70% da Jazida 01

O resultado, mostrou-se bastante satisfatório.

Quadro 06 – Mistura 30% A01 + 70% J01

Jazida	D. "in situ" (t/m³)	IG	Exp. (%)	ISC (%)
J-01+A01	2,00	0	0,11	94,82

6.3.4. Estudo de Areas

A areia grossa para a confecção dos concretos e argamassas foi indicada no Projeto com as seguintes características:

Quadro 07 – Resultados do Areal

Areal	Estaca	Distância ao Eixo (km)	Espessura Útil (m)	Área (m²)	Volume Útil (m³)	EA (%)
A-02	130 a 150	0,1 - LD	1,00	4.000	4.000	66



6.3.5. Fontes de Exploração de Materiais Nobres

Os materiais betuminosos foram indicados como proveniente de **Fortaleza** com distância média de 400 km. Os materiais nobres como o ferro, a madeira e os tubos de concreto foram indicados no Projeto como provenientes de **Crateús**, com distância média de 40 km. Já o cimento foi considerado como proveniente de **Sobral**, com distância média de 210km.

6.4. APRESENTAÇÃO

Os estudos geotécnicos são apresentados no Volume 2B - Estudos Geotécnicos, no tamanho A-4, contendo os boletins de sondagem, o resultado dos ensaios, o tratamento estatístico, o croqui de localização e as estimativas de volumes das ocorrências, abrangendo os seguintes tópicos:

- Estudo do subleito;
- Estudo de empréstimos;
- Estudos de jazidas; e
- Estudos de areais.

Tabela 6 – Elementos de curvas e tangentes do projeto

Nº	DEFLEXÃO/ AZIMUTE	LC (m)	TT (m)	TL (m)	TC (m)	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT
C-1	-	-	6.487	-	-	55.000	50.983	053° 06' 38.61"	0+10,276	3+1,259
C-2	-	-	1.671	-	-	300.000	63.172	012° 03' 53.96"	197+12,334	200+15,506
L1	183° 26' 11.48"	-	-	-	-	-	426.061	-	202+10,506	223+16,567
C-3	-	-	0,318	-	-	300.000	27.594	005° 16' 12.25"	225+11,567	226+19,161
L2	195° 23' 27.96"	-	-	-	-	-	207.841	-	228+14,161	239+2,003
C-4	-	-	17.256	-	-	200.000	160.500	045° 58' 47.37"	241+12,003	249+12,502
L3	135° 05' 14.39"	-	-	-	-	-	525.789	-	252+2,502	278+8,292
S7??	176° 39' 27.89"	6.221.329	-	23.337	11.670	-	35.000	003° 20' 32.11"	278+8,292	280+3,292
C-5	-	-	6.103	-	-	300.000	120.016	022° 55' 16.78"	280+3,292	286+3,308
L4	164° 41' 35.40"	-	-	-	-	-	463.022	-	287+18,308	311+1,329



O trecho em estudo foi projetado conforme características geométricas definidas pelo DER/CE, que normalmente adota para suas vias, Rodovia Classe III conforme as Normas para Projeto Geométrico de Estradas de Rodagem do DER/CE, cujos valores desejáveis deverão ficar enquadrados nos seguintes limites:

Quadro 08 – Características Técnicas da via

Rodovia	Classe III
Tipo de Relevo	Ondulado
Velocidade Diretriz	60 km/h
Raio Mínimo de Curvatura Horizontal	125 m
Taxa Máxima de Superelevação	8,0 %
Rampa Máxima	6,0 %
"K" Mínimo para Curvas Convexas	18
"K" Mínimo para Curvas Côncavas	17
Distância Simples de Visibilidade de Parada	85 m
Distância de Visibilidade de Ultrapassagem	420 m
Valores Limites do Raio para Dispensar Transição	440 m



➤ Em Perfil

- Segmento Ondulado (estaca 00 a 311):

O greide do traçado teve como objetivo melhoria da drenagem e da transposição de talvegues, além de proporcionar conforto e segurança aos veículos. Apresenta os índices altimétricos mostrados a seguir:

- Rampa → 0,0 a 3,0 %	→ 2.823,72 m	= 78,42 %
- Rampa → 3,1 a 6,0 %	→ 777,05 m	= 21,58 %
Total	→ 3.600,77 m	= 100,0 %

- Rampa Máxima: 5,99%
- Extensão Contínua em Rampa Máxima: 4,51m
- Maior Comprimento de Parábola: 180m
- Menor Comprimento de Parábola: 80m

➤ Seção Transversal

Para o trecho objeto deste relatório a seção transversal consiste em via de pista simples, com 2 pistas e uma ciclovia com 2 sentidos implantada do lado esquerdo do eixo. Com isso a seção tipo da via fica da seguinte forma:

- Pista de Rolamento → 2 x 3,50m
- Acostamento / Faixa de Segurança → 2 x 0,50m
- Segregador Pista / Ciclovia → 1 x 0,30m
- Ciclovia (Lado Esquerdo do Eixo) → 2 x 1,50m
- Drenagem em aterro → 2 x 0,50 m

7.3. APRESENTAÇÃO

O traçado do trecho em planta e perfil é apresentado no Volume 2 - Projeto de Execução indicando o estaqueamento, as alturas, os elementos das curvas horizontais e verticais, as referências de níveis (RN), as amarrações e a localização das obras d'arte correntes e especiais, nas escalas: horizontal 1:2.000 e vertical 1:200.



8. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

8.1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Terraplenagem foi elaborado de acordo com as *Instruções de Serviço para Projeto de Terraplenagem (IS-12)* do Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER/CE.



8.2. CRITÉRIOS DE EXECUÇÃO

- Desmatamento, destocamento e limpeza → serão executados nos seguintes locais:
 - Faixa de domínio de todo o trecho;
- Arrasamento de aterro → por se tratar de um trecho de implantação total, não foi previsto arrasamento.
- Escavação, carga e transporte de material → para os seguintes locais:
 - Cortes para aterros (ver movimento de terra)
 - Empréstimos para aterro (ver movimento de terra)
- Indenização de Jazidas → foi previsto a nível de orçamento a indenização de todas as jazidas e empréstimos de materiais utilizados no projeto.
- Determinação da classificação dos materiais de terraplenagem → a determinação da classificação percentual dos volumes de corte de cada categoria, 1ª, 2ª ou 3ª, é feita empiricamente pela classificação tátil-visual dos horizontes de corte examinados durante a visita ao trecho, juntamente com os resultados das sondagens a pá e picareta realizadas pela equipe geotécnica.

Para todos os volumes geométricos dos aterros, foi considerado um fator de acréscimo de 25 %.

Após análise das seções transversais foram introduzidos alargamentos de corte com 5,0 m de largura a partir do bordo da pista projetada, no segmento ondulado, visando aumentar a disponibilidade de materiais para os aterros, reduzir a implantação de drenos profundos e sarjetas de corte e melhorar a visibilidade da rodovia.



- a) A espessura da camada compactada não deverá ultrapassar 20 cm;
- b) Não será permitido o uso de solo com ISC < 3 % e expansão > 2 %;
- c) A compactação deverá atingir no mínimo, 100 % da MEAS máxima obtida pelo ensaio DNER-ME-47/64 (Proctor Normal);
- d) A espessura mínima da camada compactada não deverá ser inferior a 10 cm.

Em aterro com mais de 0,20 m de altura, a camada final superior (última camada) deverá ser executada de acordo com as tolerâncias da DER-ES-P-01/2000 – Regularização do Subleito.

A compactação dos solos nas proximidades das obras de arte, drenagem ou áreas de difícil acesso, será feita com uso de equipamento adequado, como soquetes manuais e compactadores manuais vibratórios e pneumáticos, com espessura das camadas compatíveis com controle da MEAS e umidade.

Os controles geométricos e geotécnicos serão executados de acordo com as Especificações DER-ES-T-06/2000.

A utilização dos empréstimos está condicionada ao que prescreve as Especificações DER-ES-T-05/2000.

8.3. SEÇÕES TRANSVERSAIS TIPO E TALUDES

As seções transversais tipo de terraplenagem foram elaboradas em obediência à plataforma de pavimentação indicada para os aterros:

- Segmento com ciclovias – estaca 00 a 311:

- | | |
|---------------------------------|-----------------------|
| - Pistas de rolamento | → 2 x 3,50 m = 7,00 m |
| - Acostamentos | → 2 x 0,50 m = 1,00 m |
| - Segregador Ciclovía | → 1 x 0,30 m = 0,30 m |
| - Ciclovía - LE | → 2 x 1,50 m = 3,00 m |
| - Drenagem em aterro | → 2 x 1,05 m = 2,10 m |
| - Largura total (aterro) | → 13,40 m |

Com base nos estudos geológicos/geotécnicos e nas experiências em implantações executadas na região do Projeto, os taludes terão as seguintes inclinações:

- * **Aterro** → 3,0 (H) : 2,0 (V)
- * **Corte** → 2,0 (H) : 3,0 (V)



8.4. NOTAS DE SERVICO DE TERRAPLENAGEM

As notas de serviço de terraplenagem foram elaboradas, após aprovação das geometrias propostas, tomando como base o eixo projetado contendo todos os elementos necessários para a marcação e execução da terraplenagem.

8.5. QUADRO DE VOLUMES

O quadro dos volumes de terraplenagem foi elaborado, após aprovação das geometrias propostas, na gabaritação das seções de projeto lançado sobre o terreno, utilizando ferramentas de apoio computacional.

Os volumes de terraplenagem foram obtidos a partir do cálculo dos volumes de corte e aterros para o eixo projetado.

Os volumes de alargamento de corte e de aterro para implantação de interseções, rotatórias, 3ª faixas e ciclovias foram contemplados junto com os volumes escavados para o alargamento do trecho.

8.6. EMPRÉSTIMOS

Para cada empréstimo estudado foram apresentados os croquis de localização, com a área e a profundidade de exploração, o volume útil, o boletim das sondagens e os resultados dos ensaios tecnológicos executados. Estes elementos estão contidos no Volume 2B – Estudos Geotécnicos.

Para a exploração dos empréstimos serão obedecidos os critérios das Especificações do DER-ES-T-05/2000, pertinentes a esses serviços, quanto à localização, taludes, drenagens, etc., além do que prescreve a DER-ES-PA-01/2000, sobre a Proteção Ambiental.

8.7. DISTRIBUIÇÃO DOS MATERIAIS

A distribuição dos materiais é apresentada no item 5 do Volume 2, em quadros próprios com a origem e o destino dos materiais de terraplenagem e suas respectivas distâncias de transportes.



9. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

9.1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Pavimentação foi elaborado de acordo com as *Instruções de Serviço para Projeto de Pavimentação – Pavimentos Flexíveis (IS-14)* contidas no Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER/CE.

9.2. CARACTERIZAÇÃO DO PAVIMENTO

O trecho **Contorno de Novo Oriente** refere-se à implantação de um segmento viário. Com base nesta observação, o projeto é apresentado abordando os seguintes tópicos:

- Elementos básicos;
- Dimensionamento do pavimento;
- Concepção do projeto de pavimentação;
- Materiais utilizados nas camadas do pavimento;
- Memória de cálculo do dimensionamento do pavimento;
- Distância Média de Transporte (DMT).

9.3. ELEMENTOS BÁSICOS

➤ Estudos de Tráfego

Em função do estudo de tráfego elaborado, para o dimensionamento do pavimento, foram utilizados os seguintes elementos:

- Ano de abertura → 2.024
- Ano de projeto → 2.033
- Período de Projeto → 10 anos
- Número "N" (AASHTO) → $4,85 \times 10^5$ (critério deflectométrico)
- Número "N" (USACE) → $9,97 \times 10^5$ (critério da resistência)

➤ **Estudos Geotécnicos**



a) Subleito

Levando em consideração os resultados dos ensaios realizados em 14 pontos distintos da estrutura constituinte do subleito, foi procedida uma análise estatística e os resultados anotados estão indicados na Tabela 7.

Tabela 7 – Resumo da análise estatística dos estudos do subleito

COMPACTAÇÃO E ISC (AMOSTRA)		$\bar{x}$	σ	Xmáx	Xmin	Xproj
ASSHO NORMAL 12 GOLPES	M.E.A.S MÁX	1898,50	40,36	1940	1857	1885
	UMIDADE ÓTIMA	10,62	0,65	11,3	10,0	10,4
	EXP.	1,32	0,20	1,52	1,12	1,25
	I.S.C	7,45	4,26	11,82	3,08	5,98

b) Ocorrências

Foram estudadas 02 (duas) jazidas de solo para serem utilizadas nas camadas de pavimentação com energia Proctor Intermediário (26 golpes) para utilização como subbase e com energia Proctor Modificada (55 golpes) para utilização como base.

Quadro 09 – Jazida de Subbase

Jazida	Estaca	Distância ao Eixo (m)	Espessura Útil (m)	Área (m²)	Volume Útil (m³)	D. "in situ" (t/m³)	LL (%)	IP (%)	Exp. (%)	ISC (%)	Faixa
J-01	60 a 72	0,1 - LD	0,80	22.000	17.600	2,068	NL	NP	0,75	29	FF
J-02	260 a 270	0,1 - LD	0,60	20.000	12.000	2,009	NL	NP	0,66	14	FF

Quadro 10 – Jazida de base

Jazida	Estaca	Distância ao Eixo (m)	Espessura Útil (m)	Área (m²)	Volume Útil (m³)	D. "in situ" (t/m³)	IG	Exp. (%)	ISC (%)
J-01	60 a 72	0,1 - LD	0,70	22.000	15.400	2,160	0	0,25	55

Como o ISC da jazida de J-01 de base não apresentou valor mínimo de 80%, foi realizada uma mistura para correção e melhoria desse material, sendo:

- 30% do Areal 01 + 70% da Jazida 01

O resultado, mostrou-se bastante satisfatório.

Quadro 11 – Mistura 30% A01 + 70% J01

Jazida	D. "in situ" (t/m³)	IG	Exp. (%)	ISC (%)
J-01+A01	2,00	0	0,11	94,82

Para a subbase, apesar da Jazida J01 apresentou capacidade suporte superior a 20%, não tinha volume útil suficiente para suprir toda a necessidade da obra, dessa forma foi realizada uma mistura do material da Jazida 02 com o material do Areal 01, na proporção de 70%J02 + 30%A01. Com isso o material resultante apresenta ISC > 20%.

9.4. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Para o dimensionamento das camadas do pavimento foi utilizado o Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis adaptado pelo Eng. Murilo Lopes de Souza e adotado pelo DNIT, com a adoção do período de projeto de 10 anos e ano de abertura da via em 2.025.

Foi utilizado para dimensionamento do pavimento, por questões de segurança, foi considerado o valor de "N" proveniente da USACE (critério da resistência).

9.5. CONCEPÇÃO DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Em função dos resultados obtidos nos ensaios no subleito e nas características dos materiais constituintes das camadas de base e subbase, é possível indicar:

- Determinação do Revestimento:

- Revestimento → para o número "N" (USACE) = $9,97 \times 10^5$, ou seja, $N < 10^6$, conforme tabela 8, foi projetado um Tratamento Superficial Duplo – TSD para todo o segmento em questão.

Tabela 8 – Espessuras e tipos de revestimentos em função de "N"

N	Espessura mínima de revestimento betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimento betuminoso com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: Manual de Pavimentação do DNIT (2006)

- Determinação da Base:

- Base → Foi considerado um ISC superior a 80 %;

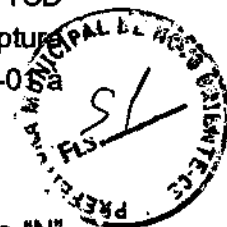
- Determinação da Sub-base:

- Subbase → Foi considerado um ISC superior a 20 %;

9.6. MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS NAS CAMADAS DO PAVIMENTO

- A subbase será lançada a partir do material da Jazida 01 e complementada com o material resultante da mistura de 70% da Jazida 02 com 30% do Areal 01;
- A base será lançada a partir do material proveniente da mistura de 70% da Jazida 01 com 30% do Areal 01;

- O revestimento da pista, acostamentos e ciclovia será executado com TSD confeccionado através da aplicação de 03 banhos de Emulsão Asfáltica de Ruptura Rápida tipo RR-2C, com taxa total de 2,5 L/m², e brita extraída da pedreira P-05a taxa de 35,00 kg/m²;



Conforme especificação do DER-ES-P 11/00 do DER/CE, como o Número "N" (USACE) = $9,97 \times 10^5$ é $< 10^6$, a classe granulométrica projetada para o TSD será Classe IV - III, ou seja, IV para 1ª camada e III para a 2ª camada. A Tabela 9 apresenta a configuração do diâmetro dos agregados utilizados.

Tabela 9 – Diâmetros dos agregados por classe

CLASSE	D (mm)	d (mm)
Classe III	10 (3/8")	6,3 (1/4")
Classe IV	19 (3/4")	10 (3/8")

9.7. MEMÓRIA DE CÁLCULO DO DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Para o dimensionamento do pavimento, o trecho foi dividido em segmentos homogêneos de acordo com a classificação HRB do material componente do subleito, conforme indicado na Tabela 10.

Tabela 10 – Divisão do trecho em segmentos homogêneos

SEGMENTO Nº	ESTACA INICIO	ESTACA FINAL	EXTENSÃO (m)	SUBLEITO	
				ISC (%)	EXPANSÃO
1	0	43	860	12	1,32
2	43	68	500	4	1,19
3	68	93	500	7	1,14
4	93	118	500	6	1,40
5	118	169	1.020	5	1,18
6	169	193	480	4	1,01
7	193	218	500	7	1,62
8	218	243	500	6	1,55
9	243	268	500	4	1,44
10	268	292	480	7	1,21
11	292	304	240	5	1,42
TOTAL (m):			6.080	ISC > 2%	EXP <= 2%



– Critério da Resistência:

$$R \times K_r + B \times K_b + SB \times K_{sb} \geq H_{total}$$

$$R \times K_r + B \times K_b \geq H_{20}$$

- R → espessura do revestimento (cm);
- K_r → coeficiente estrutural do revestimento (adimensional);
- B → espessura da base (cm);
- K_b → coeficiente estrutural da base (adimensional);
- SB → espessura da sub-base (cm);
- K_{sb} → coeficiente estrutural da sub-base (adimensional);
- H_{total} → espessura total do pavimento (cm);
- H_{20} → espessura necessária acima da sub-base (cm).

- Para $N = 9,97 \times 10^5$

Considerando o $N = 9,97 \times 10^5$, as camadas calculadas e adotadas para o pavimento são as que estão indicadas na Tabela 11.

Tabela 11 – Cálculo das camadas do pavimento

Nº	SISTEMAS		Revestimento :		780 com K =	1,2	e =	25 cm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
			Base :		Granular com K =	1,0	IS Carb =	20,0 %																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
			Sub-base :		Granular com K =	1,0	IS Obra =	80,0 %																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
			Pavimento :		Granular com K =	1,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
SEGMENTO HOMOGÊNEO															SUBLEITO		EMPRESTIMO		BASE					SUB-GRDE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Nº	ESTACA	ESTACA	EXTENSÃO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

Tipo de Revestimento:

Considerando "N", o tipo de revestimento a ser utilizado será Tratamento Superficial Duplo. Com isso, a estrutura do pavimento ficou com a configuração mostrada na Figura 14.



TSD com 2,5cm de espessura	REVESTIMENTO
Base em solo, com espessura de 25cm e CBR $\geq$ 80%	BASE
Subbase em solo, com espessura de 25cm e CBR $\geq$ 20%	SUB-BASE

Figura 14 – Estrutura dimensionada para o pavimento

9.8. DISTÂNCIAS MÉDIAS DE TRANSPORTE

1 – Material betuminoso de Fortaleza para o trecho (CM-30 e RR-2C para TSD):

- Distância de Fortaleza até metade do trecho $\rightarrow$ = 400,00 km
- DMT considerado = **400,00 km**

2 – Materiais nobres de Crateús para o trecho (Madeira, ferro e tubos):

- Distância de Crateús até metade do trecho $\rightarrow$ 40,0 km
- DMT considerado = **40,00 km**

3 – Materiais nobres de Sobral para o trecho (Cimento):

- Distância de Sobral até metade do trecho $\rightarrow$ 210,0 km
- DMT considerado = **210,00 km**

4 – Brita para TSD:

- Distância da pedreira P-01 $\rightarrow$ 40 km da metade do trecho
- DMT_{P-01} = **40,0 km**

5 – Brita e pedra para drenagem e obras d'arte:

- Distância da pedreira P-01 $\rightarrow$ 40 km da metade do trecho



– DMT_{P-01} = **40,0 km**

6 – Areia de rio (grossa) para drenagem e obras d'arte:

– Distância do areal A-01 → **3,12 km**

– DMT_{A-01} = **3,12 km**

7 – Solo para subbase:

– Distância jazida J-01 Subbase (estaca 66) → margens da via

– Distância para a Estaca 0 → **1,32km**

– Distância para a Estaca 156 → **1,80km**

– DMT_{J-01sb} = $(1,32 + 1,80) / 2 = \mathbf{1,56 \text{ km}}$

8 – Solo para subbase:

– Distância jazida J-02 Subbase (estaca 265) → margens da via

– Distância para a Estaca 156 → **2,18km**

– Distância para a Estaca 311 → **0,94km**

– DMT_{J-02sb} = $(2,18 + 0,94) / 2 = \mathbf{1,56 \text{ km}}$

9 – Solo para subbase:

– Distância jazida A-01 Subbase (estaca 272) → margens da via

– Distância para a Estaca 156 → **2,32km**

– Distância para a Estaca 311 → **0,80km**

– DMT_{A-01sb} = $(2,32+0,80) / 2 = \mathbf{1,56 \text{ km}}$

10 – Solo para base:

– Distância jazida J-01 Base (estaca 66) → margens da via

- Distância para a Estaca 0 → 1,32km
- Distância para a Estaca 311 → 4,92km
- $DMT_{J-01base} = (1,32 + 4,92) / 2 = 3,12 \text{ km}$



11 – Solo para base:

- Distância jazida A-01 (estaca 272) → margens da via
- Distância para a Estaca 0 → 5,44km
- Distância para a Estaca 311 → 0,80km
- $DMT_{A-01base} = (5,44+0,80) / 2 = 3,12 \text{ km}$



10. PROJETO DE DRENAGEM

10.1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Drenagem foi desenvolvido conforme as *Instruções de Serviço para Projeto de Drenagem (IS-13)* contidas no Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER/CE.

10.2. METODOLOGIA

Os elementos de drenagem superficial e bueiros, foram dimensionados com capacidade de atender às vazões do projeto, obtidas dos estudos hidrológicos.

10.2.1. Banquetas de Aterro

A capacidade teórica de vazão das banquetas de aterro foi determinada pela fórmula de Manning modificado por IZZARD, ou seja:

$$Q = 0,375 (Z / n) i^{1/2} \cdot y^{8/3}$$

Onde:

Q = a vazão em m³/s;

Z = é o inverso da declividade transversal (m/m);

n = coeficiente de rugosidade (adimensional).

i = declividade longitudinal (m/m);

y = profundidade da lâmina d'água (m).

A descarga teórica obtida da expressão anterior será corrigida pelo fator "F", obtido em função da declividade longitudinal, conforme indicado na Figura 15:



FATOR DE REDUÇÃO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DA SARJETA E BANQUETA

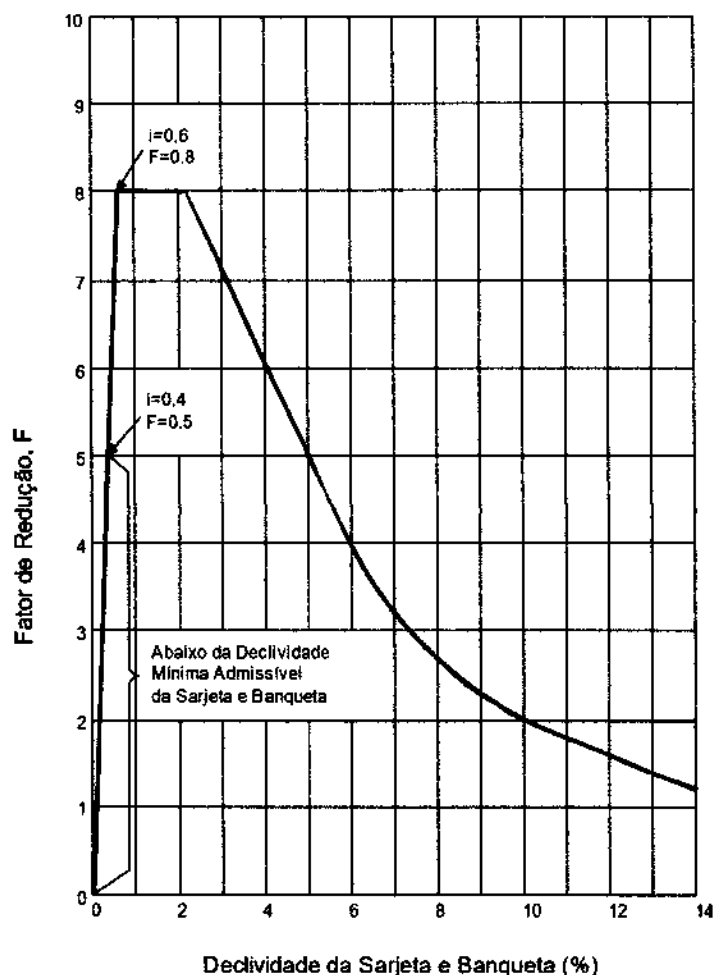


Figura 15 – Fatores de redução considerados

10.2.2. Descidas d'Água

A capacidade de vazão das descidas d'água foi determinada pelo teorema de Bernouilli, exposto abaixo em forma de expressão:

$$Z_1 + (V_1)^2 / 2g = Z_2 + (V_2)^2 / 2g$$

Onde:

Z_1 = energia potencial no ponto 01;



V_1 = velocidade no ponto 01;

Z_2 = energia potencial no ponto 02;

V_2 = velocidade no ponto 02;

g = aceleração da gravidade igual a $9,81 \text{ m/s}^2$.

10.2.3. Bueiros Projetados

Os bueiros e galerias foram dimensionados como canal considerando a Energia Específica do fluxo crítico igual à profundidade do canal (diâmetro ou altura).

As vazões máximas admissíveis serão calculadas para o fluxo crítico, onde temos:

$$E_c = H$$

$$E_c = (3 / 2) h_c$$

$$V_c = \sqrt{g \cdot h_c}$$

$$I_c = (n_2 V_2 / R_c)^{4/3}$$

$$Q_c = (1 / n) \cdot A_c \cdot R_c^{2/3} \cdot I_c^{1/2}$$

Onde:

E_c = energia específica do fluxo crítico;

H = profundidade do canal;

h_c = profundidade crítica;

V_c = velocidade crítica;

I_c = declividade crítica;

Q_c = vazão crítica (máxima);

R_c = raio hidráulico crítico;

O cálculo, além de ser feito funcionando como canal, considerou-se também o bueiro funcionando como orifício.

Nesta situação deve-se ter:

$H_w > 1,2 D$ ou $H_w > 1,2 H$

Onde:

H_w = nível d'água a montante;

D = diâmetro (bueiros tubulares);

H = altura (bueiros capeados).

A vazão é dada pela expressão abaixo:

$$Q = C \times A \sqrt{2g.h}$$

Onde:

Q = vazão do bueiro (m³/s);

C = coeficiente de vazão igual a 0,60 (adimensional).

A = área do bueiro (m²):

g = aceleração da gravidade igual a 9,81 m/s²;

h = carga hidráulica tomada a partir do eixo de seção do bueiro (m);

10.3. DIMENSIONAMENTO

10.3.1. Banquetas de Aterro (Meio-fio)

O projeto indicou a implantação de **9.752,20 m** de banquetas moldadas no local com 25 cm de altura padrão DER/CE, para os segmentos em aterro com altura superior a 1,5 m, desprovidos destes dispositivos e para contenção externa dos passeios.

As seções transversais destes dispositivos projetados para o trecho e para a ciclovia e passeios são apresentadas no Volume 2 – Projeto de Execução.

Para as seções indicadas, a vazão afluyente, a vazão admissível no final do segmento e a distância de captação para determinar a localização das saídas d'água,

considerando um tirante d'água junto a gola de 8 cm. Os Anexos I e II apresentam o dimensionamento das banquetas por inclinação longitudinal e por largura da pista.



10.3.2. Descidas d'Água

Foi indicada no projeto a implantação de **264,27 m** de descidas d'água em concreto armado, padrão DER/CE cuja seção trapezoidal é apresentada no Volume 2 – Projeto de Execução.

Para as descidas d'água projetadas foi prevista a execução de 111 saídas d'água.

A vazão admissível na descida d'água foi calculada considerando que a água atingirá o dispositivo com velocidade inferior a 4 m/s, na entrada da descida d'água, com a transformação de 0,20 m de energia potencial em energia cinética, ou seja:

$$0,20 + 0 = 0 + ((V_2)^2 / 2g)$$

$$V_2 = 2g \cdot 0,20 = 4,0 \text{ m/s}$$

Para $V = 4,0 \text{ m/s}$ e considerando o fluxo na entrada a seção plena, a vazão admissível será de:

$$Q = 1,98 \times (0,30 + 0,70) / 2 \times 0,30 = 600 \text{ l/s.}$$

A velocidade de escoamento no concreto pode atingir até 10 m/s. A altura máxima de aterro, sem a necessidade de previsão de um dispositivo de dissipação de energia, será, portanto de:

$$Z1 + 1,982 / 2 \times 9,81 = 0 + 102 / 2 \times 9,81$$

$$Z_1 = 5,0 \text{ m}$$

10.3.3. Bueiros Existentes e Projetados

Foram projetados para o trecho em questão 10 bueiros e identificada a necessidade de ampliação de mais 1. As notas de serviço com todas as intervenções projetadas são apresentadas no Volume 2.

O Anexo III apresenta o dimensionamento realizado para cada bueiro e também as bacias hidrográficas (áreas e extensão de talvegues) consideradas.

A Figura 16 apresenta as bacias de contribuição consideradas no dimensionamento dos bueiros.

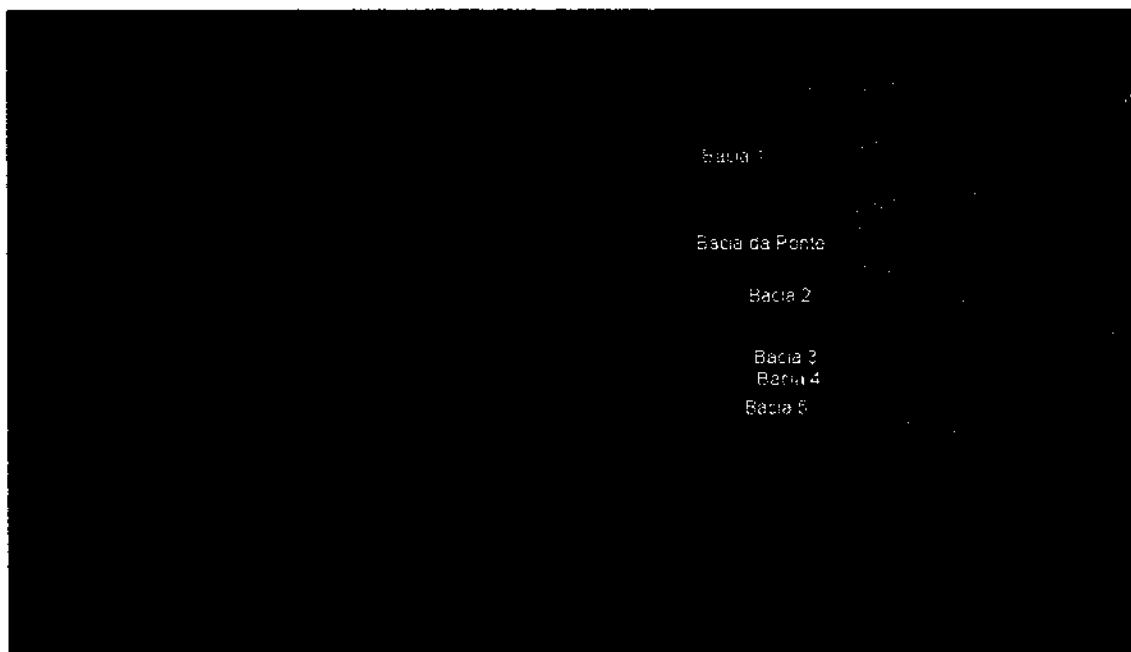


Figura 16 – Bacias de contribuição

As tabelas 12 a 14 apresentam os cálculos para dimensionamento dos bueiros.

Tabela 12 – Vazão afluyente dos bueiros – bacia maior que 10km²

VAZÃO AFLUENTE DOS BUEIROS PROJETADOS																
RODovia: CONTOURNO DE NOVO ORIENTE					TRECHO: km. 05-07 (Km 300) - km. 05-07 (Km 305)					EXTENSÃO: 6,25 km						
Método Racional - bacias com área maior que 10 km²																
Nº	BACIA	ESTACA	TIPO	SEÇÃO (m)	ÁREA (km²)	L (km)	H (m)	TC (min)	PRECIPITAÇÃO		PRECIP. EFETIVA - mm		CN	S	VAZÃO AFLUENTE	
									25 anos (mm)	50 anos (mm)	25 anos (mm/h)	50 anos (mm/h)			25 anos (m³/s)	50 anos (m³/s)
1	B1	40 + 0,00	BTCC	3,00 x 2,00	20,01	5,58	20,8	129,07	105,500	115,300	33,880	40,580	68,48	4,50	51,37	61,55