

GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE PERNAMBUCO -
DER/PE

RODOVIA : PE-060
TRECHO : ENTR. BR-101 (CABO) – ENTR. ACESSO A SUAPE
EXTENSÃO : 600,0 m

**PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DE
DOIS VIADUTOS NA RODOVIA PE- 060**

VOLUME 3
MEMÓRIA JUSTIFICATIVA



Maia Melo Engenharia Ltda.

RECIFE
NOVEMBRO/2006

Índice

Índice

1. Apresentação	04
2. Mapa de Situação	08
3. Justificativa dos Viadutos na PE-60	10
4. Estudos	
4.1 Estudos Hidrológicos	13
4.2 Estudos Topográficos	31
4.3 Estudos Geotécnicos	35
4.4 Estudos Ambientais	40
5. Projetos	
5.1 Projeto Geométrico	64
5.2 Projeto de Terraplenagem	71
5.3 Projeto de Pavimentação	76
5.4 Projeto de Drenagem e OAC	83
5.5 Projeto de Obras-de-arte Especiais	88
5.6 Projeto de Interseções, Retornos e Acessos	90
5.7 Projeto de Sinalização	91
5.8 Projeto de Obras Complementares	94
5.9 Projeto de Paisagismo	96
5.10 Projeto de Iluminação Pública	98
5.11 Projeto de Proteção Ambiental	104
5.12 Projeto de Desapropriação	116
5.13 Projeto de Remanejamento de Equipamentos de Serviços Públicos	118
Anexo: Memória de Cálculo dos Pontilhões (BDCC 4,0 x 3,0)	120

1. Apresentação

1.1 Considerações Gerais

A Maia Melo Engenharia Ltda., empresa de consultoria sediada à Rua General Joaquim Inácio nº 136, Ilha do Leite, Recife-PE, fone (81) 3423.3977, fax (81) 3423.8477, e-mail: maia.melo@maiamelo.com.br, inscrita no CNPJ sob o nº 08.156.424/0001-51, apresenta ao Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Pernambuco – DER/PE, o **Relatório Final** do Projeto Executivo de Engenharia de Dois Viadutos na Rodovia PE-060.

O instrumento contratual, que tem como objetivo a elaboração do referido projeto, tem as seguintes características:

Edital de Tomada de Preços	: 003/06
Contrato	: 028/06-PRCJ
Data da Proposta	: 16/03/2006
Data da Assinatura do Contrato	: 23/05/2006
Data da Ordem de Serviço nº08/06	: 29/05/2006
Processo	: 0242/06
Objeto	: Elaboração de Projeto Executivo de Engenharia de Dois Viadutos
Rodovia	: PE-060
Trecho	: Entr.BR-101 (Cabo) – Entr. Acesso a Suape
Extensão	: 600m

1.2 Volumes Componentes do Relatório

O Relatório Final é apresentado nos volumes discriminados a seguir:

- Volume 1 - Relatório do Projeto
- Volume 2 - Projeto de Execução (Tomos I e II)
- Volume 3 - Memória Justificativa
- Volume 3A - Estudos Geotécnicos
- Volume 3B - Notas de Serviço e Cálculo de Volumes
- Volume 3C - Projeto de Desapropriação
- Volume 3D - Memória de Cálculo das Obras de Arte Especiais
- Volume 4 - Orçamento

O conteúdo de cada volume é descrito a seguir:

Volume 1 - Relatório do Projeto

Este volume contém uma síntese dos serviços a executar, os documentos necessários para a licitação, informações para a elaboração do plano de execução da obra e as especificações pertinentes aos serviços a serem executados. Apresentado em tamanho A4.

Volume 2 - Projeto de Execução (Tomo I)

Este volume contém plantas, listagens de serviços, projetos-tipo, seções transversais e demais informações de interesse para a execução do projeto. Apresentado em tamanho A3.

Volume 2 - Projeto de Execução (Tomo II)

Este volume apresenta as plantas de forma e armação dos viadutos projetados, bem como dos muros de contenção dos acessos em terra armada. Apresentado em tamanho A3.

Volume 3 - Memória Justificativa

Este volume reúne todas as metodologias que possibilitaram a definição das soluções a serem adotadas para os diversos itens de serviços. Apresenta, também, todos os estudos realizados que, de alguma forma, orientaram as tomadas de decisões com relação às soluções adotadas. Apresentado em tamanho A4.

Volume 3A - Estudos Geotécnicos

Este volume reúne todas as informações de campo e de laboratório, inerentes ao subleito, empréstimos, jazidas de solos, areais e pedreiras utilizadas no projeto. Apresentado em tamanho A4.

Volume 3B - Notas de Serviço e Cálculo de Volumes

Este volume apresenta as notas de serviço e cálculo de volumes para as vias projetadas. Apresentado em tamanho A4.

Volume 3C - Projeto de Desapropriação

Este volume apresenta as desapropriações a serem efetuadas na área atingida pelo projeto, apresentadas em formulário próprio, para cada proprietário, onde constam as características do imóvel e sua avaliação. Apresentado em tamanho A4.

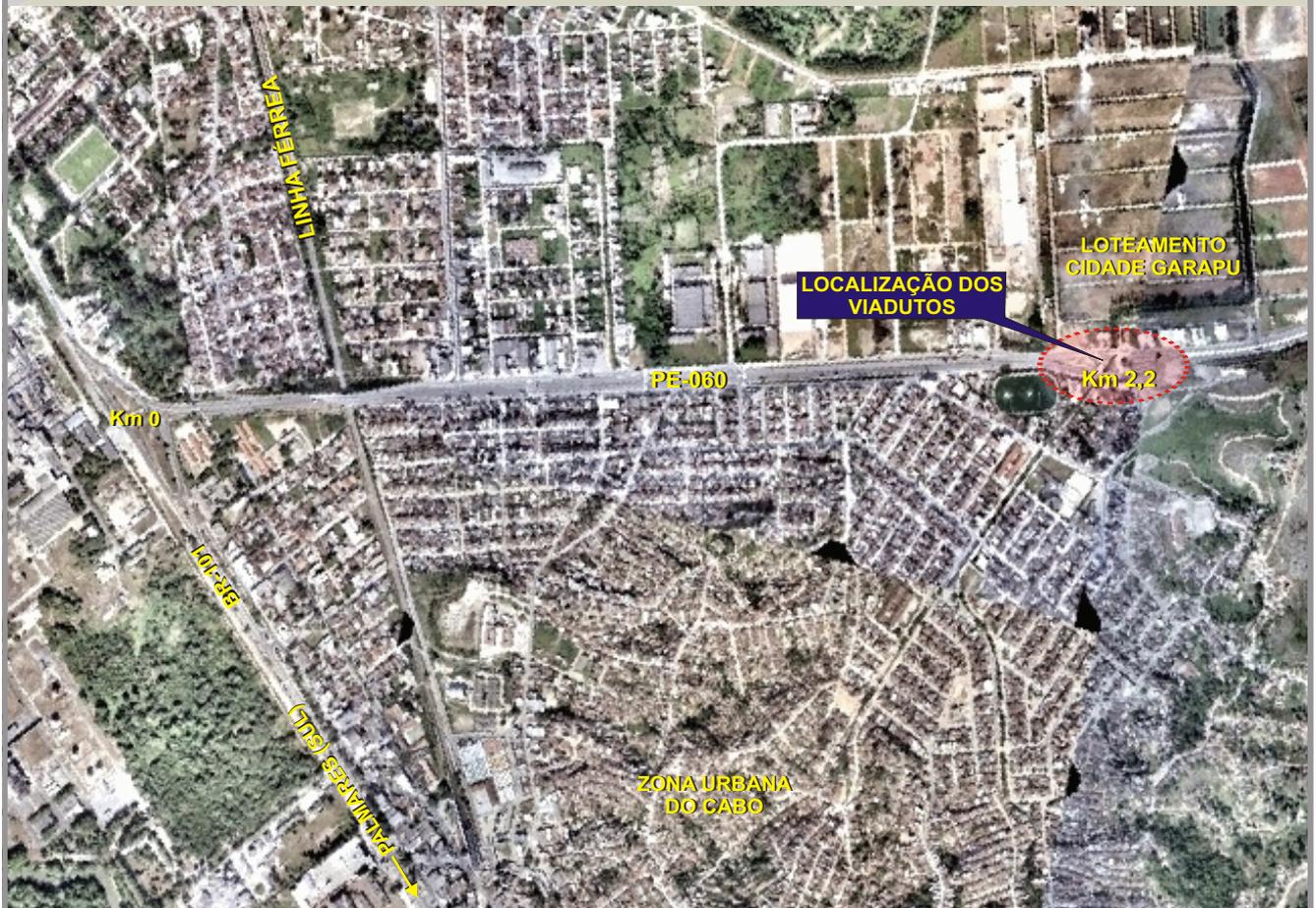
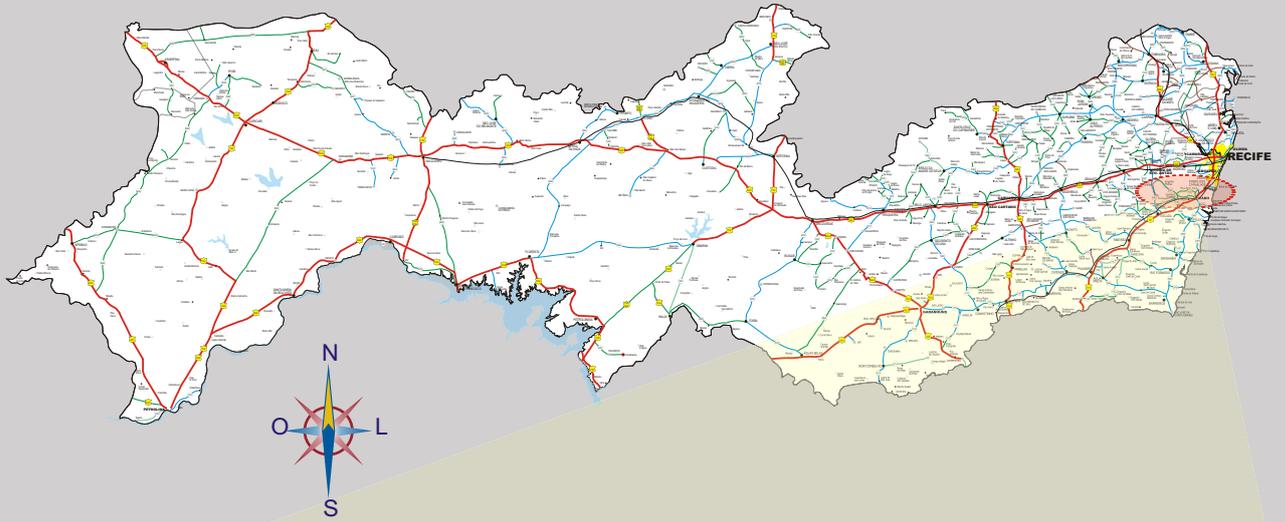
Volume 3D - Memória de Cálculo das Obras de Arte Especiais

Este volume apresenta todos os cálculos necessários à perfeita definição das estruturas dos viadutos projetados. É apresentado em tamanho A4.

Volume 4 - Orçamento

Este volume apresenta o resumo dos preços, o demonstrativo do orçamento e as composições de preços unitários, elaboradas com base na metodologia vigente no Departamento de Estradas de Rodagem de Pernambuco – DER/PE. Apresentado em tamanho A4.

2. Mapa de Situação



3. Justificativa dos Viadutos na PE-60

3.1 Considerações Iniciais

3.1.1 A Cidade do Cabo

A área urbana do Cabo apresenta grande adensamento de edificações, envolvendo comércio e residência, ao longo do segmento em questão, conforme se observa na foto abaixo.



No tocante à densidade de uso e ocupação do solo, a distribuição espacial da população urbana decorre, sobretudo, da oferta da infra-estrutura viária, da elasticidade do mercado de trabalho ou do número de mercado de empregos, assim como da política habitacional e, conseqüentemente, de políticas públicas.

Assim, nos últimos trinta anos, a população do Cabo dobrou e sua taxa de urbanização configurada como eminentemente urbana, com uma taxa acima de 80% e uma densidade demográfica equivalente a 342,6 hab/km².

3.1.2 Características Técnicas da PE-60

A Rodovia PE-60 foi duplicada no ano de 1996, no trecho compreendido entre o entroncamento com a BR-101 e o Acesso ao Complexo Portuário de Suape. No fim do trecho duplicado foi implantada uma interseção do tipo rótula alongada, não vazada, para permitir um melhor acesso ao Porto de Suape e incorporar o segmento duplicado ao de pista simples.

São duas pistas, uma para cada sentido de tráfego, separadas por um canteiro central de largura variável. Cada pista apresenta uma largura total de 10,5m, sendo 7,0m de pista de rolamento, 1,0m de acostamento interno (faixa de segurança) e 2,5m de acostamento externo.

3.1.3 A Necessidade dos Viadutos

Os dois viadutos paralelos projetados no km 2,2 da PE-60 terão a finalidade de permitir a transposição, em níveis diferentes, do tráfego principal da PE-60 com as vias marginais e de acessos à Cidade do Cabo.

O tráfego originado das pistas principais e das ruas perpendiculares à PE-60, procedentes da Cidade do Cabo, nos dois lados da rodovia, será direcionado para as vias marginais e daí para a rótula projetada sob os viadutos, que funcionará como retorno da PE-60 e como acesso ao centro do Cabo, à Vila da COHAB e ao Loteamento Cidade Garapu.

Espera-se, com esta alteração pontual na PE-60, priorizar o fluxo de veículos das pistas principais, eliminando os acessos laterais das marginais a estas pistas, o que possibilitará a redução ou a eliminação total dos semáforos existentes, bem como das lombadas eletrônicas para controle de velocidade existentes na travessia do Cabo.

4. Estudos

4.1 Estudos Hidrológicos

O Estudo Hidrológico objetivou obter informações dos elementos de natureza hidrológica no sentido de determinar as descargas das bacias hidrográficas interceptadas pela rodovia.

Apresenta-se, a seguir, a metodologia adotada e os resultados obtidos, calculados a partir dos dados coletados e dos elementos existentes de pluviometria e cartográficos da área do projeto.

4.1.1 Coleta e apresentação dos dados

Foram pesquisados dados da Rede hidrométrica Básica do Nordeste operada pela SUDENE (ADENE) – Agência de Desenvolvimento do Nordeste, que teve acumulado ao longo dos anos importante acervo de informações climatológicas essenciais ao Planejamento da Região Nordeste do Brasil.

a) Clima

De acordo com a classificação de “Koppen”, o clima na região é do tipo As’, tropical úmido com chuvas intensas no período outono/inverno. A precipitação média anual gira em torno de 2.160 mm, e a temperatura média anual é de 24°C, com valores extremos de 17°C a 30°C.

A umidade relativa do ar é muito elevada, com médias anuais em torno de 80%. No período de maio a julho os valores são mais elevados, podendo atingir até 87%. A época mais seca vai de novembro a janeiro, com médias que chegam até 74%.

b) Pluviometria

Para a determinação do regime de chuvas da região, foram dados pluviométricos diários do Posto do Cabo, para o período de observação de 1963 a 1984, cujas características principais estão apresentadas a seguir:

Posto	Nº 3869694 – Cabo/ PE
Município	Cabo
Tipo	Pluviométrico
Latitude	08°18'S
Longitude	35°02'W
Altitude	30m
Entidade instaladora	SUDENE

Os quadros QD-4.1.1 e QD-4.1.2 apresentam um resumo da série histórica das precipitações obtidas para este posto.

Com estes dados, foram elaborados histogramas contendo as precipitações médias mensais, além da média mensal do número de dias de chuva, apresentados a seguir, no QD-4.1.3.

Analisando-se estes histogramas, verifica-se que as precipitações não são uniformes durante o ano, apresentando maiores alturas no período de março a agosto e menores alturas no período de setembro a fevereiro, período este que julgamos mais adequado para a execução das estruturas de drenagem.

A média anual de precipitação e do número de dias de chuva, para este posto, é de 2.160mm e 191 dias, respectivamente.

c) Característica das Bacias Hidrográficas

As características das bacias hidrográficas atravessadas pelo segmento da PE-60 em estudo, tais como: área, declividade, cobertura vegetal, condições geológicas, foram determinadas através de trabalhos de campo e do uso da carta planialtimétrica discriminada a seguir:

- Carta topográfica do Cabo, com curvas de nível a cada 10 metro, na escala de 1:25.000, fornecida pela SUDENE.

O quadro QD-4.1.4 apresenta o desenho das bacias hidrográficas que puderam ser identificadas na carta do Cabo na escala 1:25.000.

d) **Tempos de Recorrência Adotados no Projeto**

Os tempos de recorrência adotados no projeto foram os seguintes:

Espécie	Período de recorrência (anos)
Drenagem Superficial	10
Bueiros Tubulares	25 (como canal)
Bueiros Celulares	50 (como canal)

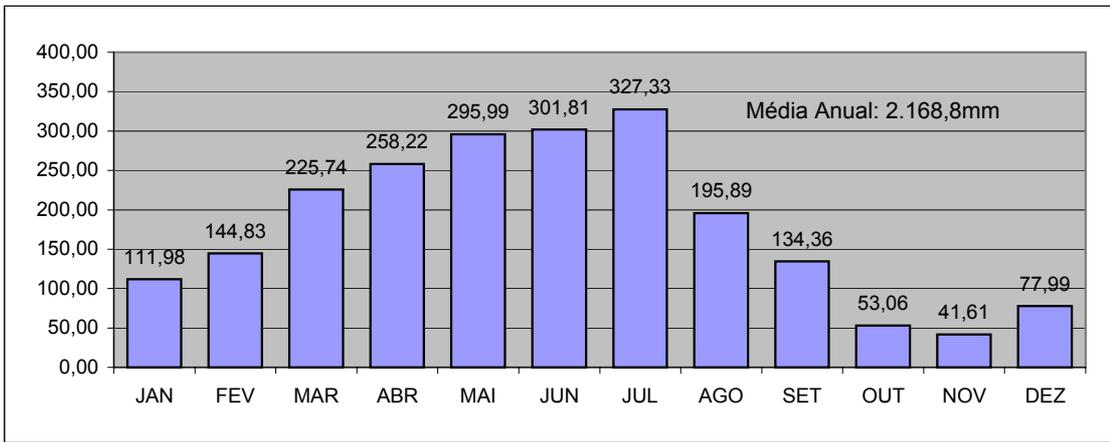
PLUVIOMETRIA - SÉRIE HISTÓRICA DAS PRECIPITAÇÕES

ENTIDADE: SUDENE									POSTO: CABO/PE				
ANO	INFORMAÇÕES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1963	Precipitação Total	-	34,7	387,0	412,4	245,5	305,9	252,2	150,3	82,8	14,0	50,3	128,2
	Prec. Máxima Diária	-	21,3	72,8	139,4	48,8	101,8	56,0	32,8	11,0	6,0	25,0	42,0
	Dias de Chuva	-	2	23	25	25	22	26	24	14	3	6	5
1964	Precipitação Total	147,5	321,8	357,0	241,9	265,1	144,9	156,9	132,0	-	-	-	-
	Prec. Máxima Diária	50,0	58,8	52,3	75,2	52,1	58,4	35,4	20,8	-	-	-	-
	Dias de Chuva	10	17	10	10	18	8	11	14	-	-	-	-
1965	Precipitação Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30,8	62,9
	Prec. Máxima Diária	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,3	20,4
	Dias de Chuva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	6
1966	Precipitação Total	198,6	254,1	119,9	194,1	290,5	285,3	603,4	144,2	209,8	9,8	0,0	0,0
	Prec. Máxima Diária	98,4	55,5	44,7	44,6	116,9	126,5	88,0	39,4	125,0	3,5	0,0	0,0
	Dias de Chuva	11	12	11	14	6	11	29	16	14	4	0	0
1967	Precipitação Total	0,0	52,7	492,0	286,5	256,1	288,9	312,5	-	-	-	-	-
	Prec. Máxima Diária	0,0	16,5	92,0	92,0	86,0	75,5	70,0	-	-	-	-	-
	Dias de Chuva	0	6	15	6	10	19	19	-	-	-	-	-
1968	Precipitação Total	147,2	48,2	236,4	219,2	276,1	97,5	175,8	149,8	0,0	-	-	-
	Prec. Máxima Diária	95,3	17,5	46,5	81,0	50,2	25,8	42,2	25,0	0,0	-	-	-
	Dias de Chuva	8	6	16	10	18	7	11	9	0	-	-	-
1969	Precipitação Total	231,4	107,2	0,0	58,9	432,2	478,2	446,0	213,4	132,3	23,5	64,5	49,5
	Prec. Máxima Diária	75,8	70,8	0,0	40,0	70,3	104,2	100,0	35,0	40,5	13,5	19,5	15,6
	Dias de Chuva	11	6	0	2	21	21	21	14	10	2	6	5
1970	Precipitação Total	89,0	186,0	142,1	110,0	53,5	296,9	0,0	93,0	28,7	15,3	17,7	17,5
	Prec. Máxima Diária	33,5	75,6	40,6	25,0	13,3	185,5	0,0	45,7	10,3	5,5	5,2	10,2
	Dias de Chuva	7	7	11	8	5	11	0	4	4	3	6	3
1971	Precipitação Total	31,2	92,9	100,2	-	-	-	-	-	-	-	-	17,5
	Prec. Máxima Diária	11,3	25,5	15,7	-	-	-	-	-	-	-	-	6,4
	Dias de Chuva	5	10	15	-	-	-	-	-	-	-	-	7
1972	Precipitação Total	98,9	61,1	132,4	352,6	280,8	422,9	230,3	363,2	135,1	65,5	3,9	24,6
	Prec. Máxima Diária	45,0	16,7	46,8	107,4	54,6	113,0	70,4	81,0	46,8	17,2	1,5	13,9
	Dias de Chuva	13	14	18	22	20	24	19	22	15	8	5	12
1973	Precipitação Total	-	109,9	100,7	359,8	314,0	290,7	334,1	191,2	215,1	51,3	4,9	128,7
	Prec. Máxima Diária	-	47,5	13,4	65,6	52,2	52,6	104,6	102,0	33,6	32,0	2,0	58,0
	Dias de Chuva	-	8	13	23	22	26	23	21	23	6	4	17
1974	Precipitação Total	192,3	133,4	371,9	300,5	407,7	368,7	252,7	131,6	191,0	3,1	26,4	76,7
	Prec. Máxima Diária	52,6	24,8	95,0	63,0	105,0	81,4	39,4	34,2	45,2	2,2	13,4	19,5
	Dias de Chuva	14	13	21	21	21	28	29	22	25	4	7	17
1975	Precipitação Total	154,1	29,6	274,9	99,8	387,0	273,5	590,2	202,7	57,7	32,7	56,8	228,6
	Prec. Máxima Diária	11,8	14,2	108,2	23,4	103,4	80,2	152,8	23,4	6,2	10,4	18,2	29,2
	Dias de Chuva	26	13	17	7	28	21	31	29	22	10	11	24
1976	Precipitação Total	59,7	199,2	491,5	274,6	209,0	184,5	279,8	86,4	15,2	-	62,0	170,8
	Prec. Máxima Diária	10,2	60,2	64,8	96,2	22,0	19,2	28,2	18,4	4,0	-	22,0	30,4
	Dias de Chuva	20	16	20	18	28	30	27	18	8	-	13	13
1977	Precipitação Total	75,2	215,6	96,9	488,7	-	-	433,6	206,8	129,0	134,8	56,8	66,8
	Prec. Máxima Diária	15,0	21,6	22,0	75,6	-	-	78,8	35,6	20,8	22,4	9,0	41,4
	Dias de Chuva	18	23	22	22	-	-	28	23	20	24	15	8
1978	Precipitação Total	4,4	258,8	98,0	385,0	342,1	368,9	664,4	342,7	377,1	45,6	54,0	56,6
	Prec. Máxima Diária	2,0	78,0	29,0	184,6	75,2	62,0	180,4	75,0	85,5	6,2	18,8	11,0
	Dias de Chuva	4	17	15	19	24	24	28	27	24	13	13	13
1979	Precipitação Total	131,0	203,1	267,0	110,2	330,9	310,9	357,1	194,1	327,0	60,4	90,6	11,6
	Prec. Máxima Diária	50,0	81,0	90,0	45,8	25,0	43,2	84,8	43,2	50,8	20,0	16,8	4,2
	Dias de Chuva	13	23	24	14	28	27	23	23	18	12	11	4
1980	Precipitação Total	102,8	295,1	240,9	193,2	240,7	329,2	148,5	158,6	75,8	172,2	88,4	121,0
	Prec. Máxima Diária	38,6	60,0	51,4	60,2	46,8	102,6	16,2	33,8	18,6	33,0	19,0	19,6
	Dias de Chuva	20	23	25	15	26	21	26	20	16	19	13	19
1981	Precipitação Total	157,8	35,3	195,0	128,2	294,6	438,9	262,6	155,0	100,0	8,4	33,0	234,8
	Prec. Máxima Diária	30,6	10,6	38,6	35,8	45,2	110,0	49,0	25,0	13,0	2,2	4,0	36,6
	Dias de Chuva	25	12	16	13	23	28	26	28	21	7	18	27

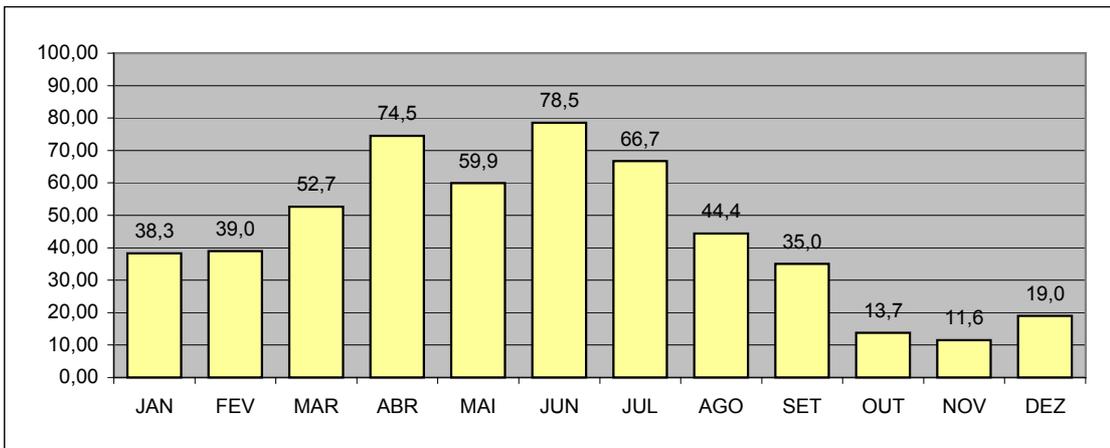
PLUVIOMETRIA - SÉRIE HISTÓRICA DAS PRECIPITAÇÕES

ENTIDADE: SUDENE									POSTO: CABO/PE				
ANO	INFORMAÇÕES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1982	Precipitação Total	175,2	112,8	59,4	263,8	322,7	503,4	253,6	203,3	216,4	32,3	51,8	33,0
	Prec. Máxima Diária	51,0	13,4	22,4	73,8	73,8	70,2	20,2	53,0	92,8	6,0	7,0	12,4
	Dias de Chuva	16	25	10	20	30	30	31	28	20	13	21	13
1983	Precipitação Total	66,8	258,9	434,9	74,7	234,2	158,2	215,5	203,9	20,2	101,5	22,4	47,9
	Prec. Máxima Diária	16,0	38,0	120,0	13,2	40,8	23,4	21,0	51,0	6,0	16,4	3,0	10,2
	Dias de Chuva	13	27	30	21	24	28	26	29	10	24	16	12
1984	Precipitação Total	64,5	31,0	142,4	610,2	441,2	187,0	577,4	399,7	105,3	78,6	34,7	5,1
	Prec. Máxima Diária	40,1	12,0	39,6	148,7	56,4	56,0	97,1	70,0	20,2	23,3	7,2	2,4
	Dias de Chuva	6	9	14	23	21	26	26	26	13	15	11	3

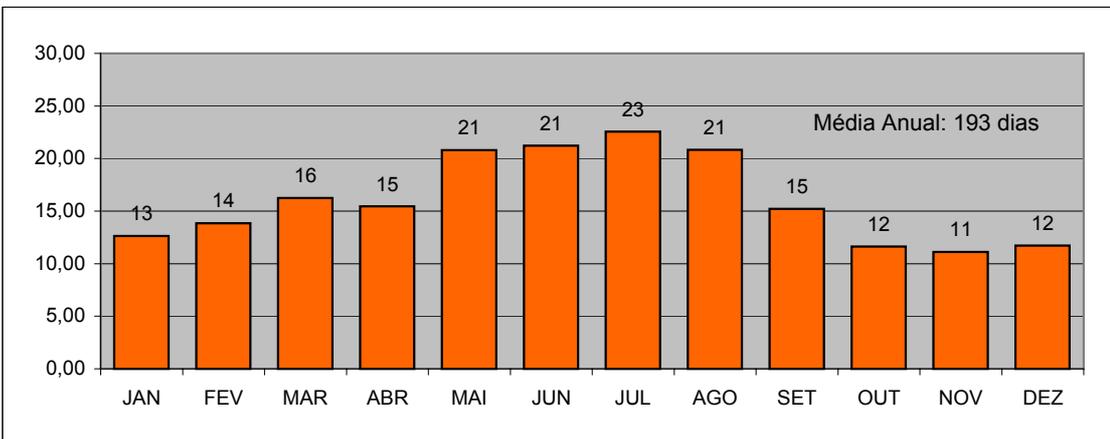
Médias	Precipitação Total	111,98	144,83	225,74	258,22	295,99	301,81	327,33	195,89	134,36	53,06	41,61	77,99
	Prec. Máxima Diária	38,27	39,02	52,66	74,53	59,89	78,50	66,73	44,44	35,02	13,74	11,55	18,97
	Dias de Chuva	12,63	13,86	16,24	15,45	20,79	21,21	22,55	20,84	15,22	11,63	11,11	11,72



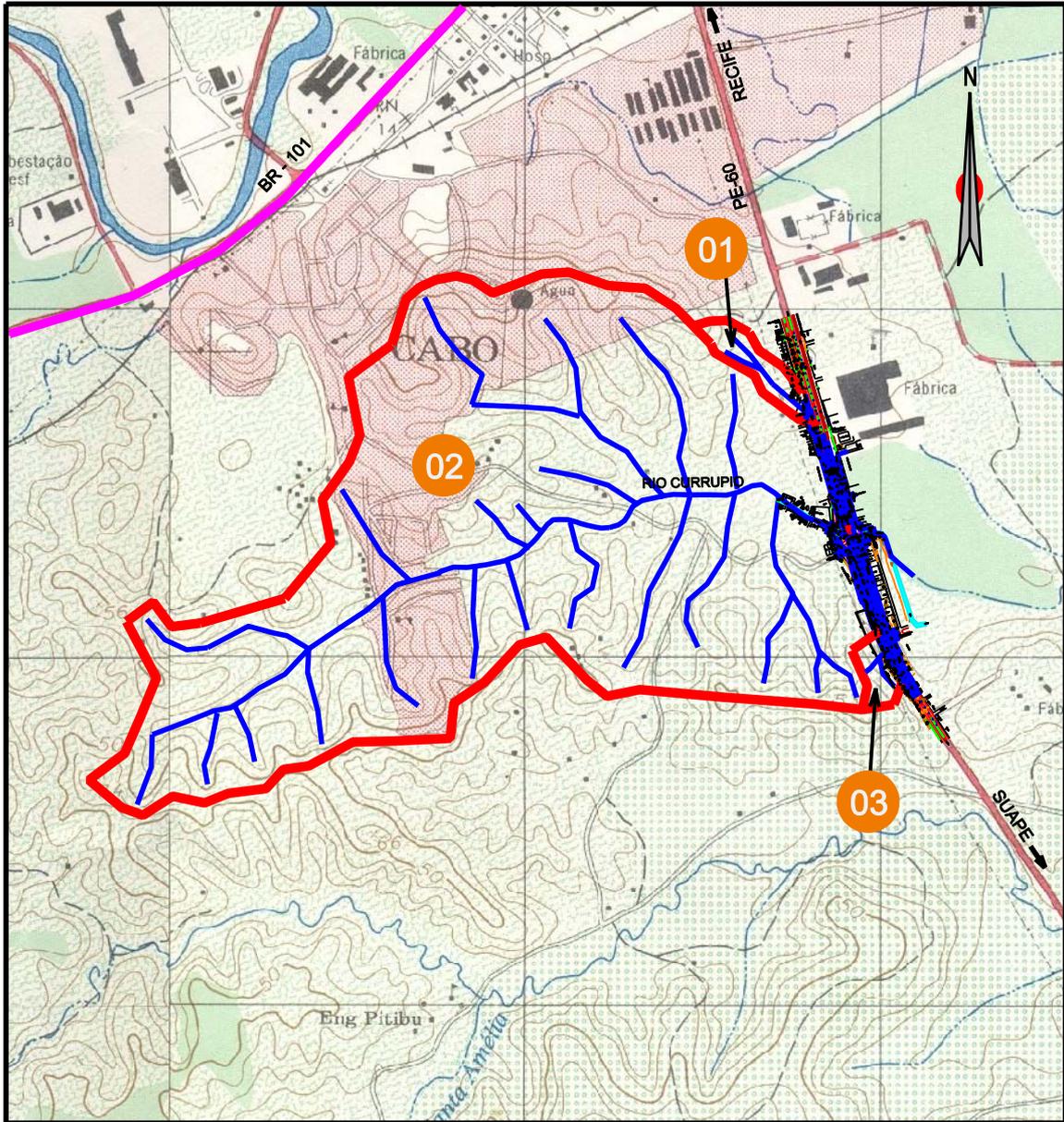
PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL



PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA



MÉDIA MENSAL DOS DIAS DE CHUVA



CARTA TOPOGRÁFICA DA SUDENE NA ESCALA DE 1/25.000

02	NUMERAÇÃO DAS BACIAS
	DIVISOR DAS BACIAS
	TALVEGUES



4.1.2 Determinação do Regime de Chuvas da Região

A metodologia adotada para a determinação do regime de chuvas da região foi a preconizada na publicação “Práticas Hidrológicas”, do Engº Jaime Taborga Torrico.

Os procedimentos realizados foram os seguintes:

- Utilização dos dados pluviométricos diários do posto do Cabo, no período de 1963 a 1984;
- Compilação dos dados das máximas chuvas diárias anuais para todo o período;
- Cálculo, pelo método estatístico de Gumbel, apoiado na fórmula geral de Ven Te Chow, da chuva de 1 dia, nos tempos de recorrência adotados no projeto;
- Conversão da chuva de 1 dia para chuva de 24 horas, multiplicando-se a primeira pelo fator 1,13;
- Cálculo das chuvas de 1 hora e de 6 minutos, utilizando-se as porcentagens indicadas no Mapa de Isozonas, considerando-se, para a região do projeto, a Isozona B;
- Com os valores obtidos, foram estabelecidas as retas de precipitação-duração-recorrência, para os tempos de recorrência adotados no projeto;
- As curvas de intensidade-duração-recorrência foram obtidas a partir das retas de precipitação-duração-recorrência.

Os quadros QD-4.1.5 a QD-4.1.7 apresentam todos os passos que possibilitaram a obtenção das retas de precipitação-duração-recorrência (QD-4.1.8) e das curvas de intensidade-duração-recorrência (QD-4.1.9).

4.1.3 Determinação das Descargas de Projeto

A metodologia utilizada para o cálculo das descargas das bacias hidrográficas ficou condicionada aos dados disponíveis obtidos da carta topográfica antes mencionada.

A referida carta apresenta um bom detalhamento e permitiu a identificação das bacias bem como a determinação das características fisiográficas com razoável precisão.

O tempo de Concentração foi calculado pela fórmula proposta pelo “Califórnia Culvert Practice do Califórnia Highway onde Public Works”, reproduzida a seguir:

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

Onde:

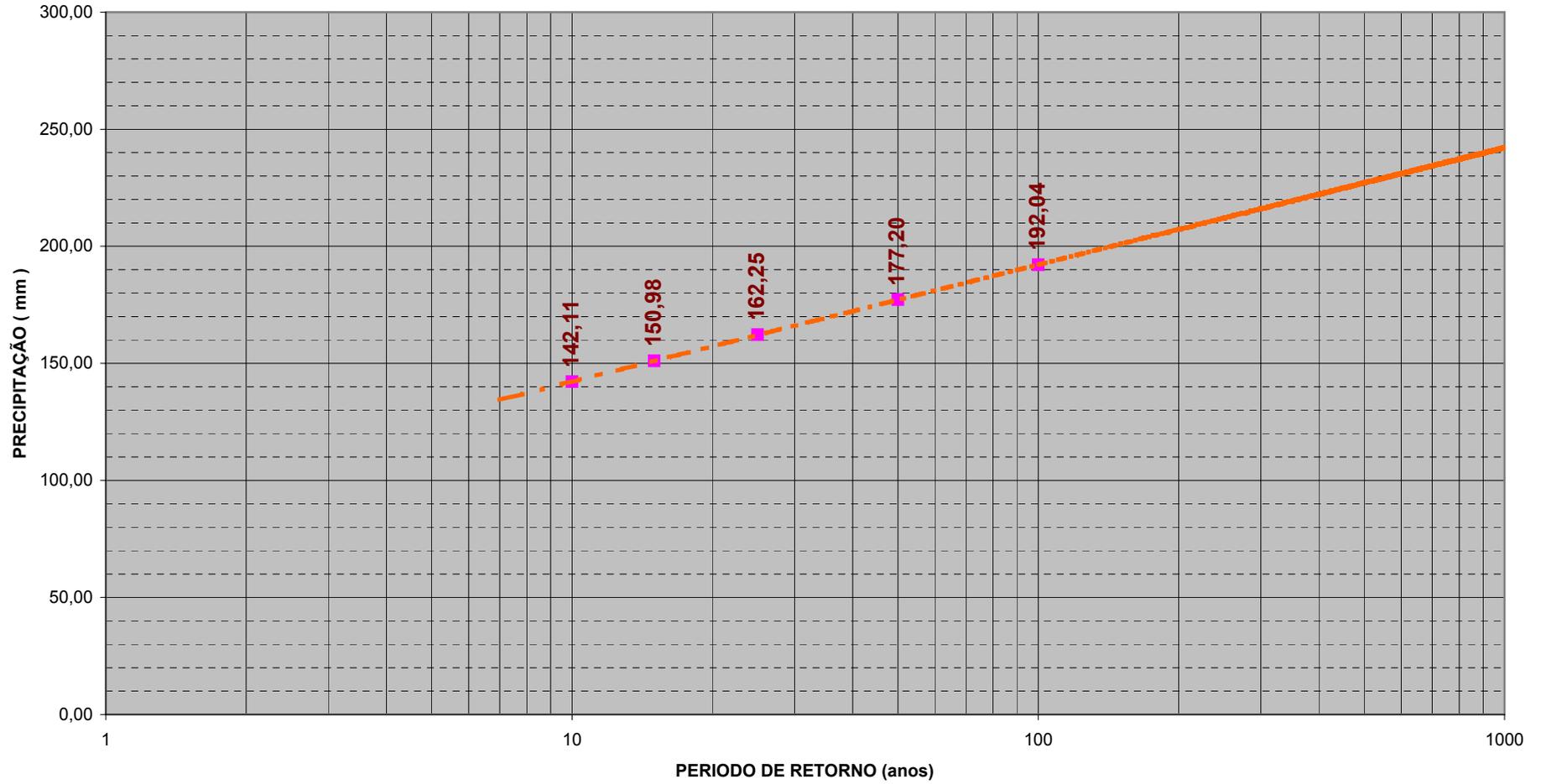
T_c = tempo de concentração, em h;

L = comprimento da linha de fundo, em Km;

H = diferença de nível entre o ponto mais afastado da bacia e a seção em estudo, em m.

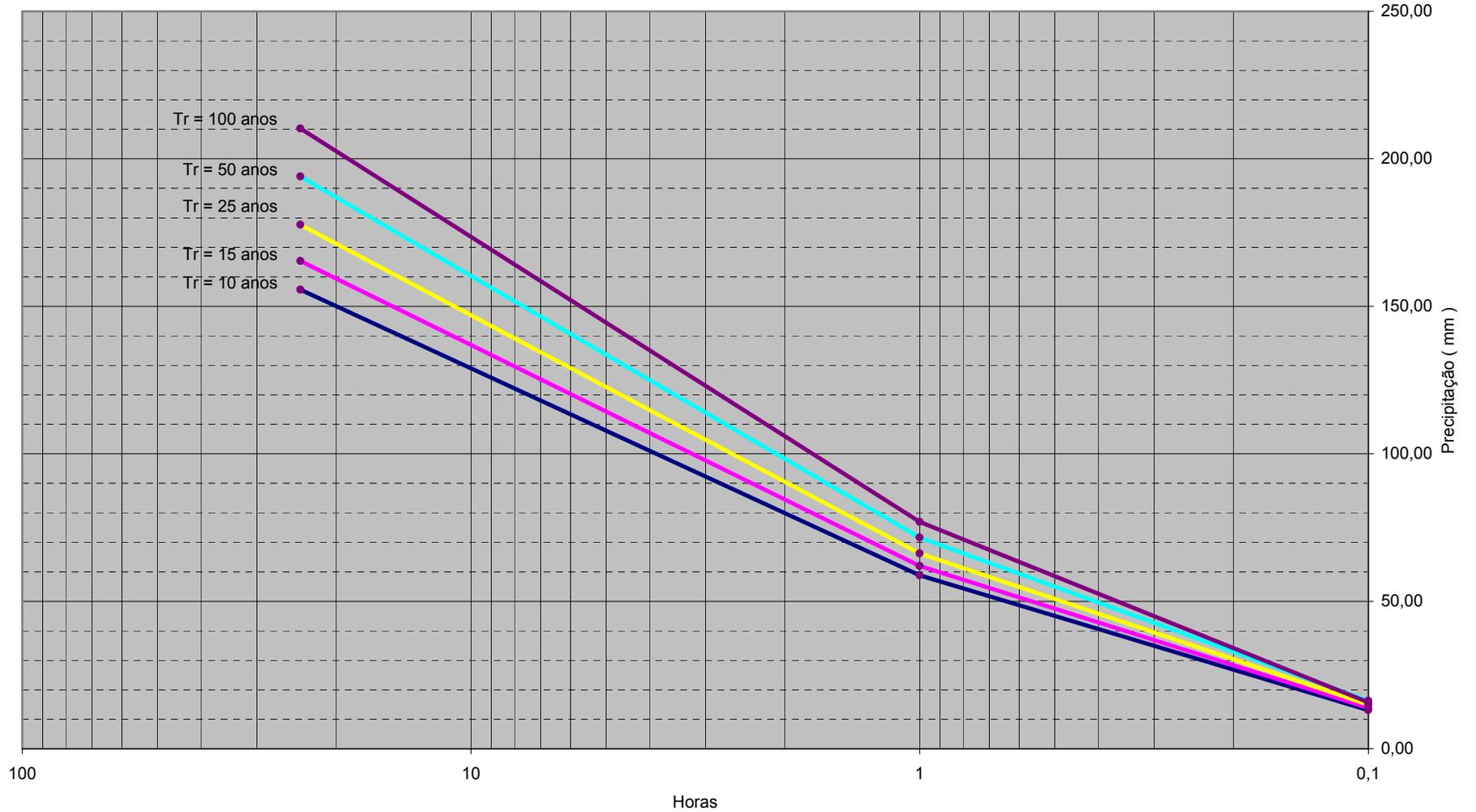


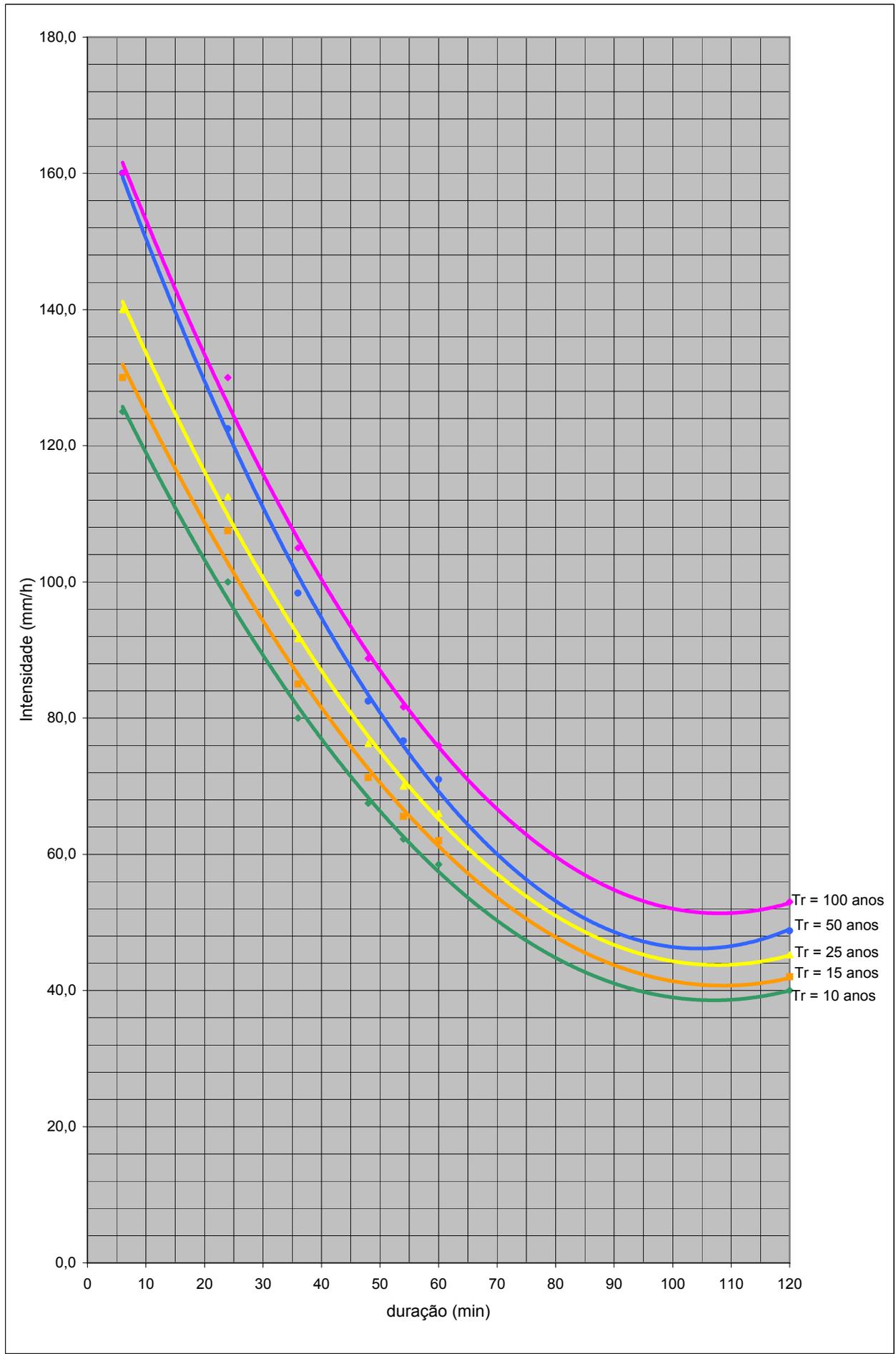
PROBABILIDADE EXTREMA POSTO DO CABO - PE





RELAÇÃO: TEMPO DE DURAÇÃO - ALTURA DE CHUVA - TEMPO DE RECORRÊNCIA MUNICÍPIO DO CABO - PE





4.1.3.1 Bacias com área inferior a 1,0 km² (100 ha)

Apenas duas bacias apresentaram as características acima. Para essas bacias, utilizou-se o **Método Racional**, através da seguinte expressão:

$$Q = (C I A) / 36$$

Onde:

- Q = vazão de contribuição, em m³/s;
- C = coeficiente de escoamento superficial;
- I = intensidade de chuva, em cm/h;
- A = área da bacia de contribuição, em ha;

Este método relaciona a descarga com a chuva que a provoca e baseia-se fundamentalmente no seguinte:

- Considera uma grandeza temporal, denominada tempo de concentração (T_c), característica de cada bacia, definido como o intervalo de tempo necessário para que todas as partes da bacia passem a contribuir para a seção de drenagem;
- Admite que a chuva cai uniformemente em toda a bacia com uma intensidade (I) constante, igual àquela que corresponde ao tempo de concentração na curva intensidade x duração, característica da bacia;
- Considera, em decorrência das diversas perdas, como: infiltração, evaporação, etc., que a água que chega à seção em forma de escoamento é uma parcela da que cai em forma de chuva, definindo-se, por isso, um coeficiente de escoamento (C), correspondente a essas perdas.

4.1.3.2 Bacias com área superior a 1,0 km²

A bacia hidrográfica drenada pelo canal que intercepta a rótula projetada sob a rodovia PE-60 possui área compreendida de 1,89 Km². Nesse caso, foi utilizado o **Método do Hidrograma Unitário Triangular**, na sua forma simplificada.

O Método do Hidrograma Unitário Triangular consiste, fundamentalmente, na obtenção do ponto culminante da curva de descarga da bacia, para um determinado período de recorrência, a partir da acumulação geométrica dos diversos hidrogramas elementares, correspondentes a alturas de chuva acumuladas em diversas durações.

Os hidrogramas elementares representam o escoamento superficial de cada fração de chuva efetiva em “D” horas de duração.

Em cada um desses hidrogramas, a ordenada máxima é dada pelas expressões:

$$Q_p = 0,208 \frac{RA}{T_p}$$

$$Q_u = 0,208 \frac{A}{T_p}$$

$$T_p = \frac{\Delta D}{2} + 0,60 T_c$$

Sendo:

$$T_r = 1,67 T_p$$

$$T_b = 2,67 T_p$$

$$\Delta D \leq 1/5 T_c$$

Q_p = descarga de pico, em m^3/s ;

Q_u = descarga unitária para chuva de 1mm, em $m^3/s.mm$;

A = área da bacia, em km^2 ;

R = chuva efetiva, em mm;

T_p = tempo de pico, em h;

D = duração da chuva, em h;

ΔD = duração da chuva unitária, em h;

T_c = tempo de concentração, em h;

T_r = tempo de recessão, em h;

T_b = tempo de base, em h.

No quadro QD- 4.1.10 estão apresentadas, esquematicamente, uma hidrógrafa unitária típica e a respectiva hidrógrafa triangular.

A substituição da hidrógrafa curvilínea, representativa de um escoamento, por uma triangular, para área de até $2.500 km^2$, é feita, na prática, sem maiores prejuízos da precisão e com apreciável economia de tempo para os cálculos.

A influência da distribuição da chuva na área foi considerada, utilizando-se a relação chuva na área/chuva pontual, dada pela fórmula empírica abaixo, segundo a publicação “Práticas Hidrológicas”, do Eng^o Jaime Tabora Torrico.

$$P/P_o = 1 - w \cdot \log A/A_o$$

Onde:

P = precipitação média sobre a bacia;

P_o = precipitação pontual no centro de gravidade da bacia;

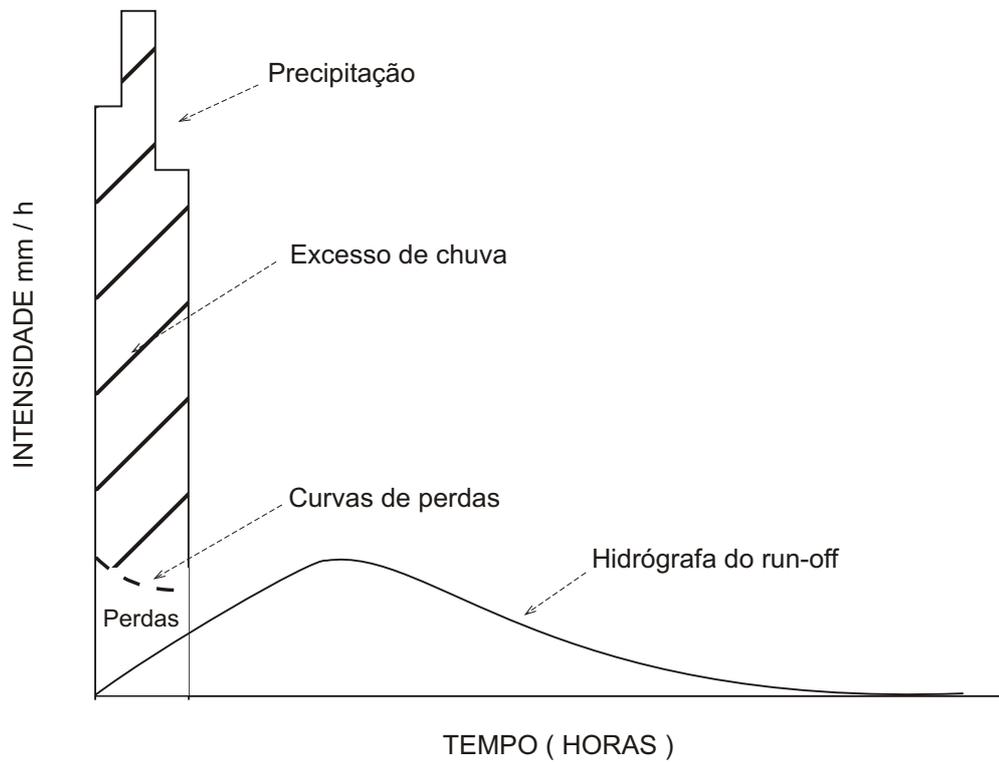
w = fator regional, função das relações chuva-área-tempo de duração (no Brasil: $w=0,10$)

A = área da bacia, em km^2 ;

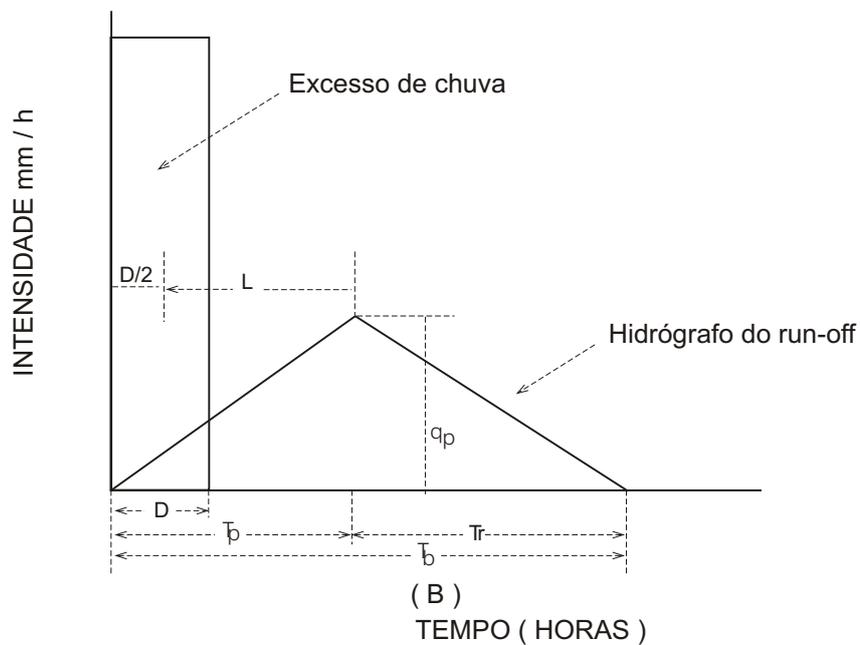
A_o = área base na qual $P=P_o$ ($A_o=25 km^2$);

A distribuição da chuva ao longo do tempo foi adotada de acordo com a utilizada pelo “Soil Conservation Service – USA”, onde estão indicadas graficamente as distribuições acumuladas segundo as relações altura de chuva/duração.

HIDRÓGRAFA UNITÁRIA TÍPICA



REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA



A chuva efetiva “R” foi calculada em função da precipitação total “P”, na duração da chuva, através da expressão utilizada pelo “Soil Conservation Service – Department of Agriculture – USA”. A expressão adotada foi a seguinte:

$$R = \frac{(P-5080/N+50,8)^2}{P+20.320/N-203,2}$$

Onde:

R = precipitação efetiva, em mm;

P = precipitação total, em mm;

N = número representativo da curva do complexo solo-vegetação.

Para o presente caso, a área da bacia 2 está compreendida entre 1,0 Km². e 25 Km² , sendo utilizado o método do hidrograma simplificado, fazendo-se Tc = Tp.

4.1.4 Verificação da Capacidade dos Bueiros Existentes

O Trecho em pauta possui 4 bueiros, dos quais dois são tubulares de concreto $\phi=0,80$ e 1,00m e dois são celulares do tipo BDCC 4,00 x 1,50, situados nos locais em que as pistas da PE-60 cruzam o canal currupeiro (retorno).

A verificação da capacidade de vazão dos bueiros existentes foi realizada utilizando-se a fórmula de Manning aliada à equação da continuidade, apresentadas a seguir, com as obras funcionando como canal e com folga.

$$Q = (1/n) A R^{2/3} S^{1/2} \quad \text{e} \quad Q = AV$$

onde:

Q = vazão máxima permitida em m³/s.;

A = área molhada da seção em m²;

S = declividade do tubo em m/m;

n = coeficiente de rugosidade do revestimento utilizado;

V = velocidade de escoamento da água no interior do dispositivo.

Os resultados obtidos para as descargas de projeto estão apresentados a seguir, nos quadros QD-4.1.11 e QD-4.1.12.

4.2 Estudos Topográficos

4.2.1 Objetivo

Os Estudos Topográficos tiveram o objetivo de estabelecer um modelo digital do terreno, que permita a definição da geometria atual da rodovia PE-60 e forneça os elementos topográficos necessários à elaboração dos estudos e projetos dos dois viadutos e do sistema viário do entorno, com precisão compatível para um projeto executivo.

4.2.2 Execução dos Estudos

Os levantamentos de campo foram realizados pelo processo convencional de topografia, através da utilização dos seguintes equipamentos: Estação Total TC 407 (Leica), Nível Automático Sprinter 100m (Leica) e GPS Geodésico L1/L2 DL4 PLUS (Novatel), e compreenderam, basicamente, as seguintes atividades:

- a) Locação do eixo de projeto;
- b) Nivelamento e contranivelamento do eixo;
- c) Levantamento de seções transversais;
- d) Levantamento cadastral da área atingida pelo projeto, inclusive das benfeitorias e dos equipamentos de serviços públicos;
- e) Levantamento das obras-de-arte correntes;
- f) Levantamento das interseções, retornos e acessos.

A seguir são apresentados os serviços desenvolvidos em cada uma das atividades citadas.

a) **Locação do eixo topográfico**

A implantação do eixo de projeto teve como ponto de partida o transporte de coordenadas com GPS da Estação RECF, integrante da rede oficial do IBGE, cujas características principais estão descritas nas tabelas a seguir:

1 - Identificação da Estação GPS	
Nome da Estação	Recife
Identificação da Estação	RECF
Inscrição no Monumento	Chapa de metal cravada na face sul, inscrição SAT 93110
Código Internacional	93110
Informações Adicionais	Esta estação pertence à Rede de Referência SIRGAS e à Rede de Densificação do IGS

2 - Informações sobre a localização	
Cidade	Recife
Estado	Pernambuco
Informações Adicionais	A estação consiste de um pilar de concreto dotado de dispositivo de centragem forçada, localizado no telhado do prédio da biblioteca, no Campus da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

3 – Coordenadas Oficiais (SAD – 69)	
Latitude	8° 03' 01,9813" S
Longitude	34° 57' 04,3018" W
Alt. Eliptica	48,74 m
Alt. Ortogonal	26,12 m
UTM (N)	9.109.597,729 m
UTM (E)	284.965,491 m

Fonte: GPS/ MAPGEO2004

O eixo de projeto foi locado no bordo do acostamento interno (faixa de segurança) da pista esquerda da PE-60 (sentido Recife – Suape). O início do levantamento (estaca 0) está situado 600m antes do local dos viadutos e o final (estaca 60), 600m após os viadutos, totalizando uma extensão de 1.200,0m.

O eixo de projeto foi locado, estaqueado e piqueteado de modo contínuo, com estacas e piquetes de madeira de lei ou em tinta de demarcação rodoviária, marcados de 20 em 20m nos trechos em tangente e de 10 em 10m nos trechos em curva.

Todos os pontos notáveis das curvas, tais como: PC, PT, TS e ST foram amarrados com marcos de madeira de lei, em áreas secas, dispostos em forma de V ou X e suficientemente afastados do eixo locado para não serem danificados durante a fase de construção.

b) **Nivelamento e Contranivelamento do Eixo**

Após a locação e amarração do eixo de projeto, realizou-se o nivelamento e o contranivelamento geométrico de todas as estacas da linha de eixo implantada.

Para o nivelamento e o contranivelamento do eixo locado, utilizou-se uma rede de RN's constituída por três marcos de concreto previamente implantados ao longo da faixa de domínio da rodovia, com espaçamento médio de 600m, como pode ser observado na tabela a seguir:

Rede de RN	Estaca	Localização	Cota
RN-0	00+14,0	Lado esquerdo do eixo, a 25m, na 1ª sapata do poste nº57/150 C260023	11,559
RN-1	30+03,0	Lado direito do eixo, a 36m, na testa do bueiro celular.	9,599
RN-2	59+13,0	Lado esquerdo, a 17,2m, no pé do marco da Copergas.	22,239

c) Levantamento das Seções Transversais

Foram levantadas seções transversais em todas as estacas do eixo locado, de modo a ficar caracterizado o terreno natural e a plataforma da rodovia existente (eixo, bordos, cristas de cortes e aterros, pé-de-cortes e aterros), com largura suficiente para permitir o desenvolvimento de todos os estudos e projetos.

d) Levantamento Cadastral

O levantamento cadastral da faixa de domínio, aproximadamente 40m para cada lado do eixo de locação, teve a finalidade de identificar e delimitar as propriedades e benfeitorias atingidas, o sistema de drenagem existente e as interferências com os equipamentos e serviços de utilidade pública, tais como: linha de transmissão de energia elétrica, rede telefônica, rede de distribuição de água, de gás, etc.

e) Levantamento das Obras-de-arte Correntes

Todas as obras de arte correntes existentes ao longo da área de influência do projeto foram devidamente levantadas através do lançamento de seções transversais acompanhando o eixo de cada obra. As obras foram niveladas e fornecidas as esconsidades. Informações complementares tais como: tipo, dimensões e estado de conservação, também foram anotadas.

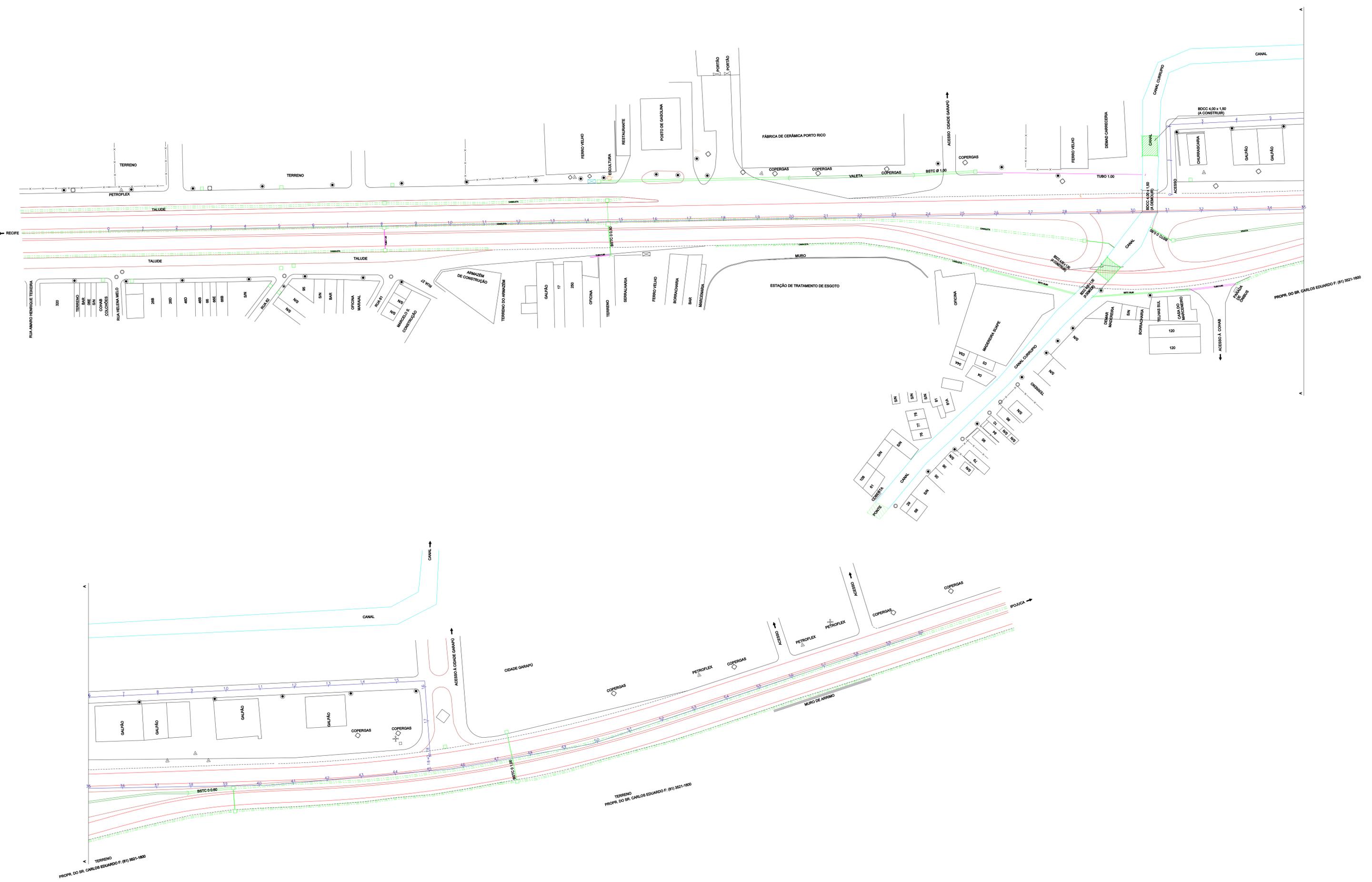
Existe um canal denominado "canal currupio" que cruza transversalmente a PE-60 na estaca 30+10,0 do eixo de locação, exatamente no local em que será construída a rótula sob os viadutos projetados. Este canal teve seu eixo locado 150m a montante e 150m a jusante do cruzamento com a rodovia, e nivelado, bem como suas diversas seções transversais determinadas.

f) Levantamento das Interseções, Retornos e Acessos

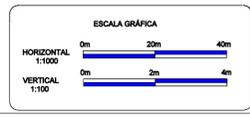
Todas as interseções, retornos e acessos existentes na área atingida pelo projeto foram levantadas, visando à realização das adequações necessárias com o sistema viário projetado sob os viadutos e marginais da PE-60.

4.2.3 Apresentação dos Resultados

Os dados coletados no levantamento topográfico realizado com estação total e nível eletrônico foram importados e processados em um software específico de engenharia para projeto de rodovias e ferrovias, cujos resultados são apresentados a seguir, no QD-4.2.1 - Planta Topográfica Cadastral, apresentada na escala de 1:5.000, com curvas de nível a cada metro.



EIXOS DE PROJETO		CANTEIRO		VALETA		COPERGAS	
EIXO LOCADO		MEIO FIO		CANALETA		PETROFLEX	
PISTAS PROJETADA		PISTA EXISTENTE		CANAL		TUBO	
VIADUTOS		CERCA		BUEIRO		C. DE NIVEL	
RN'S		POSTE		MURO DE ARRIMO		GREIDE DE PAVIMENTACAO	
MARCO DE CONCRETO		CAIXA		EDIFICACAO		TERRENO NATURAL	
		POCO					



DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM		DER-PE
RODOVIA PE-080	TRECHO : ENTR. BR-101 (CABO) - ENTR. ACESSO A SIAPE	 Maia Melo Engenharia Ltda. QD-4.2.1
	EXTENSÃO : 600,00 m	
PLANTA TOPOGRAFICA CADASTRAL		

4.3 Estudos Geotécnicos

4.3.1 Objetivo

Os Estudos Geotécnicos tiveram o objetivo de caracterizar o solo e subsolo da região de interesse do projeto, de modo a permitir a definição do tipo de fundação dos viadutos a construir e da pavimentação do sistema viário projetado para o entorno.

4.3.2 Execução dos Estudos

Os Estudos Geotécnicos consistiram na execução das seguintes atividades:

- Estudo do subsolo nos locais das fundações das obras-de-arte correntes e especiais (bueiros celulares e viadutos);
- Estudo do subleito do sistema viário proposto sob os viadutos, marginais e acessos;
- Estudo das ocorrências de materiais para terraplenagem e pavimentação.

A seguir, são apresentados os serviços desenvolvidos em cada uma das atividades citadas.

4.3.2.1 Estudo do Subsolo nos Locais das Fundações das Obras-de-arte Correntes e Especiais (Bueiros Celulares e Viadutos)

Constaram de sondagens à percussão, realizadas de acordo com os critérios definidos pela NBR-6484/80, nos locais das obras-de-arte correntes e especiais a construir.

a) Obras-de-arte Especiais

O projeto geométrico e o cálculo estrutural definiram as seguintes dimensões para os dois viadutos paralelos a serem construídos na rodovia PE-60, um para cada pista existente: largura = 11,30m e comprimento = 98,00m.

Nestes locais, foram realizadas oito sondagens à percussão, quatro para cada viaduto, de modo a obter uma perfeita caracterização do subsolo, o que permitiu a definição do tipo de fundação das obras.

b) Obras-de-arte Correntes

Atualmente, a rodovia PE-60 cruza o canal currupio, sem revestimento, em dois locais (pista esquerda e direita) através de BDCC 4,0m x 1,5m. Com o projeto do novo sistema viário sob os viadutos (rótula) e marginais de acesso, estes deverão ser demolidos e novos deverão ser construídos nos dois locais em que o canal cruza a rótula projetada. Nestes pontos, foram realizadas quatro sondagens à percussão, duas para cada bueiro, a fim de verificar a capacidade de suporte do terreno.

No Volume 3A – Estudos Geotécnicos, estão apresentados: a planta de localização dos furos de sondagem à percussão e os boletins de sondagem, onde constam no perfil geológico-geotécnico os resultados do ensaio de penetração, o perfil provável de cada uma das camadas, a posição do lençol freático e a classificação das camadas do subsolo, indicando tipo, cor e consistência.

4.3.2.2 Estudo do Subleito do Novo Sistema Viário Projetado (Rótula sob os Viadutos e Marginais de Acesso)

Para conhecimento dos materiais constituintes do subleito nas novas vias projetadas e nas vias existentes que sofreram adequação, foram realizadas sondagens a trado, espaçadas a cada 100 metros e profundidade de 1,0m abaixo do greide projetado.

Estes materiais foram coletados e conduzidos ao laboratório, sendo submetidos aos seguintes ensaios, realizados de acordo com os métodos descritos nas especificações do DNIT:

- Granulometria por peneiramento;
- Índices físicos (LL e LP);
- Compactação com a energia do Proctor Normal;
- Determinação do ISC.

Vale salientar que os ensaios de caracterização foram realizados em todos os furos coletados (a cada 100m) e os de resistência em furos alternados (a cada 200m).

No Volume 3A – Estudos Geotécnicos, estão apresentados: a planta de localização dos furos de sondagem a trado e os boletins de sondagem, o quadro-resumo de resultados de ensaios e a análise estatística de resultados de ensaios.

4.3.2.3 Ocorrências de Materiais para Terraplenagem e Pavimentação

O estudo das ocorrências de materiais foi desenvolvido com o objetivo de localizar empréstimos, jazidas, areais e pedreiras, de modo a suprir as necessidades dos serviços de terraplenagem, drenagem e OAC, OAE (viadutos) e pavimentação das novas vias projetadas.

Tanto nos empréstimos como nas jazidas, foram realizados furos de sondagem, formando uma malha quadrada de 30m de lado. Os materiais foram coletados e conduzidos ao laboratório, sendo submetidos aos seguintes ensaios, realizados de acordo com os métodos descritos nas especificações do DNIT:

- Granulometria por peneiramento;
- Índices físicos (LL e LP);
- Compactação com a energia do Proctor Normal;
- Determinação do ISC.

A seguir serão tecidos comentários sobre os resultados obtidos para cada tipo de ocorrência.

a) Empréstimo

Foi estudado 1 (um) empréstimo para utilização na execução do corpo do aterro e camadas finais dos aterros, bem como na substituição do material do subleito dos cortes, a saber:

DENOMINAÇÃO	LOCALIZAÇÃO
E.1	Km 5,48 da PE-60 - LE a 10,62 km do eixo

b) Jazida

Foi estudada 1 (uma) jazida com condições de ser utilizada sem mistura nas camadas de sub-base do pavimento, a saber:

DENOMINAÇÃO	LOCALIZAÇÃO
S.1 – Saibeira Gaibu	Km 5,48 da PE-60 - LE a 9,43 km do eixo

c) Areal

Foi estudado um areal comercial para utilização nos serviços pavimentação, obras de concreto e camada drenante, a saber:

DENOMINAÇÃO	LOCALIZAÇÃO
A.1 – Areal Suape	Km 10,20 da PE-60 - LE a 5,53 km do eixo

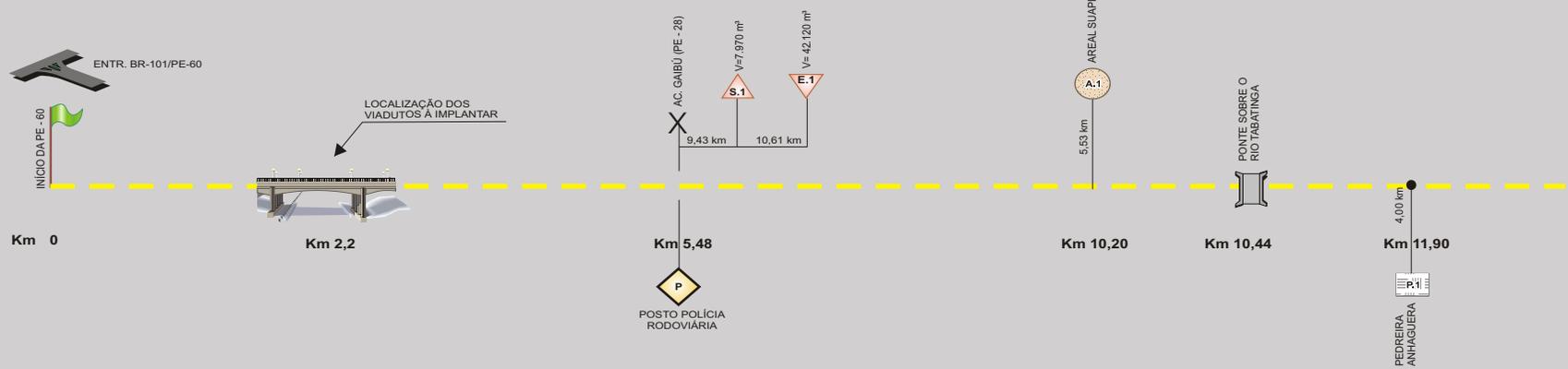
d) Pedreira

Foi indicada uma pedreira comercial para utilização nos serviços de pavimentação e obras de concreto, a saber:

DENOMINAÇÃO	LOCALIZAÇÃO
P.1 – Pedreira Anhanguera	Km 11,90 da PE-60 - LD a 4,0 km do eixo

No Volume 3A – Estudos Geotécnicos, estão apresentados: o gráfico linear das ocorrências de materiais para terraplenagem e pavimentação; os boletins de sondagem, resumo de ensaios e análises estatísticas com croqui de localização do Empréstimo E.1 – Gaibu e Saibreira S.1 - Gaibu; os croquis de localização do Areal Comercial A.1 – Suape e da Pedreira Comercial P.1 – Anhanguera.

Apresenta-se, a seguir, no QD-4.3.1, o gráfico linear das ocorrências de materiais estudadas para terraplenagem e pavimentação.



CONVENÇÕES:

-  POSTO POLÍCIA RODOVIÁRIA
-  AREAL
-  PEDREIRA
-  SAIBREIRA
-  EMPRÉSTIMO

4.4 Estudos Ambientais

4.4.1 Introdução

Os Estudos Ambientais devem ser direcionados no sentido de se aferir, através **Indicadores Ambientais**, os riscos ambientais inerentes à implantação do Projeto. Para tanto, os Indicadores são balizados por um Diagnóstico dos Meios Físico, Biótico e Antrópico da área de influência do Projeto, o que é apresentado a seguir.

4.4.2 Diagnóstico Ambiental

4.4.2.1 Meio Físico/Biológico

a) Clima

O clima da Região Metropolitana do Recife, onde se insere o empreendimento, enquadra-se, tomando-se por base a classificação proposta por Koppen, em dois tipos:

- O As, abrangendo mais de três quartos da sua área, classificado em quente e úmido, com precipitações elevadas, cujo total varia de 1.000 a 1.800 mm anuais, com temperaturas médias elevadas, variando em torno dos 24°C;
- O tipo Am, monônico, correspondendo ao quadrante sudeste da região, sendo, este último, bastante influenciado pelo primeiro, em função do caráter de transição que assume nesta faixa, onde observa-se precipitações abundantes, propiciando o desenvolvimento de uma vegetação pujante, comparável às florestas equatoriais.

Em face da abundância de hídricos superficiais na RMR, proporcionado pelo clima favorável à acumulação em barragens, não há nenhum impedimento à execução das obras por força de escassez de água.

O clima local tem, sinteticamente, as seguintes características:

Características do Clima da RMR	
Índice de umidade do solo (Thornthwaite)	0 a 40
Precipitação total anual (mm)	1.500 a 1.750
Precipitação média em janeiro (verão)	50 mm
Precipitação média em julho (inverno)	200 mm
Excedente hídrico anual (mm)	100 a 800
Nº de meses com excedente hídrico	3 a 6
Deficiência hídrica anual (mm)	100 a 350
Nº de meses com deficiência hídrica	5
Temperatura média anual	23 a 25°
Temperatura média em julho (inverno)	22°
Temperatura média em janeiro (verão)	25°
Evapotranspiração potencial anual	1.200 a 1.300
Evapotranspiração real anual	1.000

A área do projeto está situada em baixa latitude e pouco elevada acima do nível do mar. A faixa é caracterizada por baixas pressões atmosféricas, recebendo, por isto, a influência dos ventos alíseos de Sudeste.

Os ventos alíseos e as brisas marinhas exercem grande influência nas condições climáticas da área. Ora minimizam, ora maximizam os efeitos térmicos advindos da insolação característica das baixas latitudes.

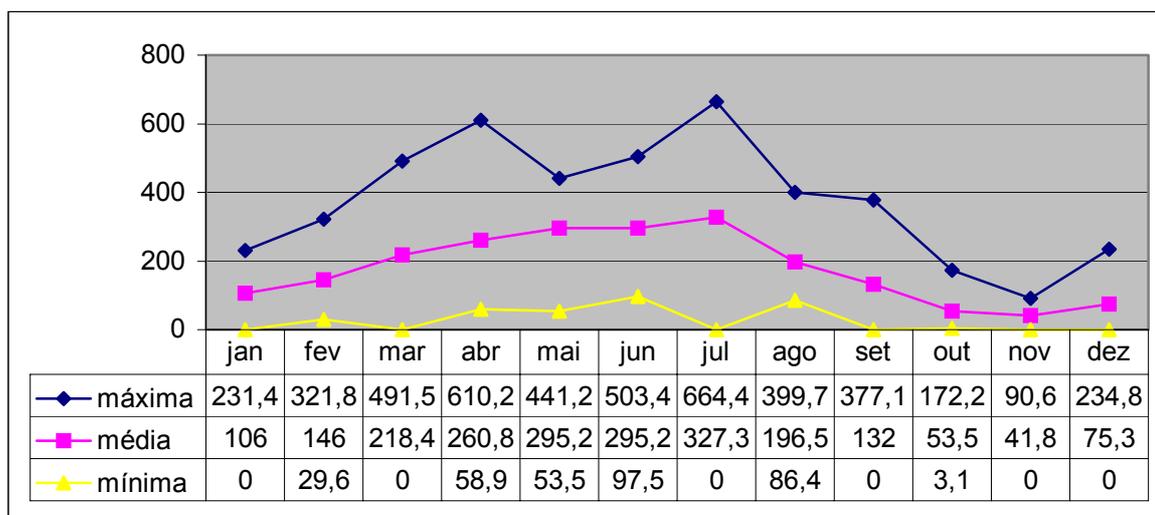
As precipitações no município do Cabo (Posto Cabo), no período 1963/1995 alcançaram os seguintes níveis:

Precipitações no município do Cabo (mm)	
Precipitação média anual	2.213,9
Precipitação máxima anual	2.997,6
Precipitação mínima anual	1.049,7

Observe-se que, mesmo as precipitações mínimas ainda são relativamente altas se comparadas com as médias que atingem os municípios do interior do Estado de Pernambuco, no bioma Caatinga.

Apresenta-se, a seguir, o Histograma das Precipitações do Posto do Cabo.

HISTOGRAMA DAS PRECIPITAÇÕES
Posto Cabo – Lat. 08-18; Long. 35-02; Altitude: 30 m – Período: 1963/95



Os sistemas de circulação atmosférica perturbados que incidem na área do Projeto são:

- CIT (Sistema de Circulação Perturbada de N)
- WE (Sistema de Circulação Perturbada de E).

O FP (Sistema de Circulação Perturbada de S) e o IT (Sistema e Circulação Perturbada de W), não chegam a atingir a região.

b) Balanço Hídrico

O Balanço Hídrico, segundo Thornthwaite & Mather, estabelece o inter-relacionamento entre precipitação e evapotranspiração, permitindo dispor dos elementos climáticos para análise das condições hidro-ambientais que interferem no desenvolvimento vegetal.

Tomando-se como referência o posto pluviométrico do Cabo, tem-se:

Balanço Hídrico	
reposição de água no solo	meses de fevereiro e março
excedente hídrico	início de março até final de agosto
retirada de água do solo:	início de setembro a final de fevereiro
deficiência hídrica	início de setembro a final de fevereiro

c) Vegetação

O diagnóstico da cobertura vegetal perde em importância haja vista as características urbanas nas laterais do segmento onde será implantado o empreendimento.

O domínio fitoecológico corresponde à Floresta Ombrófila vulgarmente denominada Mata Atlântica, tendo uma especial importância pelo fato de receber a tutela legal, na qualidade de “vegetação de preservação permanente” recebendo a proteção do Código Florestal, da

Resolução CONAMA 04/95, do Decreto 750 da Presidência da República e da legislação estadual. Entretanto, o diagnóstico da cobertura vegetal perde em importância no presente Estudo, haja vista o alto grau de antropização ocorrente no entorno da rodovia que já assume características próximas a uma avenida, não existindo, mais, remanescentes importantes da vegetação nativa.

O uso e ocupação do solo nas margens do trecho rodoviário objeto deste Estudo é essencialmente comercial e de serviços, uma vez que a rodovia percorre um segmento periférico da área urbana do Cabo de Santo Agostinho, sede municipal que integra a Região Metropolitana do Recife, conforme se observa no Mapa Diretrizes de Urbanização apresentado no item Aspectos Sócio-Econômicos adiante.

A passagem pelo curso d'água – o Canal do Rio Currupio (afluente do Rio Pirapama) - se dará sem danos legais à vegetação ciliar (Código Florestal), uma vez que suas margens já se encontram antropizadas, com águas bastante poluídas e praticamente desprovido de vegetação nas margens, conforme fotos a seguir.



Vista a jusante do canal, observando-se bueiro BDCC 4,0 x 1,50, com vegetação gramínea rala nas margens



Visto do canal a montante, comprovando-se visualmente a poluição das águas.

No Mapa de Vegetação apresentado a seguir, tem-se uma visão regional dos domínios fitoecológicos e o grau de antropização generalizado nas adjacências do segmento em estudo.

d) Solos

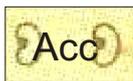
O empreendimento localiza-se na confluência de duas manchas de:

- Terra Roxa Estruturada que corresponde a solos provenientes de alteração de rochas vulcânicas, e;
- Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico

A pequena mancha de Terra Roxa Estruturada é uma classe de solos com B textural, com pequena distinção entre os horizontes, baixo gradiente textural, estrutura bem desenvolvida e com presença de cerosidade. São solos profundos, podendo atingir a 5 m de espessura. Possuem seqüência de horizontes A, Bt e C, textura argilosa, bem drenados. O material originário relaciona-se com rochas vulcânicas básicas, sendo mais provável, proveniente do saprólito de basalto com provável influência de material pseudo-autóctone na parte superficial.



Fonte: RADAMBRASIL



Região da Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica): agricultura, culturas cíclicas (predomínio da cana-de-açúcar)



Área das Formações Pioneiras: agricultura, culturas cíclicas



Área das Formações Pioneiras: influência fluviomarinha, arbórea



Região da Floresta Ombrófila Aberta (Mata Atlântica): agricultura, culturas cíclicas

O relevo se apresenta como ondulado, constituído por conjunto de colinas e outeiros de formas arredondadas.

Os Podzólicos (Argissolos, na nova nomenclatura), têm propensão a erodibilidade, em razão da presença do horizonte B textural (argiloso), que, contrariamente aos Latossolos, dificulta a infiltração das águas e favorece o escoamento superficial e, conseqüentemente, a erosão. Entretanto, como se encontram, localmente em área de relevo plano, não foram observados problemas erosivos na área do Projeto.

No Mapa de Solos apresentado a seguir, observa-se o posicionamento da área do empreendimento em relação às manchas de solos da região, ressaltando-se que os solos de mangue (de preservação permanente nos termos legais) encontram-se distanciados da área do Projeto.

e) Riscos de Erosão

Sob o ponto de vista pedológico, a erodibilidade de um solo depende de vários de seus atributos tais como: textura, teor de matéria orgânica, estrutura, permeabilidade, declividade, comprimento de rampa, forma da encosta, e, naturalmente, das precipitações pluviométricas.

O baixo risco de erosão na área do Projeto pode ser comprovado recorrendo-se aos mapas-síntese de relevo e declividades, erodibilidade dos solos e erosividade das chuvas da SUDENE/DRN, os quais fornecem, através de parâmetros integrados, um risco de erosão hídrica para a área em estudo, onde se tem os seguintes os resultados:

Riscos de Erosão Hídrica	
Erodibilidade do solo	fraca (classe 1) – fator K menos que 0,10
Erosividade das chuvas	forte (classe 3) – fator K maior que 730
Relevo e declividades	suave ondulado (classe 1) em todo o entorno da rodovia
Risco de erosão hídrica	fraco a médio (classe 5) na totalidade do entorno do trecho.

Estes dados sugerem que não haverá grandes problemas com riscos de erosão nas intervenções do Projeto, uma vez que a propensão à erosão tem, apenas, como fator de risco, a precipitação pluviométrica, com chuvas muito erosivas, o que será solucionado com as intervenções previstas no Projeto de Drenagem. Por sua vez, os viadutos serão implantados em área já antropizada e aplainada (rodovia já duplicada), não chegando a atingir os terrenos naturais adjacentes.

Na figura apresentada a seguir, tem-se o Risco de Erosão Hídrica para a área do Projeto.

f) Geomorfologia/Relevo

O trecho em estudo desenvolve-se nas proximidades de dois domínios morfoestruturais e unidades geomorfológicas, apesar de se inserir totalmente no segundo, a saber:

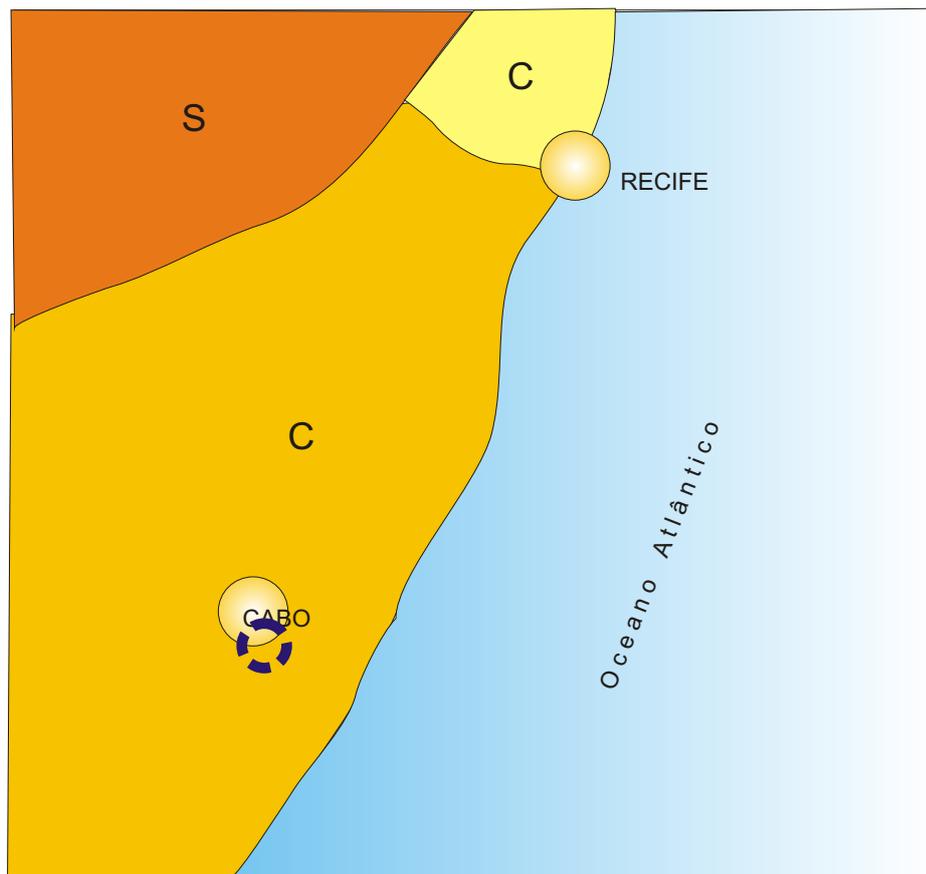
- Planície Fluvio-marinha (Afm), que corresponde a uma área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial (rios Pirapama e Grajaú) e marinha e;



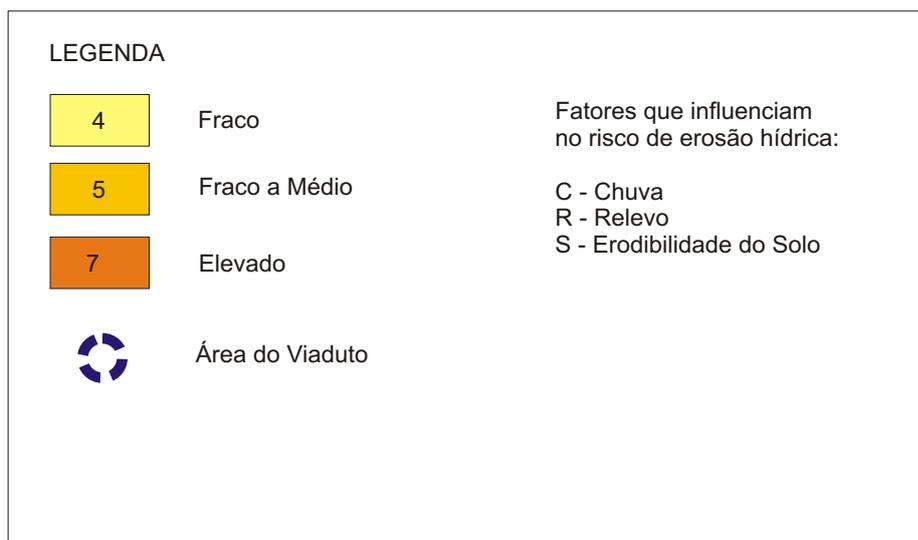
Fonte: RADAMBRASIL

LEGENDA

	Solos Aluviais distróficos, A franco e moderado, textura indiscriminada, relevo plano
	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, A moderado, textura argilosa, relevo fortemente ondulado a suave ondulado + Pvd
	Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico, A moderado, textura média/argilosa e argilosa, relevo fortemente ondulado a suave ondulado
	Solos de mangue, textura indiscriminada, relevo plano
	Terra Roxa Estruturada distrófica, textura argilosa, relevo ondulado



Fonte: SUDENE/DRN: Mapas Síntese dos Risco de Erosão no Nordeste, 1983



Fonte: SUDENE/DRN

- Planalto Rebaixado Litorâneo (Piemonte Oriental da Borborema), cuja gênese geomorfológica corresponde a um modelado de dissecação homogênea (D), ou seja de dissecação fluvial que não obedece a controle estrutural (do substrato geológico), definida pela combinação das variáveis densidade e aprofundamento da drenagem. A densidade é a relação entre o comprimento total dos canais e a área amostrada estando classificada (Radam) como média dentre os três níveis. O aprofundamento é definido pela média das frequências dos desníveis medidos em perfis transversais aos vales, estando classificada como de baixo aprofundamento (nível 1).

Vale destacar que inexistem acidentes geográficos significativos no entorno da rodovia, tais como: “inserbergs”, frentes de “cuestas”, escarpas erosivas, rebordos estruturais, cristas, etc., o que indica que não haverá maiores problemas relativamente à descaracterização do relevo para materialização dos viadutos e demais interferências do projeto.

No Mapa Geomorfológico apresentado a seguir, observa-se o posicionamento da área do projeto no Planalto Rebaixado Litorâneo e sua proximidade com a planície flúvio-marinha.

g) Hidrografia

O trecho rodoviário objeto deste Estudo está todo contido na Bacia do Rio Pirapama, cujo Rio banha a cidade de Cabo de Santo Agostinho.

O Rio Pirapama, bem como seu maior contribuinte, o Rio Gurjaú, são importantes mananciais de água para a Região Metropolitana do Recife. Em ambos, foram construídas barragens que se localizam a montante do trecho rodoviário em estudo, de forma que não há risco de contaminação de mananciais por conta das obras e operação da rodovia.

Praticamente 60% da área do município está inclusa na bacia hidrográfica do Pirapama, enquanto que os 40% restantes abrangem parte da bacia litorânea do Rio Massangana e sub-bacia do Rio Bita a Sul e parte da bacia do Rio Jaboatão e da bacia do Rio Gurjaú ao Norte.

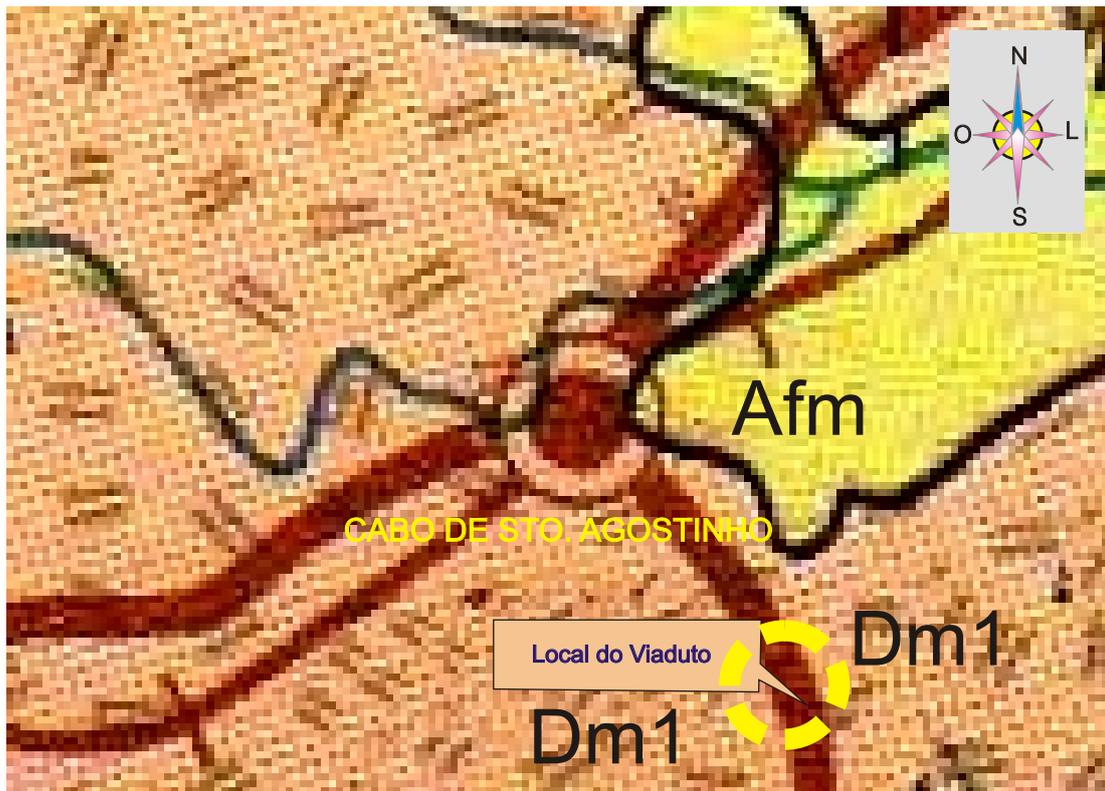
Dentro destas bacias, duas importantes represas foram construídas para aumentar a oferta de água, que são: Gurjaú e Utinga de Baixo. Outras duas represas estão programadas no curso do Rio Pirapama: engenhos Matapagipe e Cachoeirinha.

O município destaca-se por abrigar a Barragem de Pirapama, que abastece grande parte da zona sul da RMR, beneficiando cerca de 1,3 milhão de pessoas. Trata-se da maior obra hídrica do Estado, com capacidade para armazenar 61 milhões de metros cúbicos de água.

No Mapa Uso do Solo Atual (Área de Vizinhança), apresentado no item Aspectos Sócio-Econômicos adiante, observa-se o posicionamento dos dois referidos cursos de água.

Na área central dos dois Viadutos (centro da Rótula) percorre um canal denominado Currupio, que é afluente do Rio Pirapama, encontrando-se confinado, perpassando o local da obra através de dois bueiros do tipo BDCC de 4,00 m por 1,50 m.

Na figura a seguir, visualiza-se o posicionamento do Canal Currupio na área central dos Viadutos.



Fonte: RADAMBRASIL



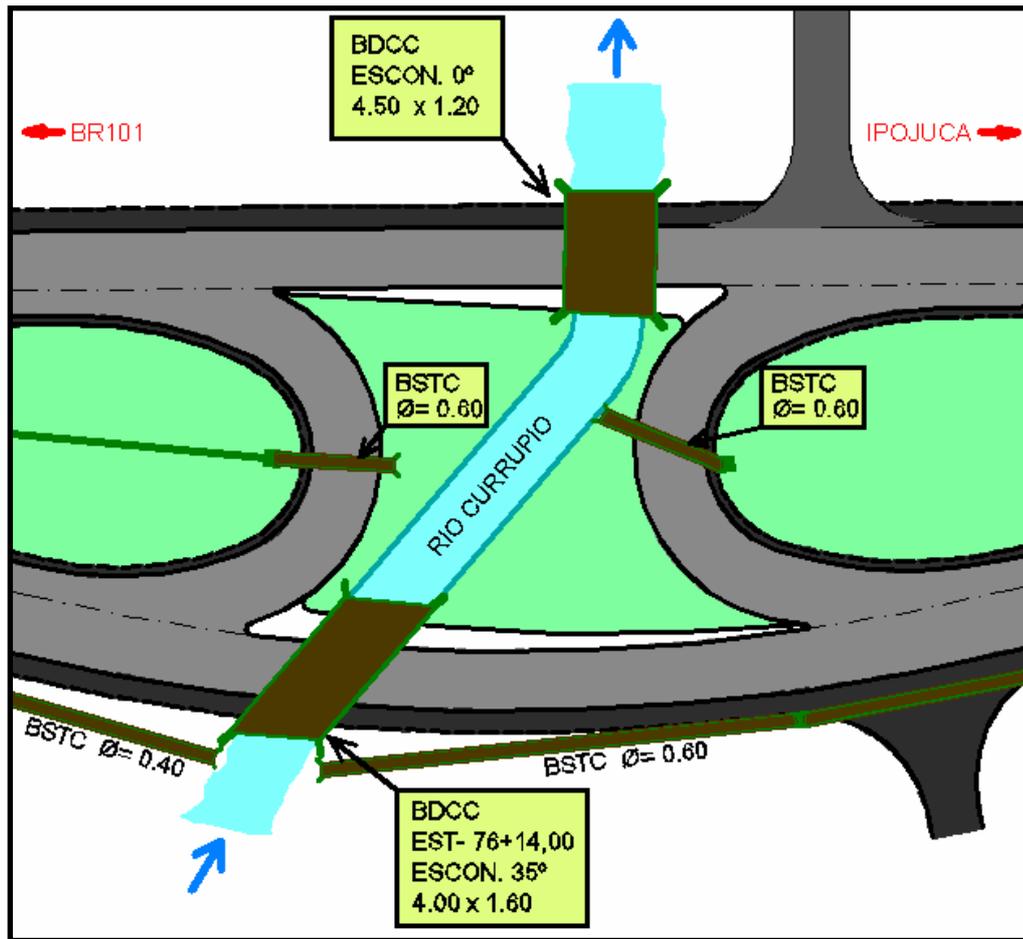
Dm1

Maciços Remobilizados - Planalto Rebaixado Litorâneo: modelado de dissecação fluvial com densidade média da drenagem e baixo aprofundamento da drenagem



Afm

Depósitos Sedimentares - Planícies Litorâneas: modelado de acumulação fluviomarinha - área plana resultante de acumulação fluvial e marinha



h) Geologia

O segmento de 600 m do conjunto dos dois viadutos está centrado numa estreita faixa de aluviões e sedimentos de praia referido ao Quaternário (apêndice de uma mancha mais ampla), e, nos seus metros iniciais e finais, na Formação Cabo referido ao Cretáceo, cujas litologias compreendem: conglomerado polimítico de matriz arcoseana, arcósio com níveis conglomeráticos, siltitos e argilitos, arenitos grosseiros a conglomeráticos.

A partir da compartimentação tectônica, apresentam-se dois domínios morfoestruturais: o domínio do embasamento e o domínio do rifte.

O **embasamento cristalino** é constituído por rochas de idade pré-cambriana que formam os terrenos gnáissicos-migmatíticos, estruturalmente orientados na direção SW-NE e com estruturas mais recentes no sentido NW-SE, nas quais se encaixam as principais drenagens. Dentro deste embasamento, corpos graníticos intrusivos de idade brasiliana (600 milhões de anos, aproximadamente) destacam-se sob a forma de batólitos com formatos circulares ou ovalados.

O **rifte** é composto por uma seqüência vulcano-sedimentar (Formação Cabo, Formação Algoduais e Formação Ipojuca) que repousa sobre o embasamento. Esta seqüência é, em parte, recoberta por sedimentos terciários (Formação Barreiras) e por sedimentos mais recentes de idade Quaternária.

A morfologia destas formações é regida, especialmente, pelo rifteamento sul-atlântico e o cretáceo, associado à separação entre a América do Sul e a África, sendo representada por um sistema de leques aluviais coalescentes, formados ao pé de falésias de falhas normais e que programam para um lago tectônico, no sentido Leste.

Observa-se nas duas formações, a ausência de áreas geologicamente instáveis no entorno da rodovia, a exemplo de falhas, fraturas, zonas de cisalhamento, etc. de modo, que, sob o ponto de vista geológico não se vislumbra nenhum impedimento à implantação do empreendimento.

Os estudos geotécnicos indicaram a presença de um solo silte arenoso medianamente compacto, com alteração de rocha a uma profundidade aproximada de 10,0 m, o que leva a concluir que não existirão problemas para a implantação dos viadutos sob os aspectos estritamente geotécnicos.

No Mapa Geológico a seguir, observa-se o posicionamento das manchas dos Aluviões do Quaternário e da Formação Cabo, do Cretáceo, em relação à área do Projeto.

4.4.2.2 Meio Sócio-Econômico

a) Uso do Solo Localizado

O segmento de 600 m onde será implantado o empreendimento encontra-se, atualmente, totalmente antropizado e inserido na zona de expansão urbana da Cidade de Cabo de Santo Agostinho (ver Mapa do Uso do Solo Atual).

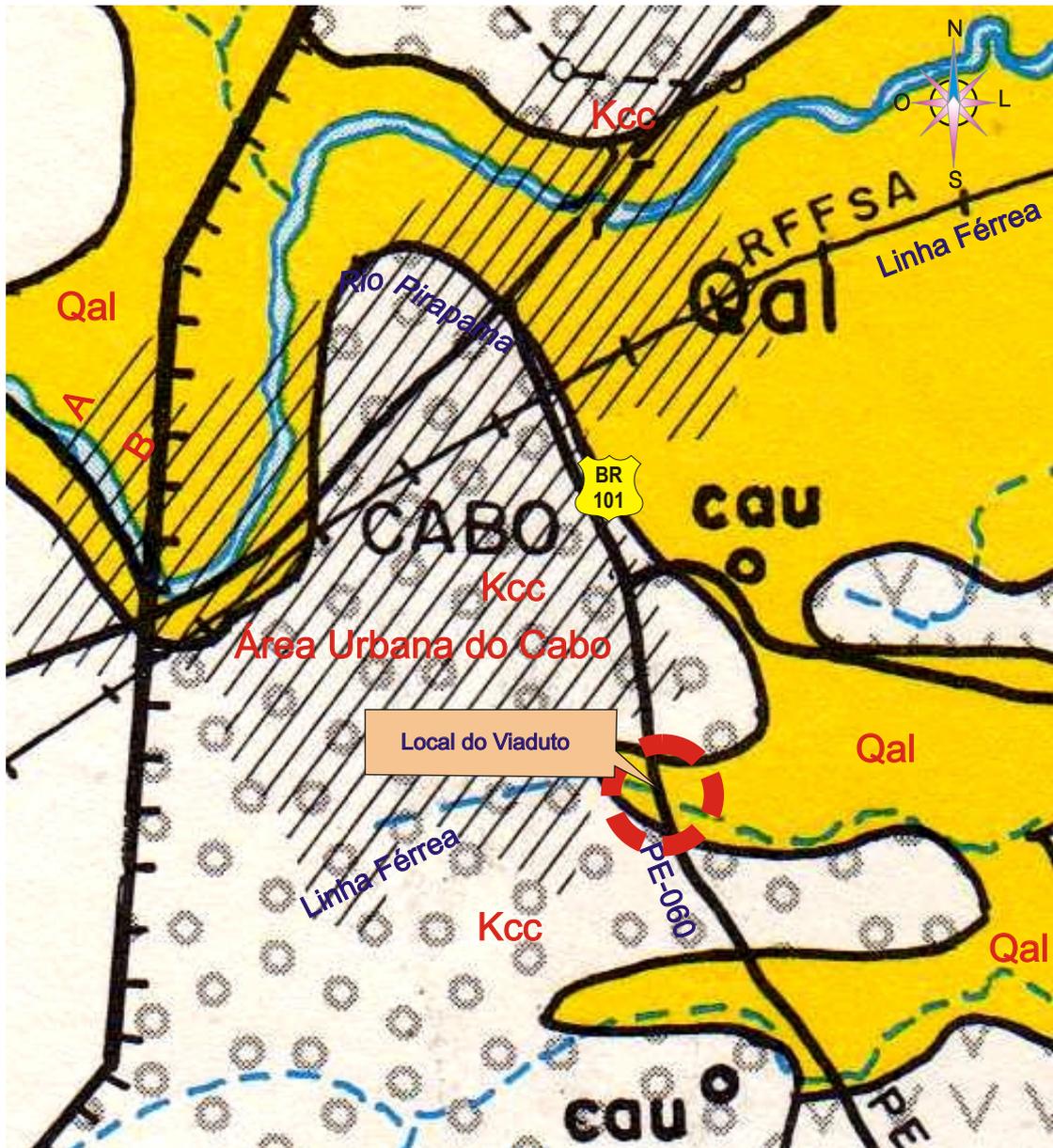
De acordo com a planta cadastral do empreendimento, são encontrados os seguintes equipamentos comerciais, de serviços, industriais e institucionais nas margens do segmento em estudo da PE-060:

Margem da Pista Direita (sentido: Cabo- Ipojuca)

- Armazém de construção;
- Galpões;
- Oficinas de veículos;
- Serralharias;
- Estação de Tratamento de Esgoto;
- Madeireiras Suape e Demar;
- Telhas Sul;
- Casa do Marceneiro;
- Acesso ao Cabo;
- Acesso a Cohab;
- Terreno livre.

Margem da Pista Esquerda (sentido: Ipojuca-Cabo)

- Acesso a Cidade Garapu;
- Vários galpões;
- Churrascaria;
- Demad Carroceria;



Fonte: Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana do Recife, DNPM/FIDEM, 1995



Cretáceo - Grupo Pernambuco - Formação Cabo: conglomerado polimítico de matriz arcoseana; arcósio com níveis conglomeráticos, siltitos e argilitos; arenitos grosseiros a conglomeráticos



Quaternário: Aluviões e sedimentos de praia



Falha normal; bloco alto (A), bloco baixo (B)



Ocorrência de caulim

- Fábrica de Cerâmica Porto Rico;
- Posto de Gasolina;
- Ferro Velho.

Destacam-se, ainda, a presença da tubulação da Copergás na marginal esquerda.

As fotos a seguir ilustram a ocupação lateral do segmento em estudo.

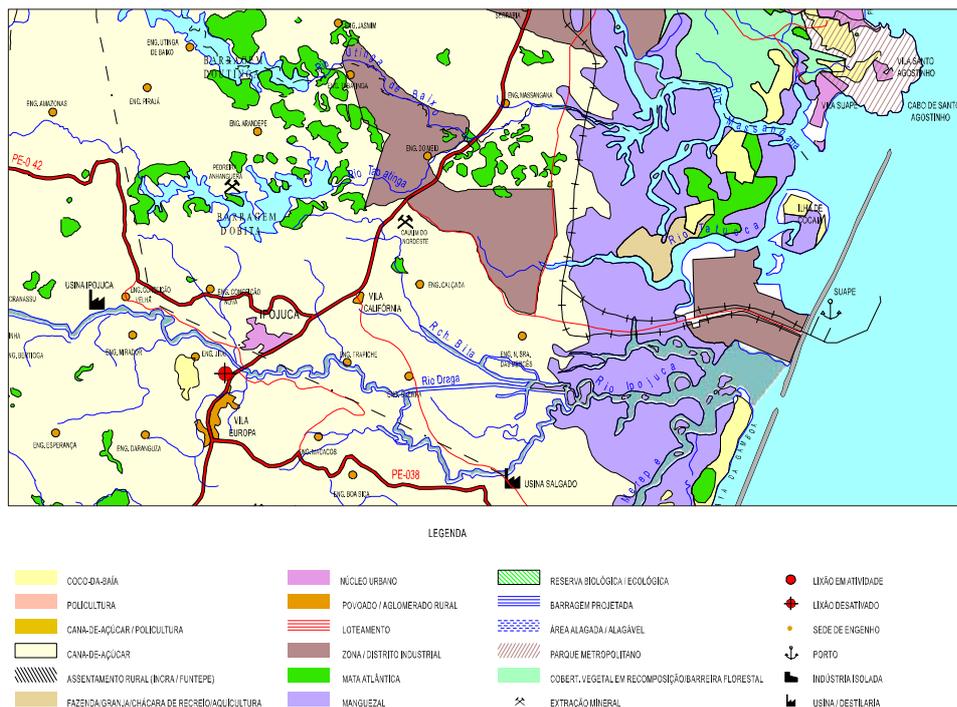


b) Uso do Solo Regional

Levando-se em conta que os Viadutos objeto deste estudo beneficiam mais diretamente os municípios do Cabo de Santo Agostinho e o vizinho município de Ipojuca para onde os fluxos viários são mais determinantes, passa-se a caracterizar esta porção da Nucleação Sul da Região Metropolitana do Recife.

É conhecido que, no setor primário do litoral de Pernambuco, existe um absoluto predomínio da cana-de-açúcar no uso do solo e pouca diversificação de cultivos. Consideram-se relevantes às atividades relacionadas com o uso direto de recursos naturais como, por exemplo, a pesca e o extrativismo de moluscos e crustáceos.

Os solos exploráveis ao longo deste segmento são quase que exclusivamente destinados à agricultura da cana-de-açúcar, conforme se observa pelo mapa de uso e ocupação do solo abaixo, elaborado pela CPRH. Conseqüentemente, as outras atividades agro-pastoris e plantio de lavouras se caracterizam pela irrelevante participação na formação do produto e renda municipal onde a agropecuária, que outrora dominou o mercado de trabalho no município do Cabo, é hoje superada pela indústria e pelos serviços. No caso de Ipojuca, a produção de cana-de-açúcar e a indústria sucro-alcooleira são predominantes ao longo do trecho.



A forma como é explorada a terra é função, principalmente, do regime jurídico prevalecente no espaço agrário, notadamente em áreas de intensa atividade. No caso específico da cana-de-açúcar, verifica-se que o regime jurídico revela quadros bastante definidos, reflexo de uma organização econômica mais vinculada a um tipo de cultura que a dos outros, daí a existência das grandes propriedades, que bem caracterizam as monoculturas.

No tocante à densidade de uso e ocupação do solo, a distribuição espacial da população urbana decorre, sobretudo, da oferta da infra-estrutura viária, da elasticidade do mercado de

trabalho ou do número de mercado de empregos, assim como da política habitacional e, conseqüentemente, de políticas públicas.

Assim, nos últimos trinta anos, a população do Cabo dobrou, e sua taxa de urbanização o configura como eminentemente urbano, com uma taxa de urbanização acima de 80% e uma densidade demográfica equivalente a 342,6 hab/km². Ipojuca, com seus três distritos, apresenta uma taxa de urbanização de 68%, cuja distribuição mostra uma expressiva concentração no distrito de N. Senhora do Ó, com 89,5%, evidenciando o papel do turismo e lazer na urbanização do litoral, em contraste com Ipojuca Sede que apresenta uma taxa de 45,5%. O município de Ipojuca possui uma densidade demográfica igual a 115 hab/km².

A intensa valorização do solo, sobretudo na orla marítima, tem acarretado uma ocupação desordenada dessa área e a degradação das praias, podendo comprometer a vocação turística das mesmas. Observa-se a devastação dos remanescentes de mata atlântica pelo avanço da cana e de outras culturas e pela expansão urbana, também pela retirada de lenha, deixando o solo e as nascentes sem proteção.

Deve-se ressaltar que, além das praias de grande beleza, encontram-se áreas estuarinas, manguezais e restingas, áreas de preservação ambiental, reservas ecológicas e sítios históricos na região do Projeto. Diversos investimentos na rede hoteleira estão sendo realizados na região

De uma ocupação inicial homogênea caracterizada pela cana-de-açúcar, hoje a área apresenta um desenvolvimento diferenciado, levando em consideração as potencialidades peculiares dos municípios e os investimentos já realizados.

Os municípios que compreendem o litoral sul absorvem cerca de 63% da área total e 27% do contingente populacional de todos os municípios do litoral Pernambuco. Nesta região, apresentam-se as menores taxas de urbanização, exceto os municípios de Cabo de S. Agostinho e Ipojuca, que apresentam taxas similares às registradas no litoral norte (mais populosos e com maiores densidades).

A característica principal do perfil econômico setorial do litoral sul de Pernambuco (Cabo e Ipojuca) é o predomínio absoluto do setor terciário. Os sub-setores de comércio, serviços e administração pública, agrupam 78,9% dos estabelecimentos e 45,5% dos empregados. A indústria de transformação representa, apenas, 12,2% dos estabelecimentos e 36,2% dos empregados, e a construção civil representa 3,1% e 4,2%, respectivamente.

Quanto ao Turismo, a rodovia PE-60 está inserida no principal Pólo Turístico de Pernambuco, o litoral sul do Estado, com suas belas praias naturais e equipamentos hoteleiros de porte. É a principal infra-estrutura de transporte da região e, como tal, sua restauração e aumento de capacidade através da duplicação, aumentando a fluidez de tráfego e sensível diminuição de tempo de percurso, influenciará diretamente o setor turístico.

Com a extensa faixa de praias existentes, grandes investimentos ocorrem diariamente, transformando a região, bastante próspera, com melhoria efetiva da qualidade de vida da população local, na medida em que esses investimentos ampliam as oportunidades de emprego e renda e requer, para seu sucesso, a solução imediata de problemas urbanos e ambientais, bem como a elevação dos níveis locais de saúde e educação, com destaque para a educação

ambiental. Atualmente, verifica-se a implantação de sistemas de saneamento e abastecimento d'água em Porto de Galinhas.

c) Perfil Sócio-econômico dos Municípios

- Cabo de Santo Agostinho

O município do Cabo tem 448,4 km² e possui 9 praias distribuídas em 24 km de litoral. Compõe com outros seis municípios, o litoral sul do Estado, com cerca de 90 km de extensão. Nele, está inserido o Complexo Industrial de Suape. Suape oferece áreas para a implantação de indústrias com custos subsidiados.

Projetado para ser o principal porto concentrador de cargas do Atlântico Sul, o complexo concentra 2/3 de sua área no município do Cabo, com infra-estrutura bastante desenvolvida, contando com terminal marítimo e com seu porto externo capaz de receber navios de até 170.000 TPB.

Cabo de S. Agostinho possui 152.977 habitantes (IBGE/2000), com uma taxa de crescimento de 20,42% no período 1991-2000 e uma densidade de 342,6 hab/km². O número de estabelecimentos escolares atinge 210 unidades em todas as faixas de ensino. O total da população economicamente ativa é de 42.787 pessoas ocupadas. Atualmente, Cabo possui 31 meios de hospedagem, totalizando 1.490 leitos, além de seis hospitais e três postos de saúde.

Existem no Município do Cabo, dois distritos industriais com toda a infra-estrutura necessária para o florescimento de empreendimentos variados: o do Cabo e o de Suape. A existência de um Complexo Industrial de peso, baseado em grandes empresas como a Rhodia, Coca Cola, Belco, tem demonstrado a viabilidade desse pólo.

- Ipojuca

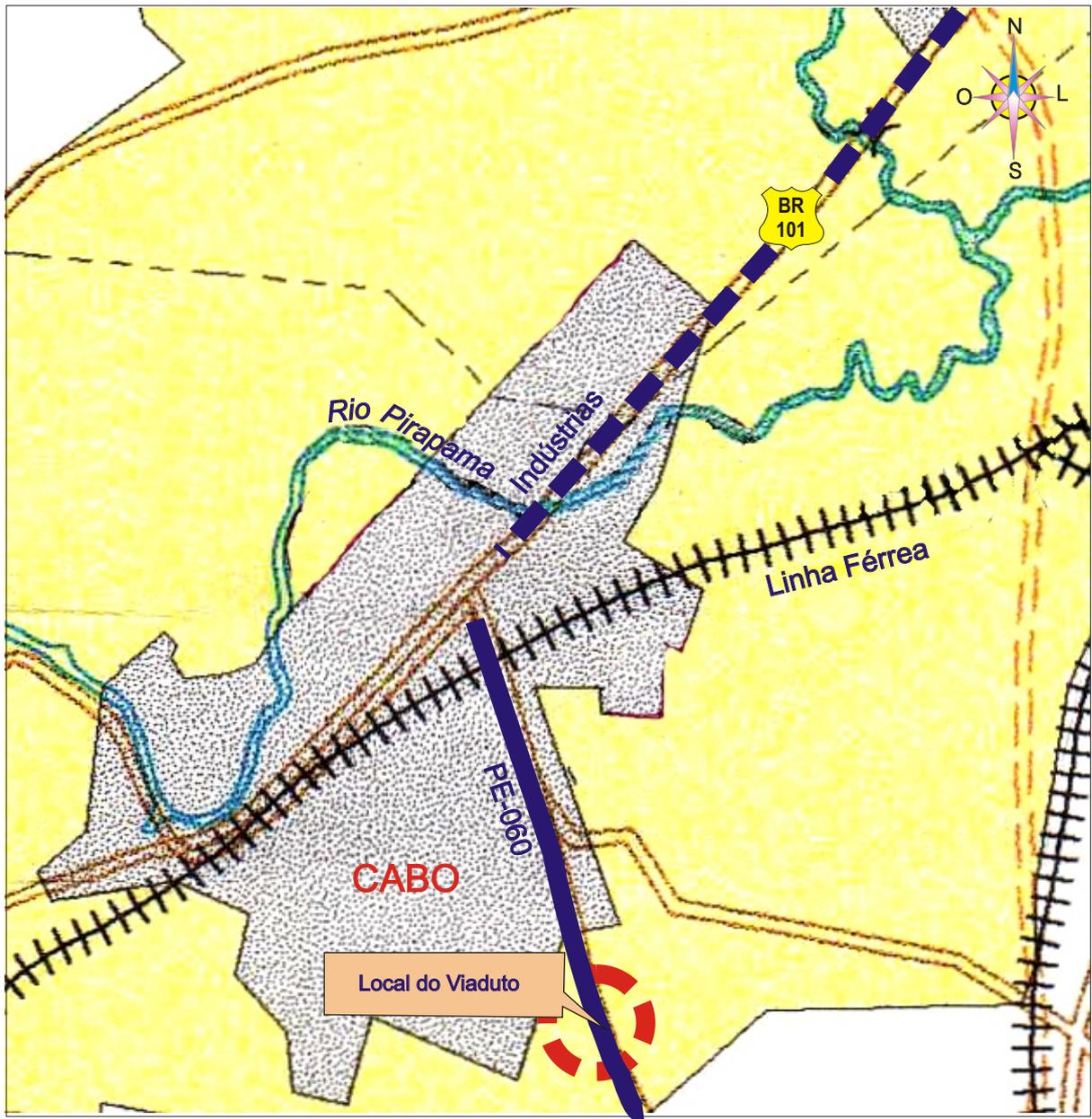
Ipojuca é um município que tem uma área de 514,8 km² e apresenta, além da sede, os distritos de Camela, N. Senhora do Ó e os povoados de Rurópolis, Engenho Maranhão e Porto de Galinhas, além das praias do Cupe, Muro Alto e Maracaípe. Em termos históricos, surgiu no início do processo de colonização de Pernambuco, tendo sido fundada por membros das famílias que aportaram no Estado durante os governos de Duarte Coelho Pereira e de seu filho.

De acordo com os dados do IBGE de 2000, Ipojuca possui 59.281 habitantes, com uma taxa de crescimento no período 1991-2000 de 4,4% ao ano e uma densidade populacional de 115 hab/km². O número de escolas atinge um total de 109 estabelecimentos escolares e a população economicamente ativa é de 15.426 pessoas ocupadas. Atualmente, Ipojuca possui 106 meios de hospedagem, totalizando 5.657 leitos, além de dois hospitais e quatro postos de saúde.

d) Compatibilidade com as Diretrizes de Urbanização

Nos dois mapas apresentados a seguir, tem-se:

- Mapa Diretrizes de Urbanização, observando-se a inserção do viaduto no planejamento metropolitano, concluindo-se que não existem incompatibilidades;



Fonte: Plano Diretor da Região Metropolitana do Recife, Metrópole 2010, FIDEM, 1998
Escala: 25.000 (original ampliado)

-   reas Urbanizáveis
-   rea Urbana da Cidade do Cabo
-  Trecho da BR-101 em duplica o
-  Trecho da PE-060 já duplicado (até o acesso ao Distrito Industrial de SUAPE)

- Mapa Uso do Solo (Áreas de Vizinhança), que inclui a cidade do Cabo de Santo Agostinho e parte do município de Ipojuca (Suape), verificando-se que também não existem incompatibilidades com áreas de preservação.

4.4.2.3 Caracterização e Avaliação dos Passivos Ambientais

Conceitualmente, define-se Passivo Ambiental de redes viárias (DNER ISA-246) como: “toda ocorrência decorrente da falha de construção, restauração ou manutenção da rodovia, capaz de atuar como fator de dano ou degradação ambiental à área de influência direta, ao corpo estradal ou ao usuário, ou a causada por terceiros ou por condições climáticas adversas, capaz de atuar como fator de dano ou degradação ambiental ao corpo estradal ou ao usuário.”

O levantamento e avaliação do Passivo Ambiental de projetos viários normalmente levam em conta a identificação dos problemas nos seguintes agrupamentos:

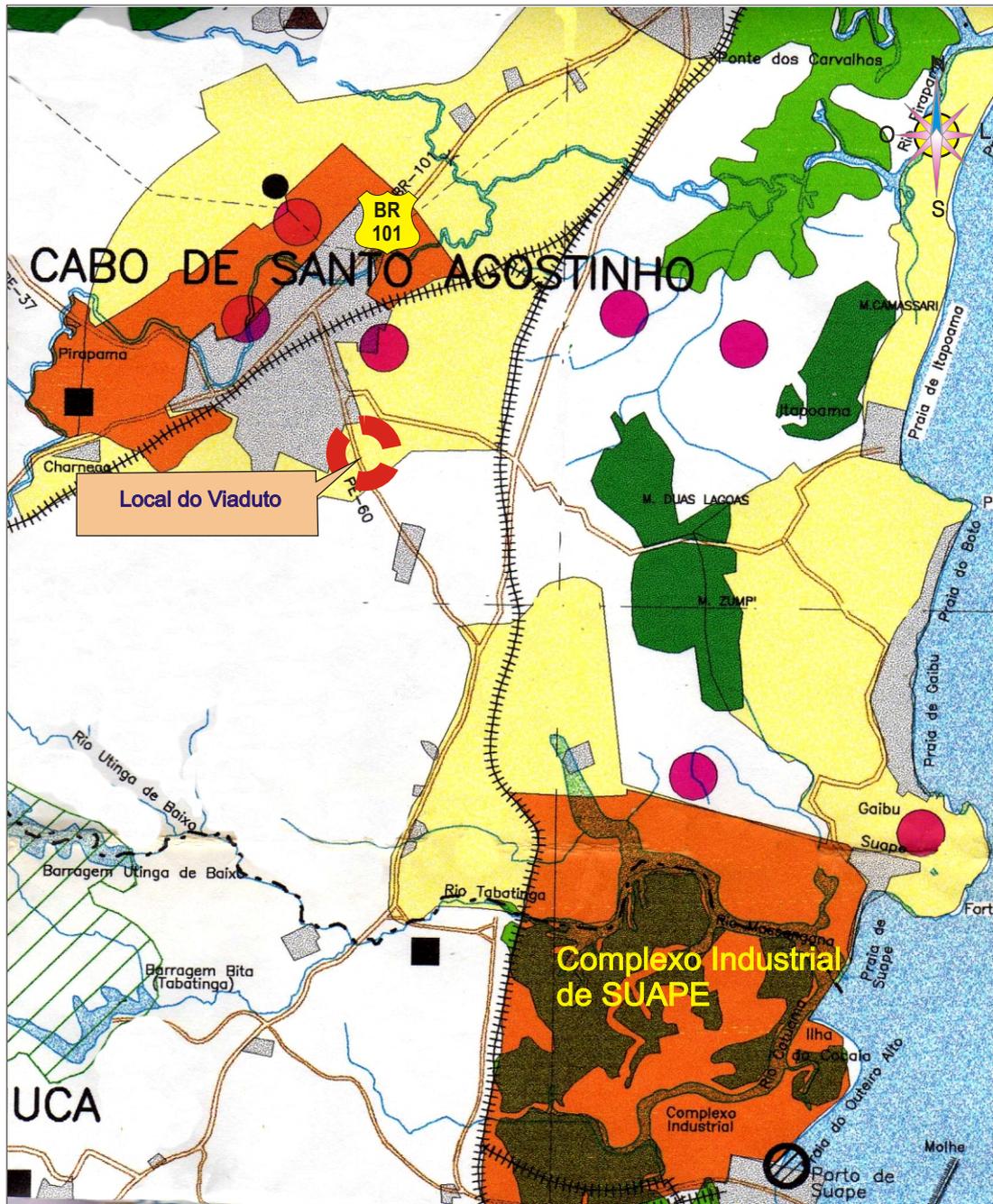
Grupo I	Faixa de Domínio e Áreas Adjacentes;
Grupo II	Áreas Exploradas (pedreiras, areais, jazidas, empréstimos e bota-foras).
Grupo III	Problemas decorrentes da Ação de Terceiros;
Grupo IV	Interferência com Aglomerações/Equipamentos Urbanos

Direcionando-se a análise nestes grupamentos, pode-se concluir que:

- Grupo I: A área para implantação do viaduto encontra-se livre de ocupações antrópicas regulares ou não, devido à presença de um retorno que por si só obstaculiza eventuais “avanços” da urbanização, significando dizer que haverá o mínimo de desapropriações. Por outro lado, passivos de natureza física, tais como erosões, taludes instáveis, etc., são inexistentes na área em função de um relevo plano, onde sequer existem taludes - de cortes ou aterros - sujeitos as instabilidades e/ou erosões.
- Grupo II: Não existem áreas exploradas nas adjacências da área do empreendimento. As fontes de materiais terrosos, pétreos e arenosos para obras de infra-estrutura na Região Metropolitana do Recife normalmente localizam-se fora das adjacências do projeto, onde, devido à presença de sedimentos do Grupo Barreiras e afloramentos rochosos, exploram-se jazidas de solos e implantaram-se pedreiras comerciais, além de areais.
- Grupo III: Não há problemas quanto à ocupação de terceiros no local da rótula e suas faixas de escapamento que venham a dificultar a implantação dos viadutos, apesar da intensa ocupação lindeira (inclusive irregular), nas margens da Pan Nordestina. As ocupações tratam-se de uma lombada eletrônica que será retirada, tubulação da COPERGÁS que será remanejada e posteação. No mais, são pequenos entulhos, a exemplo de ferro-velho que serão obrigatoriamente afastados da faixa de domínio, com a implantação dos viadutos e vias marginais.

4.4.3 Indicadores de Risco Ambiental com o Empreendimento

Procede-se, a seguir, com base no Diagnóstico Ambiental efetuado, ao estabelecimento dos Indicadores de Risco Ambiental da implantação do Empreendimento.



Fonte: Plano Diretor da Região Metropolitana do Recife, Metrópole 2010, FIDEM, 1998
Escala: 1:100.000

- | | | | |
|---|--|---|--|
|  | Áreas Urbanizáveis |  | Sítios Históricos |
|  | Área Urbana da Cidade do Cabo |  | Estação de Tratamento de Água |
|  | Área Industriais |  | Unidade de Destino Final de Resíduos Sólidos |
|  | Reservas Ecológicas
(Lei Estadual n. 9989/87) | | |
|  | Zonas Estuarinas
(Lei Estadual n. 9931/86) | | |
|  | Áreas de Proteção de Mananciais
(Lei Estadual n. 9860/86) | | |

Quadro de Indicadores dos Riscos Ambientais do Projeto		
Indicador	Risco	Avaliação
a) Meio Físico Modificação do relevo/ risco de erosões	Baixo	O risco é baixo haja vista que o projeto localiza-se em área plana, com ausência de taludes, na Planície Flúvio-Marinha da RMR, onde haverá muito pouquíssima movimentação de terras.
Empréstimos e jazidas	Baixo	O risco é baixo, uma vez que a obra exigirá muito pouco aporte de material de empréstimos e jazidas, havendo uma maior demanda de materiais industrializados tais como cimento e ferro. As fontes de materiais pétreos e arenosos a serem utilizadas têm exploração comercial e localizam-se distantes da área do Projeto.
Bota-Foras	Baixo	Os bota-foras deverão ser transportados para locais distantes da área do projeto na RMR.
Comprometimento de mananciais de águas superficiais e subterrâneas	Baixo	O risco é baixo haja vista que os mananciais tanto superficiais quanto subterrâneos não se prestam para o consumo por tratarem-se de águas comprometidas com salubridade (efeito das marés), além de poluídas pela atividade antrópica circunvizinha.
b) Meio Biótico Comprometimento de vegetação de preservação permanente e fauna associada	Baixo	Não há possibilidade de comprometimento deste tipo vegetacional, uma vez que na área do projeto a única vegetação existente trata-se de vegetação de arborização do canteiro central. Mesmo nas áreas das jazidas de materiais a serem utilizados no projeto.
Comprometimento de unidades de conservação legalmente instituídas	Baixo	Na RMR, de acordo com o Plano Diretor Metrópole 2010, existem as seguintes Unidades de Conservação: Áreas de Proteção de Mananciais (Lei Estadual n. 9860/86); Zonas Estuarinas (Lei Estadual n. 9989/98); Reservas Ecológicas (Lei Estadual n. 9989/87) e; Outras Matas de Proteção Ambiental. Conforme se observa no Mapa Uso do Solo apresentado no item Meio Antrópico – Uso e Ocupação do Solo na Área do Projeto, nenhuma destas áreas são encontradas nas adjacências do local onde será implantado o Projeto.
Comprometimento de vegetação antrópica (arborização urbana e outras)	Baixo	Conforme se observa na ilustração fotográfica do item Meio Biótico do diagnóstico a vegetação atualmente existente na área do Projeto – a ser erradicada – trata-se de arbustos e grama plantados no centro do atual retorno, tendo pouco importância como arborização urbana.

Quadro de Indicadores dos Riscos Ambientais do Projeto (continuação)		
Indicador	Risco	Avaliação
c) Meio Antrópico Perdas econômicas resultante de desapropriações	Baixo	As desapropriações serão de pequena monta, uma vez que a área encontra-se praticamente desimpedida. Tratar-se-ão, basicamente, da remoção de construções irregulares na faixa de domínio (barracas, avanços de muros, pequenos comércios, etc.)
Danos a equipamentos e/ou infra-estrutura pública	Baixo	Haverá necessidade de remanejamento de rede de posteação para implantação do viaduto. Trata-se, entretanto, de rede de baixa tensão o que será feito em estreita cooperação com o órgão competente – a CELPE. Será ainda necessária o remanejamento da tubulação da COOPERGÁS e retirada do equipamento da lombada eletrônica existente no local que deverá ser desativada.
Incômodos à população decorrente de interrupção de fluxo de tráfego	Alto	Levando-se em conta que a PE-060, especialmente nos fins de semana e feriados tem um fluxo de tráfego intenso haverá necessidade de desvios, o que poderá gerar retenções do fluxo na fase de obras.
Incômodos à população decorrente de vibrações e ruídos na fase de obras	Médio	Os ruídos e vibrações ocorrerão devido à própria natureza da obra. Entretanto, levando-se em conta que há um certo distanciamento da urbanização, além de tratar-se, essencialmente, de estabelecimentos comerciais e não residenciais, tais incômodos não deverão ter alta significância.
Incômodos à população decorrente de vibrações e ruídos na fase de operação	Médio	O nível de vibrações e ruídos com a operação do Projeto não deverá mudar em relação à situação atual, uma vez que não se espera aumento significativo do fluxo de tráfego. Leve-se em conta que a ocupação marginal é essencialmente comercial (ver diagnóstico do Uso do Solo), excetuando-se a presença da favela “V8” nas proximidades que se trata de uma ocupação irregular da faixa de domínio da rodovia.
Danos ao patrimônio histórico, cultural arquitetônico e arqueológico	Baixo	Não há possibilidade de danos ao patrimônio histórico, uma vez que se localizam distantes do local da obra, tratando-se de antigas edificações de engenhos de açúcar e não visíveis na paisagem por quem trafega na PE-060, no local da obra.
Conflitos de uso e ocupação do solo	Baixo	Conforme Mapa de Uso do Solo Proposto do Plano Diretor da RMR – Metrópole 2010 (apresentado no Diagnóstico do Meio Antrópico) não há conflitos haja vista que a obra se dará numa via já duplicada e na área de expansão urbana da cidade de Cabo de Santo Agostinho.

4.4.4 Conclusões

Pelo exposto no diagnóstico ambiental, bem como nos indicadores ambientais, conclui-se, relativamente aos impactos da implantação do projeto:

- nos meio físico o impacto é de baixa magnitude, haja vista as condições de relevo que permitem a implantação do empreendimento, sem descaracterização do relevo que se apresenta como plano, com ausência, inclusive, de taludes seja de cortes seja de aterros; por sua vez, não há risco de comprometimento de recursos hídricos, tendo em vista que nas imediações inexistem recursos hídricos aproveitáveis para o consumo humano e animal, apesar da presença do riacho Currupio, cujas águas no local encontram-se totalmente poluídas;
- no meio biótico, não se vislumbra a possibilidade do empreendimento comprometer a flora e a fauna, uma vez que a vegetação a ser erradicada trata-se de um estrato arbustivo e graminoso, que foi implantado no centro do atual retorno com o propósito de ajardinamento; os remanescentes de mangues localizados próximo à orla marítima, encontram-se bastante distanciados do local do projeto. Por sua vez, as manchas de remanescentes de mata atlântica (protegidos pela legislação estadual), também estão distanciados do local (ver mapa do Uso do Solo);
- os maiores impactos negativos surgirão no meio antrópico, referindo-se, basicamente, aos transtornos que serão causados ao fluxo de tráfego que se apresenta bastante intenso na PE-060, o que deverá ser contornado com um esquema de desvio de tráfego e sinalização adequados; quanto aos danos decorrentes de desapropriações, estes deverão ser muito pequenos, uma vez que circunscrever-se-ão a deslocamento de barracas e pequenos comércios que se posicionam irregularmente na faixa de domínio.

5. Projetos

5.1 Projeto Geométrico para Adequação das Vias

5.1.1 Considerações Iniciais

O Projeto Geométrico teve o objetivo de conceber e detalhar uma interseção em desnível no km 2,2 (atual retorno) da rodovia PE-60, priorizando o fluxo de veículos das pistas principais e eliminando os acessos laterais das marginais a estas pistas, o que possibilitará a redução ou a eliminação total dos semáforos e lombadas eletrônicas existentes na travessia do Cabo.

A interseção em desnível funcionará também como retorno para os veículos que trafegam pelas pistas principais e marginais da rodovia PE-60, além de melhorar os seguintes acessos à Cidade do Cabo: centro do Cabo, Vila da COHAB e Loteamento Cidade Garapu.

5.1.2 Metodologia Utilizada

Para a elaboração do projeto geométrico, procurou-se atender às diretrizes do Manual de Projeto Geométrico e, especialmente, a IS-234 – Elaboração de Projeto Geométrico de Rodovias – Áreas Urbanas, ambos do DNIT.

O projeto geométrico da interseção abrangeu um segmento de 650m da rodovia PE-60, sendo constituído por dois viadutos paralelos no km 2,2 da rodovia e do sistema viário projetado para o entorno, composto pelas seguintes vias:

- Adequação do greide das pistas da PE-60 para acesso aos viadutos;
- Complemento das pistas marginais esquerda e direita para acesso à rotula projetada sob os viadutos;
- Projeto de rótula sob os viadutos com a função de retorno da PE-60 e de acesso à Cidade do Cabo (LE/LD).

O projeto geométrico foi desenvolvido sobre uma base planialtimétrica cadastral, obtida do levantamento topográfico realizado, onde foram definidos sete eixos de projeto, discriminados na tabela a seguir e representados em planta no QD-5.1.1.

Nome do Eixo	Localização	Estaqueamento	Extensão (m)
Eixo 1	Pista direita da PE-60 (sentido Recife-Suape)	Est. 0+0,0 a Est. 32+6,42	646,42
Eixo 2	Pista esquerda da PE-60 (sentido Suape-Recife)	Est. 150+0,0 a Est. 182+3,60	643,60
Eixo 3	Marginal Direita	Est. 50+0,00 a Est. 68+9,24	369,24
Eixo 4	Marginal Direita	Est. 100+0,0 a Est. 108+7,98	167,98
Eixo 5	Marginal Esquerda	Est. 200+0,0 a Est. 209+15,0	195,00
Eixo 6	Marginal Esquerda	Est. 250+0,0 a Est. 266+14,26	334,26
Eixo 7	Rótula sob a PE-60	Est. 0+0,0 a Est. 12+01,71	241,71

Todos os sete eixos projetados foram desenhados em pranchas tamanhos A-1, nas escalas de 1:1000 (H) e 1:100 (V); sendo apresentada na parte superior a planimetria e na parte inferior (quadrícula) a altimetria, com todos os elementos horizontais e verticais destacados.

A seguir são apresentados os critérios adotados:

a) Determinação do Raio Mínimo

O Raio mínimo foi calculado através da fórmula apresentada no Manual de Projeto Geométrico do DNIT, a saber:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(e_{\max} + f_{\max})}$$

Onde:

R_{\min} = Raio da curva;

V = Velocidade diretriz, em km/h;

e_{\max} = máxima taxa de superelevação adotada (m/m);

f_{\max} = máximo coeficiente de atrito transversal admissível entre o pneu e o pavimento (adimensional).

Considerou-se a taxa de superelevação máxima admissível $e_{\max} = 8\%$ nas pistas principais e de 4% na rótula e marginais.

Adotou-se uma velocidade de projeto de 100 km/h para as pistas principais e 40 km/h para a rótula e marginais.

b) Seções Transversais-tipo

Procurou-se seguir as mesmas seções-tipo existentes nas pistas principais e marginais da PE-60, ou seja:

Pistas Principais Direita e Esquerda (Eixos 1 e 2)	
Pista de rolamento	7,00 m
Acostamento externo	2,5m
Acostamento interno	1,0m
Canteiro central	4,0m

Pista Marginal Direita (Eixos 3 e 4)	
Pista de rolamento	6,0m (antes da rótula) e 7,0m (após rótula)
Passeio externo	2,0m

Pista Marginal Esquerda (Eixos 5 e 6)	
Pista de rolamento	8,0m (antes da rótula) e 7,0m (após rótula)
Passeio externo	2,0m

Rótula (Eixo 7)	
Pista de rolamento	10,5m
Passeio externo	2,0m

Além destas vias, foram definidas seções para os seguintes acessos:

Acesso à Cidade do Cabo (LD) e ao Loteamento Cidade Garapu (LE) (localizados na rótula, consistindo de duas vias separadas pelo canal currupio)	
Pistas de rolamento	8,0m
Passeios externos	2,0m
Passeios internos	1,0m

Acesso à Vila da COHAB (LD) (localizado na rótula, consistindo de pista simples)	
Pista de rolamento	8,0m
Passeios	2,0m

Acesso ao Loteamento Cidade Garapu (LE) (localizado na estaca 206 da marginal esquerda –Eixo 5)	
Pista de rolamento	7,0m
Passeios	2,0m

Acesso ao Loteamento Cidade Garapu (LE) (localizado na estaca 263 da marginal esquerda –Eixo 6)	
Pista de rolamento	7,0m
Passeios	2,0m

c) Greide de Pavimentação

Para determinação do greide de pavimentação, geralmente com ponto de aplicação no eixo da via, considerou como condicionantes o gabarito mínimo rodoviário sob os viadutos e a concordância das vias projetadas com as vias principais e marginais existentes.

Adotou-se uma rampa mínima para o greide nas vias de acesso e marginais de 0,25%, sendo a rampa máxima obtida nos acessos dos viadutos com valor de 5,396%.

Para a concordância vertical, adotou-se a parábola do 2º grau, definida pelo seu grau de curvatura “k”, de acordo com as normas vigentes.

Com relação à inclinação transversal das pistas projetadas, adotou-se o valor de 3% para pistas de rolamento com declividades para os dois lados e de 2% para pistas com declividades para um único lado, sempre com o objetivo de facilitar a drenagem superficial.

5.1.3 Resultados Obtidos

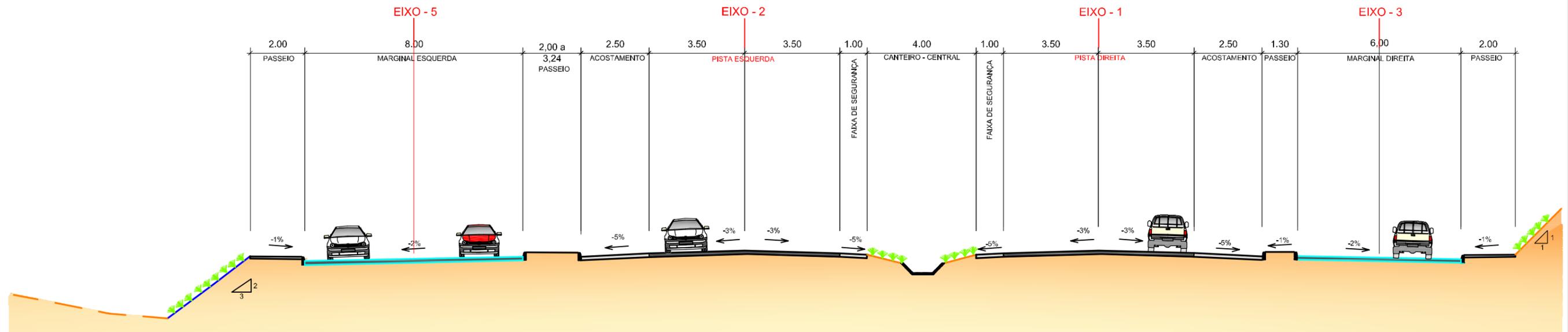
O Projeto Geométrico encontra-se apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução, através dos seguintes quadros:

- Planta Geral do Projeto Geométrico, com a localização dos sete eixos projetados;
- Seções Transversais Tipo das vias projetadas;
- Projeto Geométrico em planta e perfil de cada um dos sete eixos projetados;
- Localização das Referências de Nível.

A seguir, são apresentadas:

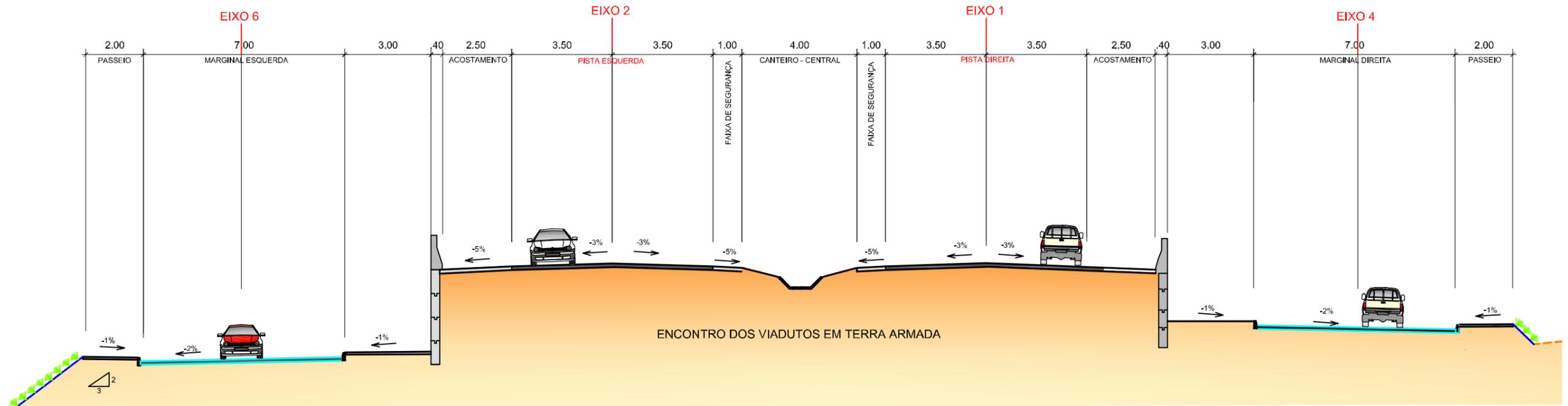
QD- 5.1.1: Planta geral do Projeto Geométrico;

QD-5.1.2: e QD-5.1.3: Seções transversais tipo das vias projetadas.



CORTE A-A'

RODOVIA PE-60
 ESTACA E. 4+0,00 DO EIXO 1
 ESCALA: 1/150



CORTE B-B'

RODOVIA PE-60
 ESTACA E. 19+0,00 DO EIXO 1
 ESCALA: 1/150

EIXO 1 - PISTA DIREITA - (SENTIDO: RECIFE - SUAPE)
 EIXO 2 - PISTA ESQUERDA - (SENTIDO: SUAPE - RECIFE)

data:09/12/2006
 alterado por: sergio pedroza
 lpe172\proj\execu\vo\vol3_memoria-1772_sec-tipo-geo.dwg

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM		DER-PE
RODOVIA PE - 60	TRECHO : ENTR. BR -101 (CABO) - ENTR. ACESSO A SUAPE EXTENSÃO : 600,00 m	 Maia Melo Engenharia Ltda.
SEÇÕES TIPO - PROJETO GEOMÉTRICO		QD - 5.1.2

5.2 Projeto de Terraplenagem

5.2.1 Considerações Gerais

O Projeto de Terraplenagem foi elaborado tomando-se por base os elementos do Projeto Geométrico, a qualidade dos materiais dos cortes a escavar, bem como a definição dos materiais que irão compor a camada superior da terraplenagem.

5.2.2 Soluções Adotadas

- Os taludes de cortes e aterros adotados foram os seguintes: corte $V=1 : H=1$ e aterro $V=1 : H=1,5$;
- O movimento de terra será realizado com a utilização de material escavado do empréstimo indicado no projeto;
- Apenas serão transportados para os aterros os materiais que, pela caracterização efetuada no empréstimo, sejam compatíveis com a especificação de execução dos aterros e em conformidade com o projeto.
- O corpo de aterro será constituído de solos provenientes do empréstimo, com expansão inferior a 2%.
- O grau de compactação das camadas de aterro deverá atingir, no mínimo, 100% do Proctor Normal.

- Nos aterros, os últimos 60 cm da camada final de terraplenagem serão constituídos por materiais que apresentem $ISC \geq 10\%$ (ISC de projeto de pavimentação), provenientes do empréstimo indicado no projeto.
- Nos cortes, devido ao nível d'água elevado na região, principalmente no inverno, indicou-se um rebaixamento de 0,80m abaixo do greide de terraplenagem, para ser preenchido inicialmente com uma camada drenante de areia de 0,30m de espessura, seguida por uma camada de selo de 0,20m de material de jazida, e a última camada de 0,30m com material selecionado com $ISC \geq 10\%$.

Vale a pena ressaltar que adotou-se o talude de corte $V=1: H=1$, por ter sido este o talude utilizado na construção da duplicação da PE-60, após a constatação de que os taludes de corte com $V=1,5: H=1,0$ estavam provocando degradação e desmoronamentos (ver pág.14 do Volume 01 – Relatório “As Built” enviado ao DER em de abril/96.

5.2.3 Resultados Obtidos

O Projeto de Terraplenagem encontra-se apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução, através dos seguintes quadros:

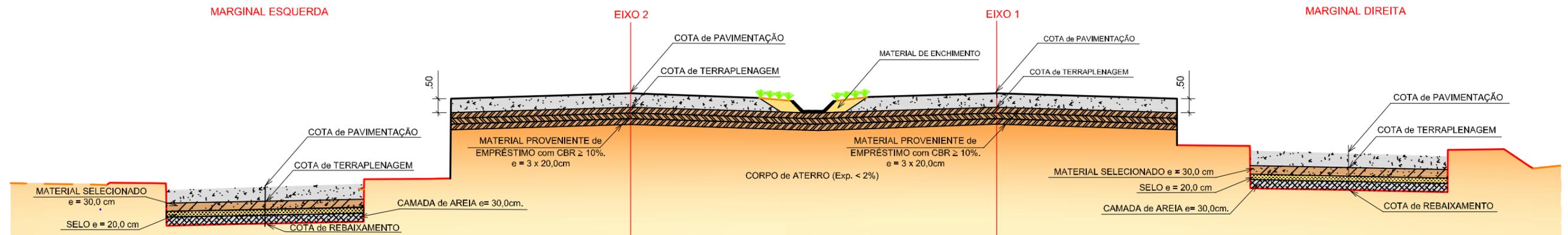
- Seção transversal tipo de terraplenagem;
- Projeto-tipo para alargamento da plataforma existente;
- Croqui de localização do empréstimo e análise estatística dos ensaios realizados;
- Demonstrativo das quantidades de terraplenagem;
- Distribuição de materiais para terraplenagem;
- Resumo de terraplenagem;

As Notas de Serviço e Mapas de Cubação dos sete eixos projetados encontram-se apresentados no Volume 3B – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes.

A seguir, são apresentados:

- QD-5.2.1: Seção transversal tipo de terraplenagem;
- QD-5.2.2: Análise estatística com croqui de localização do Empréstimo E.1 – Gaibu;
- QD-5.2.3: Quadro resumo de terraplenagem.

SEÇÃO TIPO DE TERRAPLENAGEM



MÉTODO CONSTRUTIVO DA TERRAPLENAGEM

SEÇÃO EM CORTE	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Realizar um rebaixamento do corte de 0,80 m em relação ao greide de terraplenagem 2 - Iniciar o reaterro com uma camada de areia de 0,30m, seguida de uma camada de selo de 0,20m e finalizando com uma camada de material selecionado de 0,30m, com CBR ≥ 10%.
SEÇÃO EM ATERRO	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Realizar a terraplenagem do corpo do aterro em camadas de 0,20m, umedecidas com teores de umidade entre 1 e 2% acima da umidade ótima e compactadas a 100% do Proctor Normal, até atingir a cota referente às três últimas camadas do aterro, que corresponde a 0,60m abaixo do greide de terraplenagem 2 - As três últimas camadas de terraplenagem terão 0,20m de espessura e deverão ser constituídas por material provenientes dos empréstimos indicados no Projeto, com CBR ≥ 10%.
<p>Observação : O greide de terraplenagem corresponde ao greide de pavimentação subtraído da espessura do pavimento (Revest.+Base+Sub-base).</p>	

data: 09/12/2006
 alterado por: sergio pedroza
 pte/72/proj/execute/v4/3_memo/01b-1772 sec-tipo-pav-3.dwg

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM		DER-PE
RODOVIA PE - 60	TRECHO : ENTR. BR -101 (CABO) - ENTR. ACESSO A SUAPE EXTENSÃO : 600,00 m	 Maia Melo Engenharia Ltda.
SEÇÃO TIPO - PROJETO DE TERRAPLENAGEM		5.2.1

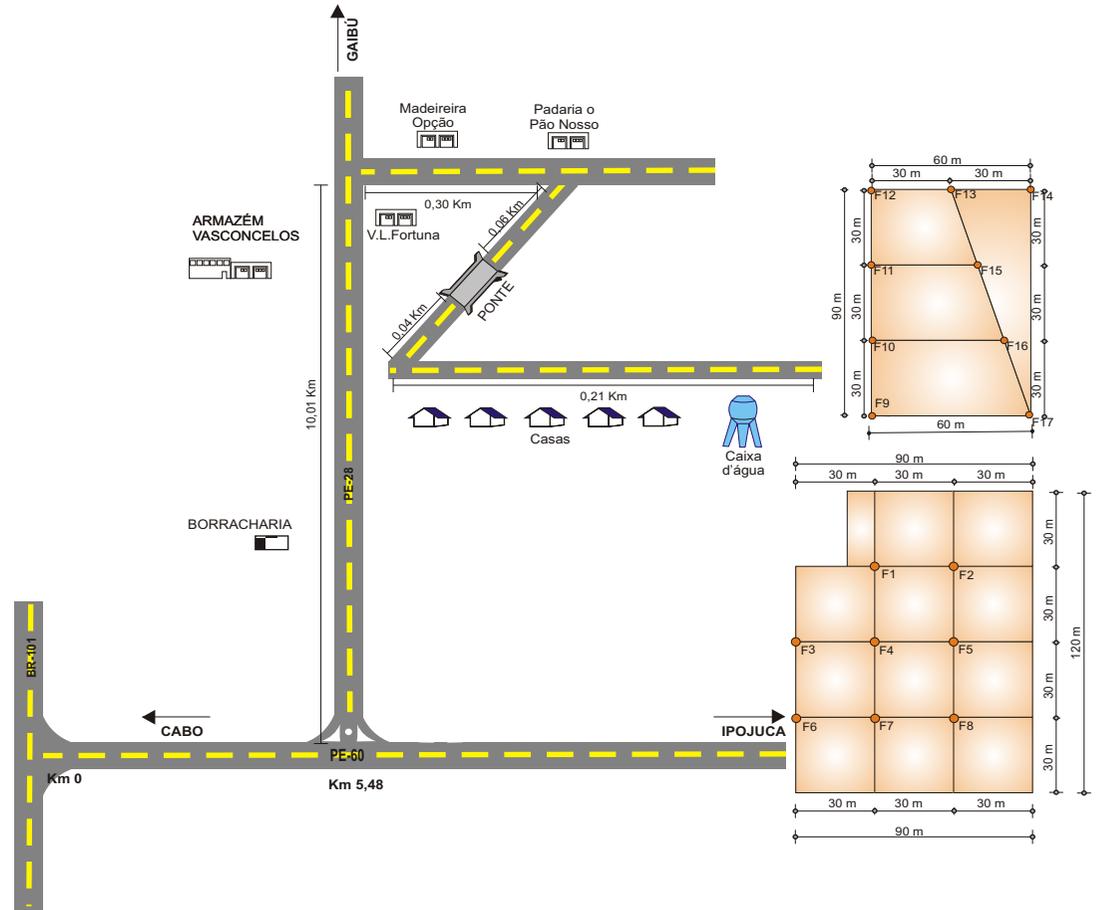
INDICAÇÕES GERAIS

MATERIAL	Ar. si. ag. verm. cl
LOCALIZAÇÃO	Km 5,48 da PE-60 - LE
DISTÂNCIA DO EIXO	10,62 Km
PROPRIETÁRIO	Prefeitura do Cabo de Santo Agostinho
END. DO PROPRIETÁRIO	-
BENFEITORIAS	Não há
TIPO DE VEGETAÇÃO	Rasteira
ÁREA	16.200 m ²
VOLUME DO EXPURGO	1.620 m ³
VOLUME UTILIZÁVEL (90%)	42.120 m ³
ESPESS. MÉD. UTILIZÁVEL	2,60
UTILIZAÇÃO	Corpo de aterro e material selecionado
MALHAS	30m x 30m

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS

ENS. CARACT.		\bar{X}	σ	N	X_{\min}	X_{\max}	ENS. CARACT.		\bar{X}	σ	N	X_{\min}	X_{\max}	
GRANULOMETRIA % PASSANDO	2"	100,0	0,0	17	100,0	100,0	A.A.S.H.O. NORMAL 12 GOLPES	M.E.A.S. MAX.	1896,9	47,7	17	1849,6	1944,3	
	1"	100,0	0,0	17	100,0	100,0		UMIDADE ÓTIMA	8,2	1,3	17	6,9	9,5	
	3/8"	99,9	0,2	17	99,7	100,0		I.S.C	20,9	4,5	17	16,4	25,3	
	Nº 4	99,4	0,8	17	98,6	100,0		EXPANSÃO	0,1	0,2	17	0,0	0,4	
	Nº 10	95,6	1,1	17	94,5	96,7		A.A.S.H.O. INTERM 28 GOLPES	M.E.A.S. MAX.	-	-	-	-	-
	Nº 40	45,6	7,7	17	38,0	53,2			UMIDADE ÓTIMA	-	-	-	-	-
Nº 200	17,8	5,7	17	12,2	23,5	I.S.C	-		-	-	-	-		
L.L.	-	-	-	-	-	-	EXPANSÃO	-	-	-	-	-		
I.P.	-	-	-	-	-	-	DESG. A ABRASÃO "LOS ANGELES"	-	-	-	-	-		
FAIXA DNER	E						DENSIDADE "IN SITU"							
IG. MODAL	-						UMIDADE NATURAL							
CLASS. H.R.B	A-2-4						OBS.							

EMPRÉSTIMO - E.1 - GAIBÚ





1 - PROCEDÊNCIA DO MATERIAL ESCAVADO (m³):				
		CORTE+REBAIX. CORTE	EMPRÉSTIMO	TOTAL
		9.617,70	41.315,01	50.932,71
2 - DESTINO DO MATERIAL ESCAVADO (m³):				
		A T E R R O	BOTA-FORA	TOTAL
		50.932,71	0,00	50.932,71
3 - DISTRIBUIÇÃO DO MATERIAL ESCAVADO (m³):				
ESCAVAÇÃO CARGA E TRANSPORTE COM DMT:		1ª CATEGORIA		TOTAL
ATÉ 200 m		9.100,47		9.100,47
DE 200 a 400 m		517,23		517,23
IGUAL A 13,90 km		41.315,01		41.315,01
TOTAL		50.932,71		50.932,71
4 - COMPACTAÇÃO DE ATERROS:				
100% DO PROCTOR NORMAL			39.179,01 m³	
5 - CAMADA DRENANTE DE AREIA COM DMT = 13,53.....			3.436,00 m³	

5.3 Projeto de Pavimentação

5.3.1 Considerações Iniciais

O Projeto de Pavimentação foi elaborado com o objetivo de definir as estruturas de pavimento das vias a serem implantadas e alargadas devido à adequação do sistema viário existente à nova condição de interseção em desnível, com a construção dos dois viadutos paralelos na PE-60.

Como a intervenção na PE-60 será pontual, em um segmento de apenas 650m de extensão, procurou-se adotar a mesma estrutura de pavimento das vias existentes, ou seja:

a) Pistas esquerda e direita da PE-60

- Pista de Rolamento:
 - Revestimento: CBUQ com 5,0cm de espessura e estabilidade Marshall máxima de 800kgf;
 - Binder: Pré-misturado à quente com 5,0cm de espessura e estabilidade Marshall máxima de 700kgf;
 - Base: brita graduada com 20,0cm de espessura;
 - Sub-base: Solo estabilizado granulometricamente sem mistura, com 20,0cm de espessura;
 - Subleito: Material selecionado com $CBR \geq 10\%$.

- Acostamentos:
 - Mesma estrutura da pista de rolamento à exceção do revestimento, que será constituído de 5,0cm de Binder, utilizado também na pista de rolamento.

b) Marginal esquerda e direita da PE-60

- Pista de Rolamento:
 - Revestimento: CBUQ com 5,0cm de espessura e estabilidade Marshall de 772kgf;
 - Base: brita graduada com 20cm de espessura;
 - Sub-base: Solo estabilizado granulometricamente sem mistura, com 20cm de espessura;
 - Subleito: Material selecionado com $CBR \geq 10\%$.

5.3.2 Apresentação dos resultados

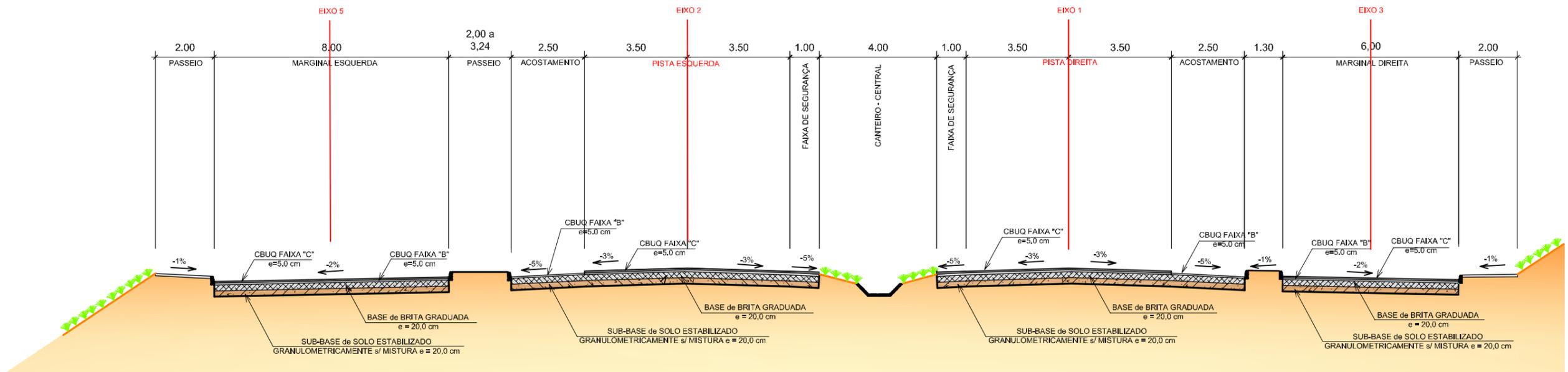
O Projeto de Pavimentação encontra-se apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução, através dos seguintes quadros:

- Seções transversais tipo de pavimentação;
- Gráfico linear com a localização das ocorrências de materiais para pavimentação;
- Croqui de localização da saibreira e análise estatística dos ensaios realizados;
- Croqui de localização do Areal comercial;
- Croqui de localização da pedreira comercial;
- Demonstrativo das quantidades dos serviços de pavimentação.

A seguir, são apresentados:

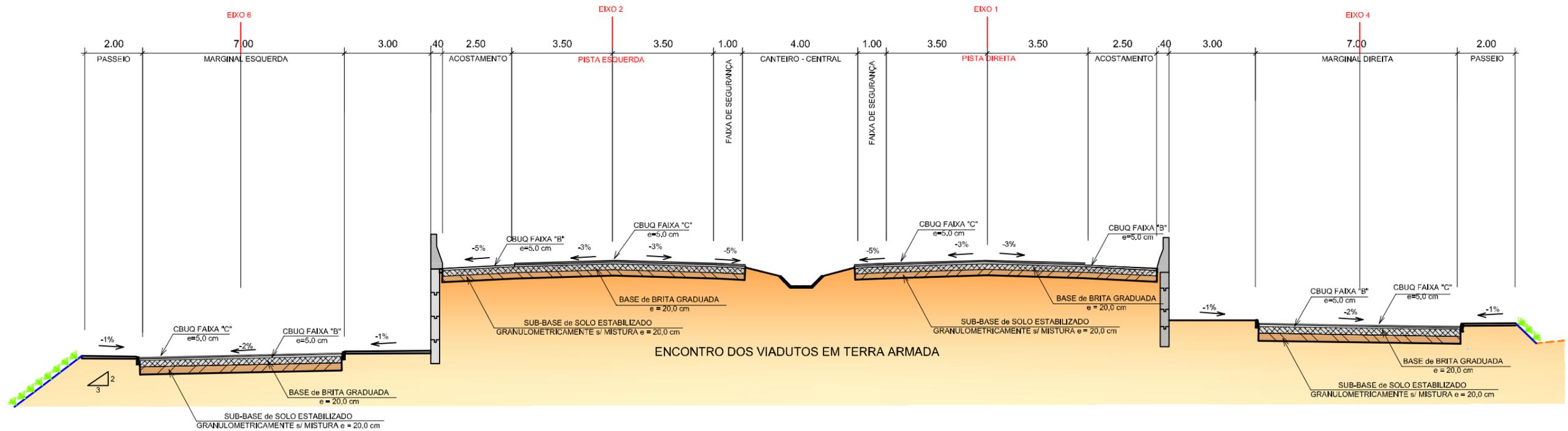
- QD-5.3.1 e QD-5.3.2: Seções transversais tipo de pavimentação
- QD-5.3.3: Análise estatística com croqui de localização da Saibreira S.1 – Gaibu;
- QD-5.3.4: Croqui de localização do Areal Comercial A.1 – Suape;
- QD-5.3.5: Croqui de localização da Pedreira Comercial P.1 – Anhanguera.

SEÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO



CORTE A-A'

RODOVIA PE-60
ESTACA E. 4+0,00 DO EIXO 1
ESCALA: 1/150



CORTE B-B'

RODOVIA PE-60
ESTACA E. 19+0,00 DO EIXO 1
ESCALA: 1/150

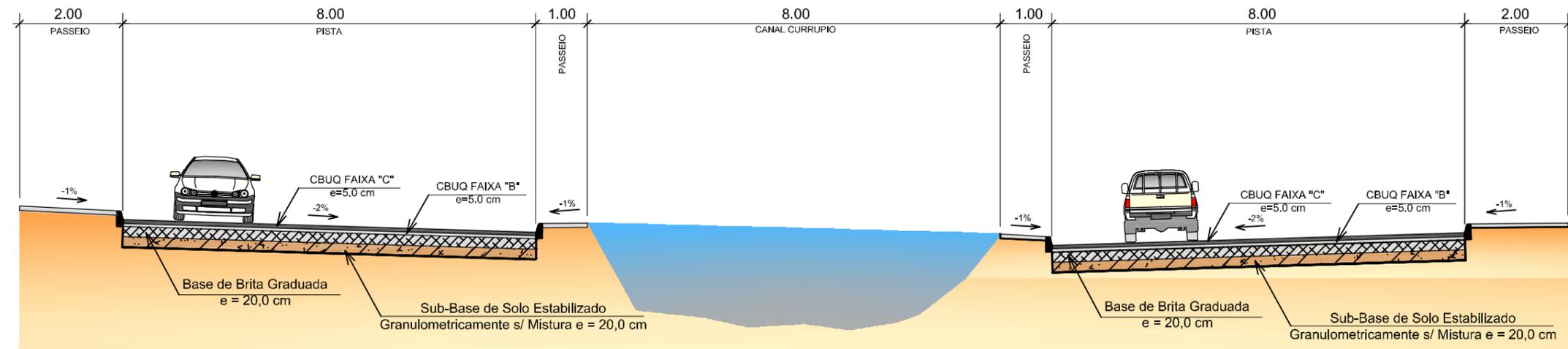
OBSERVAÇÕES:

- 1 - CBUQ FAIXA "C" COM ESTABILIDADE MARSHAL MÁXIMA DE 800 kgf.
- 2 - CBUQ FAIXA "B" COM ESTABILIDADE MARSHAL MÁXIMA DE 700 kgf.
- 3 - SUBLEITO DE MATERIAL SELECIONADO COM CBR \geq 10%.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM		DER - PE
RODOVIA PE - 60	TRECHO : ENTR. BR -101 (CABO) - ENTR. ACESSO A SUAPE EXTENSÃO : 600,00 m	 Maia Melo Engenharia Ltda.
SEÇÕES TIPO - PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO		QD - 5.3.1

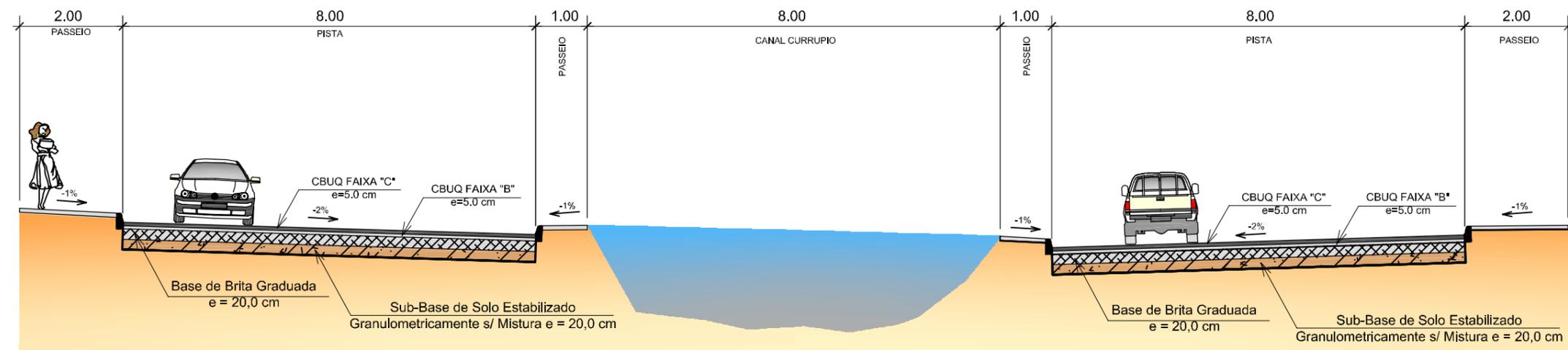
CORTE C-C'

VIA MARGINAL AO CANAL CURRUPIO, LOCALIZADA NO LADO DIREITO DA PE-60, PARA ACESSO À CIDADE DO CABO
ESCALA: 1/100



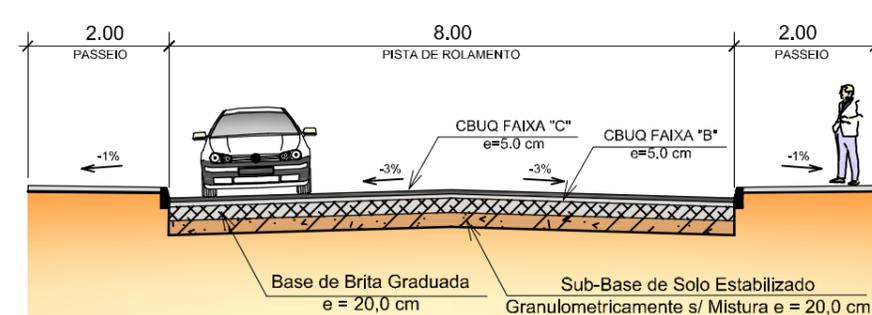
CORTE D-D'

VIA MARGINAL AO CANAL CURRUPIO, LOCALIZADA NO LADO ESQUERDO DA PE-60, PARA ACESSO AO LOTEAMENTO CIDADE GARAPÚ
ESCALA: 1/100

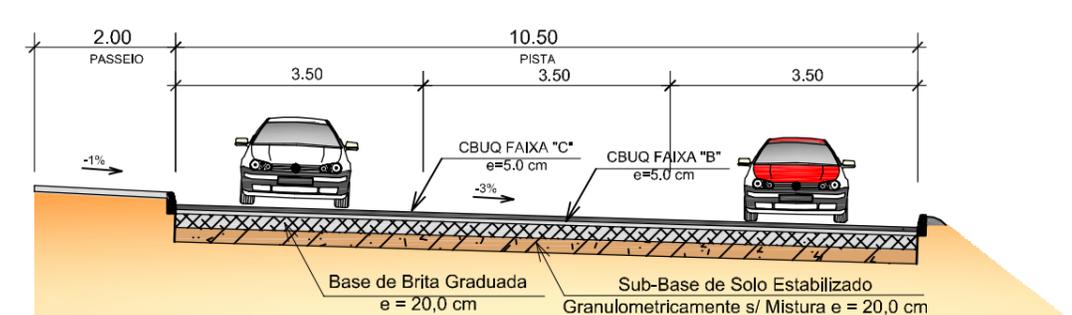


CORTE E-E'

VIA DE ACESSO À VILA DA COHAB, LOCALIZADA NO LADO DIREITO DA PE-60
ESCALA: 1/100



CORTE F-F' RÓTULA SOB A PE-60 ESCALA: 1/100



OBSERVAÇÕES:

- 1 - A RÓTULA SERVIRÁ DE RETORNO PARA OS VEÍCULOS QUE TRAFEGAM NAS PISTAS PRINCIPAIS E MARGINAIS DA PE-60, NOS SENTIDOS RECIFE - SUAPE E SUAPE - RECIFE, BEM COMO DE ACESSO AO CENTRO DO CABO E À VILA DA COHAB (LD) E AO LOTEAMENTO CIDADE GARAPU (LE)
- 2 - CBUQ FAIXA "C" COM ESTABILIDADE MARSHAL MÁXIMA DE 800 kgf.
- 3 - CBUQ FAIXA "B" COM ESTABILIDADE MARSHAL MÁXIMA DE 700 kgf.
- 4 - SUBLEITO DE MATERIAL SELECIONADO COM CBR \geq 10%

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM - DER-PE		DER-PE
RODOVIA PE - 60	TRECHO : ENTR. BR -101 (CABO) - ENTR. ACESSO A SUAPE	 Maia Melo Engenharia Ltda.
	EXTENSÃO : 600,00 m	
SEÇÕES TIPO - PROJETO PAVIMENTAÇÃO		QD - 5.3.2

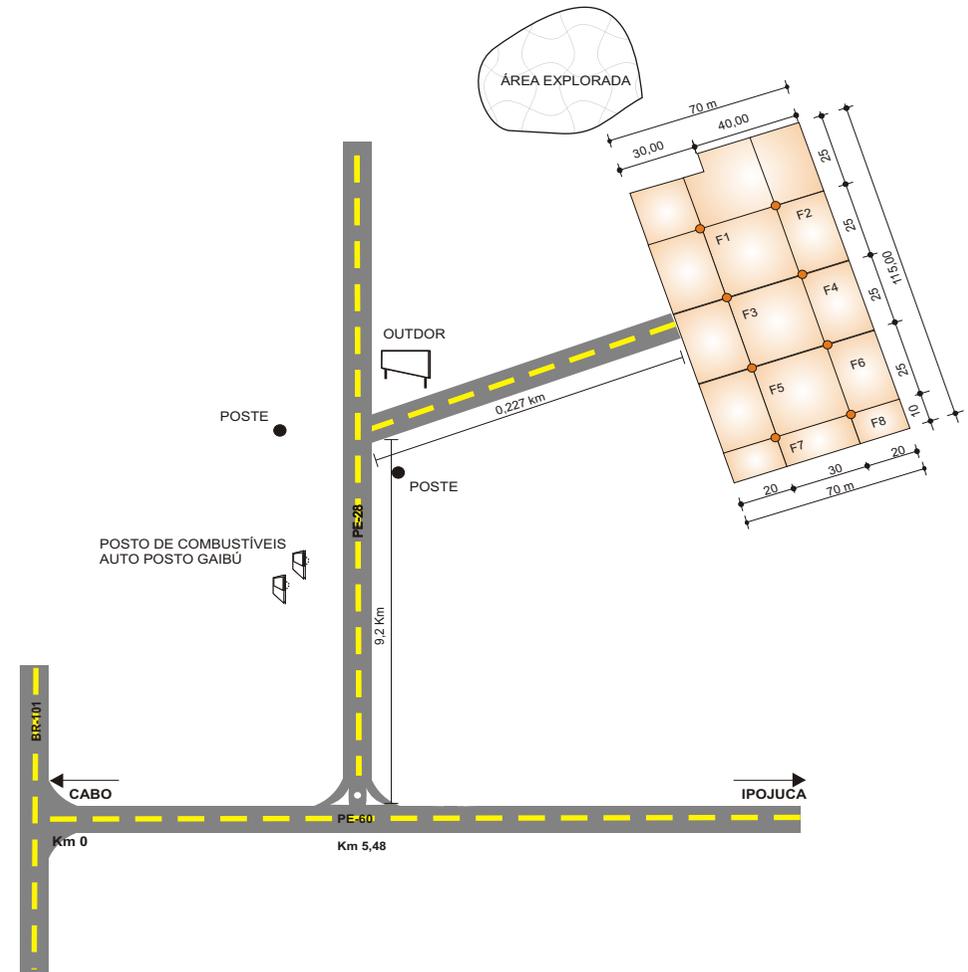
INDICAÇÕES GERAIS

MATERIAL	Ar. si.ag.verm. cl
LOCALIZAÇÃO	Km 5,48 da PE-60 - LE
DISTÂNCIA DO EIXO	9,43 Km do Posto Fiscal
PROPRIETÁRIO	Prefeitura do Cabo de Santo Agostinho
END. DO PROPRIETÁRIO	-
BENFEITORIAS	Não há
TIPO DE VEGETAÇÃO	Rasteira
ÁREA	8.050 m ²
VOLUME DO EXPURGO	886 m ³
VOLUME UTILIZÁVEL (90%)	7.970 m ³
ESPESS. MÉD. UTILIZÁVEL	1,10
UTILIZAÇÃO	Sub-base sem mistura
MALHAS	30 x 25

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS

ENS. CARACT.	\bar{X}	σ	N	X_{min}	X_{max}	ENS. CARACT.	\bar{X}	σ	N	X_{min}	X_{max}
GRANULOMETRIA % PASSANDO	2"	100	0,0	8	100	M.E.A.S. MAX.	1840,9	74,4	8	1756,3	1925,4
	1"	100	0,0	8	100	UMIDADE ÓTIMA	9,5	3,5	8	5,5	13,5
	3/8"	100	0,0	8	100	I.S.C	27,0	4,2	8	22,2	31,7
	Nº 4	100	0,0	8	100	EXPANSÃO	0,2	0,3	8	0,0	0,5
	Nº 10	95,2	1,6	8	93,4	M.E.A.S. MAX.	-	-	-	-	-
	Nº 40	49,7	5,8	8	43,2	UMIDADE ÓTIMA	-	-	-	-	-
L.L.	NL	-	-	-	-	I.S.C	-	-	-	-	-
	I.P.	NP	-	-	-	EXPANSÃO	-	-	-	-	-
						DESG. A ABRASÃO "LOS ANGELES"					
FAIXA DNER	F					DENSIDADE "IN SITU"					
IG. MODAL	0					UMIDADE NATURAL					
CLASS. H.R.B	A-2-4					OBS.					

SAIBREIRA - S.1 - GAIBÚ



INDICAÇÕES GERAIS

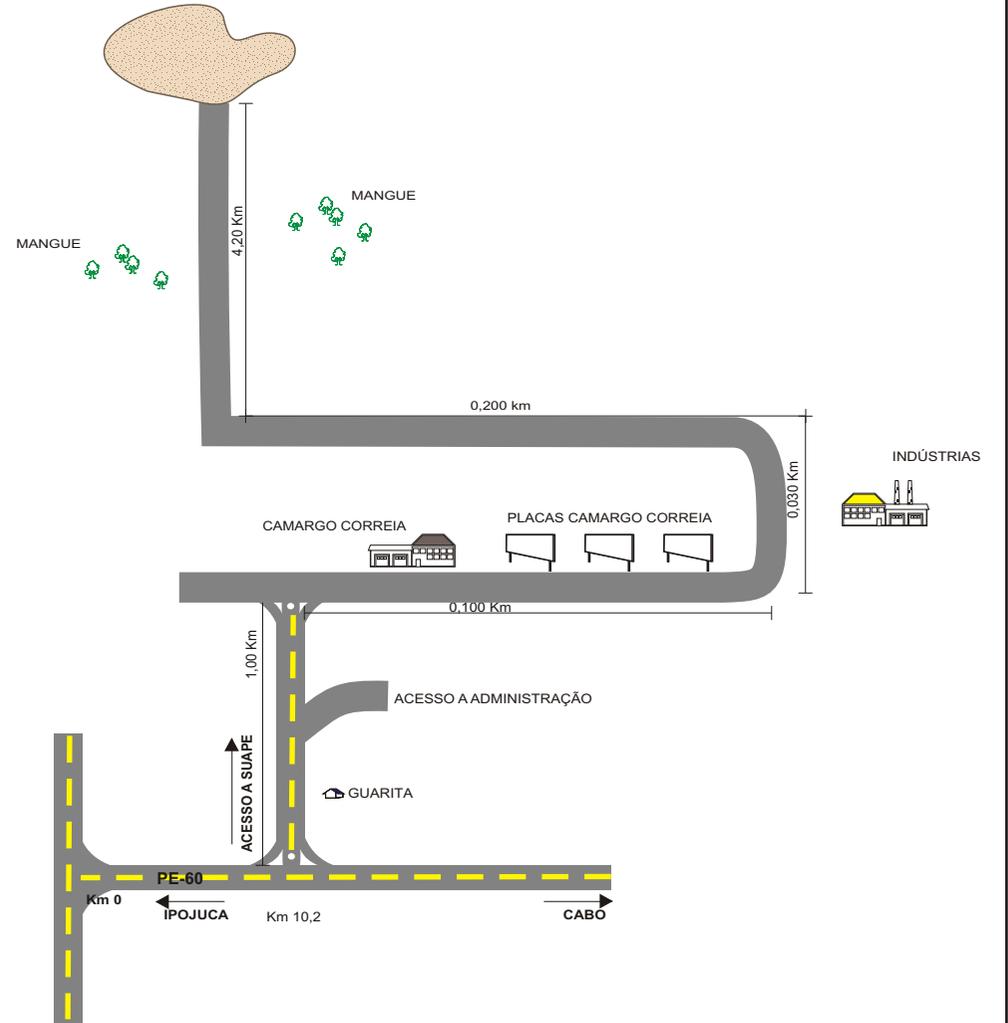
MATERIAL	Areia fina siltosa cor cinza claro
LOCALIZAÇÃO	Km 10,2 da PE-60 - LE
DISTÂNCIA DO EIXO	5,530 Km
PROPRIETÁRIO	José Havelino
END. DO PROPRIETÁRIO	Cont. Sr.Reginaldo F. 87420627
BENFEITORIAS	Não há
TIPO DE VEGETAÇÃO	Não há
ÁREA	Areal comercial
VOLUME DO EXPURGO	-
VOLUME UTILIZÁVEL (90%)	-
ESPESS. MÉD. UTILIZÁVEL	-
UTILIZAÇÃO	Concreto e drenagem
MALHAS	-

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

ENSAIO		\bar{X}	σ	N	ENSAIOS	\bar{X}	σ	N
GRANULOMETRIA % PASSANDO	3/8	-	-	-	SILTE			
	Nº 4	-	-	-	AREIA			
	Nº 8	-	-	-	MÓDULO DE FINURA			
	Nº 10	-	-	-	EQUIVALENTE DE AREIA			
	Nº 30	-	-	-	TEOR. MAT. ORGÂNICO			
	Nº 50	-	-	-				
	Nº 100	-	-	-				
	Nº 200	-	-	-				

OBS. :

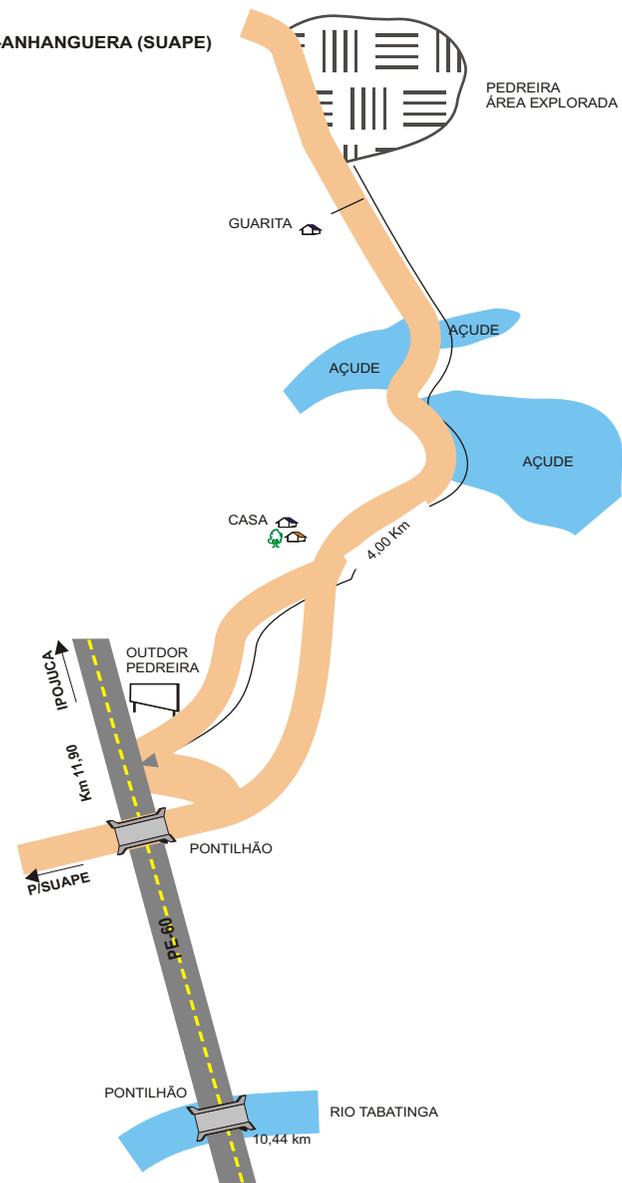
AREAL - A.1 - SUAPE (COMERCIAL)



INDICAÇÕES GERAIS

MATERIAL	Brita Graduada		
LOCALIZAÇÃO	Km 11,90 da PE-60 - LD		
DISTÂNCIA DO EIXO	4,00 Km		
PROPRIETÁRIO	Pedreira Anhanguera S.A		
END. DO PROPRIETÁRIO	Fone: 99795558/ 99667947		
BENFEITORIAS	Não há		
TIPO DE VEGETAÇÃO	Não há		
ÁREA	Pedreira comercial		
VOLUME DO EXPURGO	-		
VOLUME UTILIZÁVEL	-		
ESPESS. MÉD. UTILIZÁVEL	-		
UTILIZAÇÃO	Base e Concreto		
MALHAS	-		
FORMA DE BRITAGEM	-		
CARACTERÍSTICAS			
ABRASÃO LOS ANGELES	DESGASTE	-	
	GRADUAÇÃO	-	
ADESIVIDADE			

PEDREIRA- P.1 -ANHANGUERA (SUAPE)



5.3 Projeto de Drenagem e OAC

5.3.1 Considerações Iniciais

O Projeto de Drenagem objetivou verificar, definir e quantificar os dispositivos de drenagem da rodovia PE-60, em função das adequações geométricas efetuadas.

Os elementos básicos utilizados para a elaboração do projeto originaram-se dos estudos a seguir relacionados:

- Estudos Hidrológicos;
- Estudos geotécnicos;
- Plantas, seções transversais e perfis do Projeto Geométrico;
- Levantamento dos locais das obras existentes e a implantar, alongar ou substituir.

Os Estudos Hidrológicos informaram sobre as características das bacias hidrográficas e o regime de chuvas intensas, definidas pelas curvas Intensidade x Duração, de modo a se obter a seção de vazão para a determinação do escoamento superficial e das descargas de projeto.

Os Estudos Geotécnicos informaram sobre as características e qualidade dos solos existentes.

As plantas do Projeto Geométrico, originadas dos estudos topográficos, informaram sobre o perfil do eixo da rodovia existente e pista duplicada, seções transversais e cotas diversas dos locais de interesse.

As observações em campo efetuadas durante as visitas in loco por engenheiros da Consultora objetivaram subsidiar o projetista com informações necessárias, do ponto de vista prático, na verificação do comportamento das obras existentes.

5.3.2 Drenagem Superficial

Para o Projeto de Drenagem Superficial foram previstos os seguintes dispositivos:

- Sarjetas de pé de corte e de aproximação do viaduto sobre a rótula;
- Meios-fios de concreto;
- Sarjetas de canteiro central;
- Caixas coletoras de drenagem urbana;
- Caixas de ligação e passagem de bueiros;

A vazão de contribuição das estruturas de drenagem superficial foi avaliada através da utilização do Método Racional, com a seguinte configuração:

$$Q = \frac{CIA}{3,6 \times 10^6}$$

Onde:

Q = vazão de contribuição, em m³/s.

C = coeficiente de escoamento superficial,

I = intensidade de chuva, em mm/h, para um tempo de recorrência de 10 anos.

A = área de contribuição em m²

A vazão máxima permitida foi calculada pela fórmula de Manning associada a Equação da Continuidade a seguir apresentada:

$$Q' = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n} \quad \text{e} \quad Q = AV$$

Onde:

Q' = vazão máxima permitida, em m³/s;

A = área molhada do dispositivo de drenagem, em m²;

R = raio Hidráulico em m;

S = declividade longitudinal do dispositivo de drenagem, em m/m;

n = coeficiente de rugosidade do revestimento utilizado no dispositivo de drenagem, igual a 0,016;

V = velocidade de escoamento da água no interior do dispositivo.

O estudo consistiu em comparar a vazão de contribuição Q à capacidade Q' máxima permissível, obtendo-se as extensões máximas em função de cada declividade de instalação.

Os coeficientes de escoamento (C) considerados para a aplicação da fórmula Racional foram os seguintes:

Tipo de revestimento	Valor de C
Concreto de cimento Portland	0,80 a 0,90
Areia asfalto/ concreto asfáltico	0,80 a 0,90
Tratamento Superficial	0,60 a 0,80
Acostamento não revestido	0,40 a 0,60
Terra compactada	0,40 a 0,60
Solo com revestimento vegetal	0,50 a 0,70
Campo cultivado	0,20 a 0,40
Solo permeável	0,05 a 0,10

Os coeficientes de rugosidade de Manning utilizados para aplicação em canais retilíneos foram os seguintes:

Tipo de revestimento	Valor de n
Concreto c/ acabamento regular	0,015
Alvenaria de pedra rejuntada	0,025
Revestimento asfáltico rugoso	0,015
Revestimento asfáltico liso	0,013
Solo sem vegetação	0,020
Solo com vegetação rasteira	0,025

As velocidades iniciais de erosão para seções retilíneas e escoamento uniforme consideradas, foram as seguintes:

Velocidade inicial de erosão (m/s)		
Canais sem revestimento (Tipo de Solo)	Água limpa	Carreando finos
Areia siltosa	0,50	0,70
Areia argilosa	0,53	0,80
Silte argiloso	0,60	0,91
Argila compacta	0,76	1,07
Argila xistosa compacta	1,83	1,83
Pedregulho miúdo	0,76	1,52
Argila com pedregulho	1,14	1,52
Silte com pedregulho	1,22	1,67
Pedregulho graúdo	1,22	1,83

As velocidades máximas, no caso dos condutos revestidos, foram as seguintes:

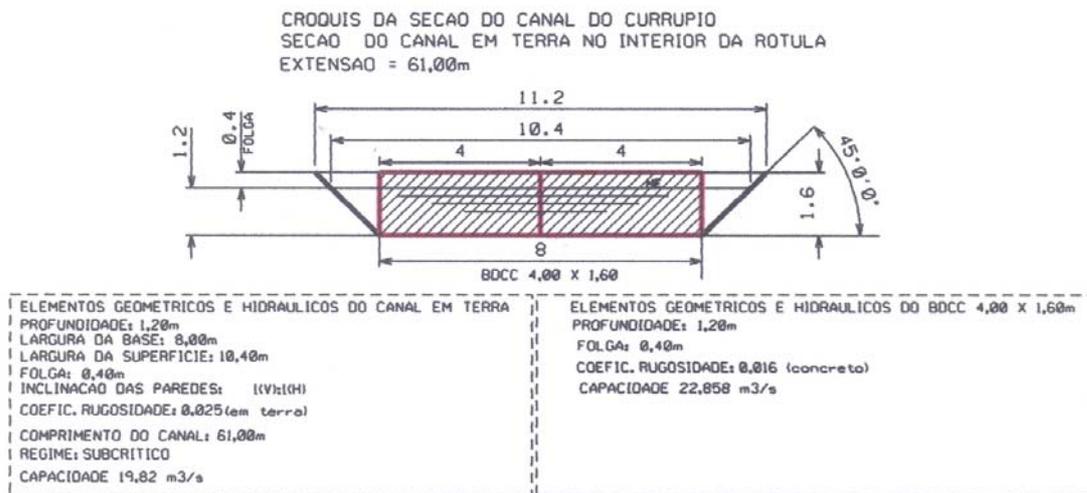
Tipo de Revestimento	Velocidade máxima (m/s)
Alvenaria de tijolo, revestida com argamassa de cimento e areia	3,0
Alvenaria de pedra rejuntada	3,0
Concreto de cimento Portland	4,5

A declividade mínima que assegura o escoamento das sarjetas e valetas revestidas foi de 0,2%.

5.3.3 Obras de Arte Correntes

A verificação da capacidade dos bueiros tubulares foi realizada considerando-se que a obra deverá trabalhar como canal para o período de recorrência de $T_r = 25$ sem carga hidráulica.

Para o caso da obras do tipo celular, localizadas nas pistas da rótula sob a PE-60 (Canal Currupio), foi adotado o mesmo procedimento, apenas considerando o tempo de recorrência de $T_r = 50$ anos com funcionamento como canal.



O projeto do canal é apresentado em planta e perfil no Volume 2 – Projeto de Execução (Tomo I), bem como o projeto estrutural dos dois pontilhões (BDCC 4,0x3,0).

5.3.4 Drenagem Urbana

Nas vias marginais a serem implantadas na PE-60 e nas pistas da rótula sob o viaduto projetado, foram implantadas galerias pluviais localizadas sob os passeios, conforme pode ser observado nas plantas apresentadas no Volume 2 - Projeto de Execução.

Para o cálculo das descargas de projeto foi adotada a fórmula racional, com a seguinte configuração:

$$Q = (CIA / 360)$$

onde:

- Q = vazão de projeto, em m^3/s ;
- C = coeficiente de escoamento médio, adimensional;
- I = intensidade de chuva, em mm/h;
- A = área de contribuição da micro-bacia, em ha.

As micro-bacias de contribuição foram determinadas sobre plantas topográficas disponíveis, e, quando isso não foi possível, pela verificação em campo a luz das plantas do levantamento topográfico realizado pela Consultora.

O coeficiente de deflúvio adotado foi de 0,60 correspondente a zona residencial urbana.

As descargas de projeto foram multiplicadas por um coeficiente de distribuição de chuva a seguir apresentado:

$$\eta = A^{-0.15}$$

onde:

η = Coeficiente de distribuição;
A = Área da micro-bacia.

O dimensionamento das galerias foi realizado pela fórmula de Manning associada à equação da continuidade, com os tubos funcionando à plena seção, com a seguinte configuração:

$$Q = (1/n) \quad e \quad Q = AV$$

onde:

Q = Vazão máxima permitida em m³/s.;
A = Área molhada da seção em m²;
R = Raio hidráulico em m;
S = Declividade do tubo em m/m;
n = Coeficiente de rugosidade do revestimento utilizado;
V = Velocidade de escoamento da água no interior da galeria

Considerou-se tubos de concreto com coeficiente de rugosidade n = 0.013.

Adotou-se o diâmetro de 0,40m para algumas ligações de ponta de ramal e 0,60m como mínimo para o sistema principal tronco, localizando-o, preferencialmente, sob os passeios das marginais.

5.5 Projeto de Obras-de-arte Especiais

O Projeto Estrutural dos dois viadutos localizados no km 2,2 da rodovia PE-60 tomou por base os projetos geométricos e os relatórios de prospecção geotécnica realizados.

5.5.1 Memorial Descritivo

5.5.1.1 Superestrutura

A solução de tabuleiro adotada para os dois viadutos é de estrutura principal em viga caixão com lajes em balanço de 3,0m e largura total do tabuleiro de 11,3m.

Longitudinalmente, o tabuleiro apresenta três vãos contínuos de 30,0m; 37,0m e 30,0m, respectivamente, em concreto protendido, de modo a possibilitar menor altura de construção, obtida, neste caso, como constante e igual a 1,7m.

5.5.1.2 Mesoestrutura

Nas extremidades, o tabuleiro se apóia em dois pilares retangulares de 0,5 x 1,0m, distantes de 6,0m. No centro, o tabuleiro se apóia em um pilar único central cilíndrico, com diâmetro de 1,6m.

A solução do tabuleiro em viga caixão, com grande resistência a torção, permite projetar os pilares centrais únicos. Essa solução apresenta uma obra esbelta e elegante, somada ao tabuleiro também esbelto.

5.5.1.3 Fundações

Considerando as sondagens executadas nos locais das OAE, adotou-se, para os viadutos, a solução de fundação em tubulões com camisas de concreto armado de diâmetro externo \varnothing 1,40m nas extremidades e \varnothing 1,60m no centro, escavados, os seus fustes, a céu aberto e a ar comprimido, quando necessário, com bases alargadas de \varnothing 2,40m nas extremidades e \varnothing 4,20m no centro, assentes e engastadas em rocha.

5.5.1.4 Contenção dos Aterros

Para a contenção dos aterros, foi adotada a terra armada, tendo em vista o pouco espaço disponível.

5.5.2 Normas Utilizadas para Elaboração do Projeto

- NBR 6118 Projeto e execução de obras em concreto armado;
- NBR 7187 Projeto e execução de pontes de concreto armado e protendido;
- NBR 7188 Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestre;
- NBR 7197 Cálculo e execução de obras em concreto protendido;
- NBR 8681 Ações e segurança nas estruturas;
- NBR 6122 Projeto e execução de fundações;
- NBR 7480 Barras e fios de aço destinados à armadura para concreto armado.

5.5.3 Apresentação dos resultados

O Projeto de Obras-de-arte Especiais encontra-se apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução (Tomo II), através dos seguintes desenhos:

- Projeto Estrutural dos Viadutos – forma geral;
- Projeto Estrutural dos Viadutos – armação das lajes e barreiras;
- Projeto Estrutural dos Viadutos – armação das vigas principais;
- Projeto Estrutural dos Viadutos – armação da infra e mesoestrutura;
- Projeto Estrutural dos Viadutos – muro de contenção em terra armada;

Já a memória de cálculo, encontra-se apresentada no Volume 3D – Memória de Cálculo das Obras-de-arte Especiais.

5.6 Projeto de Interseções, Retornos e Acessos

O Projeto de Interseções, Retornos e Acessos compreendeu o detalhamento da interseção em desnível no km 2,2 da rodovia PE-60, onde serão construídos os viadutos paralelos, que também funcionará com retorno e acesso à cidade do Cabo, sendo apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução, através dos seguintes desenhos:

- Planta Geral da Interseção do km 2,2 da PE-60;
- Plano Cotado da Interseção do km 2,2 da PE-60.

5.7 Projeto de Sinalização

5.7.1 Considerações Gerais

O projeto ora elaborado obedeceu as instruções contidas no Manual de Sinalização Rodoviária do DNER, aprovado pela Resolução Nº 35/98, cujo texto, juntamente com o Código de Trânsito Brasileiro, são considerados como parte integrante do projeto, regendo as questões referentes a classificação, forma, cor, dimensões, símbolos, palavras, letras, localização e posições dos sinais, marcas e acessórios.

O Projeto de Sinalização é composto da sinalização vertical, da sinalização horizontal e dos dispositivos auxiliares.

5.7.2 Sinalização Vertical

A sinalização vertical é realizada através dos sinais de trânsito cuja finalidade essencial é transmitir na via pública, normas específicas, mediante símbolos e legendas padronizadas, com o objetivo de advertir (sinais de advertência), regulamentar (sinais de regulamentação) e indicar (sinais de indicação) a forma correta e segura para a movimentação de veículos e pedestres.

No que concerne a sinalização vertical projetada, além da sinalização de regulamentação e advertência, foi dado ênfase à sinalização indicativa nas interseções.

As placas de sinalização vertical deverão ser confeccionadas em chapa de aço zincado na espessura de 1,25mm, com o mínimo de 270g/cm² de zinco, totalmente refletiva de esferas encapsuladas, fixadas em suportes de madeira.

A execução da sinalização vertical obedecerá a Norma DNER-ES 340/97, que regerá as questões relativas ao recebimento de material, execução e critérios de medição.

5.7.3 Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal é realizada através de marcações no pavimento, cuja função é regulamentar, advertir ou indicar aos usuários da via, quer sejam condutores de veículos ou pedestres, de forma a tornar mais eficiente e segura a operação da mesma. Entende-se por marcações no pavimento, o conjunto de sinais constituídos de linhas, marcações, símbolos ou legendas, em tipos e cores diversos, apostos ao pavimento da via.

A execução da sinalização horizontal obedecerá a Norma DNER-ES 339/97, que regerá as questões relativas a: recebimento de material, execução, inspeção e critérios de medição.

Com relação à sinalização horizontal projetada, foram adotados os seguintes padrões:

- Linhas de Bordo: contínuas, com largura de 0,15m, afastadas dos bordos da pista de 0,15m, na cor branca quando do lado direito do sentido do tráfego, e na cor amarela quando do lado esquerdo;
- Linhas de Divisão de Fluxos de Mesmo Sentido: tracejadas, na cor branca, com largura de 0,15m, em segmentos de 4,00m de comprimento e espaçados de 12,00m;
- Linhas de Continuidade: tracejadas, pintadas na cor branca, com largura de 0,15m, em segmentos de 1,00m de comprimento e espaçados de 1,00m;
- Linhas de Zebrado: tracejadas, com largura de 0,30m, espaçadas de 1,20m, na cor branca quando contornáveis por ambos os lados e na cor amarela quando contornáveis apenas pelo lado direito;
- Marcações de setas no pavimento: cor branca, com comprimento de 5,00m.

A sinalização horizontal deverá ser executada com material termoplástico aspergido retrorefletorizado com 1,5mm de espessura úmida.

5.7.4 Dispositivos Auxiliares

Como dispositivos auxiliares de sinalização, foram utilizadas tachas monodirecionais nos bordos e eixos da pista, conforme estabelecido pelo Manual de Sinalização, e nos locais indicados no projeto.

5.7.5 Defensas

No que concerne a problemas causados por abandono de pista por veículos desgovernados, foi recomendada a utilização de defensas singelas metálicas, semi-maleáveis de perfil W-ABNT, nas aproximações dos viadutos, sendo 45,00m na entrada e 24,00m na saída.

5.7.6 Apresentação do Projeto

O Projeto de Sinalização encontra-se apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução, onde constam os seguintes desenhos:

- planta do projeto geométrico na escala de 1:1.000, contendo a localização das placas de sinalização vertical e as marcações no pavimento.
- sinais-tipo, que são uma reprodução dos sinais de regulamentação e advertência contidos no Manual de Sinalização Rodoviária do DNER;
- sinais de indicação específicos para esta rodovia;
- detalhes das letras, números e símbolos utilizados nos sinais verticais;
- detalhes para colocação dos sinais verticais;
- detalhes para a execução das marcações no pavimento;
- detalhes para a execução e colocação de tachas e tachões;
- detalhes para a execução da sinalização de obras;
- detalhes para a execução de defesa.

Finalizando, são apresentados quadros contendo:

- O resumo de quantidades dos diversos serviços de sinalização utilizados no projeto;
- A listagem de defesa.

5.8 Projeto de Obras Complementares

O Projeto de Obras Complementares prevê a execução dos seguintes serviços:

- Defensas metálicas semi-maleáveis simples;
- Proteção vegetal dos taludes com aplicação de hidrossemeadura;
- Passeio de concreto;
- Meio-fio de concreto;
- Assentamento de meio-fio com reaproveitamento do meio-fio existente.

5.8.1 Defensas

Foi indicada a utilização de defensas singelas metálicas, semi-maleáveis de perfil W-ABNT, nas aproximações dos viadutos, sendo 45,00m na entrada e 24,00m na saída.

5.8.2 Proteção Vegetal de Taludes

Nos taludes de aterros de corte e aterro foi recomendada a aplicação de hidrossemeadura.

Os projetos-tipo, notas de serviços e demais informações de interesse para a execução dos projetos, estão apresentados no Volume 2 - Projeto de Execução.

5.8.3 Meios-fios e Passeios de Concreto

Por se tratar de área urbana, foram indicados passeios de concreto ao longo das vias projetadas, bem com meios-fios com e sem linha d'água na rótula sob os viadutos.

5.8.4 Apresentação do Projeto

O Projeto de Obras Complementares encontra-se apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução, através dos seguintes quadros:

- Projeto-tipo das defensas metálicas semi-maleáveis e listagem dos locais indicados;
- Listagem dos locais onde foram indicados passeios.

5.9 Projeto de Paisagismo

5.9.1 Considerações Gerais

O Projeto de Paisagismo propõe a implantação de vegetação adequada para a rótula projetada sob os viadutos projetados na PE-60.

As espécies vegetais possuem rapidez no crescimento e boa adaptabilidade ao meio ambiente. O projeto recomenda a permanência de todas as espécies vegetais existentes, a menos que os mesmos venham diminuir o nível de segurança necessário ao uso da via.

Deverão ser observadas as normas do DER/PE para o preparo das mudas, o transporte, plantio, registro de dados e monitoramento no período de aclimação.

As árvores de grande porte propostas deverão estar, no mínimo, a 5,0m do acostamento. Deverão também ter, no mínimo, 1,5m de altura de caule, para possibilitar maior pega ao solo.

As palmeiras imperiais deverão ter uma altura de 2,0m, com tempo de pega variando de 3 a 4 meses. As demais espécies arbóreas especificadas, devem ter um tempo de pega em torno de 2 meses.

Caso haja necessidade, as espécies arbóreas devem se substituídas por outro exemplar da mesma espécie.

Apresenta-se, a seguir, a relação das espécies vegetais especificadas no projeto:

- 1- Grama Batatais
- 2- Paquevira
- 3- Pingo de Ouro
- 4- Mini-Ixora
- 5- Papoula Mesclada
- 6- Espirradeira
- 7- Bromélia
- 8- Ipê Roxo
- 9- Ipê Amarelo
- 10- Palmeira Imperial

Será utilizado também o piso intertravado na cor ocre.

5.9.2 Apresentação do Projeto

O Projeto de Paisagismo encontra-se apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução, através do seguinte quadro:

- Planta baixa e quadro resumo de plantas.

5.10 Projeto de Iluminação Pública

5.10.1 Memorial Descritivo do Projeto Elétrico

a) Concepção Geral e Critérios de Projeto

O suprimento de energia elétrica para a iluminação pública do viaduto na PE-60 será executado a partir da extensão da rede de distribuição em média tensão.

b) Alimentação

A alimentação das luminárias será na baixa tensão 380/220V, que derivará da subestação alimentada em média tensão 13,8kV, rebaixando a tensão para 380/220V, de onde derivará os ramais subterrâneos através de eletrodutos em PVC rígido, com bitolas dimensionadas em projeto, sendo necessário seu envelopamento em concreto nas passagens das vias, até a caixa de passagem próxima ao poste projetado.

c) Subestações

Será implantada 1 (uma) subestação com potência de 30kVA, abaixadora de tensão, instalada em poste de concreto duplo T, tipo 600/12, com transformadores trifásicos, refrigeração a óleo mineral, ligação delta/estrela com neutro solidamente aterrado, tensão primária em 13,8kV, tensão secundária em 380/220V e frequência de 60Hz.

d) Saída de Baixa Tensão

Do secundário do transformador sairão cabos de cobre isolados para 0,6/1kV, na bitola de 25,0mm² para iluminação pública, que irão até o quadro de medição protegidos mecanicamente

por eletroduto rígido de diâmetro 2" e para chave de iluminação pública instaladas no poste da subestação projetada.

e) Medição

A medição será feita em baixa tensão, através de medidor único, fixado do quadro de medição em policarbonato e Noryl padrão CELPE. A medição ficará a 2,10 m do eixo do seu visor ao piso.

f) Aterramento

Todas as partes metálicas não energizadas, bem como o neutro do transformador e fim de linha, serão aterradas por meio de uma malha de terra formada por hastes cobreadas de $\varnothing 5/8"$ x 2,40 m e cabo de cobre nu de 25 mm².

g) Chave de Comando

Os circuitos de iluminação serão comandados através de chave de iluminação pública, com contactores de categoria de utilização AC5, coordenação tipo 2, instaladas nos postes, conforme projeto, padrão CELPE, tipos IP-CM.

5.10.2 Memória de Cálculo da Subestação

Para o cálculo da potência da subestação foi utilizada a seguinte fórmula:

$$P_a = P / f_p$$

Onde:

P_a – potência aparente em kVA

P – potência ativa em kW

f_p – fator de potência = 0,92

Subestação T1 – 30kVA

Potência instalada:

8 Luminárias com lâmp.de 1 x (250W) = 2.000W

54 Luminárias com lâmp.de 2 x (400W) = 21.600W

Potência em kVA = 23.600/0,92 = 25,65kVA

5.10.3 Cálculo de Queda de Tensão

Os cálculos de queda de tensão realizados nos trechos mostraram que a queda de tensão unitária não ultrapassou o limite de 2,0%, como pede a norma.

5.10.4 Projeto Luminotécnico

a) Características Fotométricas

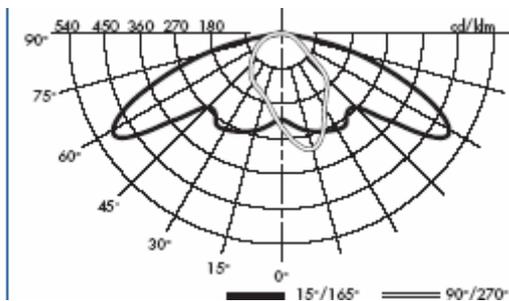
Para as lâmpadas de 400W

Luminária	TP 295	Porta lâmpada	E-40
Lâmpada	Vapor de Metalico	Ângulo de inclinação	5°
Potência	400 W+40W	Altura de montagem	15 m em braço decorativo
Fluxo Luminoso	35.000 lm		

Modelo da Luminária TP 295 fabricação Tropicos.



Curva da Luminária



Observação: Considerar um ângulo de inclinação da luminária de 5°:

b) Considerações

De acordo com a NBR-5101/1992 da ABNT, os trechos a serem iluminados da via principal são classificados como vias arteriais (A1) e tem como recomendação da referida norma, para qualquer volume de tráfego, um nível de iluminância médio (E_{med}) mínimo de 20 lux, e uniformidade mínima ($U_{min} = E_{min}/E_{med}$) de 0,50; para as ruas laterais, classificadas como vias locais (A3), recomenda-se $E_{med} = 10$ lux. Desta maneira, os trechos foram divididos para uma melhor demonstração dos níveis de iluminância.

Foram especificados postes de 12,0m de altura e luminárias eficientes com o objetivo de racionalizar ao máximo o sistema de iluminação pública.

c) Estatísticas Luminotécnicas

Para postes de 12,0m posicionados no canteiro central de 3,0m de largura a uma distância de 40m:

Iluminância Médio (E_{med}):	28,00 lux
Iluminância Mínimo (E_{min}):	15,28 lux
$U = E_{min} / E_{med}$:	0,51

d) Localização dos Postes

Os postes serão locados entre as duas vias no canteiro central, serão distribuídos a uma distância média de 45,0m e ou quando estiver cotado em projeto.

5.10.5 Especificações

5.10.5.1 Luminárias

a) Modelo TP-295 Tropicos ou similar

Luminária fechada para iluminação pública, para uma lâmpada vapor de metálico de 400W, com corpo dividido em duas partes: Alojamento do Refletor e alojamento do Equipamento Auxiliar. Deverá ser produzida em alumínio injetado a alta pressão com acabamento externo em pintura epóxi na cor cinza. Taxa de cobre < 1%.

Corpo refletor em alumínio anodizado brilhante, grau de Proteção para o Alojamento da Lâmpada: IP65, porta-lâmpada tipo E-40 em porcelana reforçada, rosca em liga de latão niquelado com contato central telescópico de cobre niquelado, mola estabilizadora da lâmpada em aço inoxidável e antivibratória, impedindo o auto-desrosqueamento da lâmpada, vidro plano, transparente, resistente às altas temperaturas de operação, fixado ao corpo da luminária através de um aro em alumínio fundido. Vedação feita com junta de silicone e fechamento feito com 1 fecho de pressão em aço inoxidável, passível de ser extraído sem o uso de ferramentas.

A lâmpada pode ser facilmente acessível através do basculamento do vidro, sem a necessidade de ferramentas especiais.

Fiação em cabo flexível de secção transversal de 1,0mm², com isolamento em silicone com sobre capa em fiberglass.

Todos os materiais ferrosos são zincados.

O equipamento auxiliar é facilmente acessível para efeito de manutenção, através do basculamento da tampa do alojamento, sem a necessidade de ferramentas especiais.

O Grau de Proteção para o alojamento do equipamento auxiliar é IP 33.

b) Projetor PL 467 ALMEC ou similar

Projetor fechado com vidro temperado, com alojamento para embutir os equipamentos auxiliares. Alojamento e laterais fundidos em liga de alumínio pintado na cor cinza, corpo refletor em chapa de alumínio, suporte de fixação em aço zincado, porta lâmpada em porcelana rosca E-40, para 1 lâmpada vapor metálico de 250W.

5.10.5.2 Lâmpadas

a) Modelo Vapor Metálico Plus - Philips ou similar

As lâmpadas MASTER HPI-T Plus são lâmpadas de multi-vapor metálico, consistindo de um tubo de descarga em quartzo, contendo mercúrio em alta pressão e uma mistura de iodeto metálico, alojado em um bulbo de vidro, terminado em uma base padrão E40. Possui Temperatura de Cor de 4.300 K, IRC (Índice de Reprodução de Cor) 69. O Fluxo Luminoso para a lâmpada de 250W é de 19.000lm e para a lâmpada de 400W é de 35.000lm.

5.10.5.3 Reatores e Ignitores

Os reatores eletromagnéticos impregnados, fabricados com bobinas de fio de cobre e aço silício laminado com baixas perdas magnéticas, para uso em conjunto com ignitor externo e capacitor para lâmpada vapor metálico. Com processo de enrolamento ortocíclico que resulta em um volume compacto de bobina e por consequência, o reator tem menor peso e perdas elétricas baixas, com instalação e cabeamento simples. Tensão de 220V e frequência de 60Hz, fator de potencia de 0,92, fab. Phillips

5.10.5.4 Postes e Braço Decorativo

Poste de aço ornamental cônico contínua **modelo MARTE**, altura livre de 12,0 metros com fixação por meio de base e 4 chumbadores de diâmetro 7/8"x700mm com porcas e arruelas".

A coluna é cônica contínua circular, fabricada em peça única a partir de chapa de aço carbono, com uma única solda longitudinal, com o diâmetro na base de 208mm e no topo de 76mm.

Deverá ser fornecido com uma janela para inspeção a 600mm do nível do solo com tampa e dois parafusos allen de aço inox.

Dotado de dois braços ornamentais de 2,50m de projeção cada, fabricados em tubo de aço carbono de 60mm (as luminárias não fazem parte do fornecimento).

O poste deverá ser fornecido totalmente, galvanizado a fogo interna e externamente conforme normas NBR 6323, 7399 e 7400 da ABNT e posteriormente pintado com duas demãos de primer em epóxi isocianato de alta aderência e finamente pintado com duas demãos em laca nitrocelulose na cor a ser definida pela Prefeitura.

5.10.5.5 Chave de Comando e Quadro de Medição

Serão comandados através de chave de iluminação pública, tipos IP-AC, com contactores de categoria de utilização AC5a, coordenação tipo 2, instaladas nos postes conforme projeto padrão Celpe, e Quadros de medição em policarbonato e Noryl, conforme norma da Celpe.

5.10.5.6 Condutores Elétricos

a) Cabos para rede de distribuição subterrânea

Serão utilizados cobre com isolamento e cobertura em PVC, tipo Eprotenax Gsette, tensão nominal 0,6/1kV, classe de encordoamento tipo 2, para temperatura máxima de serviço contínuo 70°, de fabricação PIRELLI ou SIMILAR, e de acordo com a NBR-7288.

5.10.5.8 Eletrodutos

Os eletrodutos a serem utilizados deverão ser do tipo PVC rígido, de seção circular, com conexões do mesmo material e de acordo com a NBR-6150/80.

5.10.5.9 Sistema de Aterramento

O sistema de aterramento deverá ser executado com hastes do tipo Copperweld 5/8" x 2,40 m e cordoalha de cobre nu.

5.10.5.10 Caixa de Passagem

As caixas de passagens serão subterrâneas com dimensões internas de 0,40x0,40m, altura 0,60m, sobre camada de brita com 0,10m de espessura, paredes em alvenaria e laje de tampa em concreto armado, ficará a uma distância dos postes de 50,0 a 80,0cm, totalmente coberta, evitando atos de vandalismo.

5.10.5.11 Conexões Elétricas

As conexões elétricas entre os cabos, nas caixas de passagem deverão ser feitas através de conectores de cobre tipo SPLIT-BOLT, dimensionados para as bitolas de cabos a serem conectados, envolvidos com duas camadas de fita isolante de alta tensão sobrepostas de forma constante e uniforme sobre toda a parte exposta sem isolamento, e mais duas camadas de fita isolante de baixa tensão, sobrepostas uniformemente, fabricação 3M ou similar.

Não será permitida emenda dos condutores fora das caixas de passagem.

5.11 Projeto de Proteção Ambiental

O Projeto Ambiental contempla a recuperação das áreas já degradadas (Passivo Ambiental) e aquelas a serem degradadas (áreas a serem exploradas: jazidas, empréstimos, etc.). Entretanto, face à ausência de Passivo Ambiental, conforme se discorre a seguir, o Projeto Ambiental contempla apenas a recuperação das jazidas e empréstimos.

5.11.1 Passivo Ambiental

Não existem ocorrências de Passivo Ambiental sujeitas a um Projeto Ambiental. Isto decorre das seguintes razões, conforme discorrido nos Estudos Ambientais:

- Grupo I - Faixa de Domínio e Áreas Adjacentes: A área para implantação do viaduto encontra-se livre de ocupações antrópicas regulares ou não, devido a presença de um retorno que por si só obstaculiza eventuais “avanços” da urbanização, significando dizer que haverá um mínimo de desapropriações. Por outro lado, passivos de natureza física tais como erosões, taludes instáveis, etc., são inexistentes na área, em função de um relevo plano, onde sequer existem taludes - de cortes ou aterros - sujeitos à instabilidades e/ou erosões.
- Grupo II - Áreas Exploradas: Não existem áreas exploradas nas adjacências da área do empreendimento. As fontes de materiais terrosos, pétreos e arenosos para obras de infraestrutura na Região Metropolitana do Recife normalmente localizam-se a fora das adjacências do projeto, onde, devido a presença de sedimentos do Grupo Barreiras e afloramentos rochosos, exploram-se jazidas de solos e implantaram-se pedreiras comerciais, além de areais.
- Grupo III - Problemas decorrentes da Ação de Terceiros: Não há problemas quanto à ocupação de terceiros no local da rótula e suas faixas de escapamento que venham a

dificultar a implantação do viaduto, apesar da intensa ocupação lindeira (inclusive irregular), nas margens da PE-60. As ocupações tratam-se de uma lombada eletrônica que será retirada, tubulação da COPERGÁS que será remanejada e posteação. No mais, são pequenos entulhos, a exemplo de ferro-velhos que serão obrigatoriamente afastados da faixa de domínio, com a implantação dos viadutos e vias marginais.

5.11.2 Recuperação das Jazidas a serem Exploradas

A reabilitação ambiental das áreas deverá se pautar pelas seguintes especificações gerais do DNIT (DNER) e particulares e croquis de projetos-tipo apresentados adiante:

- ES 341/97 - Proteção do Corpo Estradal - Proteção Vegetal, com ênfase para o item 5.3.2 - Áreas Planas ou de Pouca Declividade (atividades de revegetação por aração mecanizada e semeadura manual a lanço e hidrossemeadura);
- ES 288/97 - Sarjetas e valetas de drenagem, com destaque para o subitem 5.3.2 - Sarjetas e Valetas com Revestimento Vegetal e item 6 - Manejo Ambiental.

Na análise dos croquis das ocorrências de materiais a serem utilizados no Projeto de Terraplenagem e nas visitas ao campo, observou-se:

- O Areal A.1 - Suape (único a ser utilizado) ,consiste num banco de areia não localizado no leito de rios, o que afasta a possibilidade de devastação de matas ciliares (protegidas pela legislação). Por sua vez, a área é desprovida de vegetação e tem exploração comercial, devendo ter continuidade exploratória. Por esta razão, não se prevê recuperação ambiental na área do areal;
- Da mesma forma, a Pedreira P.1 – Anhanguera, também tem exploração comercial e não existe vegetação no maciço pétreo, razão porque, também, não se prevê recuperação ambiental naquela ocorrência;
- Isto posto, resta contemplar, no Projeto Ambiental, a recuperação da Saibreira S.1 – Gaibu e do Empréstimo E.1 – Gaibu;
- A saibreira localiza-se em área relativamente plana (espessura média utilizável de 1,10 m), de propriedade da Prefeitura do Cabo de Sto. Agostinho, tendo vegetação rasteira. Desta forma, optou-se pela recuperação ambiental com revegetação por gramíneas, associadas a leguminosas a lanço manual, com valetas de proteção;
- O Empréstimo localiza-se também em área da Prefeitura do Cabo, num terreno do Grupo Barreiras, ou seja, numa área de relevo movimentado, com vegetação rasteira, devendo surgir um corte desprotegido quando da exploração com 2,60 m de espessura média utilizável. A textura do material (areno siltoso-argiloso), é muito propícia à deflagração de processos erosivos em terrenos desprotegidos. Desta forma, optou-se pela recuperação com hidrossemeadura e valetas de proteção.

Apresenta-se, a seguir, a discriminação e quantificação dos serviços a realizar, com os devidos comentários logo a seguir, acerca dos critérios adotados na definição e quantificação dos serviços.

QUANTITATIVOS DOS SERVIÇOS DE REABILITAÇÃO AMBIENTAL								
Ocorrências	Localização			Vegetação pré-existente	Serviços a Realizar			
	km.	Lado	Dist. Eixo (km)		Valetas revestidas de grama VPC-02 (m)	Plantio de grama /leguminosas a lanço manual (m ²)	Hidrossemeadura (m ²)	Croqui Projeto-ipo (n ^o)
a) Passivo Ambiental (Obs. 1)								
b) Jazidas de Solo S.1 – Gaibu	km 5,48 da PE-60	LE	à 9,43	Rasteira	250	7.970	-	1
c) Empréstimos E.1 - Gaibú	km 5,48 da PE-60	LE	a 10,62	Rasteira	510	-	16.200	2
TOTALIS					760	7.970	16.200	-

OBSERVAÇÕES (Memória de Cálculo):

1. Conforme já discorrido nos Estudos Ambientais, não existe ocorrência de Passivo Ambiental sujeito a um Projeto Ambiental.
2. O areal A1 é comercial, sem vegetação, devendo ter continuidade exploratória, razão porque não se prevê trabalhos de recuperação ambiental.
3. A pedreira P.1 é comercial e consiste em afloramento rochoso, sendo o maciço desprovido de vegetação, razão porque não se prevê serviços de recuperação ambiental.
6. No cálculo das valetas das jazidas e empréstimos, considerou-se um semicírculo no entorno da área de cada jazida/empréstimo para encaminhamento da drenagem para os talwegues, considerando-se a extensão de três dos quatro lados de cada ocorrência.

Resumo das Quantidades			
Serviços	Unidade	Quantidade	Especificações
. Valeta revestida com grama (VPC-02)	m	760	DNER ES-288/97 DNER ES-341/97 DNER ES-341/97
. Plantio de grama a lanço manual	m ²	7.970	
. Hidrossemeadura	m ²	16.200	

5.11.3 Detalhamento das Etapas para Recuperação das Áreas Degradadas

Estes procedimentos têm como referência parcial o documento “Manejo visando à Conservação e Recuperação de Solos Susceptíveis à Erosão”, Maria Inês Nogueira et. All, em Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 19, n.191, pg. 49-58, 1998.

As etapas envolvidas na recuperação das áreas degradadas (empréstimos e jazidas) envolvem as seguintes etapas:

a) Decapeamento e armazenamento da camada superficial do solo

A camada superficial do solo (horizonte A), de cerca de 30 cm de espessura, não se presta como material de empréstimo devido à elevada porcentagem de matéria orgânica e, normalmente, por estarem recobrimo o mineral, rocha ou substrato de interesse. Deve-se, então, retirar essas camadas e armazená-las separadamente, em local protegido dos efeitos da erosão, de tal forma que elas sejam distribuídas em camadas por ocasião da recuperação, numa tentativa de recompor o perfil original do solo.

Todo o material lenhoso originário de árvores e arbustos deverá ser retirado logo de início e picoteado para ser incorporado a camada fértil a ser estocada, o que ajuda a aerá-la e tende a também a virar húmus com o tempo, não se devendo utilizar fogo nesta operação.

O armazenamento dessa camada superficial não deve exceder 2,0m de altura, no sentido de se evitar a sua fermentação, o que provocaria a morte dos microorganismos. Deve-se, ainda, no caso de estocagem por mais de dois meses, revolver-se as pilhas, objetivando uma aeração, o que melhora a atividade biológica da camada armazenada.

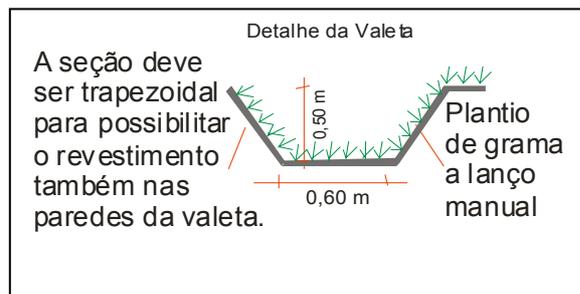
b) Terraplenagem

Após o término da exploração ou da retirada de material de empréstimo, deverão ser feitos os serviços de terraplenagem, para que se obtenha a remodelagem do terreno, preparando-o para a fase posterior, de plantio. Este processo visa a melhorias estéticas da paisagem, eliminando-se os efeitos do relevo conturbado, resultante da exploração.

Dois tipos de topografia podem ser usados: terraços ou declives suavizados. No caso do projeto em pauta, pelo fato das áreas das ocorrências de materiais serem relativamente planas, deve-se utilizar a opção de suavizar os declives, ou seja, os taludes resultantes da exploração.

c) Implantação de sistema de drenagem

A drenagem deverá ser implantada no sentido de se desviar as águas para o interior das caixas de empréstimo e/ou jazidas, evitando-se o acúmulo de água. Como as áreas a serem exploradas são relativamente planas, a drenagem deve ser efetuada, através de valetas do tipo VPC-02 (valeta a céu aberto revestida com grama), no entorno de cada ocorrência (anéis estreitos), encaminhando-se as águas para os talwegues. As valetas devem ter a seção trapezoidal para possibilitar o revestimento vegetal também de suas paredes, como exemplificado na figura a seguir.



d) **Recobrimento da área com a camada fértil do solo e descompactação**

Esta operação pode anteceder os trabalhos de drenagem, quando for possível executá-la na estação seca. A espessura desta camada é variável em função da disponibilidade de material do solo, condições locais e vegetação a ser utilizada. A distribuição deve ser feita com trator de esteiras e, manualmente, nos taludes.

Deve-se espalhar o material das pilhas invertendo a ordem do decapeamento, ou seja, em primeiro lugar as camadas mais profundas e, seqüencialmente, as mais superficiais, que são biologicamente mais ricas.

Após o recobrimento da área, deve ser realizada uma subsolagem, para romper as camadas compactadas do subsolo. Para isto, deve-se usar os subsoladores convencionais que atingem 50cm de profundidade, ou, se necessário, equipamentos mais pesados.

e) **Preparo da área para plantio**

O preparo das áreas para o plantio será efetuado com a correção da acidez do solo, utilizando, de preferência, calcário dolomítico e fazendo-se aplicação de fertilizantes fosfatados. Estes insumos deverão ser aplicados nas áreas a serem recuperadas, segundo as recomendações baseadas nas análises do solo e sua incorporação deve ser feita por ocasião da subsolagem das áreas. Nos taludes resultantes da exploração, deve-se efetuar sulcos voltados para o interior da ocorrência, distanciados em cerca de 40cm, para melhor fixação das sementes de gramíneas/leguminosas.

f) **Revegetação**

Deve-se revestir toda a área com sementes de gramíneas associadas a leguminosas, para fornecer o estrado herbáceo e sub-arbustivo e prover uma cobertura imediata como a erosão.

5.11.4 Escolha das Espécies Vegetais

As espécies vegetais a serem introduzidas na revegetação das áreas degradadas, após o tratamento dado conforme procedimentos constantes do item anterior, incluem:

- Gramíneas associadas a leguminosas a lanço manual, visando fornecer uma proteção imediata contra a erosão e prover o estrato gramíneo e sub-arbustivo nas áreas;
- Arbustos e árvores nativos por mudas, conforme Especificação EP-01 anexa.

a) Gramíneas/Leguminosas

A Especificação DNER-ES-341/97 deverá nortear os procedimentos de plantio, ali constando, inclusive, uma listagem de gramíneas e leguminosas que têm maior capacidade de consorciação e atributos desejáveis como agressividade e rusticidade, rápido desenvolvimento, fácil propagação, baixo custo de implantação, pouca exigência nas condições dos solos e nos cuidados de manutenção, fácil aquisição comercial, consorciabilidade. São as seguintes as espécies vegetais constantes da especificação:

Gramíneas	Leguminosas
Braquiaria Humidícola, Decumbens ou Brizantha	Pueraria Phaseoloides (kudzu tropical)
Paspalum notatum (grama Batatais)	Calopogonium Muconoides (calopo)
Axonopus Obtusifolius	Cajanus Cajan (feijão guandu)
Eragrostis Curvula (capim chorão)	Centrosema Pubescens (centrosema)
Milinis Minitiflora (capim gordura ou meloso)	Estizolobium anterrinum (mucuna)
Lolium Multiflorum (azevêm)	
Setária anceps (capim sectária)	

Pesquisa efetuada pelo IRI – Internacional Reaserch Institute para o DNIT, à época, DNER, foi conclusiva quanto às seguintes consorciações:

- Brachiaria Humidicola com Pueraria Phaseoleides: melhor comportamento e vantagens sobre todos os aspectos constantes dos atributos básicos desejáveis (já referido);
- Brachiarias com Centrosema Pubescens ou Calopogonium Muconoides: resultados satisfatórios, ficando em segundo plano.

Por sua vez, conforme Alcântara, Pedro Jr. Donzelli, 1993, as gramíneas **capim gordura** e as **braquiárias** são os mais resistentes a condições adversas de solos, além de deterem maior poder de proteção contra a erosão.

A equipe encarregada da supervisão ambiental, na fase de obras, deverá promover a análise dos solos de cada ocorrência, no sentido aferir a consorciação mais produtiva para cada área a ser tratada.

A recuperação da bio-estrutura do solo, devido ao sistema radicular bastante expansivo das gramíneas e leguminosas, produzindo e depositando no solo grande quantidade de matéria orgânica, faz aumentar a capacidade de retenção do oxigênio e da água das precipitações pluviométricas, vitais para o desenvolvimento e manutenção da vida vegetal.

O revestimento vegetal do solo funciona como anteparo natural da incidência solar e a quebra do impacto das gotículas das chuvas, bem como diminui a velocidade dos fluxos d'água devido as mesmas, protegendo, portanto, o solo, do processo erosivo e conseqüentemente o carreamento do mesmo para formação de assoreamento das regiões baixas da topografia local.

A aplicação mais comum tem uma proporção de cerca de 50 a 60 kg/ha, grupando-se na consorciação das sementes de mudas 3 a 4 espécies vegetais para gramíneas e para

leguminosas (devendo-se escolher sementes de leguminosas arbustivas nativas), as quais se completam quanto às suas características botânicas (fixação de nitrogênio pelas leguminosas) e visuais planejadas.

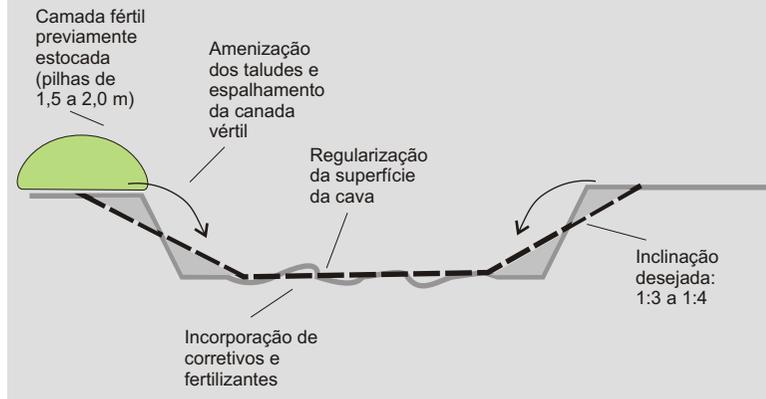
Apresentam-se, a seguir, croquis de soluções-tipo para recuperação das jazidas de solo (QD-5.11.1 - Projeto-Tipo 1) e Empréstimos (QD-5.11.2 - Projeto-Tipo 2), precedido do Quadro Soluções-Tipo do Manual Rodoviário de Conservação, Monitoramento e Controle Ambientais (DNER, 1996), sinalizando-se (em vermelho) as soluções que estão sendo indicadas neste Estudo, as quais estão de acordo com o Nível de Intervenção determinado nos Estudos Ambientais, conforme a metodologia adotada.

5.11.5 Orientações Gerais quanto aos Cuidados com o Meio Ambiente

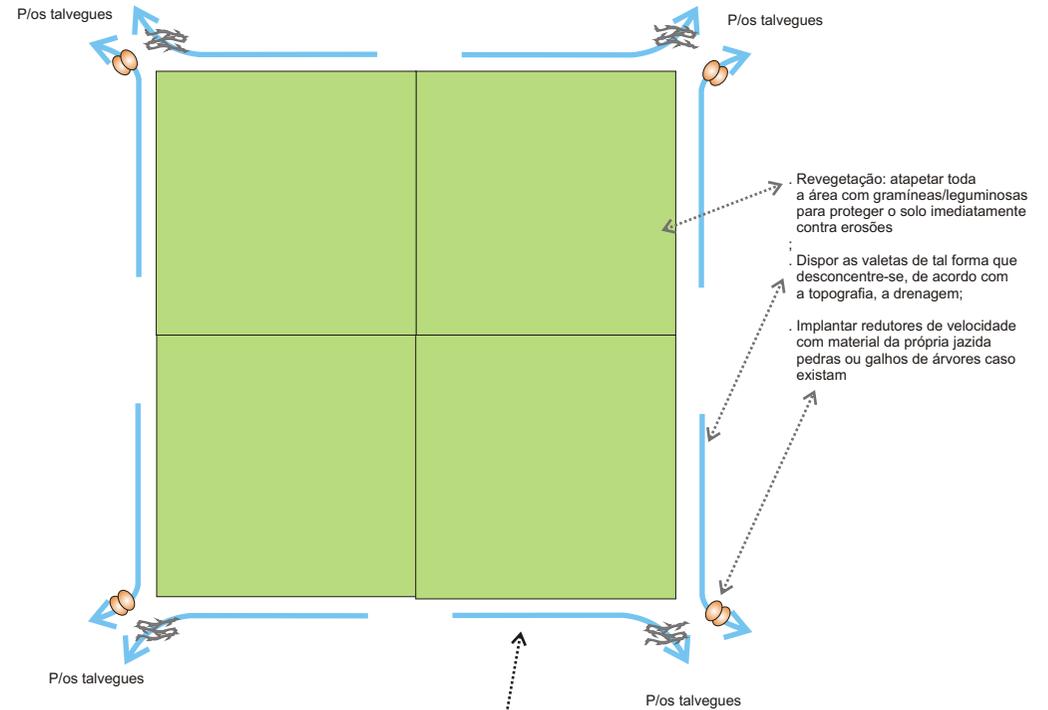
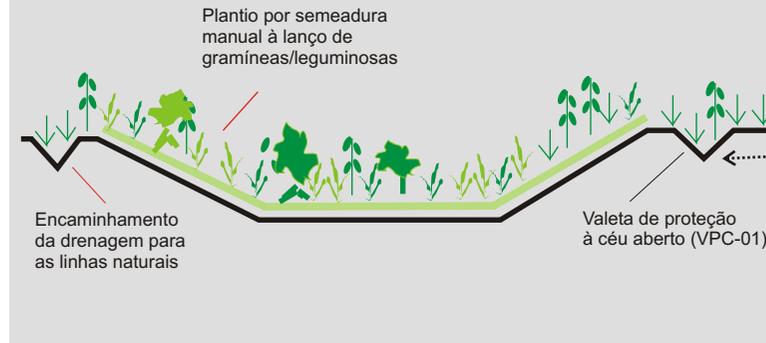
Este item tem como objetivo prover a equipe encarregada da fiscalização ambiental na fase de obras, de subsídios complementares visando a uma gestão ambiental eficaz. O texto tem como fonte várias especificações, bem como o Manual Rodoviário de Conservação, Monitoramento e Controle Ambientais do DNER, sintetizando-se na forma de tabela, visando maior objetividade expositiva.

Levando-se em conta que a pedreira tem exploração comercial e, conseqüentemente, licenciamentos ambientais próprios, não se contemplam aqui os cuidados que devem ser tomados com relação à pedreira.

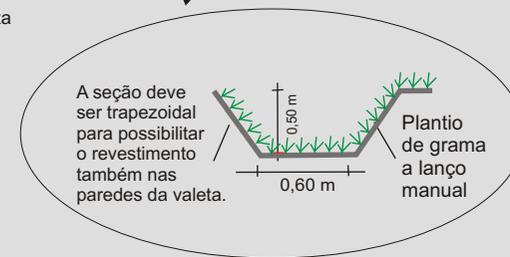
1. Regularização do Terreno



2. Revegetação e Obras de Drenagem



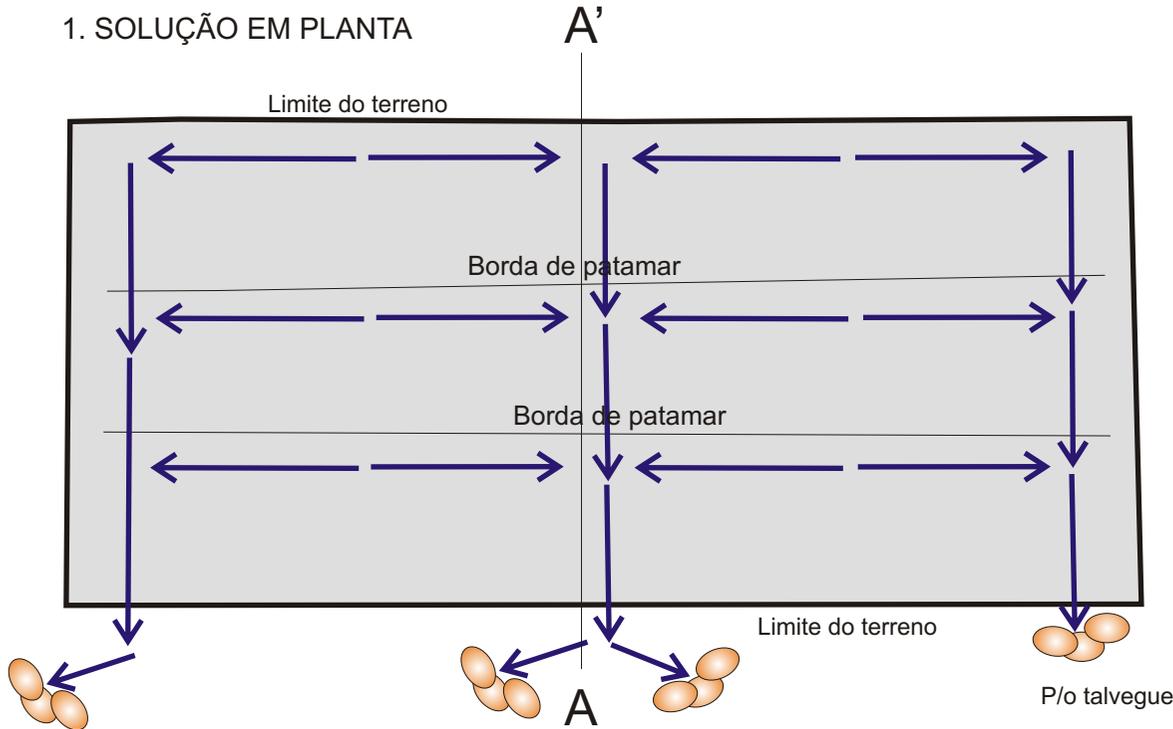
4. Detalhe da Valeta



OBS.: De acordo com a Especificação DNER-ES-341/97, - etapas da Revegetação a Lanço, tem-se deve-se observar os seguintes passos:

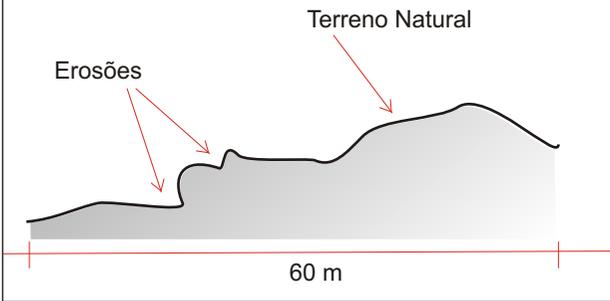
Regularização mecanizada da superfície; Suavização dos taludes para 1:3 ou 1:4; Aração e gradagem, destorroamento e uniformização da superfície; Incorporação de corretivos e fertilizantes; Irrigação; Adubação de cobertura, seis meses após a sementeira.

1. SOLUÇÃO EM PLANTA

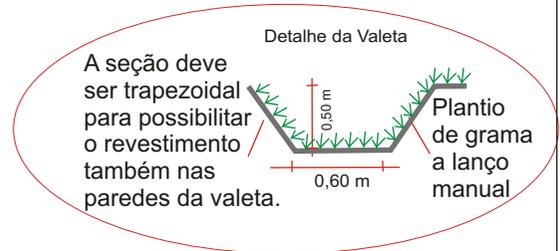
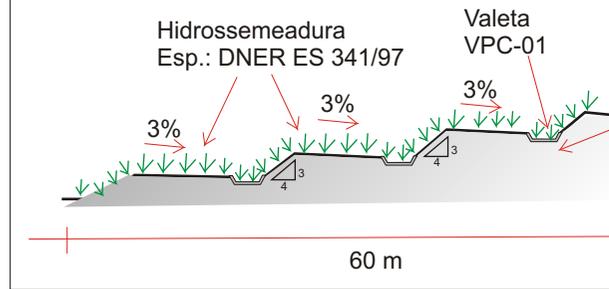


1. Através da terraplenagem efetuar patamares com inclinação de 3%, dividindo-se a drenagem da área, invertendo-se a direção das canaletas, de modo a desconcentrar o volume das águas.
2. Implantar dissipadores de energia com pedras nos pontos de descarga para os talvegues.
3. Revegetar toda a área com grama por hidrossemeadura inclusive as valetas.

2. CORTE A - A: Situação Atual'



3. CORTE A - A': Solução



LEGENDA

- Valeta revestido de grama a céu aberto a implantar
- Pedras com dissipadores de energia

Orientações para a Gestão Ambiental na Fase de Obras	
Possíveis Impactos Negativos	Monitoramento para Mitigar os Impactos
<p>1. Canteiro de Obras</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descaracterização da paisagem por construções improvisadas; • Carreamento de material pelas chuvas podendo gerar processos erosivos; • Contaminação de águas devido ao arrasto de substâncias não biodegradáveis (óleos, graxas, material asfáltico, etc.) devido a vazamentos e escapes; • Transmissão de doenças infecto-contagiosas; • Alterações comportamentais gerando atritos motivados pela ingestão de bebidas alcoólicas inatividade e isolamento das famílias; • Possibilidade de incômodo à população decorrente de maus odores carreados pelo vento; • Prejuízo à biota quando instalado em áreas com vegetação nativa primária ou secundária; • Risco de acidentes com máquinas e equipamentos além de acidentes decorrentes do tráfego de veículos dentre e fora do canteiro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informar a Prefeitura local acerca da instalação do Canteiro e observar a legislação de uso e ocupação do solo vigente no Município de sorte a não haver confrontação legal; • Prezar no sentido de que as construções recaiam preferencialmente sobre a mão-de-obra local; • Só aprovar a instalação do Canteiro em locais onde não ocorram: instalação de processos erosivos, recalques, instabilidades físicas, tipografia acidentada, susceptibilidade a cheias e inundações, afloramento do lençol freático, proximidade de nascentes, ventos direcionados para núcleos urbanos próximos; • Prezar para que o Canteiro seja instalado em área onde não haja necessidade de desmatamentos significativos, especialmente de vegetação nativa; • Exigir da Construtora a implantação de fossas sépticas nas áreas do canteiro; • Na desativação, fiscalizar o tratamento paisagístico da área se a mesma não já estava antropizada; • Exigir a remoção sistemática da camada superficial de solo poluído com substância não biodegradáveis (óleo, graxas, etc.); • Acompanhar a submissão periódica da mão-de-obra a exames médicos, no sentido de se investigar a ocorrência de doenças infecto-contagiosas; • Promover palestras de conscientização ecológica junto aos operários e se empenhar na ampliação de alternativas de entretenimento. • No caso da proximidade com núcleos urbanos, prezar para que não haja conflito entre o horário das atividades e a lei do silêncio em vigor para evitar incômodos à população; • Exigir da empreiteira a instalação de um sistema de sinalização envolvendo advertências, orientações, riscos e demais aspectos do ordenamento operacional do tráfego, com objetivos internos e externos; • Realizar inspeções sistemáticas para observância da manutenção das estruturas de segurança, saúde e lazer e o cumprimento das normas de segurança do trabalho NRs 4, 5, 6, 7, 15, 16, 17, 18, 19, 21 e 26; • Engajar-se com a Construção para realização de um Programa de Educação Ambiental para todo o pessoal da obra, dando-se ênfase a: importância das matas ciliares, dos riscos de ocorrência de processos erosivos, dos desmatamentos desnecessários e do cumprimento da sinalização de obras, especialmente os limites de velocidade de caminhões e caçambas nos caminhos de serviço e trechos urbanos; • Fiscalizar a adequada deposição do lixo.

Fonte: Organizado por Rogério Gutemberg com base na bibliografia especializada, inclusive Manual Rodoviário de Conservação, Monitoramento e Controle do DNER.

Orientações para a Gestão Ambiental na Fase de Obras	
Possíveis Impactos Negativos	Monitoramento para Mitigar os Impactos
<p>2. Caminhos de Serviço</p> <ul style="list-style-type: none"> • Riscos de acidentes no tráfego de caminhões carregados de material para a obra; • Levantamento de poeira devido ao tráfego de veículos pesados; • Interrupção de caminhos naturais da fauna; • Perda de biomassa devido ao desmatamento e decapeamento; 	<ul style="list-style-type: none"> • Promover o aguçamento sistemático, na época seca para evitar o levantamento de poeira devido ao tráfego dos veículos; • Recuperação posterior dos caminhos, quando de sua desativação, procedendo-se a uma subsolagem do solo, aguçamento e espalhamento da camada fértil estocada nas laterais visando facultar a regeneração natural da vegetação; • Fiscalizar a velocidade dos veículos da obra; • Fiscalizar a implantação de sinalização de advertência.
<p>3. Cursos d'Água</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perda de biota, no caso de implantação/ampliação de pontes e pontilhões; • Perda de matas ciliares, no caso implantação de acessos para exploração de areais no leito de rios/riachos; • Desbarrancamento de margens, no caso de exploração de areais no leito de rios/riachos; • Erosões nos encontros de pontes recém-construídas e/ou ampliadas com carreamento de solos para o curso d'água; • Possibilidade de poluição das águas por esgotos oriundos do acampamento, lançados "in natura"; • Possibilidade de poluição originária da lavagem de veículos nas margens dos cursos d'água; • Possibilidade de carreamento de solos para os corpos d'água, devido à disposição inadequada de bota-foras; 	<ul style="list-style-type: none"> • No caso de exploração não comercial de areais prezar para que se explore a areia do leito dos rios o mais distante possível das margens para se evitar desbarrancamentos e promover a reposição florestal dos acessos caso não existam anteriormente; • Prezar para que em nenhuma hipótese venha a ocorrer lançamento de esgotos "in natura", óleos e graxas e lixo de maneira geral no leito dos rios; • Fiscalizar a disposição adequada de bota-foras para não haver carreamentos para o leito dos rios.

Orientações para a Gestão Ambiental na Fase de Obras

Possíveis Impactos Negativos	Monitoramento para Mitigar os Impactos
<p>4. Sinalização de Obras</p> <ul style="list-style-type: none">• Possibilidade de ocorrência de acidentes e/ou transtornos em razão da ausência de um ou mais equipamentos de sinalização para as seguintes situações: faixa central, esquerda ou direita impedida, pista escorregadia, distância do local das obras, obras no acostamento, homens na pista, caminhões e máquinas na pista, trecho impedido, desvio à direita e/ou à esquerda;• Possibilidade de ocorrência de acidentes em função da ausência de controle da velocidade dos veículos das obras;• Ausência de sinalização – quando couber – do tipo barreiras, cones, balizadores e marcadores tubulares; iluminação artificial durante à noite; dispositivos controladores de trânsito como sinalizador com bandeira, carregador de bandeira e carro piloto	<ul style="list-style-type: none">• Antes do início das obras, deverão ser submetidos à fiscalização do órgão competente, para aprovação do respectivo projeto de sinalização de obras;• Todos os dispositivos e controle de trânsito deverão ter especificações próprias;• Sinais não normatizados não poderão ser colocados nos locais das obras;• Os sinais deverão ser posicionados de forma a não interferir nas distâncias de visibilidade e não se limitar às condições operacionais dos segmentos;• O âmbito dos dispositivos deverá considerar: sinais de trânsito, dispositivos de canalização, dispositivos luminosos e controle de trânsito;• O trânsito, nos trechos em obras, será controlado por sinais de regulamentação, advertência e indicação;• Os trechos em mão única deverão ser operados por sinaleiros, barreiras e sinais complementares.

5.12 Projeto de Desapropriação

O Projeto de Desapropriação consistiu num conjunto de informações referentes à situação dos imóveis e benfeitorias existentes na faixa de construção, bem como estimativas de valor dos processos individuais de indenização para implantação do Projeto Executivo de Engenharia de Dois Viadutos na PE-060.

O Levantamento cadastral foi efetuado diretamente no local através de levantamento topográfico e contém os limites de cada imóvel, a descrição qualitativa e quantitativa das benfeitorias, fotografias e a identificação dos proprietários.

Para empresas legalizadas foi estimado um valor para indenização de fundo de comércio baseado em comparações de indenizações já realizadas em imóveis com as mesmas características. O valor real só será calculado na época da execução do projeto, de acordo com o balanço fornecido pela empresa e devidamente registrado na Junta Comercial do Estado – JUCEPE.

Para pequenos comércios (não legalizados), foram atribuídos valores baseados nos que são utilizados em processos do DER-PE.

Algumas áreas de terra não foram indenizadas por pertencerem ao DER-PE, devido à desapropriação realizada na época de execução da duplicação da PE-060.

Foram identificados **17** imóveis atingidos pela área de influência do projeto, sendo **14** situados no lado direito da PE-60 (sentido Recife-Suape) e **3** no lado esquerdo (sentido Suape-Recife).

O Volume 3C – Projeto de Desapropriação, apresenta o projeto de desapropriação completo, onde constam a metodologia adotada, incluindo o nível de precisão e as fontes consultadas, bem como o laudo de avaliação, juntamente com seu respectivo desenho (croqui), planta de situação e documentação fotográfica de cada imóvel atingido.

5.13 Projeto de Remanejamento de Equipamentos de Serviços Públicos

Os equipamentos de serviços públicos a serem remanejados para permitir a construção do sistema viário de acesso aos viadutos são, basicamente: rede de iluminação pública e de eletrificação (CELPE), tubulação da COPERGÁS/ PETROFLEX e COMPESA.

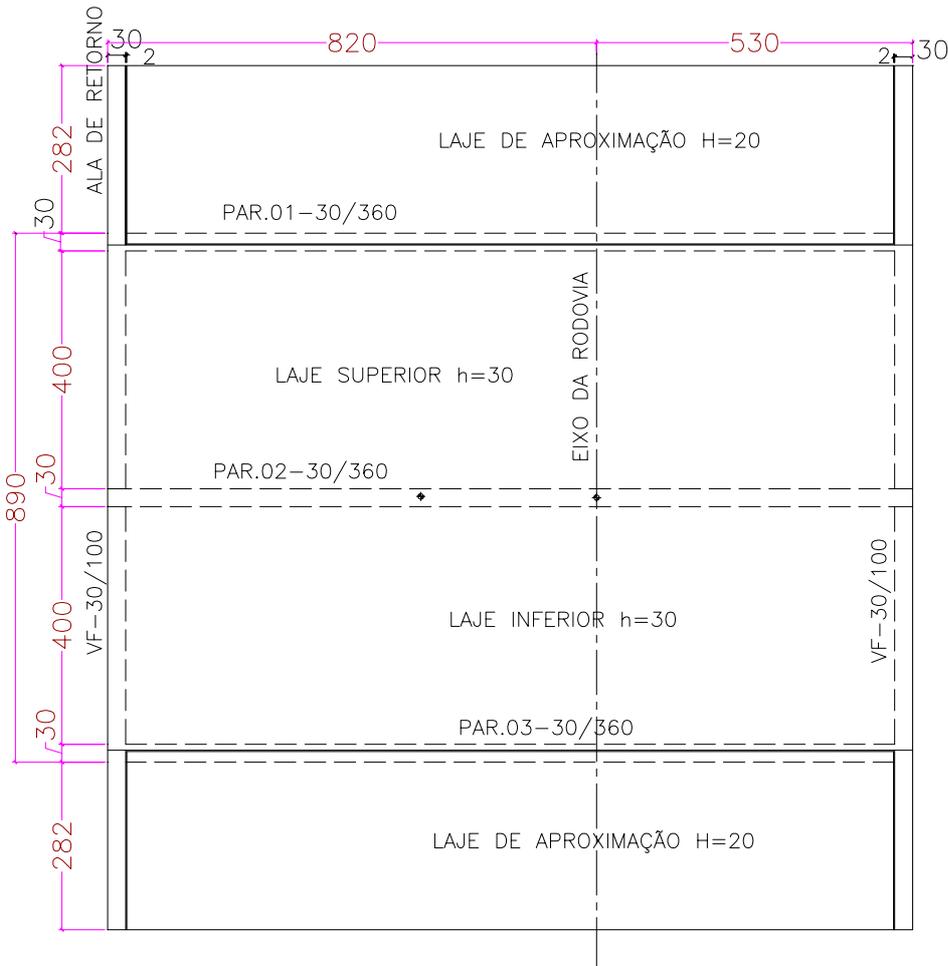
Contatos já foram realizados através de ofícios enviados pelo DER/PE às referidas concessionárias, porém os entendimentos finais só deverão ser realizados no período em que a obra estiver para ser iniciada.

Anexo: Memória de Cálculo dos Pontilhões (BDCC 4,0 x 3,0)

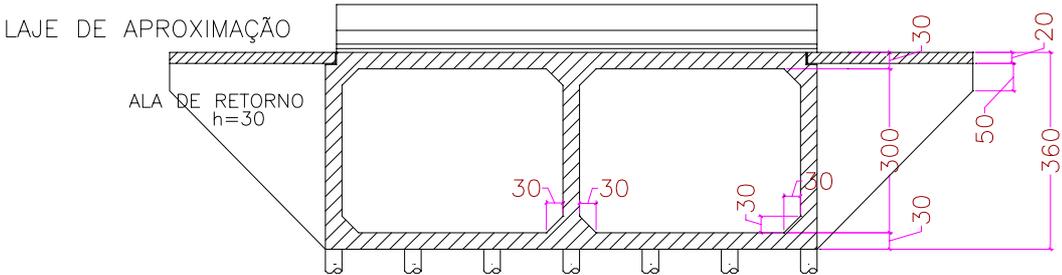
MaAIA MELO	MEMÓRIA DE CÁLCULO	
	CLIENTE : DER / PE.	REF. : 44.00.00.06
	OBRA : PONTILHÃO S/ O VIADUTO DA PE60	DATA: NOV/2006
	SEÇÃO :	FOLHA: 1 REV

1. SUPERESTRUTURA:

1.1 - ESQUEMA ESTRUTURAL LONGITUDINAL



1.2 - ESQUEMA ESTRUTURAL TRANSVERSAL

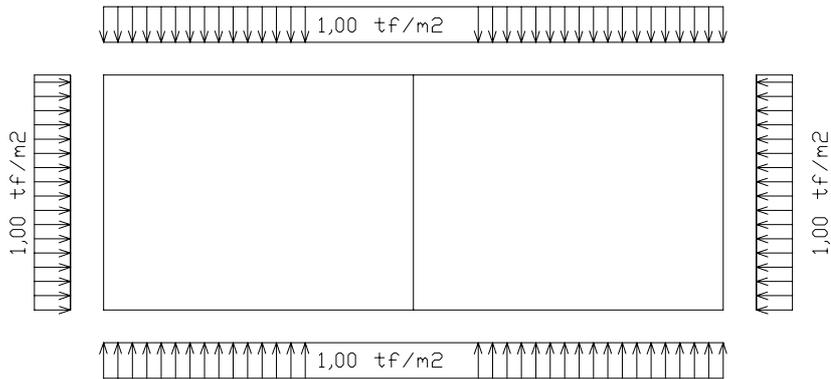


MEMÓRIA DE CÁLCULO			
MaAIA MELO	CLIENTE : DER / PE.		REF. : 44.00.00.06
	OBRA : PONTILHÃO S/ O VIADUTO DA PE60		DATA: NOV/2006
	SEÇÃO :		FOLHA: 2 REV

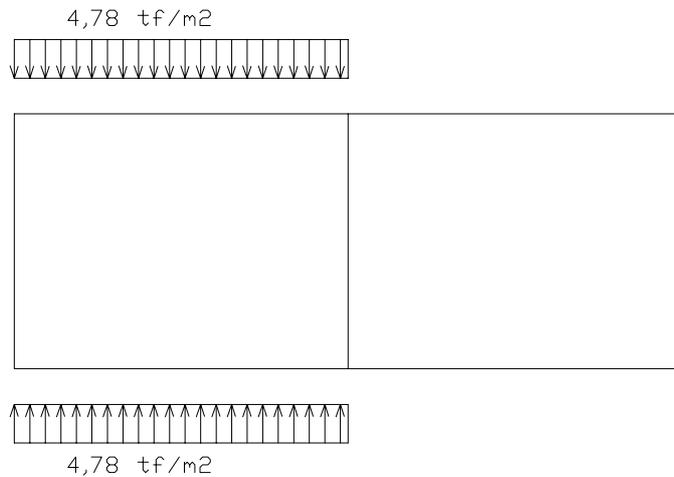
1.3 - CÁLCULO DAS LAJES E PAREDES

1.3.1 - CARGAS

CARGA PERMANENTE:



CARGA ACIDENTAL:



1.3.2 - ESFORÇOS SOLICITANTES E DIMENSIONAMENTO

1.3.2.1 - LAJE SUPERIOR

$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
 aço CA-50A
 $h = 30 \text{ cm}$
 cobrimento = 3,0 cm

Momento negativo do apoio extremo:

Momento devido à carga permanente: $M_{neg} = -1,16 \text{ tf.m/m}$
 Momento devido à carga accidental: $M_{neg} = -3,74 \text{ tf.m/m}$
 Mom. devido à carga permanente + accidental: $M_{neg} = -4,89 \text{ tf.m/m}$

MaAIA MELO	MEMÓRIA DE CÁLCULO		
	CLIENTE : DER / PE.	REF. : 44.00.00.06	
	OBRA : PONTILHÃO S/ O VIADUTO DA PE60	DATA: NOV/2006	
	SEÇÃO :	FOLHA: 3	REV

Dimensionamento:

$$k = 1,48$$

$$As = 6,22 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$K \cdot As = 1,48 \times 6,22 = 9,22 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 16.0 \text{ C/15}$$

Momento positivo (meio do vão):

$$\text{Momento devido à carga permanente: } M_{\text{neg}} = 0,88 \text{ tf.m/m}$$

$$\text{Momento devido à carga acidental: } \underline{M_{\text{neg}} = 6,17 \text{ tf.m/m}}$$

$$\text{Mom. devido à carga permanente + acidental: } M_{\text{neg}} = 7,05 \text{ tf.m/m}$$

Dimensionamento:

$$k = 1,47$$

$$As = 9,12 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$K \cdot As = 1,47 \times 9,12 = 13,41 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 16.0 \text{ C/15}$$

Momento negativo do apoio central:

$$\text{Momento devido à carga permanente: } M_{\text{neg}} = -1,72 \text{ tf.m/m}$$

$$\text{Momento devido à carga acidental: } \underline{M_{\text{neg}} = -6,09 \text{ tf.m/m}}$$

$$\text{Mom. devido à carga permanente + acidental: } M_{\text{neg}} = -7,81 \text{ tf.m/m}$$

Dimensionamento:

$$k = 1,26$$

$$As = 10,16 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$K \cdot As = 1,26 \times 10,16 = 12,76 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 16.0 \text{ C/10}$$

1.3.2.2 – LAJE INFERIOR

fck = 25 MPa
 aço CA-50A
 h=30 cm
 cobertura = 3,0 cm

Momento positivo do apoio extremo:

$$\text{Momento devido à carga permanente: } M_{\text{neg}} = 1,16 \text{ tf.m/m}$$

$$\text{Momento devido à carga acidental: } \underline{M_{\text{neg}} = 3,70 \text{ tf.m/m}}$$

$$\text{Mom. devido à carga permanente + acidental: } M_{\text{neg}} = 4,86 \text{ tf.m/m}$$

Dimensionamento:

$$k = 1,49$$

$$As = 6,18 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$K \cdot As = 1,49 \times 6,18 = 9,21 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 16.0 \text{ C/15}$$

Momento negativo (meio do vão):

$$\text{Momento devido à carga permanente: } M_{\text{neg}} = -0,87 \text{ tf.m/m}$$

$$\text{Momento devido à carga acidental: } \underline{M_{\text{neg}} = -6,16 \text{ tf.m/m}}$$

$$\text{Mom. devido à carga permanente + acidental: } M_{\text{neg}} = -7,07 \text{ tf.m/m}$$

Dimensionamento:

$$k = 1,47$$

$$As = 9,11 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$K \cdot As = 1,47 \times 9,11 = 13,39 \text{ cm}^2/\text{m}$$

MaAIA MELO	MEMÓRIA DE CÁLCULO		
	CLIENTE : DER / PE.	REF. : 44.00.00.06	
	OBRA : PONTILHÃO S/ O VIADUTO DA PE60	DATA: NOV/2006	
	SEÇÃO :	FOLHA: 4	REV

Momento positivo do apoio central:

Momento devido à carga permanente: $M_{neg} = 1,73 \text{ tf.m/m}$

Momento devido à carga acidental: $M_{neg} = 6,14 \text{ tf.m/m}$

Mom. devido à carga permanente + acidental: $M_{neg} = 7,87 \text{ tf.m/m}$

Dimensionamento:

$k = 1,26$

$As = 10,25 \text{ cm}^2/\text{m}$

$K \cdot As = 1,26 \times 10,25 = 12,87 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 16.0 \text{ C/10}$

1.3.2.3 – PAREDE EXTERNA

$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

aço CA-50A

$h=30 \text{ cm}$

cobrimento = 3,0 cm

Momento negativo dos apoios extremos (face externa):

Momento devido à carga permanente: $M_{neg} = -1,16 \text{ tf.m/m}$

Momento devido à carga acidental: $M_{neg} = -3,74 \text{ tf.m/m}$

Mom. devido à carga permanente + acidental: $M_{neg} = -4,89 \text{ tf.m/m}$

Dimensionamento:

$k = 1,49$

$As = 6,18 \text{ cm}^2/\text{m}$

$K \cdot As = 1,49 \times 6,18 = 9,21 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 16.0 \text{ C/15}$

Momento negativo (meio do vão):

Momento devido à carga permanente: $M_{neg} = 0,20 \text{ tf.m/m}$

Momento devido à carga acidental: $M_{neg} = -3,72 \text{ tf.m/m}$

Mom. devido à carga permanente + acidental: $M_{neg} = -3,52 \text{ tf.m/m}$

Dimensionamento:

$k = 1,50$

$As = 4,43 \text{ cm}^2/\text{m}$

$K \cdot As = 1,50 \times 4,43 = 6,65 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 16.0 \text{ C/30}$

1.3.2.4 – PAREDE CENTRAL

$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

aço CA-50A

$h=30 \text{ cm}$

cobrimento = 3,0 cm

Momentos negativos e positivos :

Momento devido à carga permanente: $M_{neg} = 0,00 \text{ tf.m/m}$

Momento devido à carga acidental: $M_{neg} = \pm 2,67 \text{ tf.m/m}$

Mom. devido à carga permanente + acidental: $M_{neg} = \pm 2,67 \text{ tf.m/m}$

MaAIA MELO	MEMÓRIA DE CÁLCULO		
	CLIENTE : DER / PE.	REF. : 44.00.00.06	
	OBRA : PONTILHÃO S/ O VIADUTO DA PE60	DATA: NOV/2006	
	SEÇÃO :	FOLHA: 5	REV

Dimensionamento:

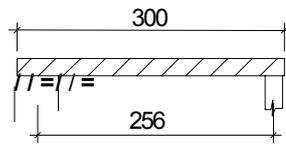
$$k = 2,0$$

$$A_s = 3,34 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$K \cdot A_s = 2,0 \times 3,34 = 6,68 \text{ cm}^2/\text{m}$$

1.4 - LAJES DE APROXIMAÇÃO

1.4.1 - ESQUEMA



1.4.2 - MOMENTOS FLETORES

1.4.2.1 - CARGA PERMANENTE

$$g_1 = 0,20 \times 2,50 = 0,500$$

$$g_2 = 0,12 \times 2,20 = 0,250$$

$$0,76 \text{ tf/m}^2$$

$$r_x(g_1+g_2) = 0,97 \text{ tf/m}$$

1.4.2.2 - CARGA MÓVEL

$$\phi = 1,382$$

$$\frac{l_y}{l_x} = 4,0 \quad \frac{l_x}{a} = 1,28$$

$$l_x \quad a$$

$$t = 0,75 \quad \frac{t}{a} = 0,375$$

$$a$$

1.4.2.3 - MOMENTOS FLETORES

Carga permanente :

$$M_{xmg} = 0,125 \times 0,76 \times 2,56^2 = 0,62$$

$$M_{ymg} = 0,0208 \times 0,76 \times 2,56^2 = 0,10$$

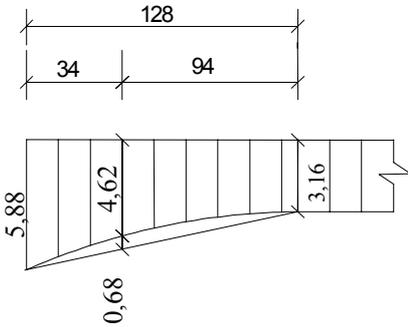
Carga móvel :

$$M_{xm}q = (0,28 \times 7,5 + 0,37 \times 0,5) \times 1,382 = 3,16$$

$$M_{ym}q = (0,15 \times 7,5 + 0,09 \times 0,5) \times 1,382 = 1,62$$

$$M_{xr}q = (0,55 \times 7,5 + 0,26 \times 0,5) \times 1,382 = 5,88$$

MaAIA MELO	MEMÓRIA DE CÁLCULO		
	CLIENTE : DER / PE.		REF. : 44.00.00.06
	OBRA : PONTILHÃO S/ O VIADUTO DA PE60		DATA: NOV/2006
	SEÇÃO :		FOLHA: 6 REV



$$m = 0,68 \Rightarrow q = 3,32$$

$$m' = 3,32 \times \frac{0,32 \times 0,94}{2} = 0,53$$

$$M = \frac{4,63 + 3,32}{2} = 3,97$$

1.4.2.4 – DIMENSIONAMENTO

$$h = 20 \text{ cm}$$

$$M_{xm} = 0,62 + 3,16 = 3,78 \Rightarrow A_s = 8,54 \text{ cm}^2 \Rightarrow \phi 12.5 \text{ c}/10$$

$$M_{xr} = 0,62 + 5,88 = 6,50 \Rightarrow A_s = 11,67 \text{ cm}^2 \Rightarrow \phi 12.5 \text{ c}/10$$