

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

[Handwritten signature]
Prof. ~~Marcelo~~ Loureiro Marinho
Coordenador de Estágios - DEE - CCT - FRAI - UFPB

04/04/83

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

de Sousa
Aluno : FRANCISCO MARCELO VERAS
Supervisor : SEBASTIÃO BATISTA DOS SANTOS
Consultora : HUMBERTO SANTANA ENGS CONSULTORES LTDA
Trecho : ANEL RODOVIÁRIO DE FORTALEZA
Rodovia : BR 222/020/116/Ce
Período : 31.01.83 a 05.03.83

Campina Grande - Pb



Biblioteca Setorial do CDSA. Setembro de 2021.

Sumé - PB

ÍNDICE

I - APRESENTAÇÃO	1
1.1 - Informações Contratuais	1
1.2 - Mapa de Situação	1
II - RESUMO DO PROJETO	1
2.1 - Informe Técnico	1
2.2 - Ficha Resumo de Projeto	3
III - RESUMO TÉCNICO DO PROJETO	3
3.1 - Estudo de Traçado	3
3.2 - Estudo Topográfico	4
3.3 - Estudo Hidrológico	6
3.4 - Estudo Geotécnico	8
3.5 - Estudo de Tráfego	10
3.6 - Projeto Geométrico	12
3.7 - Projeto de Terraplanagem	14
3.8 - Projeto de Pavimentação	14
3.9 - Projeto de Drenagem	20
3.10 - Projeto de Interseções	22
3.11 - Projeto de Obras Complementares	22
3.12 - Projeto de Paisagismo	25

3.13 - Projeto de Iluminação	25
3.14 - Projeto de Desapropriação	25
3.15 - Quantitativos e Custos	25
3.16 - Especificações	25
IV - CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO	25
V - SITUAÇÃO DO TRECHO	25
VI - PLANO DE EXECUÇÃO	25
VII - RELAÇÃO DE EQUIPAMENTOS	26
VIII - PROJETO FOTOGRÁFICO	27
IX - CONCLUSÃO	28
X - ANEXOS	30
10.1 - Seção Transversal	
10.2 - Interseção entre o Anel Rodoviário de Fortaleza e a BR-116	
10.3 - Características Geotécnicas do Subleito	
10.4 - Cálculo de 4 Curvas Verticais	
10.5 - Diretriz Geral do Anel Rodoviário de Fortaleza	

I - APRESENTAÇÃO

1.1 - Informações Contratuais

Foram contratadas as construtoras BETA e ANDES, sendo esta última a ganhadora da concorrência.

1.2 - Mapa de Situação

A Diretriz Geral está mostrada no Anexo X.5.

II - RESUMO DO PROJETO

2.1 - Informe Técnico

O Anel Rodoviário de Fortaleza se localiza na Orla Verde da Região Nordeste do Brasil. Tem uma diretriz semi-circular, circundando quase totalmente a cidade de Fortaleza, com uma extensão de 65,8 km, resultante da adjunção autorizada pelo Diretor do DNER, através do Processo Administrativo nº 17311/73 no valor inicial de Cr\$ 1.712.100,57 (um milhão, setecentos e doze mil e cem crzeiros e cinquenta e sete centavos).

Começa na sua parte acidental, na foz do Rio Ceará (Barra do Ceará), e vai ao Porto de Mucuripe no seu lado oriental.

Os municípios de Fortaleza, Caucaia, Maranguape, Pacatuba e Aquiráz, que formam a Região Metropolitana de

Fortaleza, serão integrados pelo Anel Rodoviário, permitindo um acesso fácil, principalmente a Caucaia e Aquiráz.

O projeto dividiu o trecho em dois sub-trechos devido principalmente as características das regiões atravessadas.

Assim da Barra do Rio Ceará até a rodovia de acesso a Praia de Icaraí e do Rio Cocó ao Porto de Mucuripe, região que em pouco tempo terá características urbanas foi prevista uma seção com canteiro central de 5,0 metros, duas faixas de tráfego para cada sentido com 8,8 metros e passeio com 3,0 metros totalizando com as sarjetas, 30 metros de seção transversal.

Previu-se ainda a iluminação da rodovia e um cuidadoso tratamento paisagístico para a perfeita harmonia do projeto com o meio ambiente.

A outra região, da rodovia de acesso a praia de Icaraí ao Rio Cocó o projeto previu uma seção transversal com 16,20 metros tendo uma faixa de tráfego para cada sentido e acostamento. Este trecho, de características praticamente rurais, não será iluminado.

O início do trecho liga-se a Rede Viária de Fortaleza através da Av. Leste-Oeste, vencendo a Barra do Rio Ceará com uma ponte em concreto protendido de 575 metros em pista dupla e iluminada. Os demais rios interceptados pelo Anel Rodoviário são atravessados por pontes em concreto protendido, as linhas ferroviárias, Norte e Sul, são cruzadas pelo Anel em viadutos.

Ao todo serão executados 8 (oito) Obras de Arte

(pontes e viadutos) com um total de 971 metros. O final do trecho é no Porto de Mucuripe onde o Anel se interliga com a Avenida Matias Beck.

A execução do trecho movimentará: 3.600.000 m³ na terraplanagem, 491.000 m³ de solos na pavimentação, 6.003 ton. de cimento asfáltico, 1.781 ton. de asfalto diluído, 34.700 m de tubos de concreto de diversos diâmetros, 33 estações transformadoras de 30 kVA, 584 postes, 133.000 metros de cabos, 25.000 m de fios, 1.000.000 m² de plantio de ervas e arbustos e cerca de 3.081 árvores.

2.2 - Ficha Resumo de Projeto

Está incluído dados no item anterior e no item a seguir.

III - RESUMO TÉCNICO DO PROJETO

3.1 - Estudo do Traçado

3.1.1 - Diretriz Geral

Definiu-se para o Anel de Contorno de Fortaleza uma diretriz que além de estabelecer a ligação das Avenidas Leste-Oeste (Barra do Ceará) e Matias Beck (porto de Mucuripe) com as rodovias BR-222, BR-020, Ce-10, Ce-01, BR-116 e Ce-111 permite que a este sistema sejam integrados o Distrito Industrial, o Centro de Abastecimento (CEA

SA) e o Porto de Mucuripe.

3.1.2 - Metodologia

Para o desenvolvimento desta etapa do projeto utilizou-se de uma metodologia baseada em análise de fotografias aéreas existentes, detalhadas observações de campo e pesquisas em órgãos estaduais e federais relacionadas com planos existentes.

3.2 - Estudo Topográfico

3.2.1 - Generalidades

Esta etapa do projeto englobou serviços de locação de eixo, nivelamento e contra-nivelamento, levantamento das seções transversais, levantamento cadastral, levantamento dos pontos de interseções, levantamento das jazidas consideradas aproveitáveis, levantamento das obras de arte correntes e levantamento das travessias dos cursos d'água.

Como já foi dito antes, o trecho apresenta uma extensão de 65.767,35 km, este trecho teve definidos como pontos extremos a continuação da Avenida Leste-Oeste e a interseção com a Avenida Matias Beck de acordo com o seguinte estaqueamento: 725 (Barra do Ceará) - 675 = 688 + 9,20m = 41 + 0,20m - 1346 + 19,40m = 0 - 1178 + 5,14 m = 1178 + 9,19m - 1244 + 3,0 (Porto de Mucuripe).

3.2.2 - Metodologia

3.2.2.1 - Locação do Eixo

Os trabalhos de locação do eixo foram realizados com base no traçado definido, tendo-se estaqueado o eixo locado de 20 em 20 metros e o material utilizado no terreno através de piquetes e estacas testemunhas. As curvas de concordância horizontal foram locadas pelo processo das deflexões sobre a tangente tendo-se amarrado, sempre que possível, os pontos de início e término das curvas com marcos de concreto de 0,10 x 0,10 x 0,50 m dispostos em forma de "x".

3.2.2.2 - Locação das Obras de Arte Correntes

As obras de arte correntes, tanto as existentes quanto as projetadas, foram locadas estaqueando-se o eixo de 5 em 5 metros e nivelando-o geometricamente, tendo sido anotados os níveis d'água e máxima enchente e a declividade do fundo.

3.2.2.3 - Levantamento e Amarração das Jazidas

As jazidas consideradas aproveitáveis foram levantadas taqueometricamente, nivelando-se cada furo de sondagem. Ainda por intermédio da taqueometria tais jazidas foram amarradas ao eixo locado.

3.3 - Estudo Hidrológico

3.3.1 - Chuvas Intensas

Para a análise das precipitações internas que ocorrem na região, representadas graficamente por curvas que relacionam as alturas de chuvas para diversas durações e diferentes períodos de recorrência, utilizou-se o método proposto no livro "Chuvas Intensas do Brasil" do Engenheiro Otto Pfafstetter.

Para tanto adotou-se o posto nº 31 - Fortaleza, apresentando-se a curva "Intensidade x Duração" resultante de tal análise, vista ocasionalmente. Para estas obras de arte especiais, a metodologia utilizada, considerando um período de recorrência de 50 anos.

3.3.2 - Descarga de Projeto

3.3.2.1 - Os resultados obtidos para as descargas de projeto das áreas drenadas pelas obras de arte especiais são os a seguir especificada:

Rio Ceará - estaca 110 ($Q = 411,988 \text{ m}^3/\text{seg}$)
Rio Siqueira - estaca 649 ($Q = 325,353 \text{ m}^3/\text{seg}$)
Rio Gavião - estaca 111 ($Q = 230,112 \text{ m}^3/\text{seg}$)
Rio Coassú - estaca 127 ($Q = 164,369 \text{ m}^3/\text{seg}$)
Rio Cocó - estaca 805 ($Q = 727,597 \text{ m}^3/\text{seg}$).

Para a travessia do Rio Ceará, próximo a sua foz (estaca 700) não foram feitos estudos hidrológicos especí

ficos face as condições locais de maré e tendo em vista o fato de que a altura mínima da travessia foi fixada em função do movimento de pequenas embarcações.

3.3.2.2 - Para os tipos considerados de escoamento superficial empregou-se o Método Racional através da utilização da expressão:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{36} \quad \text{onde,}$$

Q = descarga de projeto, em (m³/seg)

C = Coef. de escoamento

I = intensidade de precipitação, em (cm/h), para um tempo de recorrência de 5 anos

A = área da bacia de contribuição, em (ha)

Obs.: Para o escoamento em dreno pluvial, as descargas de projeto foram obtidos utilizando-se o mesmo método acima descrito.

3.3.2.3 - Para as bacias drenadas pelas obras de arte correntes, a descarga de projeto foi determinada pela aplicação do método do hidrograma triangular. Para tanto utilizou-se a expressão.

$$Q = \frac{0,208 \times S \times A}{T_p} \quad \text{onde,}$$

Q = descarga de projeto, em (m³/seg)

S = Runoff total para um tempo de recorrência de 10 anos

A = área da bacia de contribuição em (km²)

T_p = tempo de ascensão em horas

3.4 - Estudo Geotécnico

Todos os ensaios foram realizados de acordo com os métodos em vigor no DNER.

No sub-leito foram feitos furos de sondagem espaçados de 100 em 100 metros, situados no eixo locado até 1,0 metro ^{ABAIXO} abaixo do greide projetado.

Nos empréstimos foram feitos furos de sondagem nos vértices e no centro de um quadrilátero com coleta em cada horizonte de cada 50% dos furos de sondagem, ensaio completo em cada amostra e 1 ensaio de densidade "in situ" por empréstimo.

Nos empréstimos de material coesivo para contenção dos aterros em dunas foram feitos furos de sondagem nos vértices de um quadriculado em malha de 150 metros.

A energia de compactação usada no sub-leito e nos empréstimos foi a da AASHO Normal e nas jazidas de solos a intermediária.

Nas jazidas de solos foram feitos furos de sondagem nos vértices de um quadriculado com malha de 30 metros, coleta de amostras em cada horizonte de cada furo, ensaios de identificação em todas as amostras e ensaios de compactação e CBR em 50% das amostras coletadas, e 5 ensaios de densidade "in situ" por jazida.

Nos areais foram feitos 5 furos de sondagem, coleta de amostras em todos os furos, ensaios de granulometria, equivalente de areia e densidade real, e 2 ensaios

de sensidade "in situ" por areal.

Nas pedreiras -- 5 ensaios de Los Angeles, adesividade e densidade real por pedreira.

Foram estudados misturas de 2 solos sub-base e de solo com brita para base obtendo-se para cada mistura um mínimo de 9 resultados, sendo que para base tem-se 2 séries (AASHO Intermediário e AASHO Modificado). Foram reali^zadas dosagens para concreto asfáltico nas faixas B e C, pelo método de MARSHALL.

3.4.1 - Apresentação de Alguns Resultados

As características geotécnicas do sub-leito estão apresentadas no Quadro Qd-3.4.01 - Fig VII-3 (Anexo).

3.4.2 - Principais Conclusões

1. O sub-leito é bastante uniforme, sendo consti^tuído praticamente por solos A-2-4 e A-4 na zona de praia, (Rio Cocó -- Porto de Mucuripe e Praia do Pacheco -- Barra do Ceará) cerca de 20% do trecho, a rodovia atravessa uma região de dunas, constituídas de solo A-3.
2. Não há problemas de brita nem areia para o trecho
3. Não foi possível a solução de "solo estabilizado granulometricamente" para base e acostamento. A solução viável foi solo-brita. *Porque ??*

4. Não há problemas com materiais para sub-base, embora se faça necessário a mistura de solos
5. Não há problemas com materiais para reforço
6. As sondagens com 1,50 metros abaixo do greide, nos cortes, não mostraram presença d'água nem umidade excessiva
7. Não há material natural para enchimento de drenos profundos
8. Não há problemas especiais de estabilidade de taludes, fundações de aterros e obras de arte especiais.

Obs.: O projeto para construção do Anel Rodoviário de Fortaleza concluído pela Consultora Humberto Santana, ligada ao DNER, dizia quanto ao revestimento, ser de concreto asfáltico, mas devido a grande escassez de verba do órgão contratador (DNER), ficou sendo como um tratamento superficial duplo (TSO).

3.5 - Estudos de Tráfego

3.5.1 - Generalidades

O projeto de trechos urbanos de rodovias inicialmente previsto para 3 fases, diagnóstico, viabilidade e projeto de Engenharia por razões de programação do DNER, a fase de viabilidade foi suprida, passando-se do diagnóstico para o Projeto de Engenharia. Ocorre que o Estudo de Tráfego deveria ter sido feito na viabilidade para que se

obtivesse todos os elementos condicionantes para obtenção dos elementos de tráfego que interferem nos projetos de pavimentação e interseções, não foi realizado.

Assim a consultora realizou contagens volumétricas, para atualização dos dados obtidos na fase de diagnóstico, e com base nas pesquisas realizadas no diagnóstico, calculou-se o número N em torno de 10^6 e o fluxograma das interseções.

3.5.2 - Contagem de Volumes

Foram realizadas contagens de volume em 5 postos: BR-222, Ce-10, Ce-1, BR-116 e Ce-111 com duração de 24 horas em um período de 7 dias entre os dias 03 e 09 de fevereiro de 1975.

Os postos localizaram-se respectivamente no Posto da Patrulha Rodoviária Federal na BR-222 (entre Caucaia e Cauipe), no Posto de Fiscalização Fazendária na Ce-10 (entre Fortaleza e Maranguape), no Posto Rodoviário da Polícia Militar do Ceará na Ce-10 (entre Fortaleza e Pacatuba), no Posto da Patrulha Rodoviária Federal na BR-116 (entre Messejama e Horizonte) e no Posto Rodoviário da Polícia Militar do Ceará na Ce-111 (entre Eusébio e Aquiráz).

Realizou-se também uma contagem direcional próximo ao Término da Av. Leste-Oeste, antes da Av. Francisco Sá, durante 7 dias, com o objetivo de se conhecer o atual fluxograma de tráfego, tendo em vista a construção da Ponte sobre a Barra do Rio Ceará.

Para o cálculo do número "N" adotou-se o Fator Climático Regional FR-1,4 (1.200 mm/ano).

3.5.3 - Algumas Características do Projeto Geométrico

3.5.3.1 - Barra do Ceará - Interseção com Acesso à Praia de Icarai

De acordo com as "Normas para o projeto das Estradas de Rodagem do DNER" estabeleu-se para este segmento um raio mínimo de 1.718,88 metros correspondendo à região ondulada. A rampa máxima de 4,5% tendo-se considerado um valor mínimo para as rampas, fixado em 0,5%, visando a obtenção de uma drenagem adequada.

Para este segmento foram definidas 2 seções transversais: a primeira correspondente a travessia do Rio Ceará (ponte), é constituída por uma plataforma acabada com pistas independentes de 7,20 metros, canteiro central de 3,0 metros e calçadas de 1,50 metros.

A segunda seção, que corresponde a extensão compreendida entre o final da travessia do Rio Ceará, é constituída por uma plataforma com pistas independentes de 7,20 metros, faixas de segurança de 0,80 metro canteiro central de 5,0 metros e passeios laterais de 3,0 metros correspondente a zona urbanística.

3.5.3.2 - Interseção com Acesso à Praia de Ica raí - Rio Cocó

Correspondendo à região ondulada estabeleceu-se para este segmento um raio mínimo de 286,53 metros e uma rampa máxima de 4,5%, não se tendo considerado um valor mínimo para as rampas.

Para esta extensão definiu-se uma seção transversal - tipo característica de zona rural constituída por uma plataforma com pista de rolamento de 7,20 metros e acostamento de 3,0 metros.

3.5.3.3 - Rio Cocó - Porto de Mucuripe

Ainda correspondente à região ondulada, estabeleceu-se para este segmento um raio mínimo de 229,25 metros e uma rampa máxima de 4,5%, tendo-se fixado a rampa mínima em 0,5%. Com pistas independentes de 7,20 metros, faixas de segurança de 0,80 metros, e canteiro central de 5,0 metros e passeios laterais de 3,0 metros.

3.5.4 - Faixa de Domínio

Definiu-se para toda a extensão do Anel de Contorno de Fortaleza uma faixa de domínio única com 60,0 metros de largura, simétrica em relação ao eixo locado. Tal faixa foi definida levando-se em consideração o alto custo de desapropriação que resultará na implantação do referido

Anel e atendendo à orientação advinda da fiscalização do 3º DRF.

3.7 - Projeto de Terraplanagem

3.7.1 - Tópicos

3.7.1.1 - Levou-se em consideração o fato de se tratar de um lote com trecho urbano e com trecho rural.

3.7.1.2 - Com base no Projeto Geométrico e com auxílio de computação eletrônica determinou-se os volumes de terraplanagem traçando-se o "Diagrama de Bruckner".

3.7.1.3 - No "Diagrama de Bruckner" estudou-se a compensação lateral entre cortes e aterros (seções mistas), e os volumes de empréstimos laterais.

3.8 - Projeto de Pavimentação

3.8.1 - Metodologia

O número "N", repetições do eixo simples padrão de 8,2 toneladas foi fornecido pelo estudo de tráfego.

A escolha das camadas do pavimento e o dimensionamento das mesmas foram feitas de acordo com os resultados do Estudo Geotécnico, Projeto de Terraplanagem, seguiu-se em princípio o "Método de Projeto de Pavimentos

Flexíveis do DNER - 1966" com as modificações feitas pela DEP-DNER, para uma vida de projeto de 15 anos.

3.8.2 - Escolha e Dimensionamento do Pavimento

Levando-se em conta os resultados do Estudo Geotécnico, os valores de "N" encontrados e a localização do trecho, duas soluções práticas se apresentaram:

Concreto de Cimento Portland ou Pavimento Flexível com revestimento de concreto.

As condições de Fortaleza, em pleno desenvolvimento, de poucos recursos e de difícil organização, permitem supor que durante a vida de projeto o pavimento seja perfurado para implantação de sistemas de água, esgotos, comunicações, etc. Assim a escolha recaiu sobre o pavimento flexível.

Como já foi dito antes, ainda houve uma alteração devido a escassez de verba do órgão contratador (DNER) e assim ficou sendo as seguintes camadas definitivas.

1. Sub-base - solo estabilizado granulometricamente com mistura. (22 cm)
2. Base - Solo Brita (20 cm)
3. Revestimento (pista) - Tratamento Superficial Duplo (TSD) (2,5 cm)
4. Acostamento (imprimação)

3.8.3 - Dimensionamento do Pavimento

Com base nos valores de "N" calculados e com os CBR de projeto adotados obteve-se o seguinte resultado:

INTERVALO ESTACA	R	B	SB
725 - 675 = 685 + 1920 - 480	5	18	15
480 - 320	5	18	17
320 - 0 = 41 + 0,20	5	18	21
41 + 0,20 - 600	5	18	23
600 - 840	5	18	24
840 - 1346 + 19,40 = 0	5	20	24
0 - 600	5	20	26
600 - 1178 + 5,14 = 1178 + 9,19 = 1244 + 3,0	5	20	16

R = Revestimento; B = Base; SB = Sub-Base

3.8.4 - Característica dos Materiais

3.8.4.1 - Tratamento Superficial Duplo (TSD)

Será usado o CAP 150/200 com 0,5% de dope aprovado pela fiscalização. É vetado pela fiscalização o uso, como ligante betuminoso, de emulsão catiônica viscosa.

Obs.: Desde o começo da obra, vinha usando-se um ligante CAP 150/200 com 0,5% de Dope em peso, mas a sua fabricação para estes fins, foi extinta pela Petrobrás, devido ainda poder ser usado como combustível após mais algum esquenta

mento e destilação.

Sendo assim, com esta crise do Petróleo, passou a ser usado agora a partir de janeiro (1983), o CAP-85/100.

3.8.4.2 - Granulometria

PENEIRA	PERCENTUAL PASSANDO EM PESO	
	1ª CAMADA	2ª CAMADA
1"	100	-
3/4"	90-100	-
1/2"	20-55	-
3/8"	0-15	100
nº 4	0-5	85-100
nº 10	-	10-40
nº 200	0-2	0-2

A pedreira que está sendo usada é a de (P-1) que se encontra em exploração pelo 3º DRF-DNER com distância de 24,0 km.

As quantidades de agregado e ligante serão fixadas no canteiro pela fiscalização.

Como indicação temos as seguintes quantidades:

1ª camada de ligante - 1,3 kg/m²

1ª camada de agregado - 25 kg/m²

2ª camada de ligante - 1,0 kg/m²

2ª camada de agregado - 10 kg/m²

3.8.4.3 - Imprimação

Indicou-se a imprimação em toda a largura da pista mais acostamentos com CM-70 (CM-0) numa taxa a ser determinada no campo, com valor superior limitado a 1,5 kg/cm².

3.8.4.4 - Dados Médios para Composição de Consumo Unitário

Tratamento Superficial Duplo (Execução = 184.100 m²)

MATERIAL	CONSUMO (m ²)
BRITA	35 kg
CAP-150/200	2,3 kg
DOPE	12 gr

Imprimação (Execução = 263.000 m²)

MATERIAL	CONSUMO
CM-0 (CM-70)	1,5 kg

Base (Execução = 55.000 m³)

MATERIAL	CONSUMO/m ³ COMPACTADO	À ESCAVAR	À TRANSPORTAR
BRITA	0,708 m ³	-	1,062 t
SOLO	-	0,838 m ³ (1)	1,120 t (2)
ÁGUA	0,085 t (3)	-	0,085 t
MISTURA	2,123 t(seca)	-	*2,246 t (4)
ESPURGO	-	0,09m ³ /m ³	-
DEMATAMENTO	-	0,93m ² /m ³	-

* Úmido

- (1) - Através da densidade "in situ" com 6% de perda
- (2) - Com 5,5% de umidade natural
- (3) - Teoricamente 0,3, tomou-se 4% da mistura seca
- (4) - Com 5,8 de umidade ótima

Sub-Base com Mistura (Execução = 76.000m³)

MATERIAL	CONSUMO/m ³ COMPACTADO	A ESCAVAR	A TRANSPORTAR
SOLO	-	1,140m ³ (1)	1,729 t (2)
AREIA	-	0,275m ³ (1)	0,421 t (3)
ÁGUA	0,071 t (4)	-	0,071 t (4)
ESPURGO, SOLO	-	0,04m ³ /m ³	-
ESPURGO, AREIA	-	0,01m ³ /m ³	-
DESMATAMENTO, SOLO	-	0,04m ² /m ³	-
DESMATAMENTO, AREIA	-	0,06m ² /m ³	-

- (1) - Tomou-se a densidade "in situ" com perda de 6%
- (2) - Tomou-se 7,1% de umidade natural
- (2) - Tomou-se 4,2% de umidade natural
- (4) - Tomou-se 3,5% de umidade a acrescentar

Regularização (Execução = 300.000 m²)

Par

Para efeito de transporte d'água considerou-se uma densidade de solta umida de 1,500 t/m³ e um acréscimo de 8,0% de umidade, isto é, 0,041 t/m² de água.

3.8.4.5 - Distância de Transporte

Admitiu-se a localização da Usina de Solo no km

40,8 com condições de estocar os materiais que serão utilizados.

Água - usina de solos (km 40,9) - 2,5 km

Tratamento Superficial - Trecho 24,0 km - Brita (P-1)

Solo-Brita:

Brita (P-1) Usina: 13,80 km

Solo (P-11) Usina: 9,43 km

Usina - Pista : 10,30 km

Sub-Base com Mistura

Mistura - Pista : 9,60 km

Água - Pista : 4,00 km

Regularização

Solo - Pista : 1,00 km

3.9 - Projeto de Drenagem

Esta parte, tem a finalidade de projetar a rodovia da ação das águas que escoam sobre a plataforma e as que cruzam o eixo da estrada, orientando o seu escoamento e conduzindo para locais que permitam manter a rodovia em condições de tráfego.

Para drenagem da plataforma selecionou-se sargetas de corte e de aterros em concreto, com 0,08 m de espessura e forma triangular. Para disciplinar o escoamento superficial das áreas adjacentes à cortes e aterros, previu-se a utilização de valetas de proteção de forma trapezoi

dal com base de 1,00 metro, altura de 0,60 metro e taludes de 1:1, revestida com 0,08 metro de concreto.

Para a transposição dos Talvegues que cruzam a linha locada, cuja vazão não necessitava de obras de Arte Especiais, indicou-se Bueiros Tubulares e Celulares, Sim ples e Múltiplos, a saber:

- Bueiros Tubulares de 1,0 m de diâmetro, sim ples, duplos e triplos
- Bueiros Celulares de 2,0 x 2,0 m, simples, du plos e triplos
- Bueiros Simples Celular de 2,0 x 1,0 m.

Para drenagem profunda está indicado a utiliza ção de drenos profundos com tubos de concreto poroso com 0,20 m de diâmetro e enchimento com brita.

3.9.1 - Tópicos

3.9.1.1 - Calhas, Sargetas Revestidas e Entra das e Saídas d'Água

- Estas especificações aplicam-se também a vale tas revestidas e sargetas conjugadas a meio-fio
- O concreto para as sargetas conjugadas a meio fio terá uma resistência de $f_{ck} = 300 \text{ kg/cm}^2$ (aos 28 dias) e um consumo mínimo de 350 kg de cimento por metro cúbico de concreto.

- É obrigatório o uso de betoneiras no local, e formas metálicas na execução das sargetas conjugadas a maio-fio

3.9.1.2 - Drenos Profundos

- Será usado tubo de concreto poroso
- O material de enchimento será pedra britada

3.10 - Projeto de Interseções

Quanto ao Projeto de Interseções, foi apenas visualizado e adquirido uma xerox da intersão da BR-116 com o Anel Rodoviário de Fortaleza, o qual se encontra anexo do.

3.11 - Projeto de Obras Complementares

Foi visto o andamento da construção da Ponte do Rio Gavião, com seus tubulões e o traço de concretagem calculado pela CONCRENORTE onde está especificado a seguir:

3.11.1 - Dosagem Racional do Concreto nº 249/

83

3.11.1.1 - Memória Justificativa

- Ponte sobre o Rio Gavião
- Anel Rodoviário de Fortaleza

3.11.1.2 - Características dos Agregados e Ci
mento

- Agregado graúdo $D_{\text{máx}} = 50,00 \text{ mm}$
- Agregado miúdo $D_{\text{máx}} = 4,80 \text{ mm}$
- Módulo de finura do agregado
miúdo (Mfa) $= 3,082$
- Cimento CP $= 320$

3.11.1.3 - Características das Peças a Cons
truir

- Concreto Armado (infra e meso-estrutura e su
per-estrutura)

3.11.1.4 - Processo de Execução e Controle

- Adensamento vibratório
- Controle razoável

3.11.1.5 - Resistência Característica e de Do
sagem do Concreto

$$f_{ck} = 180 \text{ kg/cm}^2 \quad f_{cj} = 270,75 \text{ kgf/cm}^2$$

3.11.1.6 - Fixação do Diâmetro do Agregado

Foi usado brita com $D_{\text{máx}} = 50,00 \text{ mm}$

3.11.1.7 - Calculo do Fator Água x Cimento (x)

- para atender a resistência $x' = 0,48$
- para atender a durabilidade $x = 0,55$
- para a dosagem $x_d = 0,48$

3.11.1.8 - Traço Inicial

- $m_i = 5 \text{ pi/dg} = 2,26$ tem-se portanto o traço inicial

1:1,38:3,62:0,50 /

3.11.1.9 - Traço Básico

Na realização da mistura para o traço estabelecido, e com as correções necessárias, obteve-se o traço básico:

1:1,58:3,62:0,48

3.11.1.10 - Traço Final

Aplicando a equação que define a correlação entre "m" e "x" para concretos da mesma trabalhabilidade:

$m = kx - m_0$, teremos o traço final:-

1:1,58:1,81:1,81:0,48

3.11.1.11 - Traço para a Obra

Para uma betonada de um saco de cimento de 50kg, teremos:

Em peso

Areia Seca	79,0 kg
Brita B-38mm	90,5 kg
Brita B-50mm	90,5 kg
Água	24,0 kg

Em volume

Areia Úmida	- 2 padiolas de 45x35x22,4 (cm)
Brita B-38	- 2 padiolas de 45x35x20,3 (cm)
Brita B-50	- 2 padiolas de 45x35x20,6 (cm)
Água	- 24,0 litros (água de amassamento máximo)

A quantidade d'água a adicionar será determinada em função da umidade dos gregados, sendo no máximo 24,0 litros, quando estes estiverem completamente secos.

3.11.1.12 - Consumo de Cimento por m³ de Concreto

$$C = 361 \text{ kg}$$

Observações: Os itens III.12, III.13, III.14, III.15 , III.16, como também as características da região, Situação do Trecho, Plano de Execução foram apenas observados cuidadosamente por mim, mas que não foi entrado em detalhes.

EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE
Trator com lâmina angulável e escarificador (TL/TES)	1
Trator com lâmina de empuxo (TE-270HP)	1
Trator com lâmina angulável (180 HP)	1
Motoescavo - Transportador (MS-300 HP)	3
Motoniveladora (MN-115 HP)	2
Carregadeira Frontal (CF-150 HP)	3
Rolo Pé-de-Carneiro (RPC - 2 Tamb.) Rebocável	1
Rolo Pneumático (150 HP) Auto-Propulsor	1
Rolo Vibratório Liso (RUL) Rebocável	1
Distribuidora de Solos (D.Solos) 90 HP	1
Usina de Solos (U-Solo 250 t/h)	1
Trator de Pneus (TP-90 HP)	4
Grade de Disco com 24 Discos (G-Disco)	1
Caminhão Tanque (CT-6.000 litros)	4
Vassoura Mecânica (VM) Rebocável	1
Caminhão Distribuidor de Asfalto (CT-Asf. 4t)	1
Tanque para Asfalto Diluído (T-30000 litros)	2
Rolo Liso - 10/14 t	1
Tanque Pré-Aquecedor (60.000 litros)	1
Caminhão Basculante (CB - 4 m ³)	30
Compressor (140 HP)	3
Martelete Pneumático	12
Vibrador	6
Central de Britagem (100 m ³ /h)	1
Lavatório de Solos e Asfalto	1
Betoneira de 360 litros	6
Talha	4
Serra Circular	4
Compânula com guincho, compresor e reservatório	4
Betoneiras Gravimétricas com capacidade superior a 1,0t	3
Equipamento de protensão e injeção	3

VIII - ~~PROJETO~~ FOTOGRAFICO

Foto 1 - Trecho em que podemos observar uma Patrol fazendo o espalhamento do solo, pelo próprio apresentar uma grande umidade (Terreno Burrachudo). Este trecho fica entre as estacas 1115 e 1060.

Podemos observar ao longo da foto, a construção da ponte sobre o Rio Gavião.

Foto 2 - Como podemos observar, ai está uma Moto-Screper distribuindo o material sobre o terreno, no mesmo trecho onde a Patrol estava atuando, pois foi necessário uma mistura de solo já que o CBR existente era em torno de 4 e com a mistura efetivada subiu para 12.

Foto 3 - Podemos observar a sub-base estabilizada granulometricamente com 22 cm de espessura, pronta para receber a camada da base.

Este trecho fica na interseção do Anel Rodoviário de Fortaleza com a BR-116 como podemos observar ao longo.

Foto 4 - Nesta podemos observar a base de solo brita com 20 cm já posta sobre a sub-base.

Foto 5 - Nesta foto podemos ver um rolo-pneumático fazendo a compactação sobre a base de solo Brita.

Foto 6 - Nesta fase de imprimação utilizou-se um (CM-70) numa taxa a ser determinada no campo, com valor superior limitado a $1,5 \text{ kg/cm}^2$.

Foto 7 - Foto onde encontra-se o supervisor do estágio e o Engenheiro chefe da Consultora Humberto Santana, mostrando a diferença de nível entre a cabeça da Ponte do Rio Coassú e o nível do pavimento.

Este desnível pode ser explicado devido a um recalque que causado pela expansão do solo, pois o qual não foi bem compactado como também não havia nenhuma proteção lateral que evitasse o carreamento das partículas finas do solo utilizado no aterro.

Foto 8 - Mostra uma erosão causada ainda a não existencia de sargetas e também por se tratar de uma base-solo-brita, que é muito fina, fazendo assim o carreamento das partículas, embora já tenha feito uma imprimação sobre esta.

IX - CONCLUSÃO

Como conclusão podemos dizer que o estágio foi algo de extraordinário, apesar das verbas destinadas a construção terem sido poucas, fazendo com que o andamento fosse mais lento, mas, mesmo assim, a visão que tive na prática foi muito boa, pois também foi calculado por mim 4 (quatro) curvas verticais, que estão anexas, como também o traçado do perfil e o lançamento do greide da estaca III e estaca IIIA, variando o nível de 1,5m, pois neste ponto já possivelmente

1110 a estaca 1015, verificando o nível d'água, pois neste setor há possibilidade de enchentes. Também levou-se em consideração quanto ao nível do greide além do nível d'água, 5 (cinco) linhas de alta tensão, onde 3 (três) destas eram da CHESF (Centrais) e 2 (duas) laterais da COELCE no trecho existente.

Foi adquirida também experiências como se dar com os Piões e etc.

Visitou-se as Usinas de Asfalto, como também ao trecho misturador de solo x concreto.

Finalizando, os meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram para este evento.



Foto. 1



Foto. 2



Foto. 3



Foto. 4

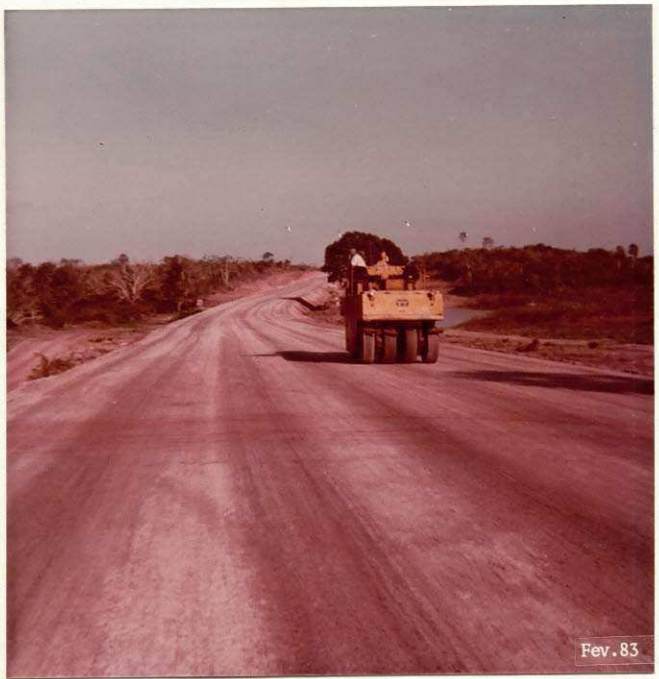


Foto. 5



Foto. 6



Foto. 7

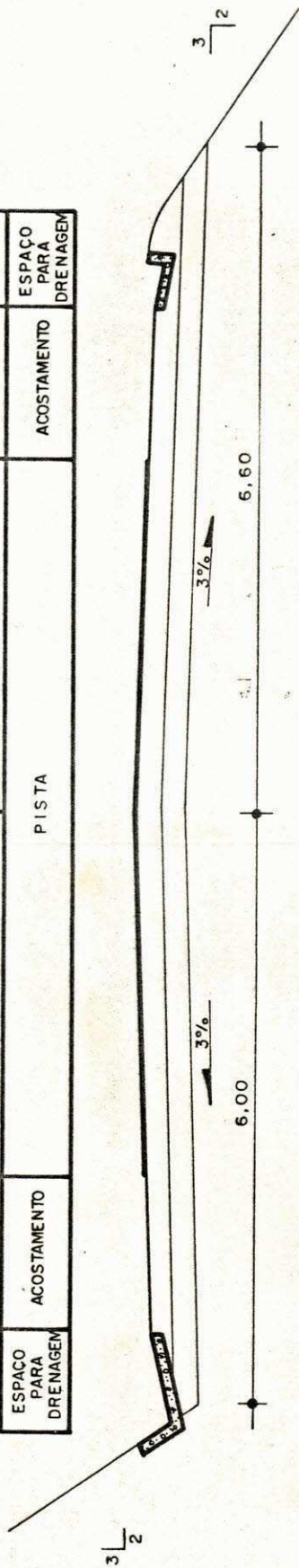


Foto. 8

A N E X O S

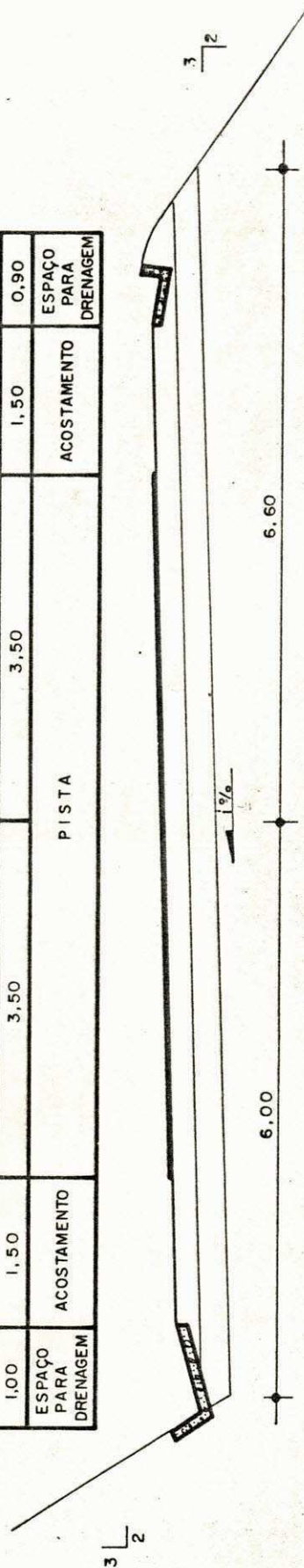
EM TANGENTE

1,00	1,50	3,50	3,50	0,90
ESPAÇO PARA DRENAGEM	ACOSTAMENTO	PISTA	ACOSTAMENTO	ESPAÇO PARA DRENAGEM



EM CURVA

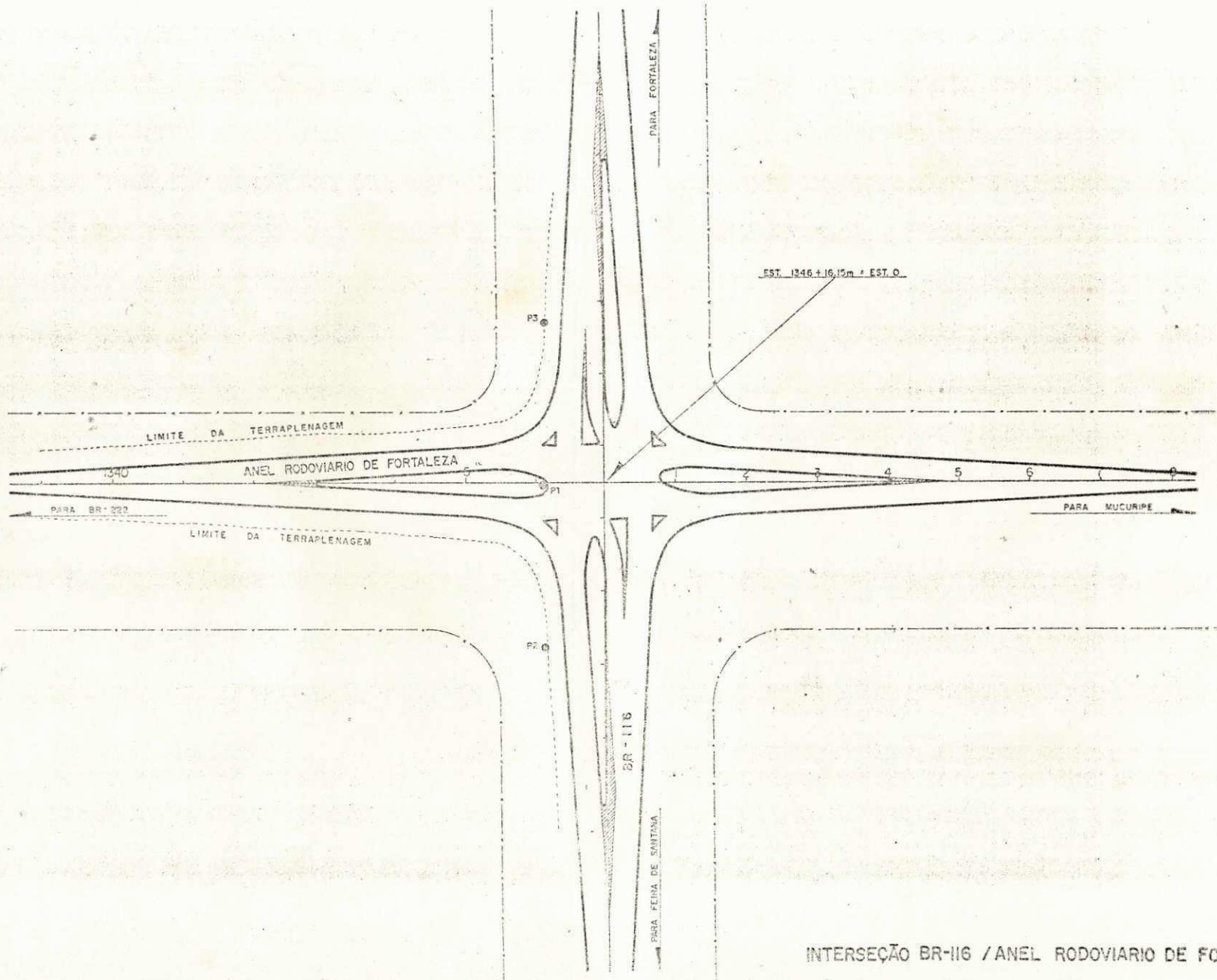
1,00	1,50	3,50	3,50	0,90
ESPAÇO PARA DRENAGEM	ACOSTAMENTO	PISTA	ACOSTAMENTO	ESPAÇO PARA DRENAGEM



LOTE : 372
 RODOVIA : BR-222/020/116/CE
 TRECHO : ANEL RODOVIÁRIO DA CIDADE FORTALEZA
 SUB TRECHO: BR-020/CE-004

SEÇÃO TRANSVERSAL

NOTA DE SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM



INTERSEÇÃO BR-116 / ANEL RODOVIARIO DE FORTALEZA

INTERVALO	TIPO DE SOLO				C.B.R. %			
	CLASSIFICAÇÃO H.R.B.	OCORRÊNCIA %	n = NÚMERO DE AMOSTRAS	\bar{x}	MÍNIMO	MÉDIO	MÁXIMO	$\bar{x} \pm \frac{1,29 D}{\sqrt{n}}$
ESTACA								
*** 480-635+9,20= 675-725	A-2-4 A-3	10 90	2 18	0 0	16 13	17 17	17 27	— 16
*** 320-480	A-2-4	100	26	0	13	18	31	19
***	A-2-4	29	11	0	10	16	25	14
41+0,20=0=320	A-4	71	27	3	8	13	29	12
* 0=41+0,20=1000	A-1a e A-1b A-2-4 A-2-6 A-4	17 31 2 50	19 35 3 56	0 0 0 2	8 8 8 8	16 15 11 12	46 33 15 26	12 11 — 10
* 1000-1346+ 19,40=0	A-1a e A-1b A-2-4	19 42	26 57	0 0	8 8	13 11	40 25	11 10
** 1346+19,40= 0-600	A-3 A-4 A-6	4 31 4	6 42 5	0 3 3	11 8 8	15 9 8	18 16 9	— 9 —
** 600-1178+5,19= 1178+9,19=1244 +3,00	A-2-4 A-3	24 76	11 35	0 0	10 10	13 14	16 16	12 13

*** DA BR-222 PARA BARRA DO CEARA
 * DA BR-222 PARA BR-116
 ** DA BR-116 PARA O PORTO DE MUCURIBE

\bar{x} = MÉDIA ARITMÉTICA D = DESVIO PADRÃO n = NÚMERO DE AMOSTRAS

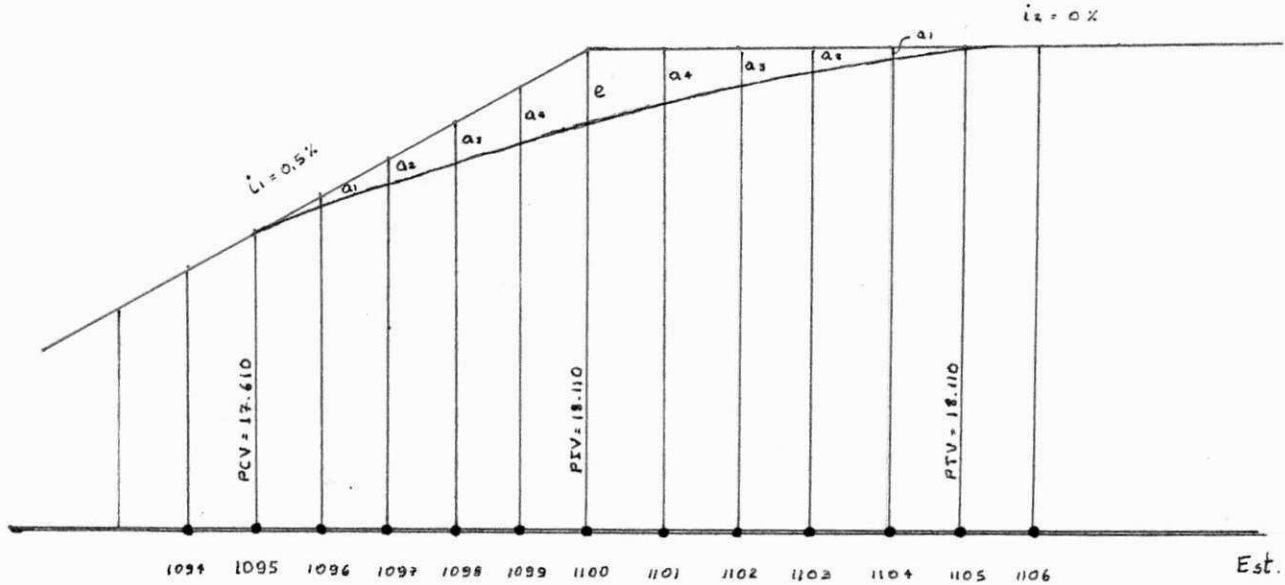
LOTE 1372.1
 RODOVIA BR-222/020/116/CE
 TRECHO: ANEL RODOVIÁRIO DA CIDADE DE FORTALEZA

CARACTERÍSTICAS DO SUB-LEITO E TERRENO NATURAL

HUMBERTO SANTANA
 ENGENHEIRO CIVIL

CD-3.4.01

Curva Vertical I



$Y = 200 \text{ m}$
 $i_1 = 0,5\%$
 $i_2 = 0\%$
 $PCV = Est 1095 = 17.610$
 $PIV = Est 1100 = 18.110$
 $PTV = Est 1105 = 18.110$

$$e = \frac{y(i_1 - i_2)}{8} = \frac{200(0,005)}{8} \Rightarrow e = 0,125 \text{ m} //$$

$$a = 4e \left(\frac{d}{y}\right)^2$$

$$a_1 = 4 \times 0,125 \left(\frac{20}{200}\right)^2 = 0,005 \text{ m}$$

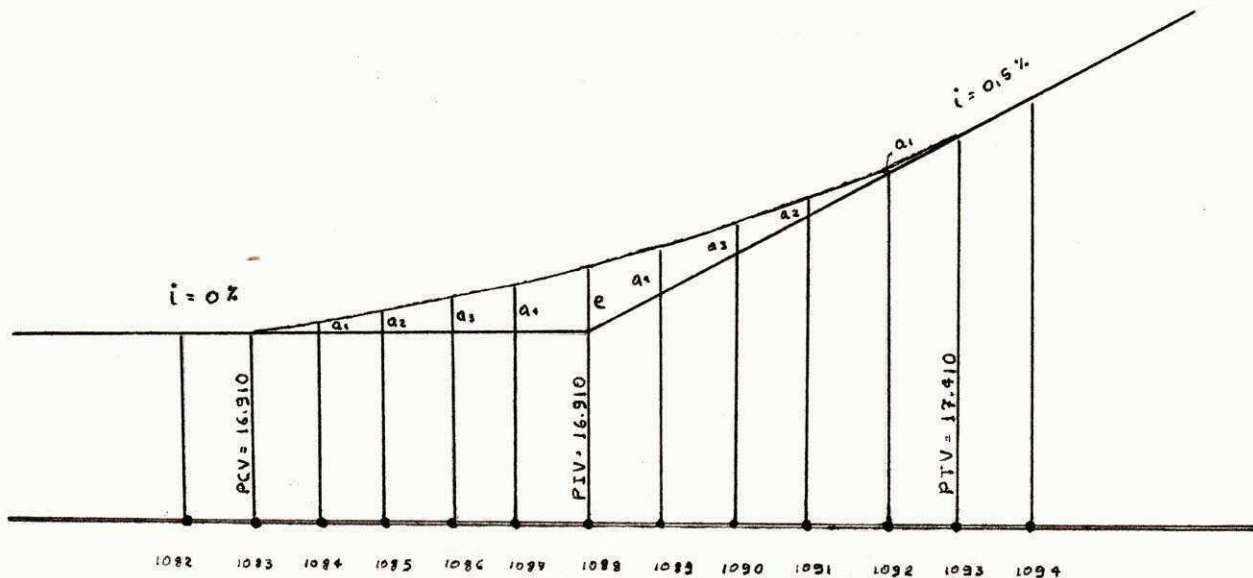
$$a_2 = 4 \times 0,125 \left(\frac{40}{200}\right)^2 = 0,02 \text{ m}$$

$$a_3 = 4 \times 0,125 \left(\frac{60}{200}\right)^2 = 0,045 \text{ m}$$

$$a_4 = 4 \times 0,125 \left(\frac{80}{200}\right)^2 = 0,080 \text{ m}$$

Estacas	Cota (m)
1094	17.510
1095	17.610
1096	17.705
1097	17.790
1098	17.865
1099	17.930
1100	17.985
1101	18.030
1102	18.065
1103	18.090
1104	18.105
1105	18.110
1106	18.110

Curva Vertical II



$$Y = 200 \text{ m}$$

$$i_1 = 0\%$$

$$i_2 = 0,5\%$$

$$PCV = \text{Est } 1083 = 16.910$$

$$PIV = \text{Est } 1088 = 16.910$$

$$PTV = \text{Est } 1093 = 17.410$$

$$e = \frac{Y(i_1 - i_2)}{8} = \frac{200(0,005)}{8} = e = 0,125 \text{ m} //$$

$$a = 4e \left(\frac{d}{Y}\right)^2$$

$$a_1 = 4 \times 0,125 \left(\frac{20}{200}\right)^2 = 0,005 \text{ m}$$

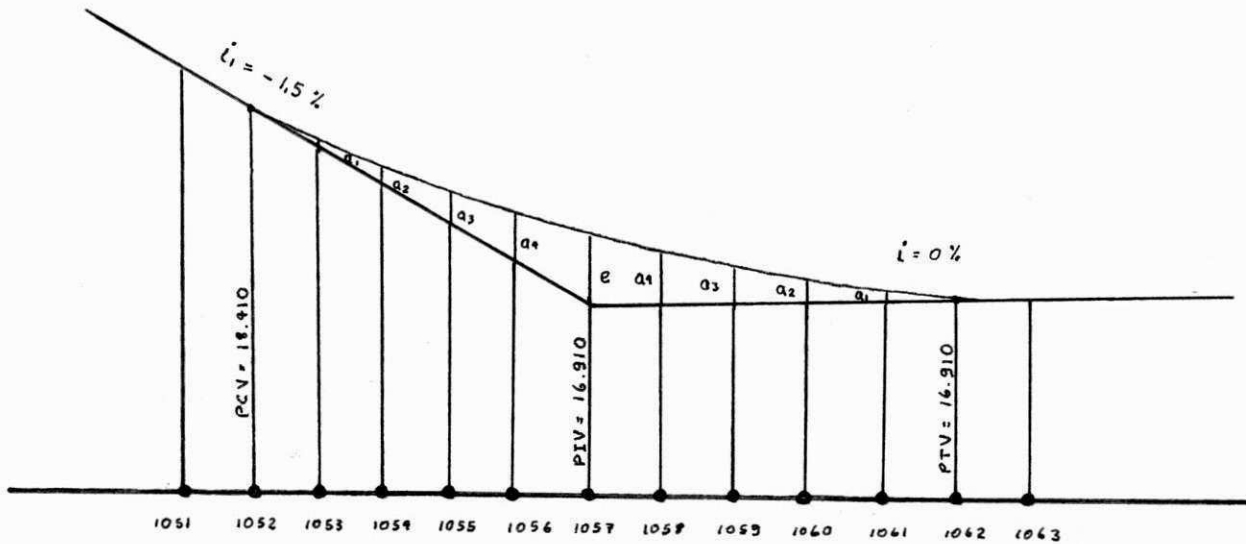
$$a_2 = 4 \times 0,125 \left(\frac{40}{200}\right)^2 = 0,02 \text{ m}$$

$$a_3 = 4 \times 0,125 \left(\frac{60}{200}\right)^2 = 0,045 \text{ m}$$

$$a_4 = 4 \times 0,125 \left(\frac{80}{200}\right)^2 = 0,080 \text{ m}$$

Estacas	Cota (m)
1082	16.910
1083	16.910
1084	16.915
1085	16.930
1086	16.955
1087	16.990
1088	17.035
1089	17.090
1090	17.155
1091	17.230
1092	17.315
1093	17.410
1094	17.500

Curva Vertical III



$$Y = 200 \text{ m}$$

$$i_1 = -1,5 \%$$

$$i_2 = 0 \%$$

$$P_{CV} = \text{Est } 1052 = 18.410$$

$$P_{IV} = \text{Est } 1057 = 16.910$$

$$P_{TV} = \text{Est } 1062 = 16.910$$

$$e = \frac{Y(i_1 - i_2)}{8} = \frac{200(0,015)}{8} \Rightarrow e = 0,375 \text{ m} //$$

$$a = 4e \left(\frac{d}{Y} \right)^2$$

$$a_1 = 4 \times 0,375 \left(\frac{20}{200} \right)^2 = 0,015 \text{ m}$$

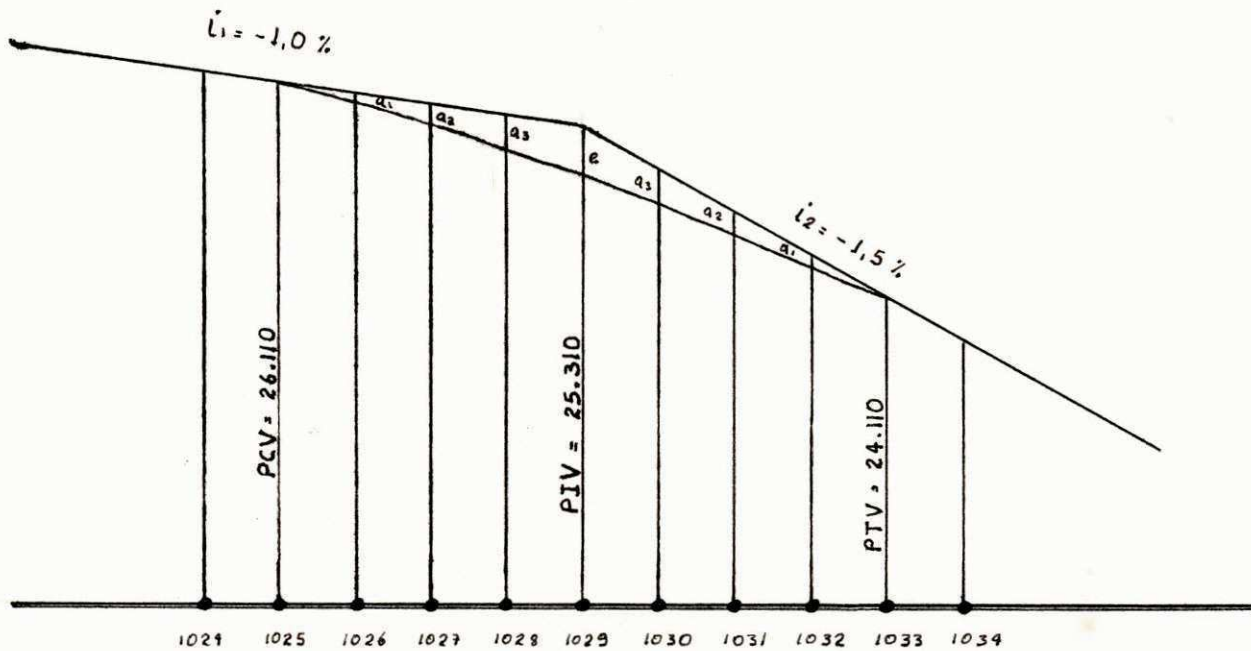
$$a_2 = 4 \times 0,375 \left(\frac{40}{200} \right)^2 = 0,060 \text{ m}$$

$$a_3 = 4 \times 0,375 \left(\frac{60}{200} \right)^2 = 0,135 \text{ m}$$

$$a_4 = 4 \times 0,375 \left(\frac{80}{200} \right)^2 = 0,240 \text{ m}$$

Estacas	Cota (m)
1051	18.710
1052	18.410
1053	18.125
1054	17.870
1055	17.645
1056	17.450
1057	17.285
1058	17.150
1059	17.045
1060	16.970
1061	16.925
1062	16.910
1063	16.910

Curva Vertical IV



$$Y = 160 \text{ m}$$

$$i_1 = -1,0\%$$

$$i_2 = -1,5\%$$

$$PCV = Est_{1025} = 26.110$$

$$PIV = Est_{1029} = 25.310$$

$$PTV = Est_{1033} = 24.110$$

$$e = \frac{Y(i_1 - i_2)}{8} = \frac{160(-0,01 + 0,015)}{8} = e = 0,100 \text{ m} //$$

$$a = 4e \left(\frac{d}{Y}\right)^2$$

$$a_1 = 4 \times 0,1 \left(\frac{20}{160}\right)^2 = 0,006 \text{ m}$$

$$a_2 = 4 \times 0,1 \left(\frac{40}{160}\right)^2 = 0,025 \text{ m}$$

$$a_3 = 4 \times 0,1 \left(\frac{60}{160}\right)^2 = 0,056$$

Estacas	Cota (m)
1024	26.310
1025	26.110
1026	25.904
1027	25.685
1028	25.454
1029	25.210
1030	24.954
1031	24.685
1032	24.404
1033	24.110
1034	23.810

BIBLIOGRAFIA

01. Nogueira, C., Manual de Pavimentação, Vols. I, II e III

02. Caputo, H.P., Mecânica dos Solos, Vol. II.

03. Normas da ABNT

04. Especificações do DNER.