



Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Centro de Ciências e Tecnologia - CCT
Departamento de Engenharia Civil - DEC
Área de Transportes - AT

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

SUPERVISIONADO:



Obra de Duplicação e Restauração da BR-232/ PE.

SUPERVISOR: Walter Santa Cruz

ALUNO: Linaldo Mendes dos Santos Júnior

Campina Grande, Agosto de 2002

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ÁREA: Transportes.

ALUNO: Linaldo M. S. Júnior. Mat.: 29521295

SUPERVISOR: Walter Santa Cruz.

ORIENTADOR: José Agnaldo Pereira de Melo.

LOCAL DO ESTÁGIO: Duplicação da Rodovia BR-232/PE.

ENTIDADE CONCEDENTE: JBR Engenharia Ltda.

ENDEREÇO: AV. Correia de Brito, 271 – Campo Grande - Recife/PE.

CEP. 52040-360

Fone (081) 3241-8508

Fax: (081) 3241-7742

E-Mail: jbr@elogica.com.br

Campina Grande – PB

Agosto de 2002.



Biblioteca Setorial do CDSA. Agosto de 2021.

Sumé - PB

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS em especial pela realização desse estágio, aos meus pais que me apoiaram e aos amigos que deram-me a oportunidade de fazê-lo. Também agradeço ao professor e Engenheiro Walter Santa Cruz que me orientou na realização deste trabalho e aos Engenheiros José Aguinaldo, Flávio Eduardo e Aroldo Moreira e aos laboratoristas da construtora OAS e os fiscais da construtora JBR.

ÍNDICE

1.0 – APRESENTAÇÃO	01
2.0 – INTRODUÇÃO	03
2.1 – História das primeiras Rodovias no Brasil	03
2.2 – A primeira Estrada de rodagem do Brasil	04
3.0 – MAPA DE SITUAÇÃO	05
4.0 – ESQUEMA GERAL DO LOTE	06
5.0 – INFORMAÇÕES TÉCNICAS	07
5.1 – Características gerais	07
5.2 – Seção Transversal do Pavimento	08
6.0 – ESTUDOS	08
6.1 – Estudo de Tráfego, capacidade e Nível de serviço	08
6.1.1 – Objetivo	08
6.1.2 – Tarefas desenvolvidas	08
6.1.3 – Metodologia	08
6.1.3.1 – Coleta de dados históricos	08
6.1.3.2 – Contagens volumétricas e Classificadoras	09
6.1.3.3 – Pesagem dos veículos comerciais	12
6.1.3.4 – Processamento de dados	12
6.1.3.5 – Cálculo do “Número N”	12
6.1.3.6 – Estudos para travessias Urbanas	13
6.1.3.7 – Análise de pontos críticos de acidentes	14
6.1.4 – Capacidade e Nível de serviços	14
6.2 – Estudo Topográfico	15
6.2.1 – Objetivo	15
6.3 – Estudo Hidrológico	15
6.3.1 – Objetivo	15
6.4 – Estudos Geotécnicos	15
6.4.1 – Objetivo	15
7.0 – PROJETOS	15
7.1 – Projeto Geométrico	15
7.1.1 – Objetivo	15
7.1.2 – Escolha do traçado	16
7.1.3 – Classificação Técnica	17
7.2 – Projeto de Pavimentação	18
7.2.1 – Considerações iniciais	18
7.2.2 – Pavimento Rígido	18
7.2.2.1 – Considerações gerais sobre o dimensionamento	18
7.2.2.2 – Dimensionamento do pavimento	19
7.2.3 – Acostamentos	20

7.2.4 – Parada de Ônibus	21
7.3 – Projeto de Obras de Arte	22
7.3.1 – Obras de Arte Especiais	22
7.4 – Projeto de desapropriação	24
7.4.1 – Objetivo	24
7.5 – Projeto de Terraplenagem	25
7.5.1 – Objetivo	25
7.6 – Projeto de Drenagem	25
7.6.1 – Objetivo	25
8.0 – EXECUÇÃO	26
8.1 – Terraplenagem	26
8.1.1 – Serviços Preliminares	26
8.1.2 – Execução do corpo de aterro	26
8.2 – Execução do CCR	26
8.2.1 – Especificação do serviço DNER – ES 322/97	26
8.2.2 – Transporte, execução e controle	27
8.3 – Execução da pintura de ligação	28
8.3.1 – Pintura de ligação	28
8.3.2 – Execução	28
8.4 – Placas de Concreto	29
8.4.1 – Características e execução	29
9.0 – CONCRETO (Execução)	30
10.0 – DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA	31
11.0 – CONCLUSÃO	33
12.0 – BIBLIOGRAFIA	34
ANEXOS	35

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – Execução de acostamento	20
FIGURA 2 – Alargamento do acostamento	21
FIGURA 3 – Execução de ponte	22
FIGURA 4 – Viaduto	24
FIGURA 5 – Drenagem sob viaduto	25
FIGURA 6 – Aplicação da imprimação	28
FIGURA 7 – Máquina pavimentadora	29
FIGURA 8 – Técnica do craqueamento	31
FIGURA 9 – Remoção de placa de concreto	31
FIGURA 10 – Barras de transferência	32
FIGURA 11 – Concretagem de viaduto	32

1.0 - APRESENTAÇÃO

O Estágio Supervisionado tem por objetivo cumprir com as normas internas da Universidade Federal de Campina Grande para a conclusão do curso de graduação em Engenharia Civil. Além de proporcionar ao graduando um contato direto com a prática, o mesmo poderá associar os problemas e soluções que se farão presentes aos conhecimentos teóricos desenvolvidos na Universidade. Sendo assim, o estagiário tornar-se-á apto a ingressar no mercado de trabalho.

A construção de novas estradas tem importância muito grande do ponto de vista econômico, pois permite o escoamento da produção, a exploração de potencialidades turísticas e a ligação de pólos, consolidando uma economia regional.

Quando um projeto de estradas é solicitado, o engenheiro não pode projetar a mesma seguindo apenas conhecimentos técnicos. É necessário que o mesmo tenha bom senso e experiência para projetar uma estrada que seja tecnicamente possível, economicamente viável e socialmente abrangente. (Glauco Pontes Filho, 1998).

Ao iniciar o período de estágio na JBR ENGENHARIA LTDA obtive como tarefa acompanhar os serviços de Duplicação da Rodovia:

BR – 232/PE;
Trecho: Recife-Parnamirim;
Subtrecho: Km 71,5 – Km 129,9;
Segmento: Km 71,5 – Km 114,9;
Extensão: 43,4 Km;
Lote: II

O projeto da BR-232/PE foi composto por vários estudos e projetos abaixo descritos, os quais participei como estagiário:

a. Estudos:

- Volume de Tráfego ;
- Capacidade de Segurança Viária;
- Topográficos;
- Hidrológicos e
- Geotécnicos.

b. Projetos:

- Geométrico;
- Terraplenagem;
- Drenagem;
- Pavimentação;
- Obras de Artes Especiais;
- Interseções e Travessias Urbanas;
- Sinalização;
- Obras Complementares;
- Proteção Ambiental;
- Remanejamento de Redes de Serviços Públicos e
- Desapropriação.

Os tópicos acima serão feitos em várias etapas. Inicialmente como estudos para então dar-se início ao anteprojeto, que se aprovado pelo órgão solicitante será desenvolvido transformando-se assim em projeto.

Assim, procurou-se indicar, para cada um dos grupos acima, os diferentes tipos de serviços, as soluções concebidas, os materiais a empregar, as distâncias médias de transporte, enfim, tudo o que pudesse interessar para a determinação dos preços unitários dos serviços.

No período de estágio foram executados serviços de Desapropriação, Terraplenagem, Pavimentação, Drenagem e Obras de Arte Especiais todos respeitando o Manual de Especificações Técnicas do DNER . Porém foi dada uma ênfase maior nos estudos do volume de tráfego de veículos que passam diariamente na rodovia pois serve como base para o andamento dos outros serviços.

O Estágio foi iniciado em 12 de novembro de 2001, com carga horária semanal de 44 (quarenta e quatro) horas e finalizado com um total de 360 horas sob supervisão do professor Walter Santa Cruz e orientação do Engenheiro José Agnaldo Pereira de Melo.

2.0 – INTRODUÇÃO

2.1 – História das primeiras Rodovias no Brasil

Deixando de lado os caminhos de carroças que ligavam cidades e vilas brasileiras desde o século XVI, foi apenas com a inauguração da estrada União Indústria, em 1861, que a história do “rodoviarismo” nacional começava a ser escrita (ver “A Primeira Estrada de Rodagem do Brasil”). Entretanto, mesmo depois da União Indústria e até alguns anos após a criação do DNER, em 1937, essa história continuava sem ter muito o que dizer.

Em 1927, o governo federal fundou a Comissão de Estradas de Rodagem Federais, uma espécie de ancestral do DNER. Com um “fundo especial” de financiamento, obtido a partir de sobretaxas nos impostos sobre gasolina, veículos e acessório, a Comissão chegou a construir importantes obras para a época, como a Rio-Petrópolis e a parte fluminense da primeira ligação entre Rio de Janeiro e São Paulo.

Em 1931 foi extinta a Comissão e, em 1932, o Fundo Especial passou a ser incorporado ao Orçamento da União. Em 1937, o DNER foi fundado, porém não era uma autarquia, não possuía recursos próprios e suas atividades eram desvinculadas do sistema rodoviário estadual e municipal.

Como resultado da política rodoviária adotada até então, o Brasil chegava aos meados da década de 40 com modestos 423 km de rodovias pavimentadas, entre federais e estaduais. Mas a situação à qual o rodoviarismo havia sido relegado no âmbito federal não poderia se sustentar por mais tempo. Assim, em 27 de dezembro de 1945, o então ministro da Viação e Obras Públicas, Maurício Joppert da Silva, levava à sanção do presidente o Decreto-lei, que conferia autonomia técnica e financeira ao DNER. Era a Lei Joppert, a Lei Áurea do “rodoviarismo” brasileiro, que criava também o Fundo Rodoviário Nacional.

Na década de 70, o DNER continuou com as grandes obras rodoviárias, mas então para garantir a unidade e soberania nacionais, através das interligações regionais. Assim, nasceram a Transamazônica, a Belém-Brasília, a construção da Ponte Presidente Costa e Silva (Rio-Niterói), entre tantas outras obras. O Brasil chegava em 1980 com 47 mil km de rodovias federais pavimentadas.

Com a escassez de recursos, novas alternativas foram colocadas em prática na década de 90, a exemplo do Programa de Concessões Rodoviárias, o Programa de Descentralização e Restauração da Malha, e o programa Crema, de restauração e manutenção rodoviárias por períodos de 5 anos.

2.2– A Primeira Estrada de Rodagem do Brasil

A origem da primeira Estrada de Rodagem do Brasil, maior obra de engenharia na América Latina em seu tempo, deu-se a 7 de agosto de 1852, quando o visionário Mariano Procópio obteve, graças ao decreto do governo imperial n.º 1.301, a autorização para a construção, melhoramento e conservação de duas linhas de estradas . O empreendimento, considerado por muitos como impossível de ser realizado foi iniciado em 12 de abril de 1856, com a presença e o incentivo de D. Pedro II. A obra exigia, entretanto, um esforço notável para os engenheiros e operários, já que a estrada era entrecortada por cursos d'água e pelas escarpas graníticas da serra do Taquaril. Mariano Procópio, então, contratou profissionais alemães. O brasileiro Antônio Maria Bulhões ficou responsável pelo trecho entre Petrópolis e três Rios, enquanto o alemão Keller assumia a responsabilidade do trecho Três Rios a Juiz de Fora, na época a Cidade do Paraibuna.

A primeira estrada macadamizada do continente pôde ser concluída a 23 de julho de 1861. Nascia, assim, a rodovia União Indústria, com 144 km de extensão, sendo 96 km no estado do Rio de Janeiro e 48 km em Minas Gerais. A estrada União Indústria permitiu o desenvolvimento dessas duas regiões, proporcionando infraestrutura adequada para o escoamento de produtos e mercadorias. Em 1867, contudo, a chegada da estrada de ferro à localidade de Três Rios marcou o início da decadência da União Indústria.

3.0 – MAPA DE SITUAÇÃO

Visualização geográfica da localização das obras de duplicação e restauração:



4.0 – ESQUEMA GERAL DO LOTE



5.0 – INFORMAÇÕES TÉCNICAS

5.1 – CARACTERÍSTICAS GERAIS:

Segmento I (Km 71,5 – Km 114,9)

a. Características Técnicas

Região	: Ondulada
Rampa Máxima	: 5,261 %
Raio Mínimo	: 614,63
Velocidade Diretriz	: 100 Km
Classe	: 1
Extensão da Menor Tangente	: 2905,73m
Extensão da Maior Tangente	: 7078,73m

b. Características do Pavimento

b.1 – Pista Principal

Sub-base Concreto Rolado	: 0,10 m
Placa de Concreto de Cimento Portland	: 0,22 m

b.2 – Acostamentos

Sub-base	: 0,10 m
Base	: 0,22 m
Revestimento	: 0,04 m

c. Características da Pista

Nº de Pistas	: 2,0 und
Faixa de Rolamento	: 2,0 und
Acostamento Externo	: 3,0 m
Acostamento Interno	: 1,0 m
Canteiro Central	: 6,0 m

5.2 – SEÇÕES TRANSVERSAIS DO PAVIMENTO

(Em Anexo)

6.0 – ESTUDOS

6.1 – ESTUDO DE TRÁFEGO, CAPACIDADE E NÍVEL DE SERVIÇOS:

6.1.1 - Objetivo

O Estudo de Tráfego da Rodovia BR- 232/PE teve a finalidade básica de caracterizar o tráfego, a sua composição por tipo de veículo, a projeção para o período de vida útil do projeto, avaliação da capacidade da via, bem como definir os parâmetros necessários para as soluções que foram adotadas no projeto.

6.1.2 – Tarefas Desenvolvidas

- Coleta de dados Históricos;
- Contagem Volumétrica e Classificatória;
- Pesagem dos Veículos Comerciais;
- Processamento de Dados;
- Cálculo do “Número N” ;
- Estudo das Travessias Urbanas;
- Análise de Pontos críticos de acidentes.

6.1.3 - Metodologia

6.1.3.1 – Coleta de dados históricos

Foram levantados e analisados todos os dados de tráfego disponíveis no DNER/DER, em particular aqueles oriundos dos Estudos de Tráfego elaborado pela JBR Engenharia Ltda, para o DER e o projeto de duplicação do subtrecho em estudo.

Com vistas à aferição do número “N” foram adotados os resultados das pesagens de veículos coletivos e de carga, das rodovias da região e também foram realizadas as novas pesagens de veículos comerciais.

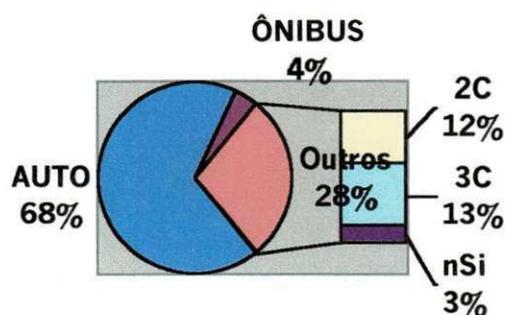
Com vistas à avaliação dos pontos críticos da pista existente foram analisados os dados de acidentes, com especial atenção aos dados dos “ Planos e Programas de Avaliação de Acidentes da Divisão de Educação e Segurança de Trânsito” (DEST) do DNER, bem como o tipo e a causa do acidente de forma a se promover a redução dos mesmos.

6.1.3.2 – Contagens volumétricas e classificatórias

Os dados existentes coletados e utilizados no presente estudo foram os seguintes:

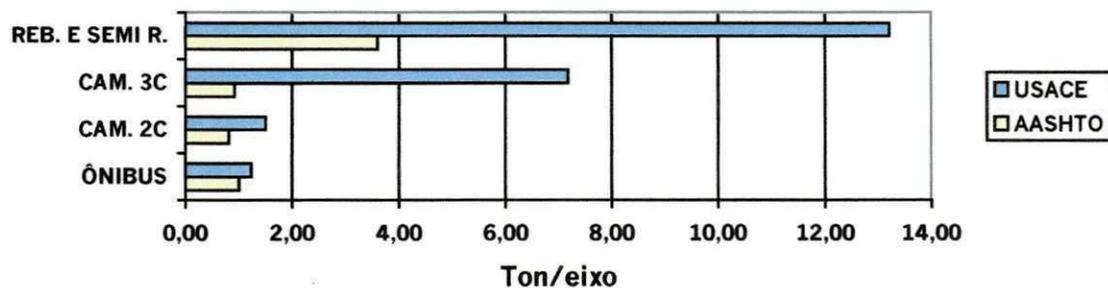
- Estudos de tráfego e de capacidade constantes do Projeto Básico elaborado pela JBR para o Programa de Exploração da Rodovia BR-232/PE, para o DNER no ano de 1998;
- Históricos de tráfego existentes no DNER e DER-PE, compreendendo o período de 1972 a 1995, referentes ao posto de pesquisa de N° 232BPE0120, situado no segmento em estudo. A planilha abaixo apresenta os valores da série coletada, que no ano de 1995 indicou o seguinte:

ANO	AUTO	ÔNIBUS	N° de eixos (Caminhão)		Nsi	TOTAL
			2C	3C		
1995	4631	269	789	916	225	6830



- Informações provenientes da pesquisa de pesagem de eixos efetuada na balança do DNER em Moreno, e que foi publicada como trabalho técnico pela Associação Brasileira de Departamentos de Estradas de Rodagem - ABDER, constando do perfil dos pesos por eixos nas diversas categorias de veículos comerciais. Resumidamente, estes dados indicaram o seguinte:

TIPO	ÔNIBUS	CAMINHÃO 2C	CAMINHÃO 3C	REBOQUE E SEMI- REBOQ.
AASHTO	1,00	0,81	0,92	3,60
USACE	1,24	1,50	7,18	13,21



Para complementar os dados necessários às análises do tráfego, foram efetuados pesquisas com as seguintes características:

- Contagens de tráfego do tipo direcional, nas interseções importantes existentes ao longo do segmento. As pesquisas foram realizadas nos dias 19 e 20 de julho do ano de 1999, nas seguintes interseções:

Entroncamento com a PE-056, para Chã Grande;
 Acessos para Gravatá (4 acessos);
 Entroncamento com a PE-130, para Bonito;
 Acessos para Bezerros (3 acessos, incluindo o da rodoviária).

- Contagens de pedestres nas travessias urbanas de Gravatá e Bezerros. Estas pesquisas foram realizadas entre os dias 26 e 28 de julho de 1999, pelo período de seis horas diárias, sendo três pela manhã e três pela tarde.

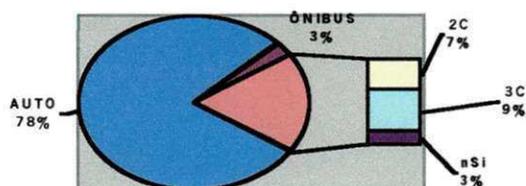
Para a definição das taxas de crescimento foram analisadas inicialmente as regressões da série histórica do posto de pesquisa adotado. As melhores correlações indicaram tendência linear de crescimento, exceto para os automóveis, que apresentaram tendência exponencial.

As taxas médias de crescimento anual foram da ordem dos 5,5% para automóveis; 1,1% para ônibus; 1,3% para caminhões 2C; 2,3% para caminhões 3C e 3,1% para reboques e semi-reboques.

Em resumo, a taxa de crescimento anual estabelecida para todas as categorias de veículos foi de 4,6%. Adotando-se esta taxa anual de crescimento, foram obtidos os seguintes dados sumários referentes à projeção do tráfego:

ANO	AUTO	ÔNIBUS	2C	3C	NSi	TOTAL
2002	6699	316	836	979	260	9090
2012	11397	352	944	1213	346	14252

ANO DE 2010



As contagens volumétricas foram executadas durante 03(três) dias consecutivos em períodos de 24 horas em número de pontos compatíveis com a variação do fluxo de carros. As contagens direcionais para interseções foram realizadas durante os 03 (dias) nos períodos mais críticos.

As projeções de tráfego, ou seja, a estimativa do volume e composição do tráfego que se prevê para o trecho em estudo no horizonte de utilização do projeto, foram determinadas com base nos dados históricos coletados.

6.1.3.3 – Pesagem dos veículos comerciais

O ponto de pesagem existente em Moreno Km 27,2 oferece dados que foram validados com novas pesagens.

6.1.3.4 – Processamento de dados

O volume médio diário anual foi determinado para vários subtrechos homogêneos, por tipo de veículos, a partir de fatores de correção definidos com base nos volumes unidirecionais.

As projeções de tráfego levaram em conta o resultado da análise das séries históricas levantadas, dos dados sócio – econômicos e das taxas de crescimento pesquisadas.

6.1.3.5 – Calculo do “ Número N”

O estudo de tráfego determina diretamente o número “N” que é a quantidade de eixos padrão que solicitam o pavimento, em um único sentido ao longo da vida útil do mesmo. Para calcular o número “N” utiliza-se a seguinte fórmula:

$$N=V_t*FE*FC*FR$$

V_t → volume total de tráfego, estimado em um sentido, ao longo da vida útil prevista para o pavimento;

FE → fator de eixo, média de eixos por veículo;

FC → fator de carga, coeficiente que transforma, em termos destrutivos do pavimento, a quantidade total de eixos padrão;

FV → fator de veículo, produto de FE com FC ;

FR → fator climático, coeficiente que corrige a quantidade total de eixos padrão em função da precipitação pluviométrica da região ao longo da qual o pavimento será desenvolvido.

Para determinação do FC é necessário estimar a composição do tráfego em relação ao tipo de eixo, e em relação a intensidade de carga transmitida.

Com os Fatores de Veículos indicados, mais as projeções do tráfego, calcularam-se, mediante o conhecido algoritmo, os “Números de Repetições do Eixo Simples Padrão N”, tanto na metodologia do “USACE”, conhecida como o método do Eng.º Murilo Lopes de Souza, quanto pelo método das deflexões recuperáveis, ou da “AASHTO”, pela conhecida expressão:

$$N_{\text{anual}} = 365 \times k \times \sum (V_{mi} \times F_{vi})$$

Em que:

- k = fator de carregamento para a faixa de projeto (para pistas simples: 0,50 = 50% do tráfego dos dois sentidos alocados na faixa de projeto);
- V_{mi} = Volume médio diário de cada categoria de veículo comercial;
- F_{vi} = Fator de veículo médio de cada categoria de veículo comercial.

Os números de repetições acumuladas do eixo simples de 8,2 t, determinados para as séries 1980/1999 e 2000/2020, foram os seguintes:

METODOLOGIA	SÉRIE 1980/1999 [Repetições acumuladas]	SÉRIE 2000/2020 [Repetições acumuladas]
AASHTO	$7,9 \times 10^6$	$9,9 \times 10^6$
USACE	-	$4,3 \times 10^7$

6.1.3.6 – Estudos para travessias urbanas

Para as travessias urbanas, foi feita uma análise, apoiada por estudos de capacidade, visando a introdução, nas mesmas, de melhorias físico-operacionais. Essa análise foi fundamentada no HCM – 1985, e deverá abordar os seguintes aspectos:

- localização de ponto de parada de ônibus;
- viabilidade de implantação de ruas laterais;
- melhorias de controle de acesso a postos de serviço e propriedades particulares;
- implantação de disciplinadores de velocidade;
- localização de travessias de pedestres;
- identificação de locais para estacionamento, cargas e descargas.

6.1.3.7 – Análise de pontos críticos de acidentes

Durante a elaboração do projeto proceder-se-á à pesquisa de dados, sobre acidentes na pista atual junto à DEST/DNER e em particular aqueles constantes do DER e do projeto de duplicação do subtrecho elaborado pela JBR engenharia Ltda para o DNER.

Foram realizadas inspeções “in loco” minuciosa, levantando todos os elementos de interesse para a avaliação das possíveis causas de acidentes, bem como estabelecer a possibilidade de eliminação deste.

6.1.4 – Capacidade e Nível de Serviço

No estudo de capacidade da via para estabelecimento dos níveis de serviço atual e futuro, tomou-se por base os dados atuais de volume horário de pico constantes da pesquisa efetuada (7,0% do VMD, em média).

Os valores referentes ao volume horário de pico para os anos futuros foram determinados aplicando-se os 7,0% aos volumes médios diários anuais projetados.

Os resultados obtidos revelaram estar o segmento atualmente no nível de serviço “D” – fluxo instável, chegando à capacidade entre 2005 e 2010.

Para a duplicação com canteiro central separando as duas pistas, a rodovia funciona no nível de serviço “A” – fluxo livre, além do limiar do projeto, no ano de 2020.

Foi procedida a indicação dos valores de repetições de eixos para as metodologias a serem utilizadas no dimensionamento de pavimentos rígidos e flexíveis.

Conforme já dito anteriormente, os valores dos perfis de pesos por eixos para as diversas categorias de veículos, foram estabelecidos em função dos dados constantes do trabalho apresentado por técnicos do DER/PE, em reunião anual da Associação Brasileira dos DER's (ABDER).

6.2 – ESTUDO TOPOGRÁFICO

6.2.1 - Objetivo

O estudo topográfico foi desenvolvido com o objetivo de levantar a pista existente e a faixa de domínio de modo que, com base nesse levantamento, fosse possível definir o posicionamento da pista correspondente a duplicação e obter os seus elementos geométricos.

6.3 – ESTUDO HIDROLÓGICO

6.3.1 – Objetivo

Os Estudos Hidrológicos foram desenvolvidos, tendo como objetivo a obtenção de parâmetros que subsidiem o dimensionamento de todos os dispositivos de drenagem a serem implantados e o redimensionamento dos dispositivos existentes.

6.4– ESTUDOS GEOTÉCNICOS

6.4.1 - Objetivo

Tem por finalidade identificar, quantificar e qualificar os materiais ao longo do eixo locado, nas áreas destinadas às caixas de empréstimo para construção do corpo estradal, nas áreas de jazidas de solos granulares, areais e pedreiras indicadas para as camadas estruturais do pavimento da rodovia.

7.0 – PROJETOS

7.1 – PROJETO GEOMÉTRICO:

7.1.1 - Objetivo

O projeto geométrico de uma estrada tem como objetivo correlacionar os seus elementos físicos com suas características operacionais, frenagem, aceleração, condições de segurança e conforto. O mesmo é, geralmente, elaborado em três fases:

1ª) Preliminar: nesta fase o projeto é desenvolvido com base em plantas e fotografias existentes, e tem como objetivo definir as alternativas de traçado que serão analisadas para que a(s) mais adequada(s) técnico-economicamente passe(m) para a fase de anteprojeto.

2ª) Anteprojeto: tem início a partir da aprovação de uma das alternativas definidas na fase preliminar. Tem como objetivo a preparação de plantas e perfis preliminares, que utilizam plantas e cadernetas topográficas de locação.

3ª) Projeto: após a aprovação do anteprojeto geométrico terá início o projeto geométrico que se constitui de:

- Projeto planialtimétrico (planta e perfil) resultante da locação do anteprojeto geométrico;
- Seções transversais do projeto;
- Detalhamento de acessos e retornos.

7.1.2 – Escolha do Traçado

Para a definição do traçado de uma estrada deve-se sempre se levar em conta as condições geológicas e geotécnicas do terreno, a hidrologia e a hidrografia da região, a presença de benfeitorias ao longo da faixa de domínio, a topografia da região, além de fatores políticos, sociais e econômicos. Após a análise de tais condições serão definidos os pontos obrigatórios de passagem.

Os “pontos obrigatórios de passagem” não são necessariamente determinados por motivos técnicos, também serão estudados fatores políticos, econômicos, sociais, históricos, ambiental, etc. Durante a definição do traçado de uma estrada qualquer no mínimo existirá dois pontos obrigatórios de passagem que são o início e o fim da estrada. Pode-se ainda classificar esses pontos em: pontos obrigatórios de passagem de condição que pode ser uma cidade que deve utilizar a estrada ou uma indústria que necessite transportar sua produção e matéria prima entre os pontos extremos da estrada. O outro tipo é denominado de pontos obrigatórios de passagem de circunstância que são determinados por motivos técnicos, ou seja, local onde será mais vantajoso passar a estrada, seja financeiramente (menor corte e aterro), seja para obter uma melhor condição de tráfego.

Além dos pontos obrigatórios de passagem é necessário delimitar as áreas de restrição que são áreas onde a estrada não poderá passar por se tratar de: uma reserva florestal ou indígena, parque nacional, sítio histórico e arqueológico e local considerado risco potencial a fauna e flora.

Devido ao alto custo necessário para estabilização de cortes e aterros executados em terrenos desfavoráveis (cortes em rochas, aterro sobre solo mole, etc.) é comum a mudança de traçado para evitar os mesmos.

O fator financeiro é o que mais influencia na escolha do traçado. O alto custo de obras de arte e de drenagem e desapropriação (dependendo do número de benfeitorias) pode inviabilizar um traçado.

O Projeto Geométrico elaborado visa a duplicação da rodovia BR-232/PE, no segmento localizado entre os km 71,5 (Entrada da PE-071) e km 114,9 (Ponte sobre o Rio Bitonho).

A duplicação foi feita pelo lado esquerdo da existente, tendo em vista evitar grande desnível do lado direito (encosta), até a estaca 161 onde localiza-se curva à direita. Nesta curva a duplicação passa do lado esquerdo para o direito entre as estacas 161 e 191. Após a estaca 191 a duplicação prossegue pelo lado direito até o final do segmento.

7.1.3 – Classificação Técnica

O Projeto Geométrico foi realizado principalmente analisando o tráfego que nela circula, o mesmo permite estabelecer a classe da estrada e o adequado dimensionamento dos seus elementos. O critério para classificação de uma estrada é o volume médio diário (VMD) do ano de projeto, ou seja, o tráfego que a mesma deverá ter no décimo ano de uso. As Classes de Projetos são assim classificadas:

- **Classe 0:** (Via Expressa) – Rodovia do mais elevado padrão técnico, com total controle de acesso.
- **Classe I:** São subdivididas em classes:
 IA: possui pista dupla e controle parcial de acesso, e é necessária quando os volumes de tráfego causarem níveis de serviço inferior ao Nível C, numa pista simples.
 IB: possui pista simples e um alto padrão de rodovia, além de ser projetada para um $VMD > 1.400$ veículos, bidirecionais, para décimo ano após a abertura de projeto.
- **Classe II:** Rodovia de pista simples, suportando um VMD, no décimo ano, entre 700 e 1.400 veículos, bidirecional.
- **Classe III:** Rodovia de pista simples, suportando um VMD, no décimo ano, entre 300 e 700 veículos, bidirecional.
- **Classe IV:** Rodovia de pista simples, suportando um VMD, no décimo ano, menor que 300 veículos, bidirecional.

TABELA DE CLASSES DE PROJETO

CLASSES DE PROJETO	CARACTERÍSTICAS	CRITÉRIO	VELOCIDADE DE PROJETO (Km/h)		
			ORTOGRAFIA		
			PLANO	ONDULADO	MONTANHOSO
0	VIA EXPRESSA	ADMINISTRATIVO	120	100	80
I-A	PISTA DUPLA	NÍVEL DE SERVIÇO C $VMD > 1.400$	100	80	60
I-B	PISTA SIMPLES	$VMD > 1.400$	100	80	60
II	PISTA SIMPLES	$1.400 > VMD > 700$	100	70	50
III	PISTA SIMPLES	$700 > VMD > 300$	80	60	40
IV	PISTA SIMPLES	$VMD < 300$	70	50	35

7.2 – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

7.2.1 – Considerações Iniciais

Para o desenvolvimento do projeto de Pavimentação dos segmentos da BR-232/PE foram considerados as seguintes soluções abaixo descritas:

a. Soluções à pista (duplicação) da rodovia

Foi realizado um estudo de alternativas e soluções para o tipo de pavimento a ser usado na nova pista (duplicação) da rodovia.

Uma em pavimento flexível e outra em pavimento rígido constituído de placas de concreto simples de cimento Portland, com espessura constante.

Constatou-se que as soluções em pavimento flexível e rígido têm o mesmo desempenho técnico, a escolha foi presidida pelo resultado da análise de custo econômico, onde foi considerado um período comparativo de 20 anos e duas intervenções de restauração, uma no ano 9 e outra no ano 18.

O resultado da análise econômica foi favorável a solução em pavimento rígido que apresentou um custo por quilômetro com um percentual de 15,5 % menos onerosa que a solução em pavimento flexível.

b. Solução para a restauração da pista existente

Para a restauração da pista existente a solução dada foi uma espessura da camada betuminosa dimensionada com 12cm. As espessuras que melhor satisfazem as condições de projeto, é uma camada de 7,0 cm de PMQ (Pré Misturado à Quente) que tem a função de regularização da base e minoração da ação de trincas reflexivas, e uma camada de 4,0 cm de CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado à Quente).

7.2.2 - Pavimento Rígido

7.2.2.1-Considerações gerais sobre o método de dimensionamento

No dimensionamento do pavimento rígido foi utilizado o método da Portland Cement Association (PCA) 1984, apresentado no Manual de Pavimentos Rígidos Vo. 2/4, do DNER e na publicação da ABCP, “Dimensionamento de Pavimentos Rodoviários e Urbanos de Concreto pelo Método da PCA/1984”.

O dimensionamento do pavimento é baseado no uso concomitante do modelo modificado de fadiga e do modelo de ruína por erosão da fundação do pavimento (no qual se embute o modelo de ruína por formação de “degraus” ou escalonamento nas juntas transversais, defeito muito comum nas placas do pavimento rígido da BR-232).

O cálculo da espessura do pavimento é determinado por interação, procurando-se obter espessuras que levem a valores inferiores a 100% de consumo de fadiga e de danos por erosão.

7.2.2.2 - Dimensionamento do pavimento

- Pistas

O procedimento de cálculo considerou os seguintes aspectos:

Fundação do pavimento

- O solo do subleito do pavimento terá um CBR=10,0%.
- Pela intensidade do tráfego de cargas pesadas que solicitará o pavimento será prevista uma sub-base constituída de uma camada de 10,0 cm de concreto rolado.
- O valor do coeficiente de recalque do sistema subleito/sub-base será determinado pelo método apresentado pela ABCP. O valor adotado será:
 $K_{sb}=144 \text{ Mpa/m}$.

Concreto

- Adotar-se-á para o concreto uma resistência a tração na flexão de:
 $f_{ctM,k} = 4,5 \text{ Mpa}$.

Barras de Transferência e Acostamentos

- Serão usadas barras de transferência de cargas nas juntas transversais do pavimento. Os acostamentos não serão de concreto.

Fator de segurança de carga

- Tendo em vista a intensidade do tráfego pesado que circulará na rodovia durante o período de projeto, adotar-se-á para o fator de segurança o valor: $f_{sc} = 1,20$

Período de projeto

- O período de projeto recomendado pelo método é de 20 anos e este será o valor adotado.

Distribuição de tráfego

- A distribuição de tráfego no período de projeto esta apresentada na tabela anexa.

O projeto é complementado com as seguintes indicações:

- Juntas de contração espaçadas a cada 6,00 m com barras de transferência de 25,0 mm, com comprimento de 46,0 cm e espaçadas de 30,0 cm;
- Juntas longitudinais de articulação com barras de ligação. Para o caso presente onde a largura da pista é de 7,20 m, e as faixas têm larguras de 3,60 m, haverá uma única junta longitudinal. As barras de ligação serão de 12,5 mm, sendo distribuídas a cada 75 cm. Seu comprimento é de 0,85 m.

7.2.3 - Acostamentos

Os acostamentos estarão no mesmo nível da pista e seu pavimento flexível terá a seguinte estrutura, conforme as espessuras do pavimento rígido:

- | | |
|-----------------|------------------------------|
| • Revestimento: | 4,0 cm de PMQ e 4,0 cm CBUQ; |
| • Base: | 17,0 cm de brita graduada; |
| • Sub-base: | 15,0 cm de solo de jazida. |

Estruturalmente essa configuração de pavimento corresponde a um camada de base granular de 40,0 cm ((4,0 + 4,0) cm + (17,0 + 15,0) cm x 1,0). Entrando com esse valor no nomograma do Método do DNER, para um subleito de CBR = 10,0%, encontra-se um número $N = 2,6E+06$, que corresponde a um pouco mais de 10,0% do tráfego das pistas, considerando o número $N = 1,9E+07$ (USACE) para o pavimento flexível. Assim sendo, essa será a estrutura dos acostamentos do pavimento rígido.



Figura 1: Execução de acostamento na pista de duplicação.

7.2.4 – Parada de Ônibus

Recomenda-se que o pavimento das paradas de ônibus seja rígido, qualquer que seja a solução do pavimento, flexível ou rígido.

Pelo Estudo de Tráfego verifica-se que os ônibus correspondem a 13,3% dos veículos de eixos simples utilizados no dimensionamento do pavimento rígido. De posse desse valor foi elaborada uma planilha contendo a distribuição apenas dos eixos simples nas várias faixas de cargas por eixo.

Para o dimensionamento do pavimento dessas paradas foram consideradas as mesmas condições estabelecidas para o dimensionamento do pavimento das pistas. Adotou-se o procedimento do pavimento composto dotado de uma camada inferior de concreto rolado, encontrando-se o valor de 27,0 cm de placa diretamente apoiada sobre o subleito, o que equivale a um pavimento composto não aderente, com a seguinte estrutura:

Concreto de cimento Portland $f_{ck} = 4,5 \text{ M Pa}$ de tração na flexão: 22,0 cm

Concreto rolado $f_{ck} = 1,5 \text{ M Pa}$ de tração na flexão: 10,0 cm.



Figura 2: Alargamento do acostamento para execução de parada de ônibus.

7.3 – PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

7.3.1 - Obras de Arte Especiais

Abaixo encontram-se algumas das informações a respeito das obras de arte especiais.

a . Pontes

As pontes a serem construídas na duplicação serão localizadas paralelas às obras da pista existente que são as apresentadas no quadro abaixo.

PONTES EXISTENTES

ESTACA	NOME DO CÓRREGO	VÃO (m)
665 + 7,30	Rio Ipojuca	40,0
803 + 1,80	Rio Gravatá	22,0
1198 + 9,50	Riacho do Mel	11,0
2180 + 2,50	Rio Bitonho	11,0

Os estudos de verificação da capacidade hidráulica das obras acima citadas localizadas ao longo da pista existente, mostraram que as seções de vão são suficientes. Por esta razão, a princípio os vãos das obras projetadas para a duplicação são os mesmos da pista existente. Entretanto, tendo em vista a proteção dos taludes de aterro as obras apresentarão maior vão que a existente, conforme descrito a seguir:

NOVAS OBRAS (na Duplicação)

ESTACA	NOME DO CÓRREGO	VÃO (m)
665 + 7,30	Rio Ipojuca	65,0
803 + 1,80	Rio Gravatá	22,0
1198 + 9,50	Riacho do Mel	15,0
1198 + 9,50	Rio Bitonho	15,0



Figura 3: Execução de ponte na pista de duplicação.

b. Viadutos

Os viadutos sobre a estrada de ferro a serem construídos ao longo da duplicação garantem os mesmos vãos das obras correspondentes localizadas na pista existente, atendendo ao gabarito mínimo exigido pela RFFSA para as novas obras.

As localizações e os comprimentos dos vãos estão indicados no quadro a seguir:

VIADUTOS EXISTENTES

ESTACA	DESTINO	VÃO (m)
285 + 4,00	Possibilita o acesso à estação ferroviária de Gravatá	17,0
729 + 13,6	Possibilita o acesso à estação ferroviária de Gravatá	18,0

VIADUTOS NOVOS (Duplicação)

ESTACA	DESTINO	VÃO (m)
298 + 4,00	Possibilita o acesso à estação ferroviária de Gravatá	17,0
729 + 13,6	Possibilita o acesso à estação ferroviária de Gravatá	22,0

Registra-se que o viaduto da estaca 729 localiza-se em uma curva da ferrovia, acarretando uma obra de maior vão para a duplicação.

b.1 - Viadutos sobre Passagem Inferior

O projeto prevê a construção de 2 viadutos sobre passagem inferior localizadas da seguinte forma:

TRAVESSIA URBANA	INÍCIO E FIM DE CADA COMPLEXO
Gravatá	estaca 397 + 18,00
Bezerros	estaca 1531 + 0,00

Os acessos pelas ruas laterais de Gravatá para a movimentação de um lado para outro da rodovia, por baixo da passagem superior, serão feitos através de uma interseção em formato de diamante.

Já em Bezerros, a movimentação de veículos por baixo do viaduto, sem interferência com a BR, possibilitará o acesso direto à PE-103 dos veículos provenientes de Recife e Bezerros, como também da PE-103 para Caruaru, eliminando dessa forma, um ponto negro em potencial para ocorrências de acidentes de trânsito. Esta passagem fica localizada no centro do trevo de duas folhas previsto para ser executado neste local.

Os viadutos sobre as passagens inferiores em Gravata e Bezerros, foram projetadas de modo a possibilitar também o trânsito de pedestres sob a BR232-PE.

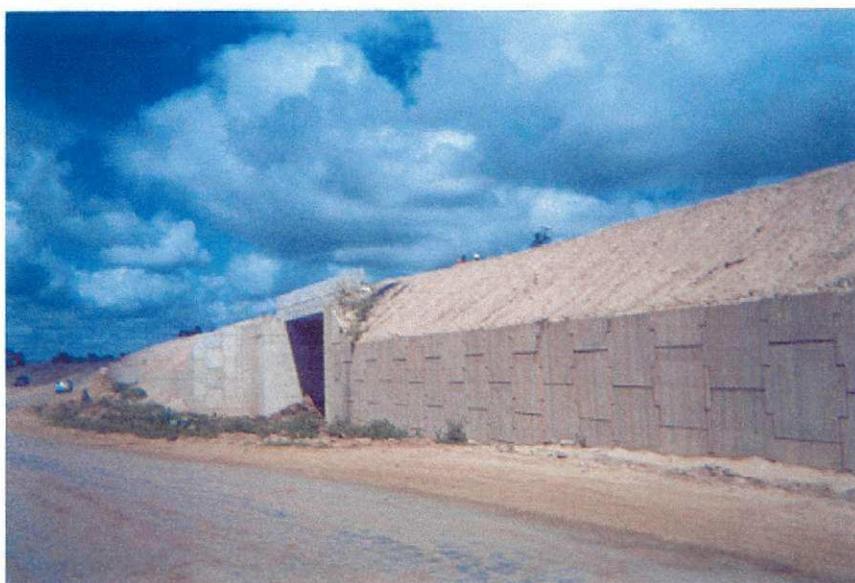


Figura 4: Viaduto sobre passagem inferior com acesso às vias laterais.

b.2 - Passarelas

As passarelas de pedestres estão previstas nos seguintes locais:

- Gravatá 1 (uma) na estaca 434
- Bezerros: 2 (duas)
- Enc. S.João: 1 (uma) na estaca 210

7.4 – PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO

7.4.1 – Objetivo

O projeto de Desapropriação tem como objetivo a determinação das área que, em virtude das obras de restauração, foram objetos de indenização e conseqüentemente incorporação ao patrimônio da União.

7.5 – PROJETO DE TERRAPLENAGEM

7.5.1 – Objetivo

O projeto de terraplenagem de uma estrada tem como objetivo permitir a construção de uma estrada com o menor movimento de terras possível, pois o mesmo apresenta um custo significativo em relação ao custo total da obra. Nos locais onde os materiais de corte tiverem condições de serem usados nos aterros, buscou-se um equilíbrio entre corte e aterro, para minimizar os volumes de empréstimo e bota-fora.

Os elementos básicos utilizados para a elaboração deste projeto foram obtidos no Projeto Geométrico através das Notas de Serviços que permitiram a determinação do volume de terraplenagem através do Cálculo da Cubação.

Paralelamente, os estudos geotécnicos forneceram os elementos referentes a qualidade dos materiais existentes no subleito/terreno natural, através de suas características físico-mecânicas obtidas nos ensaios laboratoriais de solos. Isso permitiu um conhecimento sobre os solos que constituirão os corpos-dos-aterros, assim como, a definição dos locais de empréstimos.

7.6 – PROJETO DE DRENAGEM

7.6.1 – Objetivo

O Projeto da Drenagem objetivou a verificação da capacidade dos bueiros existentes e o dimensionamento das obras de drenagem a serem implantadas ao longo do trecho em estudo.

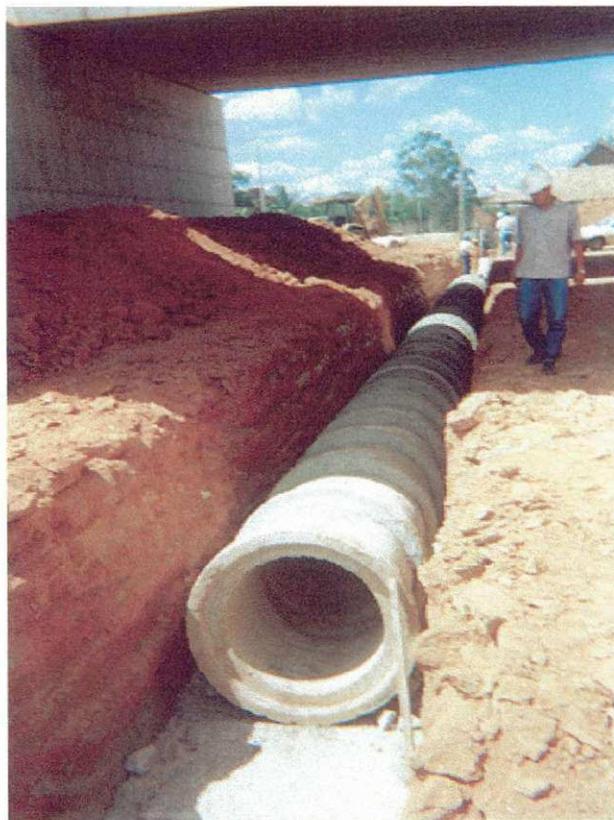


Figura 5: Drenagem sob viaduto de Gravatá.

8.0 – EXECUÇÃO

Este tópico tratará de alguns dos serviços executados na duplicação da rodovia BR – 232/PE, provindos dos estudos e projetos citados anteriormente.

8.1 – TERRAPLENAGEM

8.1.1 – Serviços Preliminares

A execução dos serviços de Terraplenagem procedeu-se dentro das Normas e Especificações Técnicas do DNER.

Foram realizados uma série de trabalhos preliminares indispensáveis, como locação topográfica, limpeza de faixa, desmatamento e destocamento.

8.1.2 – Execução do Corpo de Aterro

O corpo de aterro foi executado em camadas com 20cm de espessura e plataforma final de 12,76 m compactado a 95% do Proctor Normal até a antepenúltima camada. Já as duas últimas camadas, foram executadas com um material chamado de MS (material selecionado) com espessura de 15cm e capacidade de suporte melhor do que o das camadas anteriores, a sua compactação é feita com rolo liso a 100% do Proctor Normal.

A exigência de CBR para o corpo de aterro atende aos seguintes critérios:

- a. $CBR \geq 4$ para o corpo de aterro até a antepenúltima camada.
- b. $CBR \geq 10$ para as duas últimas camadas do corpo de aterro.

Apesar da dificuldade de jazidas na região, a pouca quantidade de material encontrado é compensada com uma capacidade de suporte médio de $CBR \geq 15$.

Também faz-se imprescindível uma quantidade maior de serventes (comumente chamados de raizeiros) devido a quantidade de pedregulhos encontrados no material disponível para a Terraplenagem.

A realização de alguns cortes, tanto em rocha como solo exige a execução em determinados trechos de camadas drenantes de areia ou brita e de drenos profundos conforme exigências do DNER.

A proteção da saia dos aterros é feita com capim sândalo espaçados de 20 cm, e em alguns casos específicos foram projetados muros de contenção para proteção dos taludes.

8.2 – EXECUÇÃO DO CCR (Concreto Compactado a Rolo)

8.2.1 – Especificações de Serviço DNER-ES 322/97

Esta norma estabelece a sistemática a ser empregada na execução e no controle da qualidade do serviço em questão.

O Concreto rolado para sub-base é um concreto simples com baixo consumo de cimento e consistência bastante seca, permitindo a compactação com rolos compressores ou equipamento similar.

Este concreto deverá apresentar as seguintes características:

- resistência características à compressão (f_{ck}) aos 7 dias, determinada em corpos de prova moldados e rompidos segundo a ABNT NBR – 5739:

$$f_{ck} = 5.0 \text{ Mpa}$$

- o consumo de cimento é de 80kg/m^3 a 120kg/m^3
- a dimensão máxima característica do agregado no concreto não deverá exceder $1/3$ da espessura da sub-base ou 32mm, obedecido o menor valor;
- o grau de compactação (GC), considerado a energia normal ou intermediária definida na dosagem será determinado conforme a ABNT NBR-7182:

$$GC \geq 100 \%$$

8.2.2- Transporte, Execução e Controle

A sub-base adotada na nova pista é um concreto compactado à rolo com espessura de 10 cm e plataforma final de 9,03m, compactado a 100% do Proctor Normal.

O transporte do CCR é feito em caçambas com o cuidado para não provocar a segregação e também cobertas com lonas para evitar a perda de umidade até o local de espalhamento.

Imediatamente antes do espalhamento do CCR é molhada a superfície da 2ª camada de MS (material selecionado) sem excesso de água.

A compactação é feita com rolo liso que inicia-se nas bordas do pavimento, devendo as passagens seguintes do rolo recobrirem, pelo menos, 25% da largura da faixa anteriormente compactada.

Tem-se o cuidado para que a espessura da camada compactada nunca seja inferior a três vezes a dimensão máxima do agregado no concreto, a sua espessura final compactada é de 10cm.

O controle do CCR é analisado em laboratório com ensaios de compressão axial ($f_{ck} = 5,0 \text{ Mpa}$), tração na flexão e densidade. Já no campo é feito o ensaio de densidade “IN SITU” para verificar o grau de compactação da camada, o qual exige 100% do Proctor Normal. Para estes ensaios coletam-se material suficiente para a moldagem de três corpos de prova cilíndricos para a verificação da resistência à compressão, e um prismático para tração na flexão, e para verificar também a densidade máxima e umidade ótima a cada 56m^3 produzidos na usina.

8.3 – EXECUÇÃO DA PINTURA DE LIGAÇÃO

8.3.1 – Pintura de Ligação

A Pintura de Ligação é uma camada de material betuminoso apropriado, feita sobre antiga imprimação, sobre antigos pavimentos betuminosos e sobre bases de concreto de cimento ou de solo-cimento, com a finalidade de promover boa aderência a um revestimento betuminoso. No caso de solo-cimento e CCR, esta pintura pode servir também como pintura de cura.

Recomenda-se que antes de iniciar a execução da camada de revestimento, que a camada de pintura de ligação deve estar bem seca e, durante a sua cura não se deve permitir tráfego sobre a mesma. O tempo de cura imprimação é da ordem de 48 horas..

8.3.2 – Execução

A pintura de ligação é aplicada sobre a superfície do CCR a uma temperatura de 160 °C, com a finalidade de conferir coesão superficial, impermeabilização e permitir condições de aderência entre o CCR e o Pavimento Rígido (placa de concreto).

Para a sua execução alguns cuidados são imprescindíveis:

- o CCR deve estar totalmente limpo;
- verificar se nenhum orifício da barra espagidora esteja obstruído;
- não deixar que haja a superposição dos jatos sobre uma mesma área;
- o equipamento espagidor deve iniciar seu movimento fora da área a ser imprimida;
- a área onde será aplicada a pintura de ligação deve ser protegida de qualquer contato, proibindo-se o tráfego antes de ser concluída totalmente a penetração e cura do material asfáltico.



Figura 6: Aplicação da camada de ligação na pista de recuperação.

8.4 – PLACA DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND

8.4.1 – Características e Execução

a. Características

A Pavimentação em concreto hoje é executada de forma contínua com máquina pavimentadora tipo forma deslizante. O equipamento utilizado na BR – 232, segmento km 71,5 a km 129,9 é a Pavimentadora do modelo SF 3002 CMI / CIFALI de fabricação americana, que devido ao modo de alimentação, no caso frontal, através de caminhões basculantes, consegue uma produção de ± 450 m / dia com a largura de 7,20m.

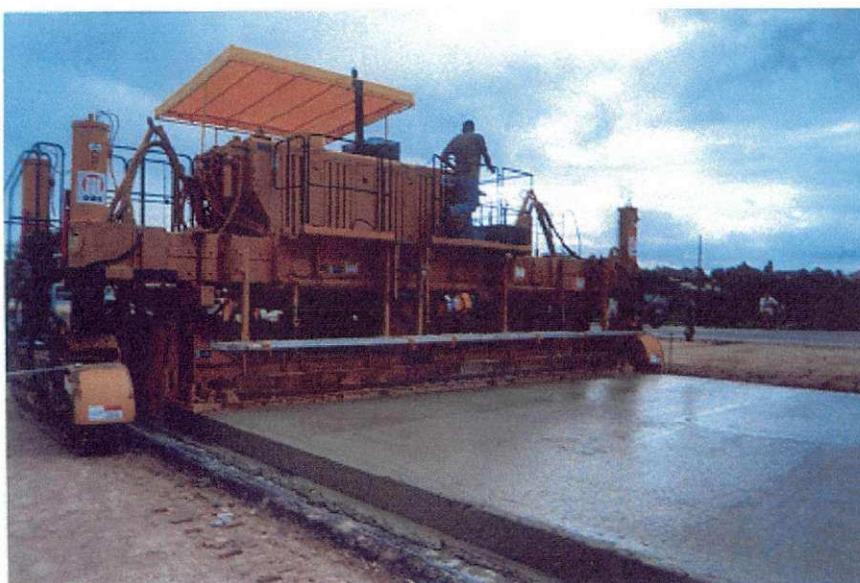


Figura 7: Máquina Pavimentadora em execução.

A produção de concreto é executada na central dosadora misturadora de concreto que tem capacidade de produção da ordem de 120,00 m³/h sendo a mesma composta de uma dosadora CEARC MD TT3000, um misturador MARC MD 3750, três silos para armazenagem de cimento com capacidade de acumular 340 m³ (02 de 120 m³ e 01 de 100 m³) e uma central de automação.

O traço utilizado atende as especificações de Serviços do DNER – ES 324/97 e tem a seguinte característica:

- Fck = 35,0 Mpa;
- Ftk = 4,5 Mpa;
- Fator A/C = 0,45;
- Slump test de 6 ± 1 cm.

com a seguinte composição por m³ (em massa):

- Cimento 387 Kg
- Areia 557 Kg
- Brita 1 348 Kg
- Brita 2 437 Kg
- Brita 3 630 Kg
- Água 174 Kg

São usados dois aditivos no concreto são eles:

- Aditivo Master Mix 3.096 ml
- Aditivo MBT ERA EC 116 ml

O Máster Mix é superplastificante com a função de dar uma maior trabalhabilidade ao concreto, já o MBT ERA EC é um incorporador de ar com a função de retirar o ar contido na massa do concreto.

b.Execução

O concreto é confeccionado na usina que possui uma capacidade de produção de 120m³/h sendo este transportado até o local de seu lançamento por caminhões basculantes.

Existem dois tipos de ferragens presentes na placa de concreto de cimento Portland. Uma armadura de transferência (armadura longitudinal) e uma de ligação (armadura transversal).

O concreto é simultaneamente distribuído, nivelado e adensado pela máquina pavimentadora em sua largura e espessura de projeto. Em seguida, é feito o acabamento da sua superfície com desempenadeiras manuais de alumínio. Para então, a máquina texturizadora fazer as ranhuras em sua superfície garantindo assim o atrito da pista de rolamento com os pneus dos veículos.

A cura do concreto é feita com a aplicação de um produto químico (Master Curi) a uma taxa de 0,20 l/m² imediatamente após sua texturização, possibilitando assim a criação de uma película protetora.

A indução das juntas de dilatação é feita 8 horas após a concretagem das placas, através de um corte com um disco metálico a cada 6m no sentido longitudinal e a 3,60 dos bordo, ou seja, no eixo do pavimento; com a finalidade de garantir que as juntas de dilatação ocorram nos lugares preestabelecidos.

10.0 – DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA

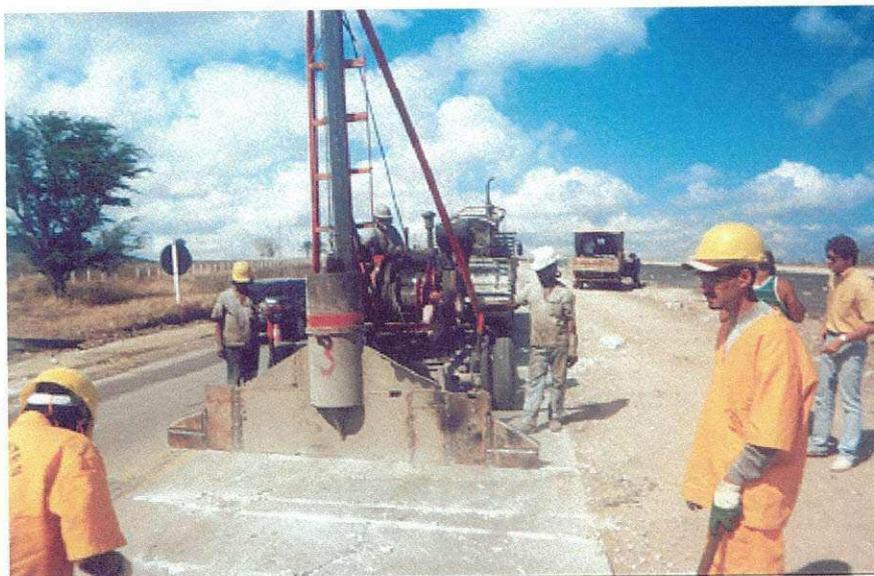


Figura 8: Técnica do craqueamento.



Figura 9: Remoção de placa de concreto após o craqueamento.



Figura 10: Colocação das barras de transferência na pista de duplicação.



Figura 11: Armação e concretagem do viaduto.

11.0 – CONCLUSÃO

De acordo com o que foi exposto neste relatório, o estágio realizado nas obras de Duplicação e Restauração da Rodovia BR-232/PE foi de grande importância, pois proporcionou-me informações importantes possibilitando uma visão geral do que realmente é uma obra de grande porte, tanto em campo quanto no canteiro de obras e no escritório.

Dentre as técnicas utilizadas na obra, destaco três delas como as mais interessantes do ponto de vista inovador, são elas:

- A execução da concretagem das placas com máquina pavimentadora que deu rapidez e perfeição ao pavimento com uma produção média de 450m/dia;
- A colocação das placas do muro de arrimo do viaduto sobre a passagem inferior de Gravatá com tecnologia italiana chamada de Terra Armada.
- A técnica do craqueamento que possibilita-nos saber se a placa de concreto resiste as forças exercidas sobre elas.

Em síntese, podemos caracterizar as obras de Duplicação e Restauração da BR-232/PE como um grande avanço econômico e social se analisarmos o efeito positivo que a mesma proporcionará.

12.0 – BIBLIOGRAFIA

- **PONTES FILHO, Glauco.** *Estradas de Rodagem: Projeto Geométrico.* 1.ed. São Carlos, 1998.
- **DE SENÇO WLASTERMILLER,** *Manual de Técnicas de Pavimentação, Vol 2.* 1.ed. São Paulo, PINI 2001.
- **DNER,** *Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários.* Rio de Janeiro, 1999.
- **DNER,** *Manual de Drenagem Rodoviária.* Rio de Janeiro, 1990.
- **ROCHA PITA, Márcio.** *Concreto Rolado: Aplicações em Pavimentação.* São Paulo, 1988 – ABCP.
- **TÉCHNE Construção,** *Revista de tecnologia e negócios da construção.*

ANEXOS

BR-232/PE
TRECHO: RECIFE-CARUARU
SEGMENTO: KM 11,5- 129,9
EXTENSÃO 118,4KM

INFORMATIVO

1 Introdução

Principal rodovia de Pernambuco, a BR-232 tem 550 quilômetros, cortando 24 municípios desde o Recife até Araripina, no sertão.

Depois de mais de 50 anos do início da sua pavimentação, a estrada é objeto de uma obra que impulsionará o desenvolvimento do Estado em todos os segmentos econômicos, dos serviços à indústria, com reflexos sociais na geração de empregos e melhoria da Qualidade vida.

Estudos técnicos demonstram a saturação do tráfego, chegando em alguns trechos a um volume diário de 13.684 veículos, e baixos níveis de serviço, considerando-se os freqüentes congestionamentos, ultrapassagem difícil, desconforto, elevado número de acidentes. baixa velocidade de percurso e custo operacional elevado.

A duplicação no trecho Recife-Caruaru, e posteriormente até São Caetano, além da restauração da pista atual, solucionarão os problemas atuais e ampliarão o potencial da BR-232, abrindo novas perspectivas de crescimento de Pernambuco.

2 Duplicação do Trecho: Recife -Caruaru

2.1 Elaboração dos Projetos

Segmento	Ext.	Lote	Consultora
km 11,5 – 26,9	15,4	2	ASTEP
km 26,9 – 58,5	31,6	3	MAIA MELO
km 58,5 / 71,5	13,0	4	ASTEP
km 71,5 / 114,9	43,5	5	JBR
km 114,8 / 129,9	15,0	6	SEPLANE

2.2 Construção

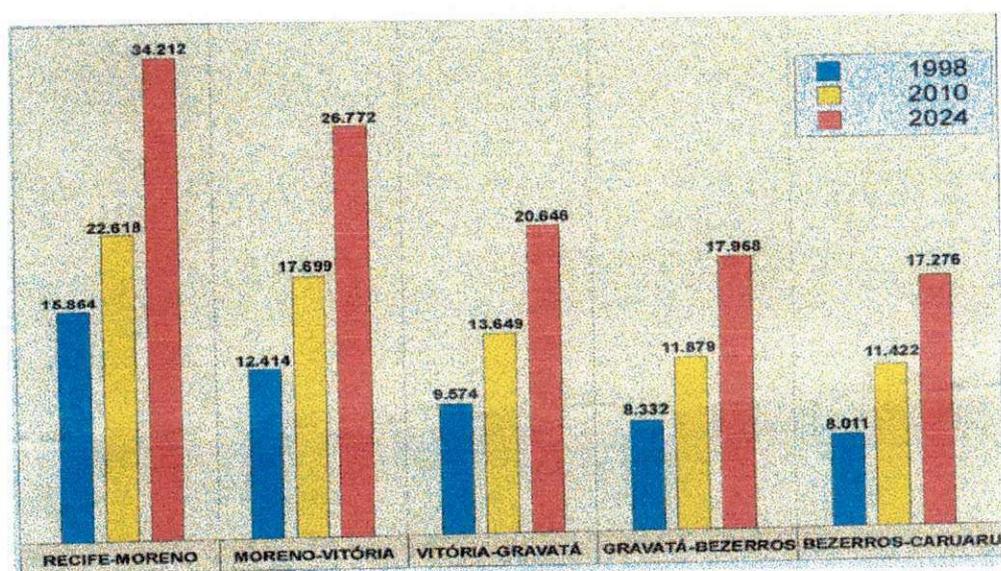
Segmento	Lote	Prazo	Término	Consultora	Valor
km 11,5 – 71,5	1	2 anos	agosto/02	CNO / CQG	148.257.789,91
km 71,5 – 129,9	2	2 anos	agosto/02	OAS	127.480.485,39
Total					275.738.275,30

2.3 Volume de Tráfego

Volume Médio Diário de Tráfego

km	km	TRECHO	VOLUME
0	9,7	Ponte S/ Rio Capibaribe	50.000
9,7	26,6	BR-408 / Moreno	15.864
26,6	49,9	Moreno / Vitória de Sto. Antônio	12.414
49,9	49,6	Vitória de Sto. Antônio / Gravata	9.574
79,6	99,5	Gravata / Bezerras	8.332
99,5	129,0	Bezerras / Caruaru	8.011

Projeção do Tráfego Médio Diário



Composição da Frota

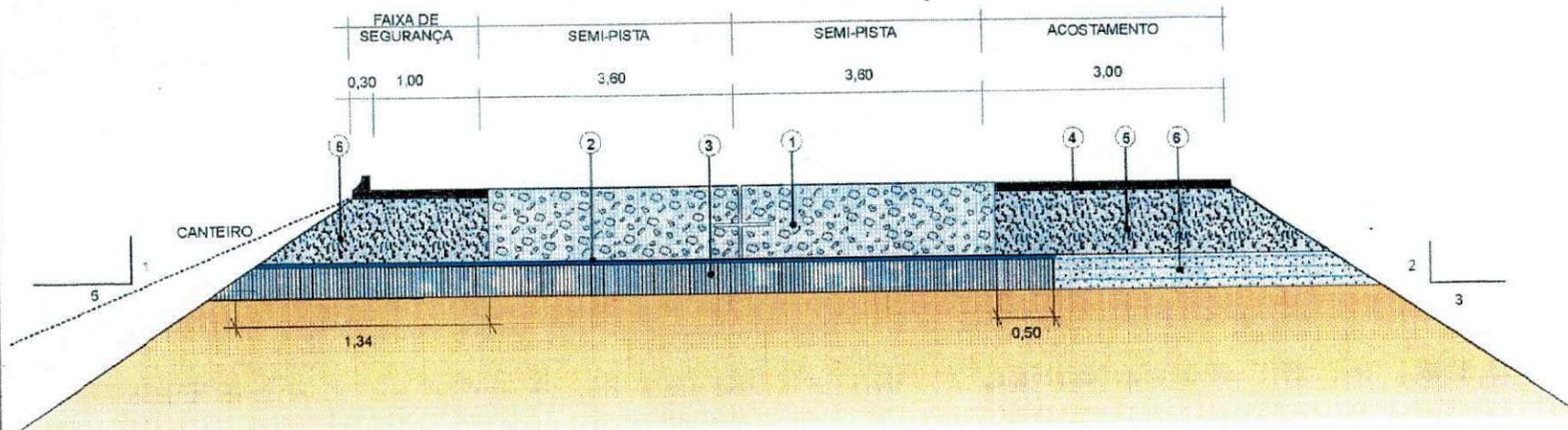
Automóveis	70%
Ônibus	5%
Caminhões	24%
Motos e Outros	1%

Capacidade da Via

SUBTRECHO	NÍVEL DE SERVIÇO	RECOMENDAÇÕES
0 – 9,7	B	Já duplicado
9,7 – 26,6	E	Duplicar
26,6 – 49,9	E	Duplicar
49,9 – 79,6	E	Duplicar
79,6 – 99,5	D*	Duplicar
99,5 – 129,0	D*	Duplicar

* Em horário de pico nível E.

SEÇÃO TIPO DO PAVIMENTO RÍGIDO



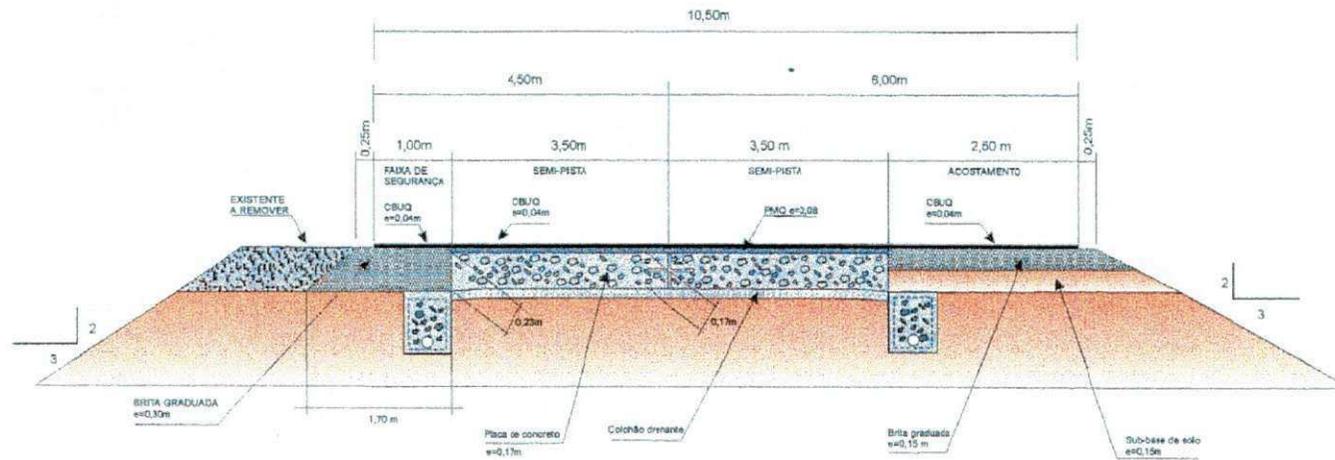
- ①- Placa de Concreto de Cimento Portland ($F_{ck}=4,5 \text{ mpa}$) = 0,22m de Espessura
- ②- Pintura de ligação
- ③- Concreto Rolado ($F_{ck}=1,8 \text{ mpa}$) = 0,10m de Espessura
- ④- Revestimento CBUQ = 0,04m de Espessura
- ⑤- Base de Brita Graduada = 0,18m de Espessura
- ⑥- Sub-base de Solo Estabilizado Granulometricamente = 0,10m de espessura

Observações:

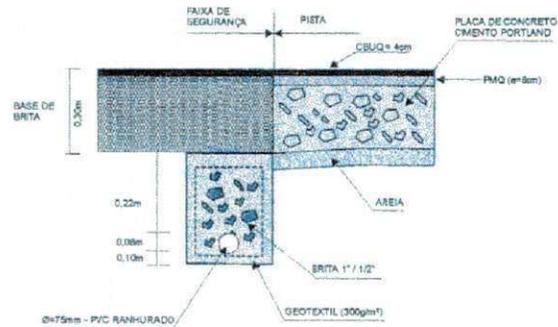
- 1) As juntas de contração serão espaçadas de 6,00m, com barras transferências de aço CA-50 32,0mm, comprimento de 46,0cm e espaçador a cada 30cm;
- 2) Junta longitudinal de articulação em barra de ligação será única. As barras de ligação serão de aço CA-50 12,5mm, distribuídas a cada 75cm e de 85cm de comprimento.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM		4º DRF
RODOVIA: BR-232/PE	TRECHO: RECIFE - CARUARU SEGMENTO: km 71,5 - km 114,9 LOTE: 5	JBR
SEÇÃO TIPO DO PAVIMENTO RÍGIDO		PP-7.1

RESTAURAÇÃO DO PAVIMENTO RÍGIDO

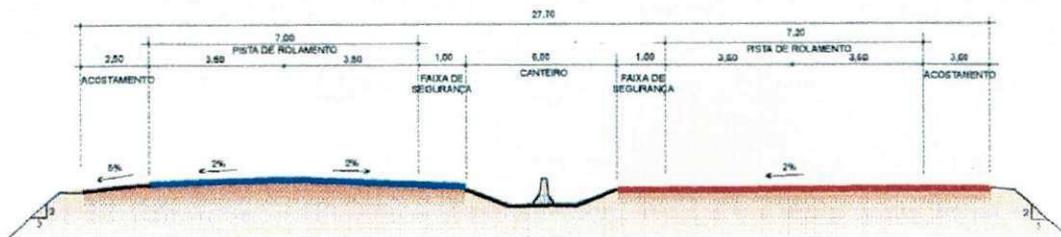


DETALHE CONSTRUTIVO DO DRENO DSS 04 E COLCHÃO DRENANTE

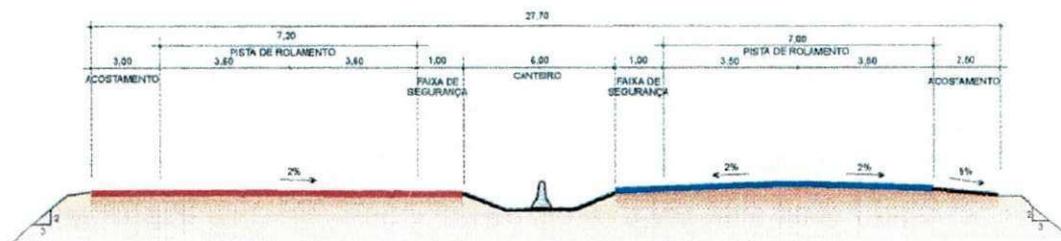


DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DE PERNAMBUCO		DER/PE
RODOVIA BR-232/PE	TRECHO: RECIFE - CARUARU SUBTRECHO: RECIFE-CARUARU	JBR
SEÇÃO TIPO - RESTAURAÇÃO DO PAVIMENTO RÍGIDO		PAV - 5.2

SEÇÃO TIPO RURAL (DUPLICAÇÃO PELO LADO DIREITO)

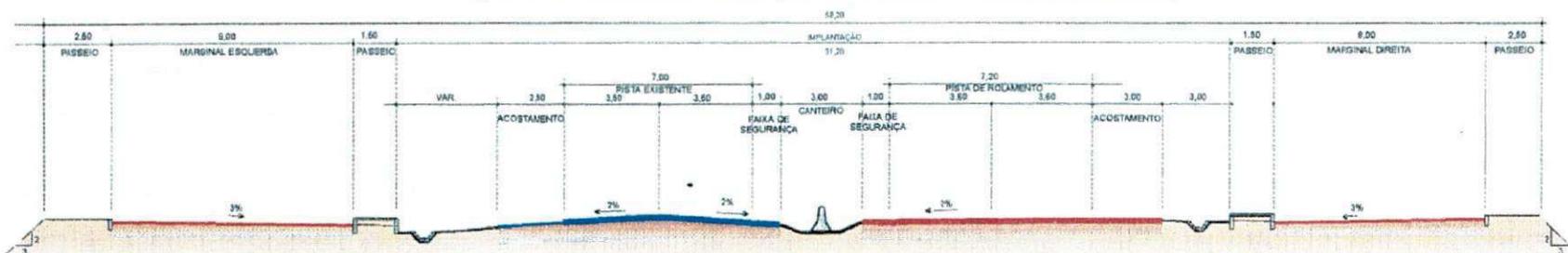


SEÇÃO TIPO RURAL (DUPLICAÇÃO PELO LADO ESQUERDO)



EST. 20 + 0.00 A 169 + 17.48 = 2.997,48m

SEÇÃO TIPO TRAVESSIA URBANA (GRAVATÁ, BEZERROS E ENCRUZILHADA)



— Pista Existente
— Pista Nova

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM		4º DRF
RODOVIA: BR-232/PE	TRECHO: RECIFE - CARUARU SEGMENTO: km 71,5 - km 114,9 LOTE: 5	JBR
SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO - RESUMO		PG-01