

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE (UFCG)
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL (DEC)
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS (CTRN)



RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR

Igor Amorim Beja

Campina Grande, PB

Março/ 2010.



Biblioteca Setorial do CDSA. Junho de 2021.

Sumé - PB

Relatório de Estagio Curricular

Aluno: Igor Amorim Beja.

Orientadores:

UFCG: Adriano Elísio de Figueiredo Lucena.

Empresa: Cacildo Medeiros Brito.

Empresa: JBR Engenharia Limitada.

Endereço: Av. Luiz Correia de Brito, N° 271, Campo Grande, Recife, PE.

Telefone: (81) 3241.8508 / 8911

Site: <http://www.jbr.eng.br/>

N° de horas: 250.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a empresa JBR Engenharia Limitada pela oportunidade disponibilizada a minha pessoa participar de um processo de estágio supervisionado durante o período de 6 meses.

Agradeço ainda a colaboração dos profissionais da empresa que me incentivaram e apoiaram durante este período. Dentre esses profissionais gostaria de citar a participação dos engenheiros civis Fabiano Pereira Cavalcante, Cacildo Medeiros Brito, Leonardo Batista, Flávio Eduardo e entre outros integrantes da empresa.

Quero ainda elogiar e agradecer a participação dos professores do curso de Engenharia Civil, Marco Aurélio de Teixeira, Adriano Elísio de Figueiredo Lucena e ao professor do curso de Engenharia dos Materiais Ariosvaldo Alves Barbosa os quais me auxiliaram durante todo o processo.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
2. Revisão Bibliográfica.....	3
3. Objetivos.....	5
4. Dados Gerais.....	5
4.1. Dados Referentes a Projeto.....	6
5. Especificações Técnicas de Serviço.....	10
5.1. Locação Nivelamento Acom. Topográfico.....	10
5.2. Execução de Terraplenagem.....	11
5.2.1. Cortes.....	12
5.2.2. Aterros.....	13
5.2.3. Empréstimos.....	15
5.3. Execução de Drenagem.....	16
5.3.1. Drenagem Superficial.....	16
5.3.2. Drenagem Subsuperficial.....	17
5.3.3. Drenagem Subterrânea.....	18
5.3.4. Drenagem para Transposição de Talvegues.....	20
5.4. Execução do Pavimento ou Revestimento.....	21
5.4.1. Pavimento Flexível.....	21
5.4.2. Pavimento Rígido.....	24
6. Controle Tecnológico.....	27
7. Conforto do Pavimento.....	28
8. Conclusão.....	29
9. Bibliografia.....	30

Relatório de Estágio – Engenharia Civil.

Supervisão, Coordenação e Controle das Obras de Restauração, Duplicação e OAE na Rodovia BR 101/PE.

1 – Introdução.

Nos dias atuais, com o crescimento econômico, ocorreu em todo o Brasil um aumento significativo no número de veículos circulando em vias federais e estaduais. Com isso houve a necessidade de se investir em vias públicas de melhor qualidade a serviço da população.

Criou-se então o PAC, Programa de Aceleração do Crescimento, visando criar e financiar projetos de infra-estrutura e pavimentação de vias visando melhorar a qualidade social como um todo, onde o trecho da BR 101 está incluído nesse programa.

O trecho, que compreende toda extensão entre Natal (RN) e Palmares (PE), é a principal ligação entre as capitais litorâneas nordestinas e o centro-sul do país. São 335,7 quilômetros divididos em oito lotes, o lote em estudo será de referência 7.

Construída há 30 anos, a rodovia já atende a um tráfego de mais de 25 mil veículos por dia e é a principal via de escoamento das riquezas da região, além de permitir a mobilização de milhares de turistas por ano. A obra de restauração e duplicação da BR-101 Nordeste já está estimada em R\$ 1,5 bilhão, sendo que, aproximadamente, 5% desse valor está sendo destinado aos estudos e aos Projetos Básicos Ambientais necessários para o licenciamento das obras.

O lote em estudo é localizado entre as cidades de Cabo de Santo Agostinho (Km 104,6) e Ribeirão (Km 148,5), onde possui uma malha rodoviária deficiente porém com um tráfego muito intenso. O lote possui uma extensão de 43,9 Km. (Figura 01)

O mesmo lote em estudo, possui uma grande importância, pois liga a capital do estado de Pernambuco e cidades circunvizinhas ao interior do estado possibilitando uma acessibilidade maior por parte da população tanto do interior quanto da capital.

O projeto no seu início teve importância e relevância no sentido de criação de novas vias de acesso as cidade vizinhas a Cabo até a extensão de Ribeirão.



Figura 01: Detalhamento do lote de estudo.

O estágio teve decorrência no período de 02/01/2010 à 12/02/2010. O mesmo foi dividido em duas etapas basicamente, análise de projeto e planilhas em escritório e supervisão, controle de execução de serviços em campo.

- Acompanhamento da execução de serviços referente a terraplenagem.
- Acompanhamento da execução de serviços referente a drenagem.

- Supervisão e controle de execução de revestimento tipo CBUQ.
- Supervisão e controle de execução de revestimento tipo placa de concreto.

2- REVISÃO BIBLIOGRAFICA.

Segundo Yukio (2002), terraplanagem é definida como sendo o processo de conjunto de operações de escavação, carga, transporte, descarga, compactação e acabamentos executados a fim de passar-se de um terreno em seu estado natural para uma nova conformação topográfica.

Segundo Soares o processo de pavimentação de uma rodovia é definido como sendo a superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semi-espaço considerado teoricamente como infinito. Ele pode ser classificado como: pavimento flexível e pavimento rígido:

a) Pavimento Flexível: É aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas.

b) Pavimento Rígido: o pavimento rígido em geral é relacionado aos concretos de cimento Portland, são compostos por uma camada superficial de concreto de cimento Portland (no geral placas, armadas ou não). É aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. As camadas que compõem o pavimento são:

Subleito- Primeira camada assente da estrutura do corpo do pavimento

Sub-base- Camada complementar à base, com as mesmas funções desta, e executada por razões de ordem econômica para reduzir a espessura da base.

Base- Camada acima da sub-base destinada a resistir e distribuir os esforços provenientes dos veículos atenuando a transmissão destes a sub-base e ao reforço do subleito.

Revestimento- Camada superior destinada a resistir diretamente às ações do tráfego e transmiti-las atenuadamente às camadas inferiores, impermeabilizar o pavimento, melhorar as condições do rolamento (conforto e segurança).

Reforço do subleito- Camada destinada a reduzir a espessura da sub-base.

Regularização do subleito- Camada de espessura variável, executada quando é necessário preparar o leito da estrada para receber o pavimento. Pode ser nula em um ou mais pontos da seção transversal.

Segundo Cardoso Neto (1998) a drenagem é o termo empregado na designação das instalações destinadas a escoar o excesso de água, seja em rodovias, na zona rural ou na malha urbana. Os tipos de drenagem são:

Drenagem Superficial: Destina-se a interceptar as águas que chegam ao corpo da estrada, provenientes de áreas adjacentes, e a captar a água pluvial que incida diretamente sobre ela, conduzindo-as para local de deságüe seguro, sem causar danos.

Drenagem Subsuperficial: Sua função principal será a de controlar o nível freático do talude, a fim de remover excessos de água proveniente da precipitação das chuvas, com isso pode-se reduzir impactos como erosões e perda parcial ou completa da estabilidade do aterro.

Drenagem Subterrânea ou Profunda: São drenos subterrâneos que se caracterizam por sua maior profundidade em relação ao greide de terraplanagem, tendo como objetivo rebaixar (e/ou interceptar) o lençol freático, impedindo que este atinja o corpo da estrada.

Drenagem para Transposição de Talvegues: Destina-se a permitir a passagem, de um lado para o outro da rodovia, das águas que escoam por talvegues definidos no terreno natural. As obras ou dispositivos de drenagem de transposição de talvegues são bueiros, pontilhões e pontes.

3 – OBJETIVOS.

Este relatório tem por objetivo geral acompanhar a execução das atividades desenvolvidas durante a supervisão, coordenação e controle das obras de restauração, duplicação e OAE na rodovia BR 101/PE, de onde, observei e compararei as atividades desenvolvidas durante o período de Estágio Supervisionado.

4 – DADOS GERAIS

A população a ser beneficiada diretamente na execução desse empreendimento se dá em uma faixa de 200 mil habitantes da região da Zona da Mata pernambucana sem contar a população da Grande Recife e proximidades.

O escoamento da produção ocorre com dificuldades constantes, devido o acesso a Grande Recife se limitar a uma via de mão dupla com sinalização deficiente e um pavimento de baixa qualidade devido a sua constante solicitação e por ser um revestimento com uma idade avançada, que vem também trazendo grandes transtornos a população.

Pavimentada há mais de 30 anos, a BR-101 liga os dois Rio Grandes (do Norte e do Sul), é uma rodovia longitudinal. Seu ponto inicial fica na cidade de Touros (RN) e segue passando pelos estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, até chegar ao município de São José do Norte, às margens da Lagoa dos Patos (RS). No Nordeste ela tem papel extremo na vida dos nordestinos.

Agora, perto de estar totalmente duplicada, desde Natal (RN) até Palmares (PE), a BR-101 vai dobrar a capacidade de crescimento dos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, trazendo consigo novas oportunidades para os nordestinos. Serão duas vezes mais garantias aos três estados. Duas vezes mais autonomia para movimentar suas riquezas, transportar sua gente e atrair novos investimentos.

4.1–Dados Referentes á Projeto.

Os cálculos referentes ao projeto de execução foram elaborados pela JBR engenharia limitada, empresa responsável pela fiscalização das etapas de execução e controle tecnológico.

Portanto, para fins de projeto geométrico, a duplicação se deu na forma:

- 7,20 metros de pista de rolamento divididos 3,60 metros pra cada.
- 1,0 metro de faixa de segurança.
- 3,0 metros de acostamento.
- -2% de inclinação do pavimento duplicado com o decaimento do fluxo d'água no sentido da sarjeta no pé do corte.

No entanto para a restauração, foi desenvolvido:

- 7,0 metros de pista de rolamento divididos 3,50 metros pra cada.
- 1,0 metro de faixa de segurança.
- 2,50 metros de acostamento.
- -3% de inclinação do pavimento existente com o decaimento do fluxo d'água para meio fio de concreto e sarjeta de canteiro central em concreto.

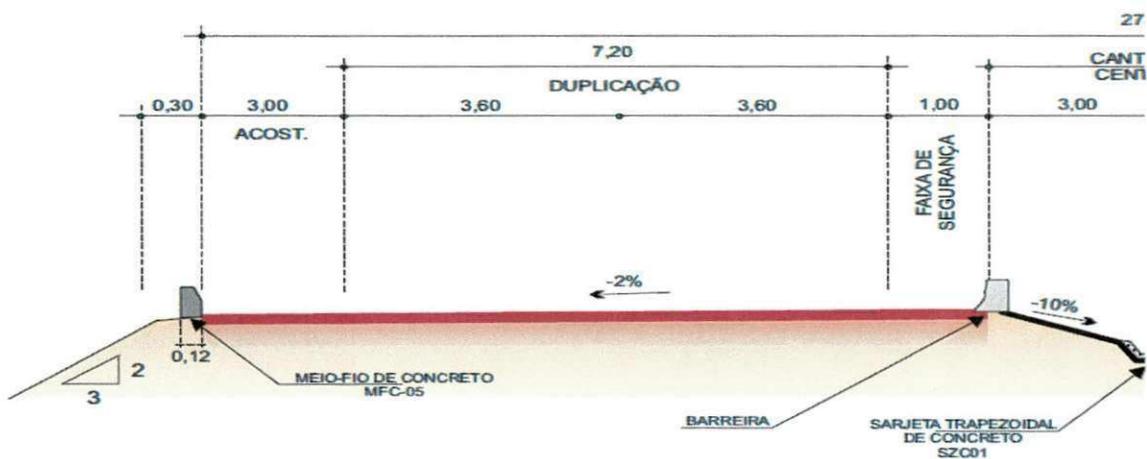


Figura 02: Detalhe da seção de pista duplicada.

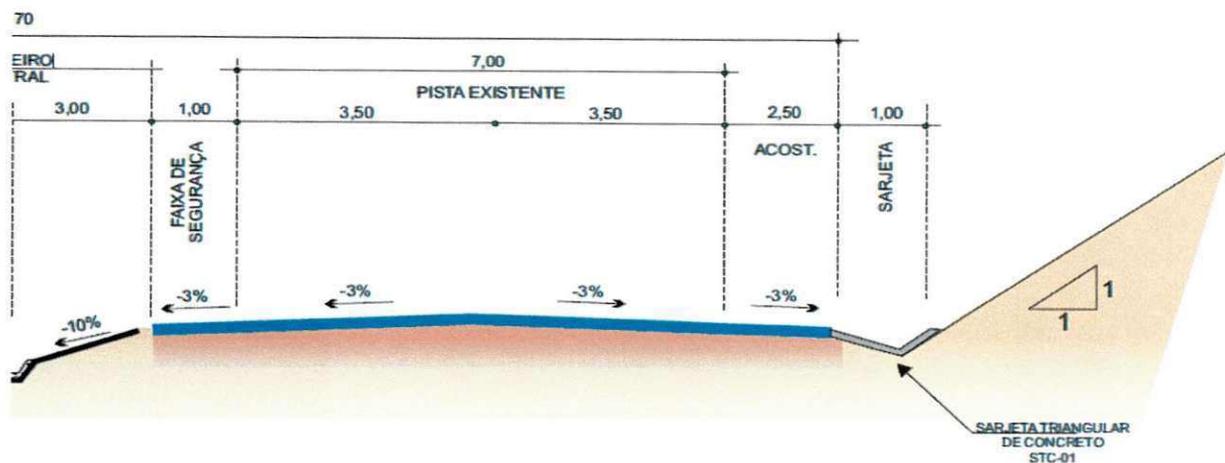


Figura 03: Detalhe da seção de pista existente.

Para a melhor qualidade de drenagem superficial, foram utilizados:

- Sarjeta triangular de concreto, no pé do corte, 1,0 metro, sarjeta do tipo STC-01, seguindo o manual do DNIT.
- Sarjeta trapezoidal de concreto, no canteiro central (o qual possui 6,0 metros de extensão e -10% de inclinação), sarjeta do tipo SZC-01, seguindo especificações do DNIT.
- Seguindo a mesma linha das sarjetas, o meio fio projetado para o modelo construtivo acima foi do tipo MFC-05 de concreto.
- Entradas para descidas d'água, do tipo EDA-02, seguindo especificações do manual do DNIT.
- Descidas d'água de aterros tipo rápido, utilizou-se as especificações da descida do tipo DAR-02, canal retangular em concreto simples, seguindo manual do DNIT.
- Descida d'água de aterros em degraus foi-se utilizado especificações do manual do DNIT para o tipo DAD em concreto.

DETALHE DAS CONEXÕES

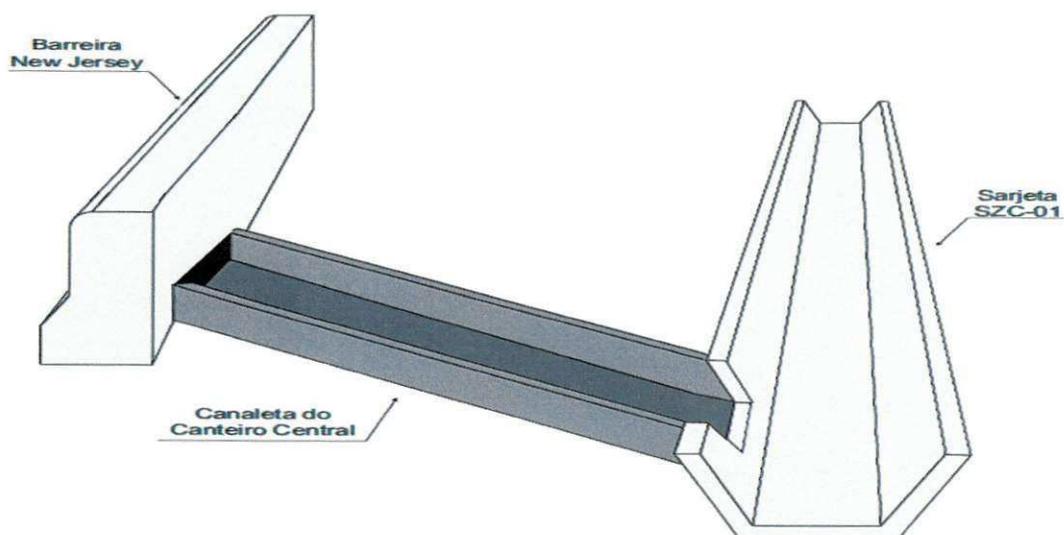


Figura 04: Vista de funcionamento da sarjeta de canteiro central.

Para fins de projeto de terraplenagem, o mesmo prevê especificações do tipo:

- Para trecho em tangente a inclinação do corte se dará por 1:1 (lado externo em corte) e com a declividade de -2% no sentido do corte.
- No entanto para o lado externo em aterro, a inclinação do mesmo se dá em 3:2 com decaimento d'água de -2% no sentido do aterro.
- Já para seções em curva a declividade d'água será na percentagem de -2% e a inclinação do aterro é dada por 3:2.

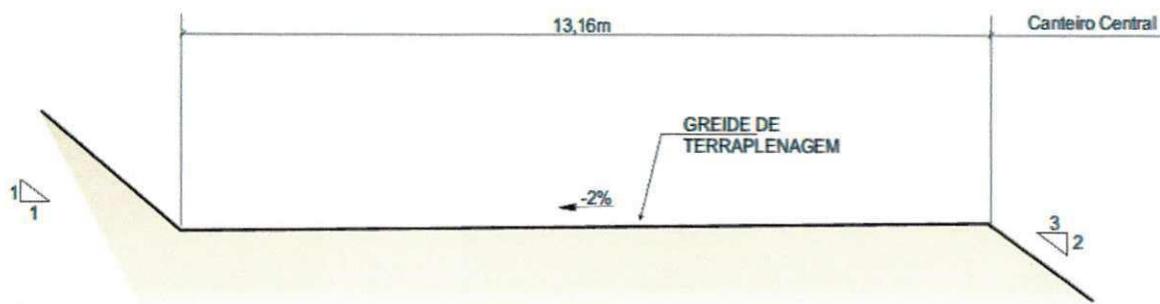


Figura 05: Detalhe de tangente com lado externo do corte.

Para especificações referentes a pavimentação, teremos:

-Pavimento do tipo rígido(duplicação e variante de ribeirão) com: dreno sub-superficial DSS-04, na posição do acostamento,o mesmo possui uma sub-base de concreto rolado(CCR) com espessura de 10 cm e revestimento de placa de concreto com espessura de 22 cm. O acostamento possui juntas de asfalto polimerizado AMP 80/60, uma base de brita graduada com 27 cm de espessura e revestimento tipo CBUQ de espessura 5 cm.

SEÇÃO TIPO DO PAVIMENTO DA DUPLICAÇÃO E VARIANTE DE RIBEIRÃO

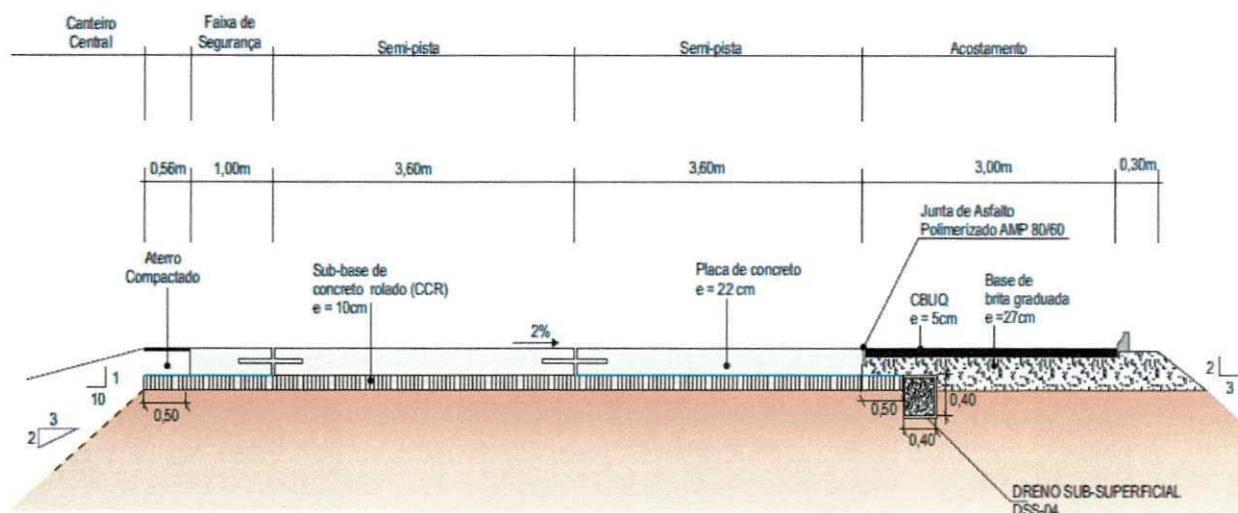


Figura 06: Detalhe do pavimento tipo rígido em projeto.

- Pavimento do tipo flexível(restauração) com: dreno sub-superficial DSS-04, de solo-brita e BGTC(brita graduada melhorada com cimento) com espessuras variáveis em acostamento e canteiro central,pista de rolamento em base de revestimento existente tipo PMQ + CBUQ ou PMQ ou CBUQ com espessura variável,regularização com CBUQ faixa C com espessura de 3 cm e em seguida camadas de CBUQ em várias faixas e com espessuras determinadas.

Para acostamento e faixa de segurança tem-se uma base de solo-brita e BGTC (brita graduada tratada com cimento) com espessura variável em ambas e revestimento em CBUQ faixa C com espessura de 5 cm.

PAVIMENTO EXISTENTE A SER RECONSTRUÍDO

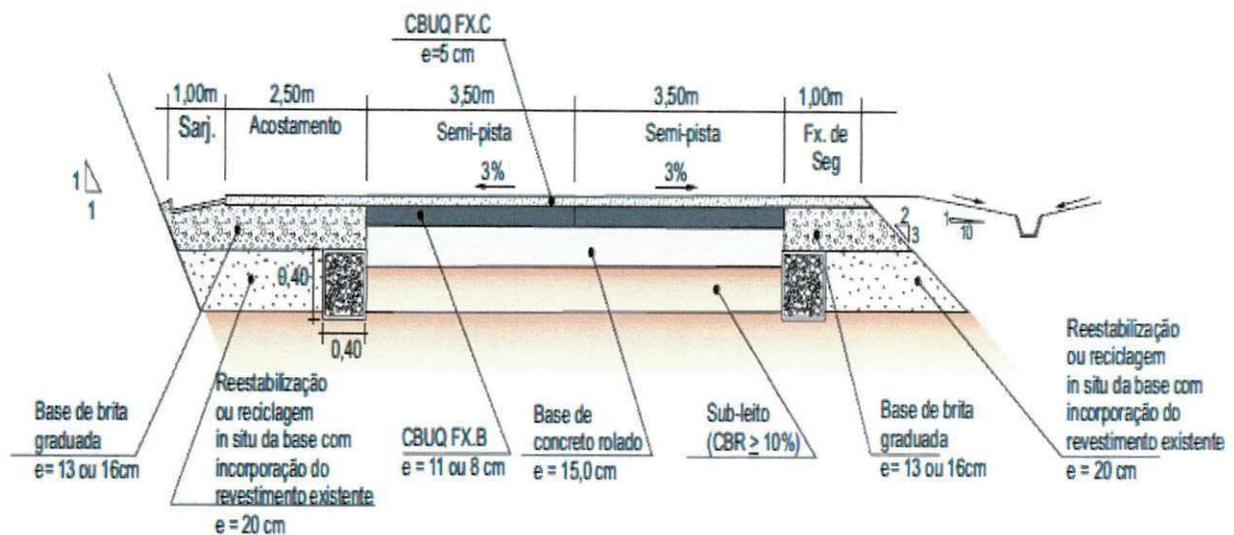


Figura 07: Vista de pavimento existente a ser fresado e reconstruído.

5 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE SERVIÇOS

5.1 - Locação, nivelamento e acompanhamento topográfico:

A empresa JBR Engenharia Limitada executou a fiscalização das plantas de locação e nivelamentos da pista existente, e duplicação a serem executados de acordo com a Norma NBR 13133/1994.



Figura 08: Locação e posterior liberação do trecho para fins de terraplenagem.

As empresas de execução marcaram e indicaram, conforme o caso, as cotas do greide final de escavação e demais elementos eventualmente necessários, que foram adotadas a critério da JBR Engenharia Limitada.

A equipe de topografia é composta por 1 topógrafo, 2 niveladores e 2 auxiliares de topografia.

5.2- Execução de Terraplenagem.

O terraplenagem se dá por variados processos, inicialmente se faz necessário a execução de serviços preliminares para desmatamento, destocamento, limpeza, caminhos de serviço e toda a preparação para a área destinada a implementação do corpo estradal.

A execução de terraplenagem se deu para o caso de cortes, aterros, empréstimos e bota-fora e embasou-se em cotas de projeto executados pela fiscalização, portanto os mesmos seguiram as normas executivas:

- DNER-ES278-97
- DNER-ES279-87
- DNER-ES280-97
- DNER-ES281-97
- DNER-ES282-97

O papel da empresa foi de fiscalizar os procedimentos executivos a cerca do projeto, para cortes, empréstimos e aterros, portanto os mesmos deveriam corresponder com suas especificações.

5.2.1 Cortes.

Para cortes, escavação e retaludamento, o mesmo foi executado com o auxílio de retro escavadeiras, escavadeiras do tipo PC, desmonte controlado e entre outros procedimentos.



Figura 09: Retaludamento de corte devido a erosão de material.

Os procedimentos de corte iram variar dependendo da categoria em que o material do mesmo se encontrar. Eles são divididos em 3 categorias:

- Material de 1° categoria: Solos em geral, residual ou sedimentar, de fácil remoção.
- Material de 2° categoria: Material com boa resistência o qual compreende materiais como matacões e pedras. Neste caso já se verifica a necessidade de utilização de maquinas com escarificadores , escavadeira e em alguns casos implosão por exclusivos.
- Material de 3° categoria: Compreende material de resistência a esforços mecânicos, portanto se faz necessário a utilização de desmonte controlado. Em geral o material se encontra em estado rochoso não alterado, ou rocha sã.



Figura 10: Material de 2ª categoria com necessidade de proteção tipo gabião.

Os cortes devem proceder a uma inclinação de 1:1 de acordo com projeto e todos devem possuir dispositivos de drenagem superficial afim de reduzir os efeitos erosivos de chuvas.

5.2.2 Aterros.

Para a execução dos aterros se utilizou em geral caminhões tipo caçamba para transporte e lançamento de material de regularização ou bota-fora dependendo do projeto. Utilizaram-se ainda escavadeiras, retro-escavadeiras e escarificadores se necessário.

Coube a fiscalização verificar os procedimentos executivos dos mesmos e garantir a resistência e qualidade do material empregado nas camadas de aterro obedecendo a camada final de terraplenagem com -60cm de espessura.



Figura 11: Material selecionado para regularização do aterro.

Os materiais empregados na execução dos aterros devem, possuir $CBR \geq 4\%$ e grau de expansão ≤ 4 .

Os materiais, divididos em 3 camadas de 20cm de espessura cada, correspondente a camada de terraplenagem final devem adequar-se a um $CBR \geq 10\%$ e grau de expansão ≤ 2 .

O controle tecnológico era verificado em laboratório e em campo, para aferição correta dos materiais empregados, principalmente para densidade in situ e grau de compactação, seguindo as normas e métodos do manual do DNER.



Figura 12: Controle in situ e em laboratório para combinação de qualidade.

5.2.3. Empréstimos.

A medição realizada a cerca do material de empréstimo foi realizada pela JBR com base nos serviços de volume extraído, medido no empréstimo. A distância de empréstimo foi medida ao longo do serviço executado pelo equipamento transportador.

A verificação da qualidade de serviço executado é feita visualmente e se refere quanto ao acabamento do procedimento.

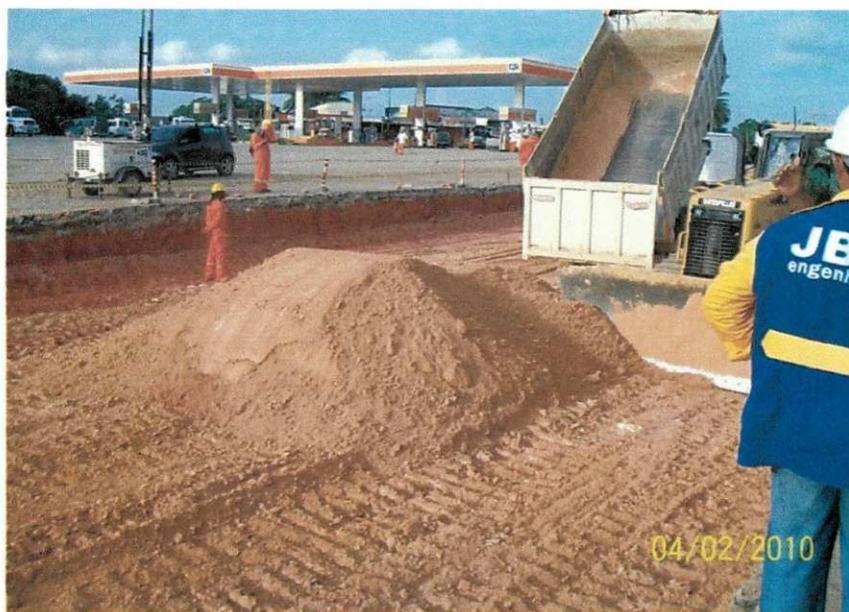


Figura 13: Material de 1° categoria, material de empréstimo.

Os serviços de remoção e transporte foram realizados por escavo - transportadores, tratores com lâminas e entre outros.

Os materiais empregados para empréstimos só podem ser de 1° ou 2° categoria, com os de 2° categoria utilizados somente quando não houver outra opção mais economicamente viável.

5.3. Execução de Drenagem.

Em uma obra de porte rodoviário existe uma preocupação extra em relação a drenagem, portanto a mesma compreende duas etapas principais de execução com muitos elementos.

-Execução de drenagem superficial.

-Execução de drenagem subterrânea.

OBS: Existe, porém, outros tipos de drenagem como drenagem subsuperficial, drenagem de talude e encostas, drenagem pluvial urbana e drenagem para transposição de talvegues.

5.3.1. Drenagem Superficial.

Valeta de Proteção de Corte: Tem o objetivo de interceptar as águas que escorrem pelo terreno a montante, impedindo-as de atingir o talude de corte. Devem ser locadas paralelamente à crista do corte, dela distante dois a três metros. O material resultante da escavação deve ser adensado (apilado) manualmente entre a valeta e a crista do corte. (Figura 14)

Sarjetas de Aterro: São dispositivos com o objetivo de impedir que as águas precipitadas sobre a plataforma escoem pelo talude de aterro, provocando erosões neste ou na borda do acostamento. Por escoamento longitudinal, levam as águas interceptadas até local de deságüe seguro, em caixas coletoras ou no terreno natural.

Descidas D'água: Conduzem as águas captadas por outros dispositivos de drenagem pelos taludes de cortes e aterros. Quando vindas de valetas de proteção de corte, deságuam na plataforma em sarjetas de corte ou em caixas coletoras. Quando as águas provêm de sarjetas de aterro, deságuam geralmente no terreno natural. Também sangram valetas de banquetas em pontos baixos ou ao ser atingido o comprimento crítico, e freqüentemente são necessárias para conduzir pelo talude de aterro águas vindo de bueiros elevados.

OBS: Existem, no entanto, outros tipos de dispositivos relacionados a estes, os quais podem ser abordados neste relatório.



Figura 14: Valeta de proteção de corte tipo manilha.

A função destinada a JBR Engenharia se deu em fiscalizar a eficácia e se os dispositivos executados correspondiam as normas técnicas existentes no manual de projetos do DNIT. Em geral foram executadas valetas de proteção do tipo VPC 01, em forma de trapézio com 100 cm de base menor e 30 cm de altura seguindo a inclinação do corte em 1:1 com posterior verificação da JBR.

5.3.2. Drenagem Subsuperficial.

Esse tipo de drenagem foi executado seguindo as normas do DNIT-ES-016/2006. Coube a fiscalização verificar a correta disposição dos mesmos e se estes foram executados conforme as especificações de projeto.

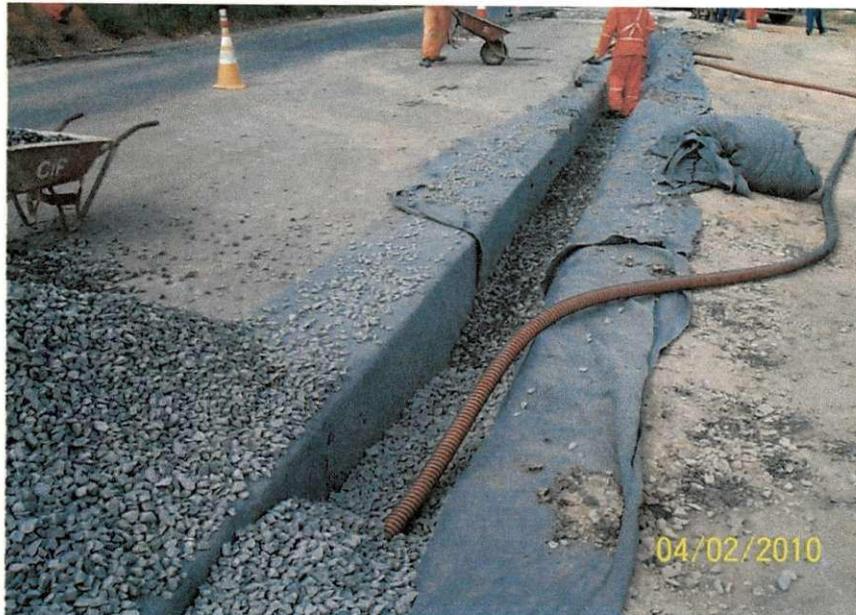


Figura 15: Detalhe do dreno subsuperficial do tipo DSS 04.

O projeto executivo do mesmo previa a utilização do tubo tipo Pead corrugado ou canoflex com 10 a 15 cm de diâmetro. O mesmo deveria ser colocado em uma seção de 40 x 40 cm a 10 cm do fundo, com material drenante do tipo brita 12 e manta geotextil para fins de impermeabilização do dreno.

5.3.3. Drenagem Subterrânea.

São instalados preferencialmente em profundidades entre 1,5 e 2,0 m, em cortes, nos terrenos planos que apresentem lençol freático próximo ao subleito e em áreas eventualmente saturadas próximas ao pé de taludes, principalmente nos casos em que forem encontradas camadas permeáveis intercaladas com impermeáveis, mesmo que sem a presença de água por ocasião da pesquisa do lençol freático. Portanto, poderemos ter:

Dreno Espinha-de-Peixe: São dispositivos destinados à drenagem de grandes áreas, pavimentadas ou não. Geralmente sem tubos, com pequena profundidade, são

usados em série, dispendo-se obliquamente à um eixo longitudinal (no caso, o eixo longitudinal da rodovia) ou área a drenar.

Colchão Drenante: Situa-se à pequena profundidade no leito, e constitui-se de uma ou mais camadas de material permeável, colocadas em toda a largura da área drenada. São adotados quando o volume a ser drenado for muito grande, não sendo possível o uso de espinha-de-peixe.

Drenos Horizontais Profundos: Também chamados drenos sub-horizontais ou drenos de penetração, são dispositivos cravados nos maciços ou taludes dos cortes, com a finalidade de drená-los para reduzir a pressão de lençóis confinados. São aplicáveis quando, nos maciços em que o lençol freático se apresentar muito elevado, e por isso surgir risco de deslizamento, mostrarem maior eficiência que outros tipos de dreno.

São constituídos de tubos (metálicos ou de PVC) ocos, providos de ranhuras ou orifícios na sua parte superior, com inclinação próxima da horizontal, e camada filtrantes envoltória, mais bucha, ancoramento e tãmpão. Mais importante que o alívio da pressão d'água nos poros, é a mudança da direção do fluxo, que – de praticamente horizontal, passa a ser quase vertical, orientando a força de percolação para uma direção que contribui para o aumento da estabilidade do talude.



Figura 16: execução do dreno tipo DPS 04 semi-concluído.

Para a drenagem subterrânea desta obra foi executada segundo o manual do DNIT em geral dispositivos do tipo DPS 04, podendo-se variar de acordo com a necessidade do projeto e topografia do trecho em questão. Portanto, tomando o DPS 04 como modelo, o mesmo precisou de seções em 150(altura)x 60(largura)cm, o mesmo deveria ser colocado a 15cm do fundo, protegido por uma camada de material grosso do tipo brita graduada com dimensões de 40x40cm e sua recomposição deveria ser feita com material drenante, com uma granulometria fina (argila, silte).

O mesmo possuía dimensões com 15 cm de diâmetro e poderia ser de material tipo tubo de concreto ou pead corrugado.

5.3.4. Drenagem para Transposição de Talwegues.

Bueiros: São condutos destinados à passagem das águas provenientes de bacias hidrográficas próximas à rodovia. Os elementos constituintes de um bueiro são:

Corpo - a parte situada sob o aterro, de forma e ação geralmente constantes, podendo ser executada em tubos, células, arcos, etc.

Bocas - de montante e jusante, arrematam externamente o corpo e contribuem para a fixação do bueiro, favorecem a entrada e saída do fluxo, com um mínimo de perturbação turbilhonar. A boca de um bueiro é constituída de soleira, muro de testa e alas.

Algumas vezes a boca de montante é substituída por caixa coletora ou poço para a condução das águas para o corpo do bueiro; isto se torna necessário quando a cota de entrada tenha de se situar abaixo do nível do terreno natural.



Figura 17: Detalhe de bueiro do tipo celular.

O procedimento construtivo do bueiro do tipo celular foi estabelecido obedecendo as normas do DNER-ES 286/97 e normas complementares. Para tal execução do mesmo fez-se necessário o acompanhamento da ferragem a qual a estrutura irá precisar para aferição da quantidade de ferro presente na mesma. Portanto o função da JBR Engenharia foi de fiscalizar a medição correta dos materiais empregados no mesmo e quantificá-los para aferir os seus resultados com os resultados das construtoras.

5.4- Execução do Pavimento.

5.4.1. Pavimento Flexível.

O procedimento construtivo do pavimento flexível se deu a partir da fresagem do material da pista existente, com a retirada do mesmo, este pode ser utilizado como material de regularização de aterro, uma vez que o mesmo possui uma boa estabilidade mecânica quando é devidamente tratado e colocado para reutilizá-lo.

Para a execução do pavimento novo em pista de rolamento, fez-se necessário a seqüência das etapas executivas abaixo:

- 1) Fresagem descontínua na espessura de 5 cm.
- 2) Pintura de ligação.
- 3) Recomposição de CBUQ (cimento britado usinado a quente) na faixa A e com espessura de 5 cm.
- 4) Pintura de ligação.
- 5) Geomalha Hatelit C 40/17 na largura de 50 cm sobre as juntas transversais e longitudinais.
- 6) Regularização do perfil longitudinal e transversal com CBUQ na faixa C, na espessura necessária para corrigir as irregularidades e concordâncias(definido pela JBR Engenharia Limitada).
- 7) Pintura de ligação.
- 8) 1° Camada de CBUQ na faixa B com espessura de 6 ou 5 cm.
- 9) Pintura de ligação.
- 10) Geomalha Hatelit C 40/17 na largura da plataforma.
- 11) 2° Camada de CBUQ na faixa B com espessura de 6 ou 4 cm.
- 12) Pintura de ligação.
- 13) CBUQ na faixa C e espessura de 5 cm.

No entanto para o acostamento e faixa de segurança, teremos:

- 1) Base de brita graduada melhorada com cimento com espessura variável.
- 2) Pintura de ligação.
- 3) CBUQ na faixa C com espessura de 5cm.



Figura 18: Detalhe da acabadora de asfalto.

Para execução do mesmo, foi utilizado a vibro acabadora de asfalto seguindo as recomendações do projeto construtivo aprovado pelo DNIT e pelas normas técnicas DNER-ES307-97 e DNER-ES313-97.

No entanto para a fiscalização se torna importante a correta manutenção do processo executivo do pavimento, a correta aferição da temperatura do material depositado nas camadas de CBUQ, o correto transporte e armazenamento do material para que o mesmo não possa perder suas características iniciais.

É importante ressaltar que após o lançamento do material no pavimento, o mesmo deverá ser aferido quanto a espessura da camada por meio de gabarito e ainda para a correção de suas imperfeições laterais, deverá possuir material humano chamado de rasteleiro, o qual tem função de regularização das laterais.

5.4.2. Pavimento Rígido.

Para a execução construtiva do pavimento rígido(duplicação) fez-se necessário a utilização de procedimentos de terraplenagem os quais foram descritos acima, drenagem e entre outros processos.

Portanto para a execução da duplicação fez necessário(pista de rolamento e faixa de segurança):

- 1) Regularização do subleito quando necessário, no caso, geralmente com material fresado.
- 2) Sub – base de concreto rolado ($f_{ctM,k}=1,8\text{Mpa}$) com espessura de 10 cm.
- 3) Pintura de ligação.
- 4) Placa de concreto de cimento portland ($f_{ctM,k}=4,5\text{Mpa}$) com espessura de 22 cm.

Para execução do acostamento, foi desenvolvido:

- 1) Regularização do subleito.
- 2) Base de brita graduada com espessura de 27 cm.
- 3) Camada de Imprimação.
- 4) CBUQ na faixa C com espessura de 5 cm.

Quantidades Por Quilômetro		
Item de Serviço	Unidade	Quantidade
Placa de Concreto de Cimento	m ³	1.804
Pintura de Ligação	m ³	9.200
Concreto de Cimento Rolado	m ³	920
Concreto Betuminoso(Faixa C)	m ³	150
Imprimação	m ³	3.000
Base de Brita Graduada	m ³	945
Regularização do Subleito	m ³	13.260

Tabela 01: Quantitativo de Materiais Utilizados.



Figura 19: Detalhe da vibro acabadora de concreto.

Para a execução desse tipo de pavimento, utilizou-se a referência normativa do tipo DNER-ES306-97, DNER-ES307-97, DNER-ES326-97 e normas complementares englobadas a esta. A construção da estrutura desse pavimento em algumas etapas, a primeira delas se dá pela colocação de guias, espécies de eletrodos na porção lateral da distribuidora regulável e vibro-acabadora de concreto após posterior pintura de ligação e colocação de uma lona preta.

É importante ressaltar que nessa obra, reduzimos a área de atuação da acabadora de concreto para apenas a pista de rolamento, não atuando em 1m de faixa de segurança, pois a mesma foi executada em fôrmas de madeira e posterior concretagem.

A segunda etapa construtiva foi concluída com a colocação de barras de transferência e ligação, com um caso bastante interessante que podemos observar, uma vez que as barras de ligação foram executadas com a perfuração na sub-base de concreto rolado anteriormente a colocação de concreto na distribuidora regulável.

A terceira etapa foi executada com a deposição do concreto na central de distribuição e vibro-acabadora para sua regularização. Com a regularização em seguida procedeu-se a fase de acabamento final e texturização superficial, etapas importantes uma vez que não se podem deixar irregularidades no pavimento e as mesmas foram procedidas na forma mecanizada e com a utilização de uma régua do tipo T, para o alisamento do concreto e uma escova para dar aderência ao pavimento.

Na quarta etapa procede-se a cura do concreto com equipamento mecanizado, seguindo as normas da ASTM C309 para o produto químico e a sua película empregada. É necessário ressaltar que tivemos o cuidado de colocar uma lona na cor branca para que o concreto não perdesse as suas características.

Para a ultima etapa a qual observei, a criação de juntas de 3 de mm, para desenvolver a retração e dilatação devido a temperatura e posterior colocação de corpo de apoio e selagem que são capazes de absorver a movimentação das placas de concreto.



Figura 20: Detalhe de junta mal acabada e colocação da cura no pavimento.

Portanto, para fiscalização correta, deveríamos sempre ficar atentos aos processos executivos, uma vez que os mesmos poderiam ser mal executados ou procedidos de forma incorreta.

Na aplicação das barras de ligação, por exemplo, se tomou o cuidado de fazer uma “janela” no concreto para aferição da qualidade da execução, uma vez que quando a massa de concreto era depositada pelo caminhão caçamba, a mesma poderia levar a barra a fletir para qualquer região do espaço, fazendo com que perca as características iniciais de funcionalidade.

6 – CONTROLE TECNOLÓGICO.

O controle tecnológico foi realizado pelo o grupo de execução da obra(Queiroz Galvão, Odebrecht,Barbosa Melo e Andrade Gutierrez) e aferido pela fiscalização da nossa empresa.A empresa disponibilizou no período o qual estive presente um laboratorista.

Os ensaios aos quais podemos verificar foram os de abatimento de tronco de cone(Slup Test) NBR 12655 (1996), ensaios de CBR(Índice de Suporte Califórnia) e expansão os quais são regidos pela NBR-9895/1987, resistência a compressão axial NBR-5739, resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos NBR 12142:199 e entre outros ensaios em geral.

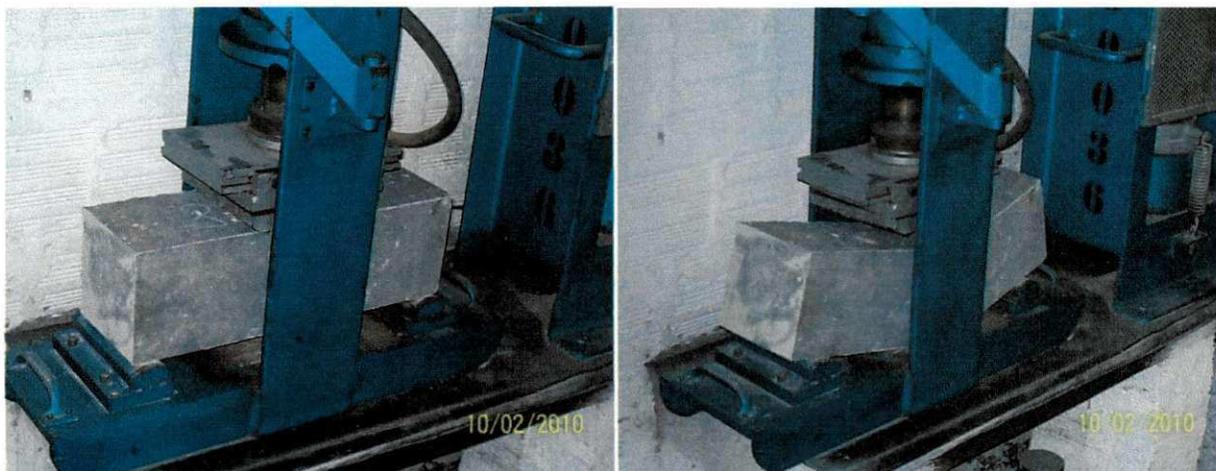


Figura 21: Detalhe de um rompimento do corpo de prova na flexão.

Com esse devido controle, laboratório, campo, e as especificações técnicas em relação ao controle das etapas produtivas dentro da execução dos pavimentos, defensas, dispositivos de drenagem, aterros e entre outros, os processos executivos ocorreram dentro da normalidade no período ao qual estive presente.

7 – CONFORTO DO PAVIMENTO.

O conforto do pavimento rígido ou em placa é medido através do emprego do equipamento Perfilógrafo do tipo Califórnia. Este serve para medir a irregularidade longitudinal de pavimentos de concreto e asfáltico em fase de construção.

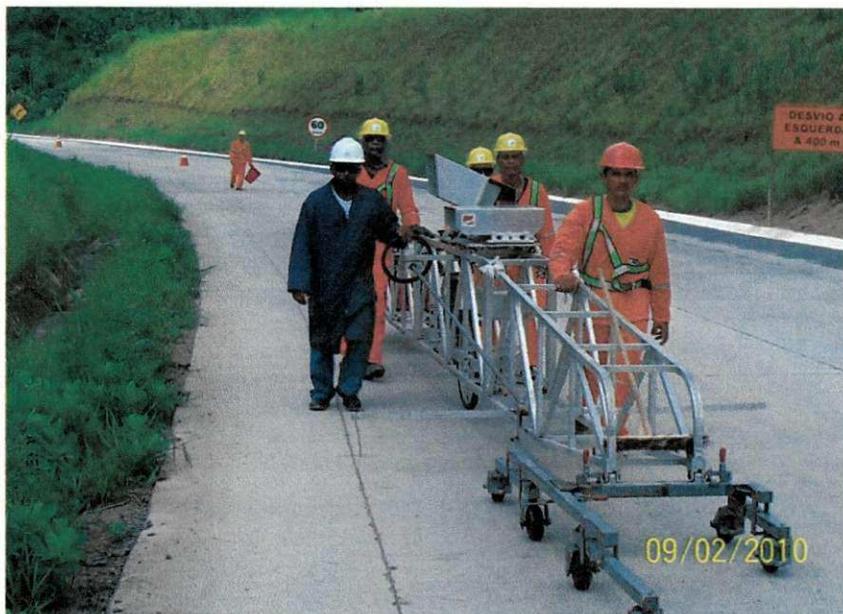


Figura 22: Detalhe de perfilógrafo tipo Califórnia em execução.

O mesmo foi executado pelo Consórcio com permissão da nossa empresa fiscalizadora e teria que ser acompanhado todos os dias de execução, havia no entanto uma preocupação com relação aos dados aferidos no mesmo, um vez que o mesmo procede um gráfico o qual mede a deformação longitudinal em 1km de pavimento e este não poderia passar de 250 mm de deformação por km .

8 – CONCLUSÃO.

Por fim quero agradecer novamente a oportunidade a qual a empresa JBR Engenharia Limitada me ofereceu e concluir que o período do estágio supervisionado foi de grande valia para efeitos práticos os quais foram debatidos e observados em disciplinas como, Materiais de Construção 1 e 2, Materiais de Construção Experimental, Hidráulica e Hidráulica Experimental.

Entretanto, eu ainda tive a oportunidade de presenciar procedimentos de terraplenagem e pavimentação, processos executivos os quais são fomentados na disciplina de Pavimentação e concluir a importância de sua formatação e os cuidados os quais devem ser tomados.

Portanto conclui-se a importância do estágio supervisionado ser fundamental para o aprendizado colocado em prática, uma vez que o mesmo é relacionado com o aprendizado teórico.

9 – BIBLIOGRAFIA.

Cardoso Neto, A. (2005), Agência Nacional de Águas, Produção Acadêmica.

DNIT-ES016, (2006), Especificação de Serviço, Drenagem Subsuperficial, Rio de Janeiro. (Departamento Nacional de Estradas e Rodagens).

DNER-ES 286, (1997), Especificação de Serviço, Drenagem para Transposição de Talwegues, Rio de Janeiro. (Departamento Nacional de Estradas e Rodagens).

DNER-ES278, (1997), Especificação de Serviço, Terraplenagem - Serviços Preliminares, Rio de Janeiro. (Departamento Nacional de Estradas e Rodagens).

DNER-ES279, (1997), Especificação de Serviço, Terraplenagem – Caminhos de Serviços, Rio de Janeiro.

DNER-ES280, (1997), Especificação de Serviço, Terraplenagem – Cortes, Rio de Janeiro. (Departamento Nacional de Estradas e Rodagens).

DNER-ES281, (1997), Especificação de Serviço, Terraplenagem – Empréstimos, Rio de Janeiro. (Departamento Nacional de Estradas e Rodagens).

DNER-ES282, (1997), Especificação de Serviço, Terraplenagem – Aterros, Rio de Janeiro. (Departamento Nacional de Estradas e Rodagens).

DNER-ES306, (1997), Especificação de Serviço, Pavimentação – Imprimação, Rio de Janeiro. (Departamento Nacional de Estradas e Rodagens).

DNER-ES307, (1997), Especificação de Serviço, Pavimentação – Pintura de Ligação, Rio de Janeiro. (Departamento Nacional de Estradas e Rodagens).

DNER-ES313, (1997), Especificação de Serviço, Pavimentação – Concreto Betuminoso, Rio de Janeiro. (Departamento Nacional de Estradas e Rodagens).

DNER-ES326, (1997), Especificação de Serviço, Pavimentação – Concreto de Cimento Portland com Equipamento de Fôrma – Trilho, Rio de Janeiro. (Departamento Nacional de Estradas e Rodagens).

Formação Básica para Engenheiros, (2008), Pavimentação Asfáltica, Rio de Janeiro, Material Complementar.

NBR 5739, (2007), Determinação da Resistência a Compressão Axial, Rio de Janeiro. (normas brasileiras).

NBR 9895, (1987), Determinação do Índice de Suporte Califórnia(CBR) e Grau de Expansão, Rio de Janeiro. (Normas Brasileiras).

NBR 12142, (1991), Determinação da Resistência à Tração na Flexão em Corpos – de – Prova Prismáticos, Rio de Janeiro. (Normas Brasileiras).

NBR 12655 (1996), Método de Ensaio de Abatimento do Tronco de Cone (Slump Test), Rio de Janeiro. (Normas Brasileiras).

NBR 13133, (1994), Execução de Levantamento Topográfico, Rio de Janeiro. (Normas Brasileiras).

Soares, J. (2006), Universidade Federal do Ceará, Nota de Aula.

Yokio, J.S. (2002), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Nota de Aula.