



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Ciências e Tecnologia
Departamento de Engenharia Civil
Relatório de Estágio supervisionado
Número de créditos : 10

Orientador: José Bezerra

Aluno: Marcos Tiago de Sousa Victor
Matrícula : 29911182



Campina Grande – Pb, Outubro de 2003



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

Sumé - PB

SUMÁRIO :

AGRADECIMENTOS2

TERMINOLOGIA E NORMAS3

APRESENTAÇÃO4

1.0 - RESUMO5

2.0 - OBJETIVOS6

3.0 - DESCRITIVO TÉCNICO7

4.0 - SERVIÇOS PRELIMINARES 8

5.0 - ATERROS 9

6.0 - CICLOVIAE CALÇADAS 10

7.0 - DRENAGEM PLUVIAL E REDE COLETORA DE ESGOTO... 10

8.0 - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DO MEIO FIO..... 12

9.0 - ESTUDO DAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS 12

10.0 - DRENOS PROFUNDOS20

11.0 - REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO23

12.0 - SUB-BASE23

13.0 - BASE24

14.0 - IMPRIMAÇÃO25

15.0 - PAVIMENTAÇÃO COM CBUQ27

16.0 - TAREFAS REALIZADAS30

17.0 - REFORMA DA CÂMARA DE VEREADORES
(MEDIÇÕES REALIZADAS)32

18.0 - CONCLUSÃO39

18.0 - ANEXOS (RELATÓRIOS SOBRE ENSAIOS REALIZADOS
EM LABORATÓRIO)40

Agradecimentos

Agradeço muito a meu Deus por ter tido a chance de cursar um curso tão engrandecedor e que nos dar expectativas de melhorias de vida, como é o curso de engenharia Civil.

Aos professores da UFCG, pelos ensinamentos passados durante todo esse tempo, em especial ao meu orientador José Bezerra, pessoa no qual escolhi para ser orientador por causa da admiração que tenho por sua pessoa, além de saber que seus conhecimentos iriam ser indispensáveis para o término deste relatório.

Agradeço também aos meus pais, Marcondes dos santos Victor e Martha Francilene de Sousa Victor pelo carinho e dedicação e também pelo apoio financeiro.

Aos meus colegas e amigos do curso, os mais sinceros votos de sucesso.

A minha namorada, Ana Olívia, pela paciência e pelo estímulo dado.

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente durante esses meus 6 anos de curso.

TERMINOLOGIA E NORMAS

DNER-ES-T 01-70 Serviços preliminares.

DNER-ES-T 05-70 Aterros

DNER-ES-P 10-71 Base Estabilizada Granulometricamente

DNER-ES-P 14-71 Imprimação

DNER-ES-P 22-71 Concreto Betuminoso Usinado a Quente

DNER-ES-P 29-70 Drenos Profundos

DNER -ES 278/97 (*) Terraplenagem - serviços preliminares

DNER -ES 279/97 (*) Terraplenagem - caminhos de serviço

DNER -ES 280/97 (*) Terraplenagem - cortes

DNER -ES 281/97 (*) Terraplenagem - empréstimos

DNER - ES 292/97 (*) Drenagem - drenos subterrâneos

DNER ES 299/97 (*) Pavimentação - regularização do subleito

DNER ES 300/97 (*) Pavimentação - reforço do subleito

DNER ME 049/94 Solos - determinação do Índice de Suporte Califórnia

DNER ME 051/94 Solos - análise granulométrica

DNER ME 052/94 Solos e agregados miúdos - determinação da umidade pelo método expedito "Speedy"

APRESENTAÇÃO

Neste relatório de estágio supervisionado, serão abordados as atividades desenvolvidas pelo aluno, Marcos Tiago de Sousa Victor, devidamente matriculado no Curso de Graduação de Engenharia Civil na Universidade Federal de Campina Grande, de matrícula número 29911182,.

O mesmo correspondendo ao período de 1 de Abril de 2003 a 1 de outubro de 2003, de acordo com o termo de compromisso firmado entre as partes envolvidas (SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS- PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINA GRANDE e o citado aluno), no qual o estagiário tem que cumprir 24 horas semanais. A finalidade será de avaliar e complementar a disciplina referente ao estágio supervisionado para a conclusão do Curso em Engenharia Civil, sob a orientação do professor e Engenheiro civil José Bezerra.

1.0 - RESUMO

Neste relatório de estágio supervisionado para a conclusão do curso de graduação de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande, constará da execução da obra de Urbanização do entorno do Açude de Bodocongó, situado no bairro de Bodocongó, nesta cidade.

Abordaremos principalmente os aspectos técnicos e conceituais aprendidos em nosso curso, mas não deixará de constar também conceitos relativos aos aspectos humanos, ou seja, interpessoais bem como conceitos de segurança no trabalho, conceitos gerais ocorridos no dia-a-dia da construção. Serão apresentados também neste relatório, tabelas, fotos "in Loco", citações, exemplos, figuras, relatórios de ensaios ocorridos na obra, e análises dos resultados de forma técnica e objetiva. Constará também de uma conclusão de todo o processo descrito deste relatório.

Por fim, uma vasta bibliografia dos principais livros e textos que servirão para realização deste relatório e do curso em si.

2.0 - OBJETIVOS

2.1 - GERAL

Este Estágio Supervisionado tem por finalidade:

- Aplicação da teoria adquirida no curso até o momento na prática;
- Aquisição de novos conhecimentos gerais e termos utilizados no cotidiano;
- Complemento do processo ensino-aprendizagem;
- Desenvolver a capacidade seja de opinar, de analisar, de dar possíveis soluções com respeito a problemas que possam vir a ocorrer no decorrer da atividade;
- Desenvolvimento do relacionamento com as pessoas;
- Ligação com o "real" de uma obra de construção civil, no que diz respeito a questões de responsabilidade e compromissos assumidos;

2.2 - ESPECÍFICO

Como o Estágio engloba um processo de aprendizagem, as atividades desenvolvidas no decorrer deste, se diz respeito a verificação de:

- Plantas e projetos;
- Acompanhamento dos ensaios em laboratório;
- Avaliação dos resultados;
- Fiscalização e acompanhamento das atividades envolvidas;
- Terraplanagem;
- Corte e Aterro;
- Preparação de base e sub-base;
- Imprimação;
- Pavimentação.

A seguir, será apresentado um memorial descritivo técnico, sobre especificações importantes da obra

3.0 - DESCRITIVO TÉCNICO

Obra: Urbanização do entorno do Açude de Bodocongó.

O presente projeto tem como finalidade das continuidades às obras, já iniciadas, de urbanização do entorno do açude de Bodocongó (primeira etapa).

Os serviços constam de :

- Rede coletora de esgoto sanitário : 682,00 m (com destino final ETE)
- Ligações domiciliares até a calçada a cada 36,00 m
- Pavimentação em CBUQ de três vias – 12.400,00m² (ver quadro abaixo)
- Assentamento de meio fio em concreto – 4.520,00
- Rede iluminação pública

Obs. Importante : A rede de iluminação pública não foi possível ser instalada por falta de capital.

RUA	Comprimento	Largura	Área
Perimetral	600,00 m	14,00 m	8.400,00 m ²
Projetada 1	10,00 m	10,00 m	1.000,00 m ²
Projetada 2	300,00 m	10,00 m	3.000,00 m ²
Totais	1.000,00 m		12.400,00 m ²

Obs: A rede coletora de esgotamento sanitário deverá ser lançada na estação elevatória que a CAGEPA construirá

No que diz respeito ao dimensionamento da rede, este não será apresentado por se tratar de um trecho não muito extenso e com poucas ligações, portanto optou-se por lançar a rede com alturas de PV's mínimas e declividade compatível com o perfil das ruas.

4.0 - SERVIÇOS PRELIMINARES :

1. Generalidades :

Constituem os serviços preliminares a execução de serviços topográficos, desmatamento, destocamento e limpeza.

Os serviços topográficos objetivam a locação do eixo do traçado, nivelamento e seccionamento transversal, bem como a marcação dos "off sets" e seu respectivo nivelamento.

Os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza objetivam a remoção, nas áreas destinadas à implantação do corpo estradal e naquelas correspondentes aos empréstimos, das obstruções naturais ou artificiais, porventura existentes, tais como: árvores, arbustos, tocos, raízes, entulhos, matações, estruturas, etc.

MEMORIAL DE CÁLCULO :

Terraplanagem/pavimentação:

Locação e nivelamento : 1.000,00 m

Escavação : 1.609,00 m³

Material de jazida : 28.332,70 (aterro + sub-base + base)

Momento extraordinário de transporte : $28.332,70 \times 1,25 \times 6 = 212.495,25 \text{ m}^3 \times \text{Km}$

Bota fora : 2.458,00 m³ (Lama)

Observação : Nesta obra foi feito apenas cortes para a retirada do Bota fora citado acima, nada que foi cortado foi utilizado como empréstimo, sendo assim, foi feito apenas aterros. A seguir, algumas especificações sobre o serviço de aterro será citado.

Espalhamento e compactação de aterro : 23.012,70

Sub-base e base : $(600,00 \times 15,50 \times 0,20) + (400,00 \times 10,00 \times 0,20) = 2.660,00 \text{ m}^3$

Regularização de sub leito : $600,00 \times 15,50 = 400,00 \times 10,00 = 13.300,00 \text{ m}^2$

5.0 - ATERROS :

Aterros são segmentos cuja implantação requer o depósito de materiais, quer provenientes de cortes, quer de empréstimos, no interior dos limites das seções de projeto, que definem o corpo estradal.



Fig.1 – Rua Perimetral 2 (Necessidade de aterro para se chegar à cota de projeto).

- As operações de aterro compreendem:
 - a) descarga, espalhamento, conveniente umedecimento ou aeração, e compactação de materiais oriundos de cortes ou empréstimos, para a construção do corpo do aterro, para a construção da camada final do aterro até a cota correspondente ao greide da terraplanagem.
- Quanto ao equipamento utilizado:

A execução dos aterros deverá prever a utilização racional de equipamento apropriado, atendidas as condições locais e a produtividade exigida.

Nesta obra foram empregados, tratores de lâmina, moto-niveladoras, rolos lisos, de pneus e pés de carneiros, todos vibratórios.

- Execução :
 - a) A operação foi precedida após a execução dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza;
 - b) O lançamento do material para a construção dos aterros foi feito em camadas sucessivas, em toda largura da seção transversal. Para o corpo do aterro a espessura da camada compactada foi de 0,15 m. Para as camadas finais essa espessura foi de 0,10 m.;



Fig.2 – Compactação do aterro da rua perimetral

- c) Os trechos que não atingiram as condições mínimas de compactação (no caso o objetivo era alcançar grau de compactação maior que 96 %), e máxima de espessura (máximo de 0,30 m e de 0,20 m para camadas finais), deverão ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade adequada e novamente compactados. Observação : Nesta obra, o grau de compactação não atingiu o esperado duas vezes, e as medidas acima foram tomadas;

6.0 - CICLOVIA E CALÇADAS (MEMORIAL DE CÁLCULO) :

Fornecimento e assentamento do meio fio :

- Ciclovia : $600 \times 2 = 1.200,00$ m
- Calçadas e vias : $600,00 \times 6 + 400,00 \times 2 = 4.400,00 + 120,00$ m (rótula) = 4.520,00 m

Observação importante : Não foi possível fazer a ciclovia como também as calçadas, por falta de capital.

Pavimentação em CBUQ : $12.400 / 8,30 = 1.495,00$ t

7.0 - DRENAGEM PLUVIAL E REDE COLETORA DE ESGOTO :

Locação e nivelamento : 682,00 m

Escavação de valas :

- Até 2,0 m : $(1,65 \times 1,0 \times 180,00) + (2,00 \times 1,20 \times 1,50) + (1,50 \times 0,80 \times 92,00) + (1,50 \times 0,80 \times 100) = 887,40$ m³
- Acima de 2,0 m : $(2,60 \times 1,50 \times 160) = 624,00$ m³

Total de escavação = 1.511,00 m³

- Primeira categoria 70 % : 1.057,70 m³
- Terceira categoria 30 % : 453,30 m³

Colchão de areia : $(180 \times 1,00 + 150 \times 1,20 + 100 \times 0,80 + 160 \times 1,50 + 92 \times 0,80) \times 0,40$
 $= 301,44 \text{ m}^3$

Reaterro de vala : $1.511,00 - 301,44 = 1.209,56 \text{ m}^3$

Assentamento de tubo : 682,00 m



Fig.2 – Assentamento de Tubos



Fig.3 – Esgoto sendo jogado às margens do trecho a ser executado, daí a necessidade de se executar drenagem, a fim de não comprometer as camadas de Leito e sub-leito.

Ligações domiciliares :

Quantidade de caixas para ligação 682,00 m (3 x 12,00 m) = 19 unidades

Escavação de valas : $(8,0 \times 1,20 \times 0,80) \times 19 = 158,08 \text{ m}^3$

Colchão de areia : $8,0 \times 0,80 \times 0,20 \times 19 = 24,32 \text{ m}^3$

Assentamento de tubo : $8,0 \times 19 = 152,00 \text{ m}$

Reaterro de valas : $158,08 - 24,32 = 133,76 \text{ m}^3$

Assentamento de caixa de inspeção = 19 um

8.0 - Fornecimento e assentamento do meio-fio :

Foi aberta uma vala para assentamento das guias ao longo dos bordos do sub-leito preparado, obedecendo ao alinhamento, perfil e dimensões estabelecidas no projeto.

O fundo da vala foi regularizado e em seguida, apilado.

As juntas das guias foram tomadas com argamassa de cimento e areia no traço 1:3.

Após término do alinhamento, verificou-se um pequeno desvio de 3,5 mm em relação ao alinhamento e perfil estabelecidos.

Dimensões no meio-fio :

- Comprimento : 90 cm
- Altura : 50 cm
- Espessura : 17 cm

9.0 - Estudo De máquinas e Equipamentos utilizados:

A seguir, será apresentado conceitos sobre máquinas especializadas de terraplanagem e sua utilização na obra.

1) Generalidades:

O emprego de máquinas na construção da terraplanagem vem se firmando cada vez mais graças ao extraordinário rendimento de unidades cada dia mais potentes, velozes e de maior capacidade, não sendo exagerado dizer-se que há hoje máquinas especiais para cada serviço.

2) Classificação das máquinas :

De um modo geral, podem as máquinas grupar-se em duas classes : máquinas motrizes, que produzem a energia mecânica necessária à produção do trabalho e máquinas operatrizes que, tracionadas ou acionadas pelas primeiras, realizam diretamente os serviços.

As máquinas motrizes são: os tratores, sobre pneus ou sobre lagartas, que empurram ou puxam quase todas as máquinas operatrizes; os compressores de ar que produzem o ar comprimido para acionamento dos marteletes, máquinas de coluna, vibradores pneumáticos, etc.

9.1 - Estudo dos tratores:

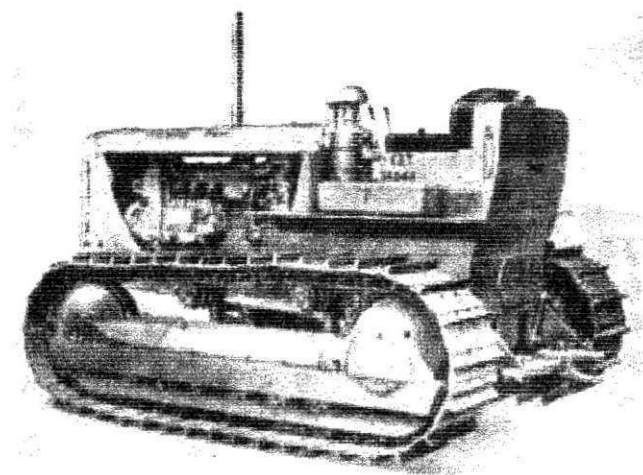


Fig.1-Trator de lagarta.

Os tratores de lagarta são especialmente indicados para os seguintes trabalhos :

- Desmatação, escarificação, escavação com pouca velocidade de avanço e em terrenos de pequena consistência;
- Reboque, com ou sem escavação, a pequena velocidade, em rampas fortes e em barro, solos soltos e aterros recentes;
- Transporte a distância curtas e médias, especialmente quando o trajeto pode ser encurtado através de atalhos em caminhos de grande declividade;
- Transporte de grandes cargas a grandes distâncias, quando a quantidade transportada, por viagem, compensar a pequena velocidade.

Outra vantagem da lagarta sobre os pneus é seu menor desgaste e seu menor custo de manutenção.

Os tratores de pneumáticos apresentam sobre os de lagarta as seguintes vantagens:

- São de condução e manobra mais fáceis;
- Permitem maior velocidade em estradas ou plataforma de superfície regularizada;

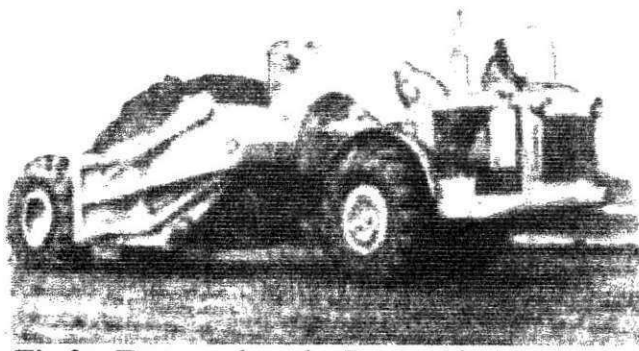


Fig.2 – Tratores de rodas Pneumáticas

9.2 - Máquinas Operatrizes :

As máquinas operatrizes são de diversos tipos.

- 1) Os road-builders, empurradoras ou topadoras, são máquinas robustas que consistem em um trator, geralmente de grande potência, equipado com lâmina forte. Têm variadíssimo emprego na terraplanagem, conforme os movimentos da lâmina.

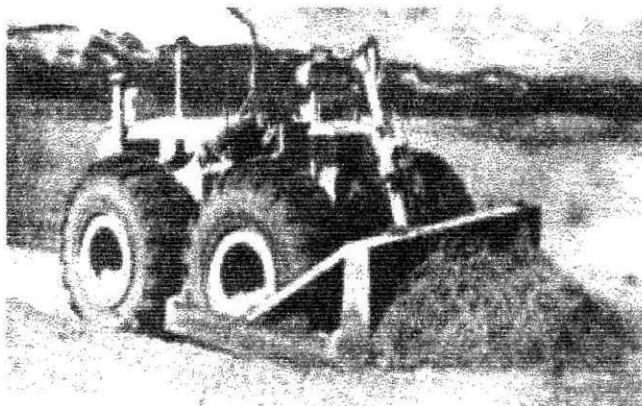


Fig.3 – Road-builder pneumático

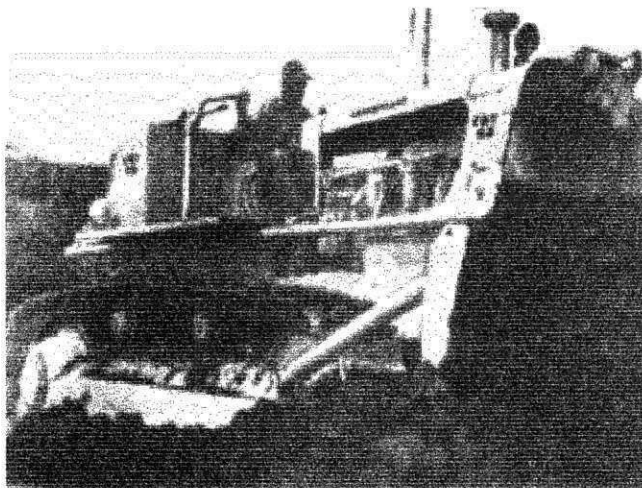


Fig.4 – Road-builder de Lagarta

Os road-builder tem emprego em diversos serviços: desmatção, limpeza da faixa desmatada, abertura de caminhos de serviço, cortes com transporte a pequena distância, aterros baixos com empréstimo lateral, etc.

- 3) As plainas, ou patrol, são máquinas dotadas de lâmina de menor capacidade que a dos road-builders, destinadas principalmente à raspagem superficial. Podem ser rebocadas por um trator (plainas niveladoras) ; podem ter motor próprio (plainas auto-rebocadas, auto-patrol); podem, ainda, ser dotadas de dispositivo que permite elevar as terras escavadas em raspagem e deposita-las lateralmente (plainas elevadoras).

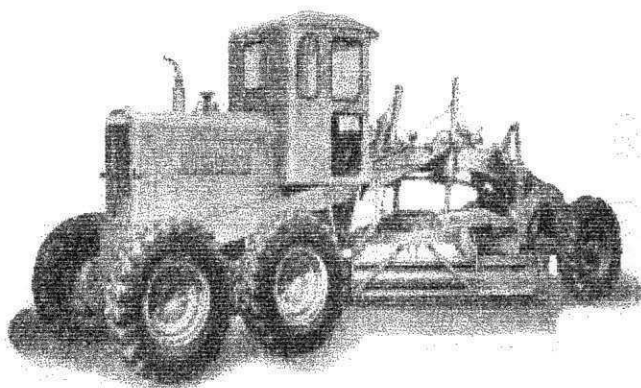


Fig.5 – Plainas motorizadas



Fig.6 – Detalhe da lâmina da Plaina

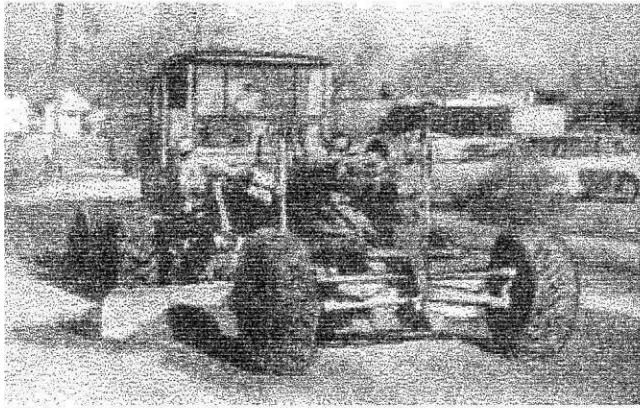


Fig.7 – Outro exemplo de Plaina motorizada

As plainas motorizadas (motoniveladoras) apresentam sobre as rebocadas algumas vantagens: exigem somente um operador, são relativamente fáceis de manobrar, podem girar em áreas bastante pequenas, podem trabalhar em marcha ré, tem boa mobilidade em trabalho e nos deslocamentos de um para outro canteiro de serviço e podem operar em condições em que as rebocadas causariam danos à estrada.

- 4) As escavadoras tipo Bucyrus, pás escavadoras, ou retro-escavadoras são máquinas que se deslocam sobre esteiras ou rodas pneumáticas e que, fixadas em pontos apropriados, realizam a dupla operação de efetuar o corte e carregar as terras nas unidades de transporte. Conforme o elemento escavador de que são dotadas ou o modo de realizar a escavação, diz-se que são equipadas com colher (shovel), concha (clamshel) ou draga (drag-line, arrasto).

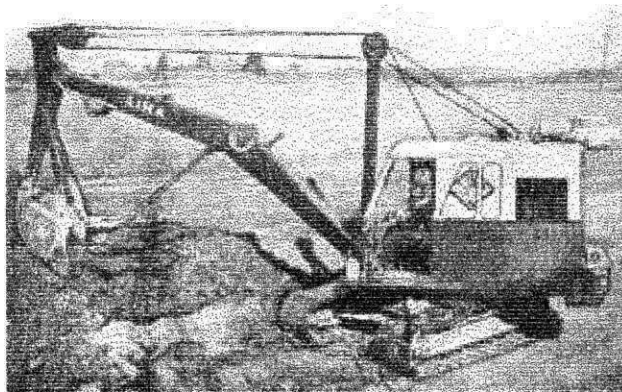


Fig.8 – Retro-escavadora

- 5) Os escarificadores (rooters) são máquinas sólidas e pesadas, dotadas de dentes robustos que dilaceram a superfície dos terrenos consistentes, removem pedras soltas ou destroem os pavimentos a substituir.

Os escarificadores são tracionados por um trator, sendo aconselhado que este seja equipado com lâmina (dozer) para realizar os trabalhos eventuais que se tornem necessários para não paralisar a operação.

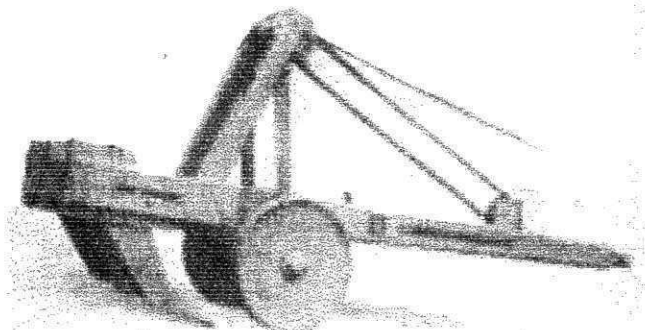


Fig.9 – Escarificador Modelo H

- 6) Os caminhões podem ser comuns ou especiais. Nos caminhões especiais, os reboques e as vagonetas podem descarregar pelo fundo ou mediante movimento basculante para trás ou lateralmente.



Fig.10 – Caminhão do Tipo Basculante

- 7) Os compressores, popularmente chamados de rolos compactadores, são máquinas que comprimem as camadas de terra lançadas nos aterros ou o pavimento em construção. Podem ser: de pés de carneiro, nos quais a roda compressora apresenta excrescências externas que penetram na massa a compactar; de três rodas, com uma roda compressora e duas de apoio, todas metálicas com a superfície externa lisa; tandem, com duas ou três rodas compressoras lisas; de rodas de pneumático, nos quais um certo número de rodas é montado sobre o mesmo eixo.

a. De pés de carneiro:

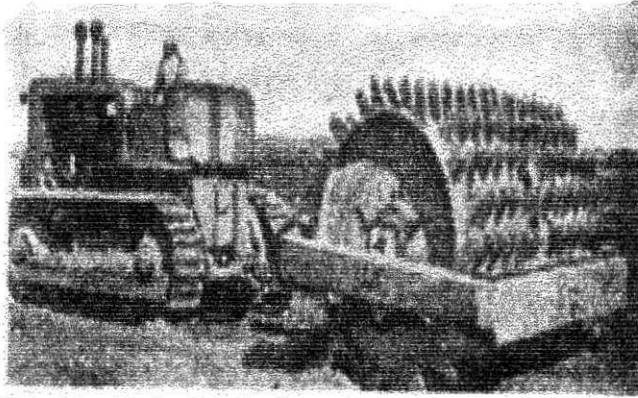


Fig.11 – Rolo Pé de Carneiro

Compactam todos os solos, exceto areia, cascalho e brita, podendo comprimir camadas até a espessura de 23 cm (9”) de material solto. Comprimmem bases de pavimento, quando o material possui suficiente percentagem aglutinante.

b. De três rodas ou comum:

Compactam bases de pedra britada com pouco ou nenhum material aglutinante. Podem também compactar espessuras delgadas de solos, em aterros. São empregados, ainda, na compressão inicial de pavimentos betuminosos.

c. Tandem:

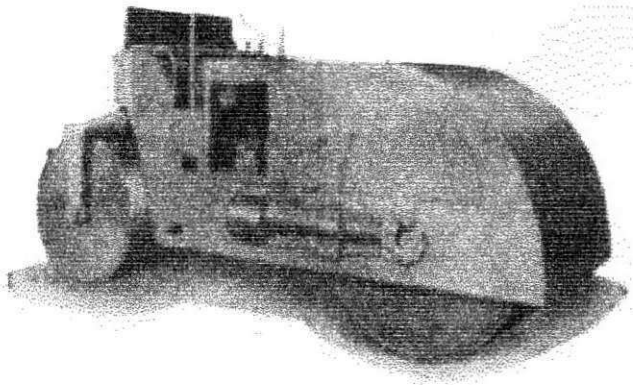


Fig.12 – Tandem

Tem o mesmo emprego que os rolos de três rodas, alcançando maior eficiência.

d. De rodas de pneumático :

É o melhor compressor para concluir a compactação de aterros feitos com os rolos de pés de carneiro. Comprime bases de brita, cascalho, etc. Em pequenas espessuras de terra solta, permite maior grau de compactação e melhor rendimento que os rolos de três rodas e tandem.

- 8) As máquinas compactadoras ou apiloadoras, chamadas popularmente de sapinho, proporcionam compactação do solo, pelo emprego de vibração ou densificadores oscilantes.

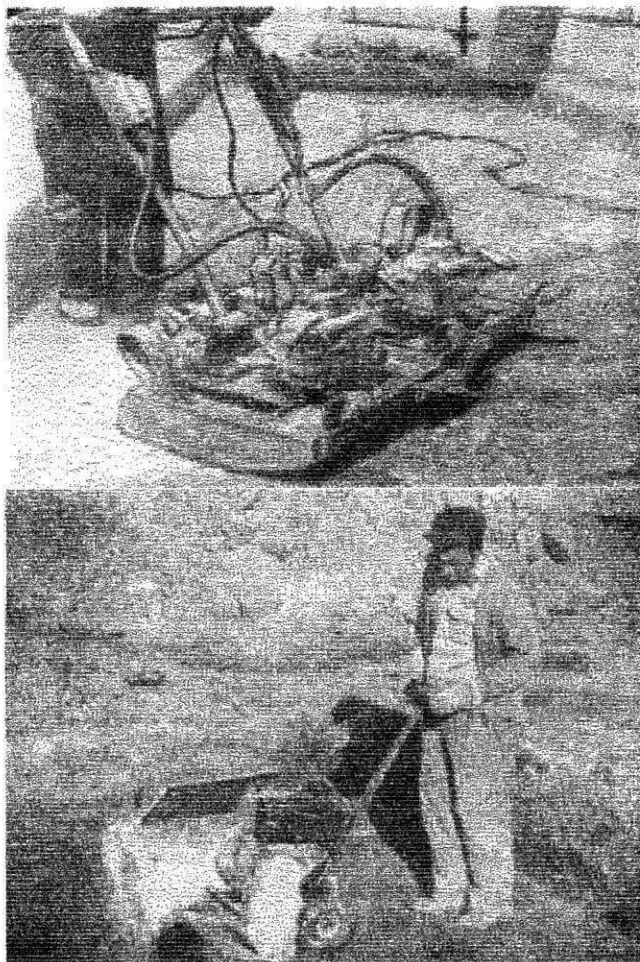


Fig.13 e 14 - Máquinas compactadoras manuais.

10.0 - Drenos Profundos:

Generalidades :

Esta especificação relatada à seguir trata da construção de drenos subterrâneos que foram executados no projeto em questão.

Foi utilizado dreno poroso em 20 metros da rua projetada 2 e em toda extensão da perimetral.

A execução consiste na adequada colocação dos materiais especificados abaixo.

Em resumo, coloca-se os tubos porosos, cobertos por britas e depois areia, materiais estes que são melhor especificados à seguir.



Fig.1- Execução de Drenagem (Entorno do Açude De Bodocongó)

Materiais :

1. Tubos Porosos de Concreto

Os tubos porosos terão seção circular com circunferências concêntricas, interna e externamente, e encaixe do tipo macho e fêmea. Os tubos deverão atender às condições de resistência e porosidade adiante prescritas e não apresentar defeitos.

O concreto consistirá na mistura de cimento Portland, agregados minerais e água.



Fig.2 – Tubos Porosos Usados na Obra

O cimento Portland atende à especificação de recebimento e aceitação de cimento Portland Comum (DNER-EM 36-71).

Os agregados atende à especificação de agregado miúdo para concreto de cimento (DNER-EM 38-71) e de agregado graúdo para concreto de cimento (DNER-EM 37-71).

A mistura de agregado, cimento e água deverá ser feita em betoneira, usando-se granulometria e proporções que produzam um concreto homogêneo, de tal qualidade que os tubos atendam a esta especificação.

2. Material filtrante

O material filtrante para envolvimento e o material de enchimento para os drenos subterrâneos construídos com tubos porosos de concreto deverão consistir de partículas limpas, duras e duráveis de areia, pedregulho ou pedra britada, tendo sido usado, neste caso, areia e brita, isentos de matéria orgânica, torrões de argila ou outros materiais deletérios.



Fig.3 – Execução dos drenos Porosos (Acima dos Drenos, camada filtrante de brita e, logo acima, Camada de Brita, para melhor absorção).

O material filtrante deverá obedecer à seguinte faixa granulométrica:

PENEIRAS (mm)	%, EM PESO, PASSANDO
9,5	100
4,8	95-100
1,2	45-80
0,3	10-30
0,15	2-10

3. Material de rejuntamento:

O material de rejuntamento a ser empregado será argamassa de cimento e areia, no traço 1:4.

4. Execução :

As valas deverão ser escavadas de acordo com a largura, o alinhamento e as cotas indicados no projeto.

Os tubos de tipo e dimensões requeridas deverão ser assentados firmemente no material de envolvimento. As juntas de ponta e bolsa deverão ser colocadas de modo que as bolsas fiquem voltadas para o lado ascendente da declividade.

A parte superior da vala deverá então ser preenchida com material argiloso, conforme indicado no projeto.

Todos os materiais de enchimento deverão ser compactados.

Nas extremidades de saída das valas, deverão ser instalados tubos ou terminais, de conformidade com as indicações do projeto.



Fig.4 – Detalhe do encontro entre tubos de diferentes dimensões, onde seria instalado caixa de passagem.

11.0 - Regularização do sub-Leito :

A regularização do sub-leito compreendeu os serviços de remoção de vegetação e solo orgânico, operações de conformação, espalhamento, escarificação, transporte de água, umedecimento ou aeração, compactação e acabamento.

12.0 - SUB-BASE :

1. Definição :

É a camada imediatamente acima do *sub-leito* (plataforma da estrada, camada final após conclusão dos aterros), utilizada como corretiva deste. Tem por função resistir às cargas transmitidas pela base, servir de camada drenante e controlar a ascensão capilar de água.



Fig.1- Execução da sub-base da rua perimetral

2. Material utilizado :

Os materiais utilizados na obra é constituído por mistura de solo e materiais britados, e apresentaram índice de suporte Califórnia de 21% e expansão menor que 1%, determinados segundo o método DNER-ME 49-64 e com a energia de compactação correspondente ao método DNER-ME 48-64, índice de grupo igual a zero. Segundo resultado fornecido pela ATECEL, o agregado retido na peneira nº 10, era constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados e isento de matéria vegetal ou outra substância prejudicial.

3. Equipamento:

Foram utilizados os seguintes tipos de equipamento para execução de sub-base:

- a) motoniveladora pesada com estratificador;
- b) carro-tanque distribuidor de água;
- c) rolos compactadores liso-vibratório.

4. Execução :

Compreende as operações de espalhamento, mistura e pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento dos materiais importados, realizados na pista, devidamente preparada na largura de projeto.

A espessura da camada executada de sub-base foi de 10 cm, que segundo as especificações gerais (DNER-ES-P 08-71), é a espessura mínima de qualquer camada de sub-base, após a compactação.

Quando houver necessidade de executar camadas de sub-base com espessura final superior a 20 cm, estas serão subdivididas em camadas parciais, nenhuma delas excedendo à espessura de 20 cm. O grau de compactação encontrado foi de 101 % em relação à massa específica aparente, seca, máxima e o teor de umidade foi de 2,05 %.

13.0 - BASE :

1. Definição:

Denomina-se base, a camada acima da sub-base, constituída de materiais estabilizados granulometricamente ou por meio de aditivos, destinadas a resistir e distribuir os esforços verticais provenientes dos veículos, repartindo estes esforços uniformemente à sub-base, reforço e sub-leito.

2. Material utilizado :

A base executada foi constituída de solo e material britado, com índice de suporte Califórnia de 63 %.

Segundo resultado obtido pela ATECEL, o limite de liquidez foi inferior a 40 % e o índice de plasticidade inferior a 12 %, resultados esses que se adequam perfeitamente às exigências da norma.

3. Equipamento :

Foram utilizados os seguintes equipamentos na execução da base :

- a) motoniveladora pesada com escarificador;
- b) carro-tanque distribuidor de água;
- c) c) rolos compactadores liso-vibratório e pneumático.

4. Execução :

Compreende as operações de espalhamento, mistura e pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento dos materiais importados, realizadas na pista, devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitam, após compactação, atingir a espessura projetada.

A espessura da camada executada de sub-base foi de 10 cm, que segundo as especificações gerais (DNER-ES-P 10-71), é a espessura mínima de qualquer camada de sub-base, após a compactação.

Quando houver necessidade de executar camadas de sub-base com espessura final superior a 20 cm, estas serão subdivididas em camadas parciais, nenhuma delas excedendo à espessura de 20 cm.

O grau de compactação encontrado foi de 100 % em relação à massa específica aparente, seca, máxima e o teor de umidade foi de 2,04 %.

14.0 - IMPRIMAÇÃO :

1. Generalidades:

Consiste a imprimação na aplicação de uma camada de material betuminoso sobre a superfície de uma base concluída, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, objetivando:

a) aumentar a coesão da superfície da base, pela penetração do material betuminoso empregado;

b) promover condições de aderência entre a base e o revestimento;

c) impermeabilizar a base.

2. Materiais :

Nesta obra foi empregado asfalto diluído, tipo CM-30, mas poderia-se ter usado CM-0, CM-1 E CM-2 e alcatrão tipos AP-2 a AP-6.

A escolha do material betuminosos adequado deverá ser feita em função da textura do material de base.

A taxa de aplicação é aquela que pode ser absorvida pela base em 24 horas, devendo ser determinada experimentalmente, no canteiro da obra. A taxa varia de 0,8 a 1,6 L/m^2 , conforme o tipo e textura da base e do material betuminoso escolhido. Segundo informado, a taxa de aplicação utilizada foi de 1,0 L/m^2 .

3. Equipamento

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, foi examinado pela fiscalização, devendo estar de acordo com as especificações.

Para a varredura da superfície da base, usam-se vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, ser manual esta operação. O jato de ar comprimido poderá, também, ser usado.

A distribuição do ligante foi feita por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, que permitam a aplicação do material betuminoso em quantidade uniforme.

As barras de distribuição são do tipo de circulação plena, com dispositivo que possibilita ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento do ligante.

Os carros distribuidores dispõem de tacômetro, calibradores e termômetros, em locais de fácil observação e, ainda, de um espargidor manual, para o tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

O depósito de material betuminoso, quando necessário, é equipado com dispositivo que permite o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter uma capacidade tal que possa armazenar a quantidade de material betuminoso a ser aplicado em, pelo menos, um dia de trabalho.

4. Execução :

Após a perfeita conformação geométrica da base, procede-se à varredura da sua superfície, de modo a eliminar o pó e o material solto existentes.

Aplica-se, a seguir, o material na temperatura compatível com seu tipo, na quantidade certa e de maneira mais uniforme. O material betuminoso não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10 graus C, ou em dias de chuva. A temperatura de aplicação do material deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. Deve ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. As faixas recomendadas para espalhamento são de 20 a 60 segundos.

Deve-se imprimir a pista inteira de um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao trânsito. Quando isto não for possível, trabalhar-se-á em meia pista, fazendo-se a imprimação da adjacente, assim que a primeira for permitida a sua abertura ao trânsito (no caso desta obra, foi possível fechar ao trânsito). O tempo de exposição da base imprimida ao trânsito será condicionado pelo comportamento da primeira, não devendo ultrapassar a 30 dias.

Qualquer falha na aplicação do material betuminoso deve ser, imediatamente corrigida. Na ocasião da aplicação do material betuminoso, a base deve se encontrar levemente úmida.

5. Controle de qualidade :

O material betuminoso foi examinado em laboratório, obedecendo à metodologia indicada e considerado de acordo com as especificações em vigor.

O controle constará de :

a) para asfaltos diluídos:

1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furo1, para todo carregamento que chegar à obra;

1 ensaio do ponto de fulgor, para cada 100 t,

1 ensaio de destilação, para cada 100 t.

15.0 - PAVIMENTAÇÃO - CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE
ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO

1- GENERALIDADES :

Concreto betuminoso é o revestimento flexível, resultante da mistura a quente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e material betuminoso, espalhada e comprimida a quente.

Sobre a base imprimida, a mistura será espalhada, de modo a apresentar, quando comprimida, a espessura do projeto.

2- MATERIAIS :

Todos os materiais devem satisfazer as especificações aprovadas pelo DNER.

2.1 - Material betuminoso

Foi empregado cimento asfáltico, de penetração 50/60.

2.2 - Agregado graúdo

Foi utilizado pedra britada, constituídas por fragmentos duráveis, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas.

O material apresentou boa adversidade. Submetido ao ensaio de durabilidade, com sulfato de sódio, não apresentou perda superior a 12 %, em cinco ciclos, como manda a norma; e apresentou índice de forma inferior a 0,5.

2.3 - Agregado Miúdo

O agregado constituiu-se de uma mistura de areia e pó-de-pedra. Suas partículas individuais são resistentes, apresentam moderada angulosidade, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas.

2.4 - Material de enchimento (filler)

Verificou-se que o material utilizado é constituído por materiais finamente divididos, inertes em relação aos demais componentes da mistura, não plásticos, e atenderam às seguinte granulometria :

PENEIRA	PORCENTAGEM MÍNIMA PASSANDO
40	100
80	95
200	65

3 - EQUIPAMENTO :

3.1 - Acabadora

O equipamento para espalhamento e acabamento é capaz de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos. As acabadoras são equipadas com parafusos sem fim, para colocar a mistura exatamente nas faixas, e possui dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para frente e para trás.

As acabadoras são também equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento dos mesmos, à temperatura requerida, para colocação da mistura sem irregularidade.

3.2 - Equipamento para compressão :

O equipamento para compressão é constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem e possuem uma carga de 10 t. Os rolos pneumáticos autopropulsores são dotados de pneus que permitem a calibragem de 35 a 120 libras por polegada quadrada.

3.3 - Caminhões para transporte da Mistura :

Os caminhões são do tipo basculante com caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com óleo parafínico de modo a evitar a aderência da mistura às chapas.

3- EXECUÇÃO :

3.1 - Produção do concreto betuminoso

A produção de concreto betuminoso é efetuada em usinas apropriadas.

A usina é equipada com uma unidade classificadora de agregados, misturador com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis e removíveis.

O misturador possui dispositivo de descarga, de fundo ajustável e dispositivo para controlar o ciclo completo de mistura. A usina também é equipada com um termômetro de mercúrio com escala em "dial", colocado na descarga do secador, para registrar a temperatura dos agregados.

3.2 - Transporte

O concreto betuminoso é transportado, da usina ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes antes especificados.

Quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto com lona, com tamanho suficiente para proteger a mistura.

4. - CONTROLE :

Todos os materiais deverão ser examinados em laboratório, obedecendo a metodologia indicada pelo DNER e satisfazer as especificações em vigor.

4.1 - Controle de qualidade do material betuminoso

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para todo carregamento que chegar à obra;
- 1 ensaio de ponto de fulgor, para cada 100 t;
- 1 índice de pfeiffer, para cada 500t;
- 1 ensaio de espuma, para todo o carregamento que chegar à obra.

4.2 - Controle da quantidade de ligante na mistura

São efetuadas duas extrações do betume, de amostras coletadas na pista, depois da passagem da acabadora, para cada dia de 8 horas de trabalho. A porcentagem de ligante variou de 0,2 % da fixada no projeto, estando dentro da norma que fixa a variação em, no máximo, 0,3 %.

4.3 - Controle da graduação da mistura de agregados

É procedido o ensaio de granulometria da mistura dos agregados resultantes das extrações citadas no item anterior. A curva se manteve contínua.

4.4 - Controle de espessura

Será medida a espessura por ocasião da extração dos corpos de prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compressão da mistura. Ouve variação de apenas 3 mm da espessura do projeto.

4.5 - Controle de acabamento da superfície

Durante a execução, foi feito diariamente o controle de acabamento da superfície de revestimento, com o auxílio de duas réguas, uma de 3,0 m e outra de 0,90 m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5 cm; neste item obteve-se sucesso.

16.0 - Tarefas Realizadas

Obs.: Todas as tarefas abaixo realizadas, possuem os seus procedimentos relatados em capítulos anteriores, onde foi citado os materiais utilizados, as máquinas, e foi relatado como foi a execução das tarefas.

Data : 3 à 14 de abril/2003

- Serviços preliminares (locação, desmatamento, destocamento e limpeza).

Data : 16/04/2003

- Início da execução das primeiras camadas de terraplanagem das ruas Projetada 1 e da Perimetral, até a estaca 15.

Data : 22/04/2003

- Início da terraplanagem da rua projetada 2;

Data : 23/04/2003

- Escavações para colocação de tubos de $\varnothing 800$ mm à partir da estaca 5, na rua Projetada 2 e na perimetral;
- Início da colocação de drenos porosos de $\varnothing 300$ mm em toda o lado direito da rua perimetral;

Data : 5/05/2003 à 15/05/2003

- Acompanhamento dos ensaios de grau de compactação, realizados pela ATECEL a cada camada que terminava-se de executar e compactar;
- Execução das camadas de regularização da rua Projetada 2.

Data : 19/05/2003

- Início da retirada de famílias e de um matadouro, localizadas no final da rua perimetral.

Data : 26/05/2003

- Execução das camadas de regularização restantes da rua perimetral;
- Finalização das camadas de regularização das ruas projetada 1 e projetada 2;

Data : 28/05/2003

- Confirmação por parte da ATECEL de que uma parte da perimetral, no local onde existia o matadouro, estava mal executada, pois o grau de compactação, realizada "in loco" deu muito baixo, 83%, portanto iniciou-se o corte para nova execução;
- Finalização dos trabalhos de instalação do sistema de drenagem;

Data : 02/06/2003

- Começou-se a espalhar o material de sub-base, após constatação, por parte da ATECEL, que o material era de boa qualidade;

Data : 03/06/2003

- Início da execução das camadas de sub-base de todos os trechos;

Data : 09/06/2003

- Finalização da execução das camadas de sub-base;

Data : 10/06/2003

- Espalhou-se o material de sub-base;
- Início da execução da base de todo trecho;

Data : 16/06/2003

- Finalização da base de todo trecho;

Data : 17/06/2003

- Imprimação de todo trecho começando pela rua perimetral

Data : 24/06/2003

- Finalização dos trabalhos de imprimação;

Data : 01/07/2003

- Início dos trabalhos de pavimentação, começando pela rua Projetada 2;

Data : 09/07/2003

- Finalização da pavimentação;
- Início dos trabalhos complementares.

Data : 14/07/2003

- Data de conclusão dos trabalhos de urbanização do entorno do açude de bodocongó.

Data : 25/07/2003

- A partir desta data, passei a fiscalizar os trabalhos de finalização da reforma da biblioteca municipal que está sendo transformada na nova câmara de vereadores da cidade de Campina Grande, fazendo então medições das mais diversas para elaboração de planilhas de quantitativos gastos, que estão apresentadas à seguir.

17.0 - REFORMA DA CÂMARA DE VEREADORES :

Especificações:

Obra : Reforma de parte do prédio do antigo Shopping de Campina Grande que será utilizado como Câmara dos Vereadores.

Tarefas Realizadas : Medição de quantitativos Utilizados

Datas : 25/07/2003 a 20/09/2003

A seguir, serão apresentadas as medições feitas:

TÉRREO :

ITEM	Presidência	Banheiro da Presidência	Acesso-res da presidência	Chefia de gabinete	Assistência à presidência	Somatório
Demolição:						
-De Divisória (m ²)	11,85		46,2			
-De Alvenaria (m ²)		0,36				
- De reboco (m ²)	3		3,12			
-De piso (m ²)		2,39	1,33			
Alvenaria:						
-De 1 vez (m ²)			1,26			
-De1/2 vez (m ²)		12,495				
-Construção de rampa (m ²)			1,40			
Pintura : (m²)	82,63		35,108	19,71	55,7	193,148
-cerâmica (m ²)		15,81				
Pisos :						
-Ante-derrapante (m ²)			1,49			
-Rampa (m ²)						
-Paviflex (m ²)				4		
-Cimentado (m ²)				4		
-Cerâmico (m ²)						
Elétrica:						
-Ponto de Luz Fluorescente(2x40W) (Unid.)	9		2			
-Ponto de Luz Fluorescente (1x40W) (Unid.)		1		2	2	
-Tomada Tripolar (Unid.)			2	1		
-Tomada de energia (Unid.)	5		4	1		
-Saída p/Telefone (Unid.)			2	1		
-Quadro de energia (Unid.)	3					
-Interruptor de uma seção	1	1	1	1	3	
-Interruptor de duas seções						
-Interruptor de três seções						
-Tomada para Ar condicionado (Unid.)			1			
-Dijuntores (Unid.)			5			
Pavimentação:				4		
-Piso com impermeabilização (m ²)						
Movimento de Terra:				1,20m ³		
-Aterro compactado: (m ³)						
Colocação de esquadria (m ²)		1,75				
Pintura de esquadria (m ²)		3,675				

Quantitativos do gradil utilizado no muro :

Obs: Primeiro mediu-se o total de gradeados de todo muro (primeira medição), depois mediu-se o total que foi aproveitado (segunda medição), temos então o total colocado novo diminuindo-se a primeira medição menos a segunda medição.

Multiplicou-se tudo por 1,5 metros(altura do gradil) para expressar o valor em área (m²).

Primeira medição :

- Lateral direita: 5 gradil de 6 metros = 30 m
2 gradil de 4,10 metros = 8,2 m
- Frente : 7 gradil de 6 metros = 42 metros
- Lateral esquerda : 3 gradil de 6 metros = 18 m

Total (em metros linear) : 98,3 metros

Segunda medição :

- Lateral esquerda :
 1. Vão = 2 metros
 2. Vão = 2 metros
 3. Vão = Nada foi aproveitado
- Frente :
 1. Vão = 1,98 metros
Portão principal = 3,88 metros
 2. Vão = Nada foi aproveitado
 3. Vão = 1,98 metros
 4. Vão = 2 metros
 5. Vão = Nada foi aproveitado
 6. Vão = Nada foi aproveitado
 7. Vão = Nada foi aproveitado

- Lateral direita :

Toda lateral direita foi colocada nova (nada foi aproveitado).

Total Aproveitado (em metros linear) : 13,84 metros

Total colocado novo = Primeira medição – segunda medição

Total colocado novo (em metros linear)= 98,3 m – 13,84 m = 84,6 metros

Total colocado novo em área (m²) = 84,6 x 1,50 = 126,7 m²

Obs : Se consideramos que 25 % do portão principal foi recuperado devemos acrescentar então 1,88 m² ao total colocado novo, o que dá um novo total de 128,59 m².

TÉRREO :

ITEM	Circula- Cão(Área Dos gabinetes)	Banheiros (área dos gabinetes)	Banheiros Social Da entrada	Gabinetes	Somatório
Demolição					
-De Alvenaria (m ²)			4,43		
-De esquadria (m²)			5,4		
- De azulejo (m ²)					
-De piso (m ²)			10,52		
Alvenaria:					
-De 1 vez (m ²)			4,43		
-De1/2 vez (m ²)					
Pintura : (m²)	183,68	33,06	5,28	37,31	259,33
-Azulejo (m ²)		59,4	17,74		
- Pintura de esquadria (m ²)		17,85	29,025		46,875
- Rodapé cerâmico (m ²)		9,84m(linear)			
Pisos :					
-Ante-derrapante					
-Rampa					
-Paviflex (m ²)			3,705		
-Cimentado (m ²)		14,53			
-Cerâmico (m ²)					
Elétrica: *					
-Ponto de Luz Fluorescente(2x40W) (Unid.)			4	82	
-Ponto de Luz Fluorescente (1x40W) (Unid.)	14				
Caixa de telefone (Unid.)	4				
-Tomada Tripolar (Unid.)				62	
-Tomada de energia (Unid.)	4			62	
-Saída p/Telefone (Unid.)				62	
-Quadro de energia (Unid.)	1				
-Interruptor de uma seção			2	2	
-Interruptor de duas seções				40	
-Interruptor de três seções					
-Tomada para Ar condicionado (Unid.)					
-Dijuntores (Unid.)	1				
Pavimentação:					
-Piso com impermeabilização					
Movimento de Terra:					
-Aterro compactado:					
Colocação de esquadria (m²)		7,14	5,31		

TÉRREO :

ITEM	HALL DE ENTRADA	Sala de patrimônio	Setor de adm. Sala 2	Setor de adm. Sala 3	Setor de adm. Sala 6	Setor de adm. Sala 4	Setor de adm. Sala 5	Escadaria	Somatório
Demolição:									
-De Divisória									
-De Alvenaria (m ²)		1,68 m ²							
- De azulejo (m ²)		13,94 m ²							
-De piso (m ²)		7,04 m ²							
Alvenaria:									
-De 1 vez									
-De 1/2 vez		14,16 m ²							
Pintura : m²	280,53	47,71	7,42	14,91	6,6			30,05	387,22
-Pintura de esquadria (m ²)		4,2							4,2
Pisos :									
-Ante-derrapante									
-Rampa									
-Paviflex (m ²)		7,04 m ²							
-Cimentado									
Elétrica:									
-Ponto de Luz Fluorescente(2x40 W)	9	2							
-Ponto de Luz Fluorescente (1x40W)		1	2	2	2	2	2		
-Tomada Tripolar		3	2	4	2	2	2		
-Tomada de Luz	5	5	1	4	2	2	2		
-Saída p/Telefone		3							
-Quadro de energia	3								
-Interruptor de uma seção	1								
-Interruptor de duas seções		1	1	1	1	1	1		
-Interruptor de três seções									
-Dijuntores									
Fechamento de esquadria em alvenaria de 1 vez (m²)		1,68m ²							
Colocação de esquadria (m²)		1,68 m ²							

PRIMEIRO ANDAR :

ITEM	AMBI- ENTE ATRÁS	Banheiro	Sala 4	Sala 5	Sala 6	Plenário	Sala 7	Somatório
Demolição:						20,80		
-De Bancada (m ²)								
-De Alvenaria (m ²)								
- De azulejo (m ²)								
-De piso (m ²)								
Alvenaria:								
-De 1 vez (m ²)								
-De 1/2 vez								
Pintura : (m²)	95,04	14,24	25,25	22,11	25,3	40	13,89	235,83
-Pintura de esquadria (m ²)		9,975						
-Azulejo (m ²)		25,6				17,48		43,08
Pisos :								
-Ante-derrapante								
-Rampa								
-Paviflex								
-Cimentado								
-Cerâmico		15						
Elétrica:								
-Ponto de Luz Fluorescente(2x40W)								
-Ponto de Luz Fluorescente (1x40W)	3				2		2	
-Tomada Tripolar								
-Tomada de Luz		6						
-Saída p/Telefone								
-Caixa de telefone					1			
-Interruptor de uma seção		3						
-Interruptor de duas seções	1				1		1	
-Interruptor de três seções								
-Tomada para Ar condicionado								
-Dijuntores								
Pavimentação:								
-Piso com impermeabilização								
Colocação de esquadria (m²)		3,99 m ²						

18.0 - CONCLUSÃO

O presente trabalho desenvolveu, assim, a estruturação de um plano de estágio supervisionado para a conclusão do curso de graduação de engenharia civil da Universidade Federal de Campina Grande conforme o tempo definido anteriormente citado neste relatório. A obrigatoriedade de apresentação do plano, dar-se-á por ocasião do desfecho final e conclusivo trazendo como benefício direto ao aluno um contato dentro do mercado de trabalho fazendo com o que o aluno perceba a concorrência entre os profissionais e necessidade de estar sempre informado no ramo da construção e de um modo geral do mundo globalizado.

Na abordagem deste relatório a proposta de mostrar os conceitos básicos aprendidos em sala de aula junto a prática de exercê-los é de fundamental importância para o desenvolvimento do curso bem como do aluno possibilitando ações rápidas e eficientes, de maneira a reduzir as consequências relacionadas a falta de orientação profissional adequada.

Esta eficiência dada ao aluno depende fundamentalmente da identificação dos cenários dentro da construção, da determinação das áreas vista durante o curso, do planejamento das ações e da disponibilidade dos recursos materiais e humanos necessários ao relacionamento entre engenheiro e operários da construção.

As técnicas, fórmulas e tabelas, permitem a identificação dos cenários e a determinação quantitativa e estrutural da obra definindo procedimentos de interrupção, prevenção e duração tendo assim uma visão mais abrangente e flexível da construção.

Por fim, todo o contexto visto durante os 6 anos de curso não devem ficar apenas retido no estágio supervisionado mas estagiar durante todo o curso.

ANEXOS
(RELATÓRIOS SOBRE OS
ACOMPANHAMENTOS DOS ENSAIOS,
COM RESPECTIVAS ANÁLISES DOS
RESULTADOS)

ENSAIO DE MARSHAL

1.0 Apresentação

Descreve-se a seguir os procedimentos e definições, que possibilitam a Dosagem Marshall. Todos os procedimentos foram realizados no Laboratório de Solos II do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande, pelos técnicos habilitados da ATECEL e fiscalizados por minha pessoa.

2.0 - Introdução

Para que se avaliasse os resultados obtidos, tornou-se necessário formular um relatório onde descreveria-se o ensaio Marshall, o qual obtêm-se a estabilidade e fluência de misturas betuminosas à quente, amostras retiradas da obra em questão, para determinação do teor ótimo de ligante betuminoso a ser utilizado em uma mistura.

Os tópicos abaixo apresentam os dados necessários ao entendimento do mesmo.

3.0 - Objetivo

O objetivo principal é o de determinar a estabilidade e fluência de misturas betuminosas usinadas a quente, para a determinação do teor ótimo de ligante betuminoso a ser utilizado em uma mistura, utilizando o aparelho Marshall.

4.0 – Aparelhagem :

- ◆ Placa elétrica ou estufa capaz de manter temperaturas até 200°C, com variação de mais ou menos 2°C;
- ◆ Balança com capacidade de 5 kg, sensível a 1 g;
- ◆ Molde de compactação de aço, consistindo de anéis superior e inferior e uma placa base. A placa base e o anel superior devem encaixar-se perfeitamente nas extremidades do anel inferior;
- ◆ Peneiras de 25 - 19 - 9,5 - 4,8 e de 2,0 mm, inclusive tampos e fundo, de acordo com a especificação “Peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos” ABNT EB-22R;
- ◆ Colher de metal, com capacidade de 30 a 50 ml. Cabo com cerca de 25 cm;
- ◆ Recipiente em aço estampado, em forma de calota esférica, fundo chato munido de duas alças laterais. Capacidade de cerca de 5 litros;
- ◆ Recipiente em aço estampado, cilíndrico, munido de asa lateral isolante térmico e bico vertedor. Capacidade de meio litro;
- ◆ Termômetro de par termelétrico, graduado em 2°C, de 0°C a 200°C;
- ◆ Espátula de aço, com ponta arredondada, com lâmina de 18 cm de comprimento e 3 cm de largura;
- ◆ Bloco de madeira, medindo aproximadamente 40 cm de diâmetro, ou de lado, e de altura compatível com o operador e sobre o qual deve ser apoiado o molde. Deverá ser instalado e, nível, perfeitamente estável, livre de excesso de vibração ou trepidação;
- ◆ Soquete de compactação, de aço, com 4540 g de peso e uma altura de queda livre de 45,72 cm. A face de compactação do pé do soquete é plana e circular;
- ◆ Paquímetro com precisão de 0,1 mm;
- ◆ Banho d’água, com capacidade para 8 corpos de prova, provida de uma prateleira plana e perfurada, para permitir a circulação de água em baixo dos corpos de prova. O nível d’água deve ficar no mínimo 3 cm acima dos corpos de prova. O aquecimento deve ser preferivelmente elétrico com controle automático de temperatura para $60^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e para $38^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$;
- ◆ Molde de compressão, de aço;
- ◆ Cronômetro, Extrator, Prensa;
- ◆ Medidores de Fluência.

RELAÇÃO DE EQUIPAMENTOS POR ENSAIOS
ASFALTO

E-2.01 - DETERMINAÇÃO DA ESTABILIDADE DE CONCRETO BETUMINOSO.

ENSAIO MARSHALL PARA MISTURAS BETUMINOSAS.

Normas: DNER-ME-43-64 / ASTM-D-1559-58T

Especificação	Peso
- Anel para compressão (cabecote)	4,000 Kg
- Balança mod. 1.001 triplice escala cap.2.110g,sens. a 0,1g	1,160 Kg
- Bandeja de 60 x 50 x 6cm	2,500 kg
- Banho-maria para 6 corpos de prova	10,40 Kg
- Colher concha tipo jardineiro	0,210 kg
- Colher metálica de 30ml	0,040 Kg
- Espátula de aço inox. De 20 x 2,5cm	0,040 Kg
- Estufa elétrica, temperatura entre 105° e 110°C, 45x40x45cm 110 ou 220 volts.	39,50 Kg
- Extrator mecânico para o corpo de prova Marshall	8,700 Kg
- Fogareiro à gás tipo lquinho	3,680 kg
- Fundo e tampa p/peneiras ø 8" x 2"	0,440 Kg
- Luva de amianto(par)	0,390 Kg
- Medidor de fluência, divisão 1/32"	0,050 Kg
- Molde cilíndrico para moldagem de corpos de prova Marshall	4,520 Kg
- Paquímetro de 6" , div. de 1/20mm	0,130 Kg
- Pinça tipo tesoura	0,280 Kg
- Prensa p/Marshall, elétrica, 110 ou 220 V (0,5HP , 1.720Rpm: 60 Hertz,(aferrida)	75,40 Kg
- Prensa para Marshall, manual, cap. 4000Kgf, aferrida,	64,20 Kg
- Recipiente cilíndrico, cap. 5Lt.,com bico, em alumínio	0,800 Kg
- Relógio de alarma de 60 minutos, precisão de 1 minuto	0,200 Kg
- Repartidor de amostras abert. De 1", completo	13,60 Kg
- Repartidor de amostras abert. De 1/2", completo	5,600 kg
- Série de peneiras de latão ø 8" x 2",aberts. 1" - 3/4" - 3/8" N°s. 4 e 10,	0,520 Kg
- Soquete para compactação Marshall, com 4.540Kg	7,900 Kg
- Termômetro graduado de 0°/200°C, de mercúrio	0,035 Kg
Especificação	

Estufa elétrica efeito calor e ar circulante até 200°C sobre materiais asfálticos, com prato giratório, controle termostático de temperatura, porta com visor de vidro conf. DNER-ME-0172.



Código	Especificação
(1)	Conjunto motor, polia e redutor para prensa elétrica.
(2)	Extrator de amostras mecânico.
(3)	Prensa manual Marshall com anel aferido até 4.000Kgf.
(4)	Anel cabeçote Marshall para compressão.
(5)	Medidor de fluência 1/100mm.
(5)	Medidor de fluência 1/32".
(5)	Medidor de fluência 1/50"
(6)	Molde de compactação Marshall.
(7)	Soquete para compactação Marshall 4,540Kg.
(8)	Fixador para molde Marshall.



5.0 – Procedimento

5.1. CONFECCÃO DOS CORPOS DE PROVA

Preparar no mínimo três corpos de prova para cada dosagem;

Secar os agregados até peso constante em estufa a 105° - 110°C e separá-los nas seguintes frações:

I	25 a 19 mm
II	19 a 9,5 mm
III	9,5 a 4,8 mm
IV	4,8 a 2,0 mm
V	Passando na peneira de 2,0 mm

A temperatura que o ligante deve ser aquecido para ser misturado aos agregados é aquela na qual apresenta uma viscosidade Saybolt Furol de 85 ± 10 segundos para o cimento asfáltico ou uma viscosidade específica Engler de 25 ± 3 para o alcatrão;

A temperatura de compactação da mistura é aquela na qual o ligante apresenta viscosidade Saybolt Furol de 140 ± 15 segundos para o cimento asfáltico ou uma viscosidade específica Engler de 40 ± 5 para o alcatrão;

Pesar os agregados para um corpo de prova de cada vez em recipientes separados, nas quantidades de cada fração obtida na alínea b. Colocar os recipientes na placa quente ou na estufa e aquecer à temperatura de aproximadamente 28°C acima da temperatura de aquecimento do ligante estabelecido de acordo com a alínea c, desde que não ultrapasse a temperatura de 177°C . Misturar os agregados e abrir uma cratera para receber o ligante que deve ser aí pesado. Neste momento a temperatura dos agregados e do material betuminoso deve estar dentro dos limites estabelecidos na alínea c. Efetuar a mistura rapidamente até completar cobertura;

A mistura deverá ser recusada e a operação repetida se estiver fora desses limites de temperatura. Não se admite reaquecimento da mistura.

Aplicar com o soquete determinado número de golpes. Inverter o anel inferior, forçar com o soquete a mistura até atingir a placa base e aplicar o mesmo número de golpes.

- Obs:
- 50 golpes para pressão de pneu até 7 kg/cm^2 ;
 - 75 golpes para pressão de pneu até 7 kg/cm^2 , até 14 kg/cm^2 .

5.2. ESTABILIDADE E FLUÊNCIA

Os corpos de prova serão imersos em água a $60^\circ \pm 1^\circ\text{C}$ para mistura com cimento asfáltico ou $38^\circ \pm 1^\circ\text{C}$ para misturas com alcatrão por um período de 30 a 40 minutos. Como alternativa, podem ser colocados em estufa nas mesmas temperaturas pelo período de 2 horas.

O molde de compressão, contendo o corpo de prova será levado à prensa e o medidor de fluência colocado na posição de ensaio.

A prensa será operada de tal modo que seu êmbolo se eleve com uma velocidade de 5 cm por minuto, até o rompimento do corpo de prova, o que é observado no defletômetro pela indicação de um máximo. A leitura deste máximo será anotada e conferida em kg, pelo gráfico de calibração do anel dinamométrico.

A carga em kg, necessária para produzir o rompimento do corpo de prova à temperatura especificada será anotada como "estabilidade lida". Este valor deverá ser corrigido para a espessura do corpo de prova ensaiado, multiplicando-se-o por um fator que é função da espessura do corpo de prova.

O espaço de tempo entre retirar o corpo de prova do banho e o seu rompimento não deverá exceder de 30 segundos.

O resultado assim obtido é o valor da estabilidade Marshall.

6.0 – Resultados e Conclusões

A fluência apresentada pela dosagem (6,10% de betume) enquadrou-se perfeitamente nas especificações reproduzidas fielmente na norma do DNER, prescrevendo para tal utilizações em camada de rolagem ou binder, numa faixa de 2,0 – 4,5 mm, já que nesta magnitude de dosagem as amostras apresentaram uma fluência de aproximadamente 2,5 mm.

A existência a compressão radial foi um parâmetro que foi facilmente alcançado por todas as dosagens consideradas. O valor aproximado de 800,00 Kg, muito acima dos 350,0 kg (75 golpes) é fator incontestável deste fato.

RELATÓRIO DE CBR

Com objetivo de verificação da possibilidade de usar-se ou não o material já existente no local na execução de terraplanagem, levou-se ao laboratório da ATECEL duas amostras do solo, uma situada na estaca 3 e outra na estaca 21, e foi realizado o ensaio referentes ao *Índice de Suporte Califórnia (CBR)*, na presença do estagiário MARCOS TIAGO e do engenheiro Dr. JOSÉ LETTE.

O Índice Suporte Califórnia - ISC ou CBR consiste em determinar uma relação carga-penetração de uma haste de seção transversal circular de área igual a 19,35 cm² que atua em amostra de solo, compactada à umidade ótima e densidade máxima, com uma velocidade de carga de 1,27mm por minuto.

Para cada penetração, os resultados, chamados ISC, são dados pela pressão necessária para se obter esta penetração, em relação à pressão necessária à mesma penetração, expressa em porcentagem de amostra de pedra britada de granulometria determinada. Assim temos:

$$ISC \text{ ou } CBR = \frac{P}{P'} \times 100$$

Onde: - P : pressão necessária para fazer o pistão penetrar na amostra;
 - P' : pressão necessária à mesma penetração em amostra padrão de pedra britada.

Assim, temos um quadro de penetração padrão, isto é, penetração na amostra da pedra britada:

Penetração		Pressão	
mm	pol	Kgf/cm ²	Lb/pol ²
2,54	0,1	70,31	1000
5,08	0,2	105,46	1500
7,62	0,3	135,58	1900
10,16	0,4	161,71	2300
12,70	0,5	182,80	2600

O ISC ou CBR é um método empírico, porém tem fundamento, pois foram feitas inúmeras experiências, tanto no campo como em laboratório, comprovando-se sua eficiência. É um dos métodos mais empregados atualmente.

APARELHAGEM UTILIZADA

- a) Conjunto de bronze ou latão, constituído de molde cilíndrico com 15,20cm de diâmetro interno e 17,80cm de altura com entalhe superior externo em meia espessura, cilindro complementar com 5cm de altura com entalhe inferior em meia espessura e prato de base perfurado com 24cm de diâmetro com dispositivo para fixação do molde cilíndrico;

- b) Disco espaçador maciço de aço com 15cm de diâmetro e 6,40cm de altura;
- c) Soquete cilíndrico, para compactação, face inferior plana, de altura de queda de 45,70cm, com 4,50kg de peso e 5cm de diâmetro de face inferior;
- d) Prato perfurado com 14,90cm de diâmetro e 5cm de espessura;
- e) Tripé porta-extensômetro com dispositivo para fixação do extensômetro;
- f) Disco anelar de aço para sobrecarga;
- g) Extensômetro com curso mínimo de 10mm, graduado em 0,01mm;
- h) Prensa para determinação do ISC;
- i) Extrator de amostras do molde cilíndrico;
- j) Balde de chapa de ferro galvanizado com capacidade de 20 litros com fundo de diâmetro mínimo de 25cm;
- k) Papel de filtro circular de cerca de 15cm de diâmetro;
- l) Balança com capacidade de 20kg, sensível a 5g.

PREPARAÇÃO DA AMOSTRA

A amostra recebida seca ao ar é destorroada no almofariz pela mão de gral, homogeneizada e reduzida com auxílio do repartidor de amostras ou por quarteamento até se obter uma amostra representativa de 6 kg para solos siltosos ou argilosos e 7 kg para arenosos ou pedregulhosos.

Passa-se a amostra representativa na peneira de 19mm, havendo material retido nessa peneira, procede-se a substituição do mesmo por igual quantidade em peso do material passando na de 19mm e retido na 4,8mm, obtido outra amostra representativa.

EXECUÇÃO DO ENSAIO

Primeiramente deve-se moldar o corpo-de-prova da seguinte forma: fixou-se o molde a sua base metálica, ajustou-se o cilindro complementar e apoiou-se o conjunto em base plana e firme. Compactou-se o material em cinco camadas iguais de forma a se ter uma altura total de cerca de 12,5cm, após a compactação, cada camada receberá 12 golpes do soquete (caso de materiais de subleito), 25 ou 56 golpes (caso de materiais de sub-base e base), caindo de 45,7cm distribuídos uniformemente sobre a superfície da camada.

Remove-se o cilindro complementar, tendo-se antes o cuidado de destacar, com o auxílio de uma faca o material a ele aderente. Com uma régua rígida rasa-se o material na altura exata do molde e determina-se o peso do material úmido compactado.

Retira-se do material excedente da moldagem uma amostra representativa de cerca de 100g para a determinação da umidade.

Terminadas as moldagens necessárias para caracterizar a curva de compactação, o disco espaçador de cada corpo-de-prova será retirado, os moldes invertidos e fixados nos respectivos pratos-base perfurados.

Em cada corpo-de-prova, no espaço deixado pelo disco espaçador será colocada a haste de expansão com os pesos anelares que equivalem ao peso do pavimento. Esta sobrecarga não poderá ser menor do que 4,536kg.

Adapta-se, ainda, na base de expansão, um extensômetro fixo ao tripé porta-extensômetro, colocado na borda superior do cilindro, destinado a medir as expansões ocorridas, que deverão ser anotadas de 24 em 24h, em porcentagens da altura inicial do corpo-de-prova. Os corpos-de-prova deverão permanecer imersos em água durante 4 dias.

Terminando o período de embebição cada molde com o corpo-de-prova será retirado da imersão e deixada escoar a água durante 15 minutos, pesando-se a seguir o conjunto. Fim desse tempo, o corpo-de-prova estará preparado para a penetração. Procedese ao cálculo da expansão e da água absorvida durante a embebição, conforme descrito.

Inicia-se então a penetração, colocando no topo de cada corpo-de-prova, dentro do molde cilíndrico as mesmas sobrecargas utilizadas no ensaio de expansão. Leva-se o conjunto ao prato da prensa e faz-se o assentamento do pistão de penetração no solo através da aplicação de uma carga de aproximadamente 4,5kg controlada pelo deslocamento do ponteiro do extensômetro. Aciona-se o dispositivo micrométrico com a velocidade de 1,27mm por minuto. Cada leitura considerada no extensômetro do anel e função de uma penetração do pistão no solo e de um tempo especificado para o ensaio, conforme a tabela abaixo:

Tempo (minutos)	Penetração	
	<i>pol</i>	<i>mm</i>
0,5	0,025	0,63
1,0	0,050	1,27
1,5	0,075	1,90
2,0	0,100	2,54
3,0	0,150	3,81
4,0	0,200	5,08
6,0	0,300	7,62
8,0	0,400	10,16
10,0	0,500	12,70

No gráfico de aferição do anel tem-se a correspondência entre as leituras lidas no extensômetro do anel e as cargas atuantes.

RESULTADOS

$$h_{03} = 12,8 \text{ cm}$$

$$h_{21} = 1,60 \text{ cm}$$

Constante do anel = 0,01 mm

Cilindro	Defletômetro (mm)	Diferença (mm)	Expansão (%)
Leitura inicial	50,0	-	-
03	81,0	31,0	0,24
21	92,0	42,0	0,36

CÁLCULO DO ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA

- Para amostra 03:

$$ISC_{0,1} = \frac{10,5}{70} \times 100 = 15,0\%$$

$$ISC_{0,2} = \frac{13,75}{105} \times 100 = 13,10\%$$

- Para amostra 21:

$$ISC_{0,1} = \frac{7,5}{70} \times 100 = 10,71\%$$

$$ISC_{0,2} = \frac{11}{105} \times 100 = 10,50\%$$

Finalmente, o ISC para amostra ensaiada corresponde ao seguinte valor:

$$ISC_{MÉDIO} = \frac{15,0 + 10,71}{2} = 12,86\%$$

CONCLUSÃO

O solo do ensaio possui $ISC = 12,86\%$, o que se conclui que o solo não serve para a base, nem sub base, servindo apenas para sub leito.

Determinação da Massa Específica Aparente, In Situ
Com Emprego do Frasco de Areia e utilização do Speedy
para cálculo da umidade.

INTRODUÇÃO -

Em construções civis em geral, a presença de fiscais responsáveis pela avaliação do desenvolvimento do projeto é um fato que exige dos engenheiros, mestres-de-obra, peões, e de outros envolvidos na obra, o empenho de que as diversas etapas da construção atendam às regulamentações impostas pela lei. Obviamente, este não deveria ser o motivo para tal empenho, porém é talvez a forma mais viável encontrada para que as pessoas envolvidas estejam mais atentas a sua atividade.

Entre as diversas avaliações dos fiscais, uma bastante importante é a da análise da compactação do solo, fazendo um levantamento da sua densidade no campo, da maneira como os responsáveis consideraram ideal, e comparando com a sua densidade máxima obtida posteriormente, (ou previamente, dependendo da situação) em laboratório. Tal comparação é na verdade a relação entre essas duas densidades, chamada de Grau de Compactação.

O objetivo principal deste relatório é a determinação da massa específica aparente do solo "in situ", com emprego do procedimento do frasco de areia. Secundariamente, fará-se uma determinação do Grau de Compactação desse solo.

Adiante teremos um exemplo de um ensaio ocorrido de uma amostra da rua Perimetral do entorno do açude de Bodocongó, situada na estaca 21, feito por técnico da ATECEL e fiscalizada pelo aluno em questão, MARCOS TIAGO DE SOUSA VICTOR.

Abaixo alguns comentários sobre o procedimento e sobre os resultados obtidos.

Revisão teórica –

A massa específica aparente de um solo é determinada pela relação entre a sua massa e o volume por ela ocupado. Obviamente deve-se utilizar amostras certas regiões para tal determinação.

A determinação da massa específica aparente “in situ” (ou seja no local de origem) é um processo que exige a utilização de certos artifícios: uma certa parte de solo é retirada (praticamente um cilindro de cerca de 12cm de diâmetro e 15cm de altura) do local considerado, e pesado em uma balança. Com um frasco de areia com massa específica conhecida, preenche-se o furo cavado, e calcula-se o volume o do buraco com certa precisão. Com os valores do peso da amostra do solo e o volume por ele ocupado pode-se obter sua massa específica aparente.

De acordo com a NBR7185 deve-se saber que esses procedimentos aplicam-se a solos de qualquer granulação, contendo ou não pedregulhos, que possam ser escavados com ferramentas de mão e cujos vazios naturais suficientemente pequenos, de forma a evitar que a areia usada no ensaio penetre nos mesmos. O material usado deve ser suficientemente coesivo e firme, de modo que as paredes da cavidade a ser aberta permaneçam estáveis e as operações a serem realizadas não provoquem deformações na mesma.

Em comparação aos valores obtidos em laboratório de uma amostra da mesma localidade pode-se calcular o seu grau de compactação

Segundo Caputo, para comprova se a compactação está sendo feita devidamente, deve-se determinar sistematicamente a umidade o peso específico aparente do material. Para esse controle pode ser utilizado o “speedy” na determinação da umidade, e o processo do “fraco de areia” na determinação do peso específico.

Chama-se porcentagem ou grau de compactação ao quociente do peso específico aparente obtido no campo, pelo peso específico máximo obtido no laboratório:

$$G_c = \frac{\gamma_s \text{ (campo)}}{\gamma_{s \text{ máx}} \text{ (laboratório)}} \times 100 .$$

Não sendo atingida a compactação desejada, a qual não deverá ser inferior a determinado valor do grau de compactação (fixado pela especificação adotada), o material será revolvido e compactado. O valor exigido para esse grau de compactação varia com a estrutura a ser construída, mas normalmente ela deve estar entre o intervalo de 95% a 100%.

Procedimento –

O material utilizado neste experimento foi o seguinte:

- Frasco de vidro ou de plástico translúcido com funil metálico, munido de registro;
- Bandeja quadrada rígida, metálica, com orifício circular no centro;
- Cápsula ou concha;
- Martelo;
- Talhadeira;
- Equipamento Speedy;
- Areia de massa específica conhecida.
- Balança;

Antes da realização do experimento da determinação da massa específica propriamente dita, é necessário que se façam algumas considerações quanto ao conhecimento de características do equipamento utilizado. Esse fator pode ser generalizado por dois procedimentos, que consistem na determinação da massa específica da areia no funil e da massa que não preenche o furo, mas sim a região do funil.

Para determinar a massa específica aparente da areia, pesa-se o conjunto, com o frasco cheio de areia, instala-se o conjunto, de modo que o funil fique apoiado no rebaixo da bandeja, e coloca-se esta sobre a borda de um cilindro metálico de volume conhecido. Abre-se o registro, deixando a areia escoar livremente até cessar o seu movimento no interior do frasco. Fecha-se o registro, retira-se o conjunto e o pesa-se novamente. A massa da areia que preenche o cilindro (de volume conhecido) é dada pela diferença entre a massa do conjunto no início e as massas do conjunto no final mais a massa de areia no funil. Para calcular a massa específica da areia basta então dividir o valor da massa de areia que preenche o cilindro pelo volume do cilindro.

Para a determinação da massa da areia que preenche o funil e o orifício no rebaixo da bandeja, primeiramente deve-se montar o conjunto frasco + funil, com o frasco cheio de areia, determinando-se a massa e anotá-la como peso do frasco com areia antes. Então, coloca-se a bandeja sobre uma superfície plana e instala-se o conjunto nela, de modo que o funil fique apoiado no seu rebaixo, para só então abrir o registro, deixando a areia escoar livremente até cessar o seu movimento no interior do frasco. Fecha-se o registro e retira-se o conjunto e determina-se sua massa e anota-se como peso do frasco com areia depois. Pode-se então calcular a massa da areia deslocada, que preenche o funil e o orifício no rebaixo da bandeja

Para determinação da massa de areia que preencheu a cavidade do terreno deve-se limpar a superfície do terreno tornando-a, tanto quanto possível, plana e horizontal. Coloca-se a bandeja, certificando-se se há um bom contato entre a superfície do terreno e a bandeja, em torno do orifício central e escavar, com auxílio da talhadeira, martelo e concha de mão (cápsula), uma cavidade cilíndrica no terreno, limitada pelo orifício central da bandeja e com profundidade de cerca de 15cm. A partir daí recolhe-se, cuidadosamente na bandeja, o solo extraído da cavidade e determina-se a massa do material

Com o auxílio do aparelho speedy, determina-se a umidade do solo extraído da cavidade, da seguinte forma :

Equipamentos:

- Equipamento do kit Speedy (balança, reservatório metálico, ampolas de CaC_2 , bolas metálicas)
- Balança

Analisando a tabela o kit e comparando com o teor esperado (entre 10% e 20%) para o solo estudado, podemos determinar o tamanho da amostra que será utilizada. Neste caso teremos uma amostra de 10g que foi medida na balança do kit. A amostra foi colocada dentro do reservatório metálico; juntamente colocou-se duas bolas metálicas e duas ampolas de carbureto de cálcio (o motivo pelo qual foram colocadas duas ampolas, é devido a uma observação do fabricante do kit que afirma a necessidade de uma maior quantidade de carbureto de cálcio para pressões de $1,5\text{Kg/cm}^2$). O reservatório foi fechado e agitado de maneira que as ampolas quebrassem e liberassem o CaC_2 além de misturá-lo com o solo. Com isso a água presente no solo entra em contato com o carbureto de cálcio aumentando a pressão dentro do reservatório que foi medida pelo manômetro do aparelho. Com o valor da pressão, utilizamos a tabela fornecida e encontramos o valor do teor de umidade.

Após os procedimentos acima serem tomados, monta-se o conjunto, estando o frasco cheio de areia, determinar sua massa (A). Então instala-se o conjunto, de modo que o funil fique apoiado no rebaixo da bandeja. Abre-se o registro do frasco, deixando a areia escoar livremente até cessar o seu movimento no interior do frasco. Fecha-se o registro, e retira-se o conjunto, estando o frasco com a areia restante, determina-se sua massa (B). A massa da areia deslocada que preencheu o funil, o orifício no rebaixo da bandeja e a cavidade do terreno é dada pela diferença A-B. A massa da areia deslocada que preencheu a cavidade do terreno, é dada por essa diferença subtraída da massa de areia conhecida que preenche o funil e o rebaixo da bandeja.

Então pode-se calcular a massa específica do solo uma vez que se sabe a massa específica da areia e a massa que preencheu o furo, determinado o volume deste. A partir daí basta dividir o valor da massa de solo que foi retirado do furo por este volume considerado.

Cálculos e Resultados

Antes de realizar os cálculos temos alguns valores previamente determinados que serão aqui apresentados (a ficha que apresenta todos os valores está em anexo):

Massa específica da areia = $1,321 \text{ g/cm}^3$

Densidade máxima do solo = $1,240 \text{ g/cm}^3$

Umidade ótima = 12%

Peso da areia no funil (C) = 485g

De acordo com o procedimento determinamos, primeiramente a massa da areia no furo:

Massa do Frasco com Areia antes: $A = 7310 \text{ g}$

Massa do Frasco com Areia depois: $B = 4393 \text{ g}$

Diferença (D) = $A - B = 7310 - 2917 = 2917 \text{ g}$

Massa da areia no furo (P) = $D - C = 2917 - 485 = 2432 \text{ g}$

O volume do furo é calculado da seguinte forma :

$$V = P/\gamma_{\text{Areia}} = 2432 / 1.321 = 1841.02 \text{ cm}^3$$

Com o aparelho Speedy foi determinada uma umidade de 12.3% no solo estudado e com a balança foi pesado o solo em seu estado natural ($P_h = 2554 \text{ g}$)

A massa do solo seco é calculada através de um fator de conversão que é multiplicado pela massa da areia em seu estado natural:

Fator de conversão (Fc) = $100/(100+h) = 100/(100 + 12.3) = 0,8905$

$$P_s = P_h \times F_c = 2554 \times 0,8905 = 2274,27 \text{ g}$$

Com a massa do solo seco e o seu volume determinados pode-se determinar a massa específica do solo seco:

$$\gamma_s = P_s/V = 2274,27 / 1841,02 = 1,235 \text{ g/cm}^3$$

Por fim, com o valor da massa específica do solo seco e a densidade máxima obtida (massa específica máxima) determina-se o grau de compactação do solo:

$$G_c = \gamma_s/\gamma_{s\text{máx}} \times 100 = (1,235/1,240) \times 100 = 99,60\%$$

Conclusão –

Com os valores obtidos para a massa específica aparente do solo seco ($\gamma_s = 1,235 \text{ g/cm}^3$) e o grau de compactação ($G_c = 99,60\%$) pode-se avaliar que o solo é capaz de suportar e atender a demandas de certas construções civis. No entanto ela falharia em atender as condições impostas por estruturas como barragens que exigem graus de compactação de até 100%.

Neste experimento podemos considerar que os valores obtidos são bastante convincentes, e como prova disso comparamos tais valores com aqueles obtidos em laboratório.

ENSAIOS COM MATERIAIS BETUMINOSOS

Ao chegar no laboratório da ATECEL, às 9:30 da manhã, dia 26 de junho, verificou-se os seguintes resultados para as amostras retiradas.

Foi usado na obra o seguinte material : CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado à Quente).

1-DETERMINAÇÃO DO PONTO DE FULGOR

➤ Definição:

É a menor temperatura em que ocorre um lampejo, provocado pela inflamação dos vapores da amostra, pela passagem de uma chama piloto. O lampejo não deve ser confundido com um halo azulado, que as vezes circunda a chama piloto.

De acordo com a norma da ABNT, NBR 11341 de janeiro de 2000, Ponto de Fulgor em produtos de petróleo é definido como a menor temperatura corrigida para uma pressão barométrica de 101,3 kPa (760 mmHg), na qual a aplicação de uma chama de ensaio causa a ignição dos vapores de uma amostra sob condições específicas do ensaio.

➤ Resumo do ensaio:

A amostra é colocada no vaso de ensaio até o nível indicado e aquecida, passando-se sobre ela, a intervalos regulares, uma pequena chama piloto sob condições especificadas.

➤ Aparelhagem:

Vaso aberto de Cleveland;
Bico de Busen;
Chama piloto;
Termômetro;
Tripé;
Fonte de calor.

➤ Ensaio:

Coloca-se o vaso aberto de Cleveland numa superfície livre de vibrações e num local sem ventilação. Evita-se luz forte de modo que o lampejo possa ser facilmente visto e durante o teste recomenda-se que a temperatura ambiente mantenha-se de $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;

Ajusta-se o termômetro de modo que ele fique a uma distância de 0,64 cm do fundo do vaso aberto de Cleveland;

Coloca-se a amostra no vaso de ensaio até o nível indicado;

Acende-se o bico de Busen, aquecendo-se a amostra;

Quando a amostra começar a apresentar vapores, acende-se a chama piloto e, em movimentos circulares e constantes, começa-se a passar, sobre a amostra, a chama piloto. Cada passagem deve durar, aproximadamente, 1 segundo;

Quando surgir, em qualquer ponto da superfície da amostra de ensaio um lampejo, provocado pelos vapores, anota-se a referida temperatura. Este valor determinado é definido como sendo o Ponto de Fulgor.

➤ Resultados:

Ponto de fulgor observado = $284^{\circ}\text{C} = 556^{\circ}\text{F}$

Pressão barométrica ambiente = 109,404 KPa

Ponto de fulgor corrigido:

$$1) C + 0,25 (101,3 - K) = 284 + 0,25 (101,3 - 109,404) = 281,974^{\circ}\text{C}$$

Onde:

C é o ponto de fulgor observado, em graus Celcius;

F é o ponto de fulgor observado, em graus fahrenheit;

K é a pressão barométrica ambiente, em quilopascal;

P é a pressão barométrica ambiente, em milímetros de mercúrio.

DETERMINAÇÃO DO PONTO DE AMOLECIMENTO _____

➤ Definição:

O ponto de amolecimento (anel e bola) é a temperatura lida no momento em que uma esfera metálica padronizada, atravessando um anel também padronizado, perfeitamente cheio com o material betuminoso, toca a placa de referência após ter percorrido uma distância de 25,4mm sob condições especificadas.

➤ Resumo do ensaio:

A amostra é fundida e colocada em um molde que consiste de um anel de latão. O anel é mantido suspenso em um banho, à temperatura controlada, e, sobre ele, é colocada uma bola de aço. O conjunto é aquecido a uma velocidade de aquecimento constante fazendo com que a amostra amoleça dentro do anel e ceda ao peso da bola que se deslocará a uma determinada distância.

➤ Aparelhagem:

Anéis de latão;

Bola de aço, com massa entre 3,45 g e 3,55 g e com diâmetro de 9,53 mm;

Dispositivo de latão, para manter a bola centrada sobre o anel (guia da bola);

Becker de 800 ml, de forma baixa;

Suporte para os anéis e termômetros;

Termômetros com faixa de 1°C a 175°C ;

Fontes de aquecimento;

➤ Observações:

- a) Os anéis deverão ser suportados na posição horizontal de tal modo que a parte interior dos mesmos fique a 25,4 mm da parte superior da placa de referência ficando esta de 13 a 19 mm acima do fundo do Becker;
- b) termômetro deverá ficar suspenso de tal modo que o fundo do bulbo fique no mesmo nível da parte inferior dos anéis e a 13 mm destes, sem tocá-los;
- c) Deve-se utilizar como líquido de banho, o etilenoglicol com ponto de ebulição entre 195 °C e 197 °C.

➤ Preparação da Amostra:

Funda a amostra com cuidado, agitando-a continuamente para evitar superaquecimento local, até que ela se tome fluida. A amostra não deve ser aquecida acima 93 °C acima do ponto de amolecimento esperado para os CAP. Não aquecer por mais de 30 minutos e evite inclusão de bolhas de ar;

Aqueça os anéis, aproximadamente, à temperatura na qual a amostra flui facilmente e coloque sobre a placa de latão coberta com uma mistura de glicerina e dextrina ou glicerina e talco;

Encha os com suficiente amostra fundida, de modo a permanecer um excesso acima do topo dos anéis após o resfriamento;

Resfrie durante 30 minutos ao ar e corte o excesso de material com uma espátula suficientemente aquecida. Materiais com ponto de amolecimento próximo da temperatura ambiente (± 30 °C), deverão ser resfriadas durante 30 minutos a uma temperatura de, no mínimo, 8 °C abaixo do ponto de amolecimento esperado.

➤ Ensaio:

Monte o aparelho, colocando etilenoglicol no Becker até uma altura de 10 cm. Coloque os guias das bolas sobre os anéis e introduza o conjunto no Becker. Ponha as duas bolas dentro do Becker, porém não sobre os anéis. O banho deve ser mantido a temperatura de $5 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$ por 15 minutos e, usando uma pinça, coloque uma bola em cada anel;

Aqueça o banho a uma velocidade de $5 \text{ °C} \pm 0,5$ por minuto. Se após 3 minutos, não for conseguido ajustar a velocidade de aquecimento especificada, abandone o ensaio;

Anota-se a temperatura no instante em que o material que envolve a bola de aço percorrer a distância de 2,54 mm, que separa o anel e a placa inferior. Se a diferença entre os valores obtidos nas determinações em duplicata exceder de 1 °C, repetir o ensaio.

➤ Observações:

- a) O etilenoglicol é tóxico quando ingerido ou inalado. Seu ponto de fulgor (Vaso aberto de Cleveland) é 115 °C. Faça o ensaio em capela ou em outro local bem ventilado, evitando contato prolongado com a pele;
- b) Poderá ser usado qualquer meio conveniente para manter a temperatura do banho em 5 °C ± 1 °C, devendo-se tomar cuidado para que não haja contaminação do etilenoglicol com água ou outro líquido qualquer.

➤ Resultados:

Material Utilizado: CAP

Tempo 1 (bola 1 da esquerda): 46 °C;

Tempo 2 (bola 2 da direita): 50 °C.

$$T_{\text{méd.}} = (T_1 + T_2) / 2 = (46 + 50) / 2 = 48 \text{ °C}$$

ENSAIO DE PENETRAÇÃO

➤ Definição:

O ensaio de penetração consiste, basicamente, na medida da penetração de uma agulha padrão sobre uma amostra de CAP, em condições pré-fixadas de carga (100g), temperatura (25°C) e tempo de 5 segundos.

A medida da penetração é dada em décimo de milímetro, determinada no aparelho chamado de penetrômetro.

A determinação da penetração de materiais Betuminosos Sólidos e Semi-sólidos é feita de acordo com a NBR – 6576 de novembro de 1998, válida a partir de 30 de dezembro de 1998.

Aparelhagem:

- Recipiente;
- Penetrômetro;
- Agulha;
- Banho de água;
- Cuba de transferência;
- Termômetro
- Cronômetro graduado.

Execução do ensaio :

- 1) Examinar o suporte da agulha e a haste, para verificar a ausência de água e outros materiais estranhos. Limpar a agulha com solvente adequado, secar com pano limpo e inserir no penetrômetro.
- 2) A menos que seja especificado as condições especiais, colocar o peso de 50g acima da agulha, fazendo com que a carga total seja de 100 g para o conjunto de penetração, inclusive a agulha. Colocar o recipiente da amostra dentro da cuba de transferência, encher a cuba com água do banho de água de tal modo que a amostra fique totalmente submersa. Colocar a cuba de transferência sobre o prato do penetrômetro e executar o ensaio imediatamente. Ajustar a agulha já devidamente carregada à superfície da amostra, fazendo com que coincida exatamente a imagem da agulha refletida pela amostra com sua imagem verdadeira. A imagem deve ser obtida usando-se uma fonte de luz que ilumine adequadamente a amostra.
- 3) Anotar a leitura do mostrador do penetrômetro ou trazer o seu ponteiro para posição zero. Após o ajuste da agulha à superfície da amostra e da leitura do mostrador do penetrômetro, liberar rapidamente a agulha durante o tempo especificado, ajustar o instrumento para medir a distância penetrada e anotar este valor. Caso o recipiente da amostra, à medida que a agulha for aplicada, sofra algum movimento, abandonar o resultado.
- 4) Fazer pelo menos três determinações em pontos da superfície da amostra, distante entre si e da borda do recipiente de 1 cm no mínimo.
- 5) Depois de cada penetração, retirar a cuba de transferência e o recipiente da amostra do penetrômetro, colocar no banho à temperatura especificada. Limpar a agulha com solvente apropriado, enxugar com um pano limpo e seco e repetir a operação já descrita.

► *Resultados:*

Material Utilizado: CAP

Leituras: (em décimos de milímetro)

- 1) 39
- 2) 44
- 3) 44
- 4) 46
- 5) 48

A primeira e a última leitura para o cálculo da penetração média será descartada pois de acordo com a NBR 6576 :1998 para penetrações até 49 (décimos de mm) a diferença máxima entre o valor mais alto e o mais baixo deve ser 2.

$P_{\text{méd}} = (44 + 44 + 46) / 3 = 44.6$ (décimos de mm).

ENSAIO DE VISCOSIDADE SAYBOLT FUROL

➤ Definição:

Viscosidade é a resistência à deformação oposta por um fluido a ação de uma força. O ensaio de viscosidade dos materiais betuminosos é realizado em um aparelho denominado de viscosímetro Saybolt-Furol, a uma determinada temperatura, que varia em função do material analisado, registrando-se o tempo em segundos, necessários para que 60 cm³ do produto escoem, através de um orifício padrão, para o frasco graduado.

Aparelhagem:

- Tubo de viscosidade
- Frasco receptor
- Recipiente do banho
- Termômetro
- Tampa
- Peneira
- Placa de aquecimento elétrico
- Cronômetro

➤ Resultados:

Material Utilizado: CUT-BACK-CM

Temperatura do ensaio: 50°C

1) 49,2 segundos

2) 52 segundos

CONCLUSÃO

É de extrema importância a realização desses ensaios para sabermos as propriedades dos elementos característicos do betume.

Os resultados de densidade, betume total, perda por aquecimento, destilação, teor de cinzas e teor de água nos dão uma idéia da constituição do material betuminoso.

O ensaio de viscosidade determina a consistência ou fluidez dos materiais betuminosos. O índice de penetração dá uma idéia da dureza do material betuminoso.

O ponto de amolecimento fornece a fusibilidade do material betuminoso.

O ponto de fulgor e de combustão fornecem a temperatura a partir da qual haverá possibilidade de inflamabilidade.

Dentro dos conceitos vistos, podemos concluir que a realização de cada ensaio é muito importante se formos utilizar este material em qualquer obra de engenharia.

Estes ensaios são importantes para utilizarmos o material numa faixa aceitável, evitar acidentes e portanto atingir o máximo de vida útil da obra.

Conclui-se finalmente que o material utilizado nesta obra de pavimentação foi de boa qualidade.