



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
ÁREA DE GEOTECNIA

*Conceito B  
muito bom*

# RELATÓRIO FINAL DE ESTÁGIO

**ORIENTADOR: JOSÉ AFONSO G. MACEDO**

**ALUNO: FABIANO MEDEIROS DA COSTA**

**CAMPINA GRANDE - MAIO DE 2004**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**  
**ÁREA DE GEOTECNIA**

## **RELATÓRIO FINAL DE ESTÁGIO**

*Fabiano Medeiros da Costa*

---

Fabiano Medeiros da Costa - Aluno

---

José Afonso G. Macedo - Orientador

---

Nota

**CAMPINA GRANDE - MAIO DE 2004**



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

Sumé - PB

**1. ÍNDICE**

	<b>PÁGINA</b>
2. APRESENTAÇÃO	04
3. INTRODUÇÃO	05
4. RESUMO TEÓRICO	06
4.1. Misturas asfálticas	06
4.2. Agregados	13
5. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	15
6. RESULTADOS OBTIDOS	16
7. CONCLUSÕES	21
8. AGRADECIMENTOS	22
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

**ÍNDICE DE GRÁFICOS**

	<b>PÁGINA</b>
Gráfico 01 – Curva Viscosidade x Temperatura	15
Gráfico 02 – Densidade aparente	16
Gráfico 03 – Relação betume – vazios	17
Gráfico 04 – Estabilidade	17
Gráfico 05 – Porcentagem de vazios	17
Gráfico 06 – Fluência	18
Gráfico 07 – Densidade aparente	19
Gráfico 08 – Relação betume – vazios	19
Gráfico 09 – Estabilidade	19
Gráfico 10 – Porcentagem de vazios	20
Gráfico 11 – Fluência	20

**ÍNDICE DE TABELAS**

	<b>PÁGINA</b>
Tabela 01 – Tipos de CAP	11
Tabela 02 – Asfaltos diluídos tipo CL	11
Tabela 03 – Asfaltos diluídos tipo CM	12
Tabela 04 – Asfaltos para impermeabilização	12
Tabela 05 – Tipos de brita	14
Tabela 06 – Dosagem Marshall – Via Dragados	16
Tabela 07 – Dosagem Marshall – Novatec	18

## 2. APRESENTAÇÃO

O presente relatório composto de: **Introdução**, **Resumo Teórico**, **Descrição das atividades**, **Resultados obtidos**, **Conclusões**, **Agradecimentos** e **Referências Bibliográficas**, descreve o desenvolvimento do Estágio Curricular de conclusão de curso, do aluno Fabiano Medeiros da Costa, aluno regularmente matriculado no curso de Engenharia Civil, do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – Paraíba, realizado nas dependências da citada universidade sob orientação do professor José Afonso G. Macedo.

O item **Introdução** apresenta a justificativa bem com os objetivos gerais deste relatório.

No item **Resumo Teórico** são abordados os conceitos e as explicações pertinentes ao trabalho e que foram necessários durante o desenvolvimento deste.

O item **Descrição das atividades** apresenta as atividades realizadas durante o estágio.

No item **Resultados obtidos**, exibem-se os resultados encontrados no decorrer do estágio.

O item **Conclusões** apresenta os comentários referentes aos resultados obtidos com o desenvolvimento do estágio.

No item **Agradecimentos** traz os agradecimentos do aluno para todos aqueles que o ajudaram no decorrer do curso e do estágio.

O item **Referências bibliográficas** apresenta a bibliografia consultada para o bom desenvolvimento deste trabalho.

### 3. INTRODUÇÃO

Ao final do curso de graduação do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande - Paraíba, é imprescindível aos alunos a participação em um estágio curricular no qual o aluno tenha acesso às práticas da Engenharia na sociedade. Este estágio pode ser realizado em obras ou em desenvolvimento de projetos que permitam ao estudante e graduando o contato com a profissão por ele escolhida.

Este estágio, realizado na Universidade Federal de Campina Grande – Paraíba e orientado pelo professor José Afonso G. Macedo é parte integrante de um projeto denominado: ***Caracterização de misturas asfálticas à quente fabricadas com agregados (convencionais e não-convencionais) do estado da Paraíba***, cujo objetivo era a caracterização de misturas asfálticas à quente fabricadas com agregados (convencionais e não-convencionais) do estado da Paraíba, cujo asfalto é produzido pela refinaria LUBNOR, para formação de um conhecimento mais detalhado das potencialidades e limitações destas misturas à luz de mecânica dos pavimentos.

A produção de serviços com a utilização de materiais locais em engenharia tem sido uma constante fonte de pesquisa, na tentativa de minimizar os custos das obras com eles executados, principalmente devido à redução da distância de transporte. As misturas asfálticas à quente são misturas compostas de ligante betuminoso, agregados minerais e material de enchimento (filer). Podem ser fabricadas utilizando dois tipos de agregados: convencionais e não-convencionais. Os agregados convencionais são aqueles que normalmente são utilizados na confecção do concreto asfáltico, por exemplo brita, areia, pó-de-pedra, etc. Já os não-convencionais são agregados que normalmente não são utilizados nas misturas, como seixo rolado, areia seixada, entre outros.

O estágio foi desenvolvido no laboratório de Solos III da Área de Geotecnia do Departamento de Engenharia Civil (DEC), do CCT, da UFCG – PB. O estágio é parte integrante de um projeto denominado Projeto Cooperativo 02 o qual propõe parceria entre várias instituições das regiões Norte e Nordeste nas atividades de pesquisa do segmento asfalto. O projeto visa principalmente o desenvolvimento de novas tecnologias e novos produtos, bem como e a transferência de conhecimentos para elementos da cadeia produtiva do asfalto nas regiões Norte e Nordeste. Isto contribui para a formação de uma

competência local capaz de propor soluções aos problemas particulares de cada região estudada.



## 4. RESUMO TEÓRICO

Para uma melhor compreensão este capítulo foi dividido em dois itens, os quais serão abordados independentemente. São eles:

- Misturas asfálticas;
- Agregados.

### 4.1. Misturas asfálticas:

Os materiais betuminosos são constituídos essencialmente por betumes. De acordo com a NBR 7208, betume é uma mistura de hidrocarbonetos de consistência sólida, líquida ou gasosa, de origem natural ou pirogênica, completamente solúvel em dissulfeto de carbono (CS<sub>2</sub>) com poder aglomerante e impermeabilizante. Os materiais betuminosos são divididos em asfaltos (derivados de petróleo) e alcatrões (derivados de carvão).

Os asfaltos são classificados em:

CAN – Cimento asfáltico natural

CAP – cimento Asfáltico de Petróleo.

#### ■ CAN:

Existem dez tipos de CAN, classificados em função de sua consistência (obtido através do ensaio de abatimento) (CAN 30-40; 40-50; 50-60; 60-70; 70-85; 85-100; 100-120; 120-150; 150-200; 200-300).

#### ■ CAP:

Já o CAP (asfalto sólido) é classificado em nove tipos, os mesmos do tipo CAN, com exceção do tipo 200-300. São asfaltos usualmente utilizados e aplicados a altas temperaturas (180° Celsius). Do CAP se originam dois outros tipos de asfalto, que se diferenciam devido a composição de cada um. São eles:

### Asfaltos diluídos ou cut backs:

Esses produtos resultam da diluição do cimento asfáltico de petróleo (CAP) com destilados de petróleo, ou seja, são obtidos pela adição de um solvente ou diluente aos asfaltos de petróleo (CAP). Assim, o CAP pode ser diluído em gasolina, querosene e óleo, resultando os asfaltos diluídos ou CUT-BAK, dos tipos: cura rápida (CR); cura média (CM) e cura lenta (CL), respectivamente. Entende-se por cura, o tempo que leva o diluente a evaporar. Isto significa os termos: CR; CM e CL. A aplicação deste tipo de CAP ocorre a médias e baixas temperaturas (25° a 82° Celsius).

### Emulsões asfálticas ou hidroasfaltos:

As emulsões asfálticas são obtidas através da mistura de água ao CAP com um agente emulsionante e água. As emulsões são classificadas em:

**Emulsões aniônicas**, onde o emulsionante é o oleato de sódio ou o resinato de potássio. Os glóbulos têm carga elétrica negativa, e a fase líquida tem carga positiva, portanto básica, funcionando bem com agregados de natureza básica: calcários e dolomitas;

**Emulsões catiônicas**, onde o emulsionante são sais de amina ou poliamida graxas. Os glóbulos têm carga elétrica positiva e a fase líquida tem carga elétrica negativa, portanto ácida. Estas emulsões funcionam bem com qualquer agregado, principalmente os de características ácidas, que são os mais comuns: quartzo e granito.

Quanto da aplicação de emulsão, ocorre a separação da fase líquida. Essa separação é denominada de quebra ou ruptura da emulsão. De acordo com o tempo de separação as emulsões são classificadas em:

RR: Ruptura rápida = mais ou menos 40 minutos

RM: Ruptura média = mais ou menos 2 horas

RL: Ruptura lenta = mais ou menos 4 horas

Após a ruptura, ocorre a evaporação da água. Este fenômeno é denominado de cura. Este tempo varia de 10 a 12 horas. As principais vantagens das emulsões em relação ao CAP e aos CUT-BAKS, são:

Podem ser usados equipamentos de mistura, transporte e aplicação mais simples (temperaturas baixas), pois além de dispensarem sistemas de equipamento e secador de agregados são fáceis de manipular e distribuir.

**Características fundamentais dos materiais betuminosos:**

- São materiais aglomerados ou ligantes;
- São sensíveis ao calor;
- São hidrofugantes, ou seja, são repelentes à água, o que faz com que este material seja usado com sucesso como impermeabilizante, por outro lado tem a desvantagem na obrigatoriedade de se utilizar agregados secos;
- São quimicamente inertes, não reagindo com o cimento, cal, madeira, zinco, alumínio, etc;
- Envelhece quando exposto ao sol, é tanto que, quando empregado como impermeabilizante, torna-se necessário promover a proteção mecânica;
- São inflamáveis à chama, quando atingem certa temperatura;
- São solúveis ao dissulfeto de carbono;
- Apresenta densidade da ordem de 1,0 a 1,2.

**Propriedades dos materiais betuminosos:**

A importância do conhecimento das propriedades dos materiais betuminosos é para que este material seja aplicado de maneira racional. Ponto de fugor é a temperatura na qual os vapores desprendidos durante o aquecimento do produto se inflamam temporariamente, quando postos em contato com a chama. Ponto de combustão, ou de incêndio, é a temperatura na qual a amostra, após inflamar-se entra em combustão. Os pontos de fulgor e de combustão são importantes, pois limitam a temperatura de aquecimento.

Ponto de amolecimento é definido como sendo a temperatura que provoca o amolecimento do produto betuminoso. Esta propriedade é obtida através do ensaio conhecido como "anel e bola". De acordo com este ensaio, o ponto de amolecimento é definido como sendo a temperatura em que um a esfera metálica atravessa um anel também metálico, cheio com material betuminoso, até percorrer uma distância de 1" (uma polegada).

A consistência dos materiais betuminosos é determinada através de ensaio de penetração (asfaltos sólidos) e do ensaio de viscosidade (asfaltos líquidos viscosos). A determinação da consistência dos CAP é feita através do ensaio de penetração. Este ensaio consiste em submeter uma amostra à penetração de uma agulha padrão sob condições pré-fixada de carga (100 g), temperatura (25°C) e tempo de 5 segundos. "Este ensaio determina a dureza dos CAP". O resultado do ensaio de penetração define o tipo de CAP.

A consistência dos CUT-BAKS é medida através do ensaio de viscosidade. A determinação da viscosidade é feita através de um aparelho denominado viscosímetro. O ensaio para determinação da viscosidade é realizado a uma determinada temperatura, registrando o tempo em segundos, necessário para que 60cm<sup>3</sup> do produto escoe, através de um orifício padrão, para um frasco graduado que registra o volume de 60cm<sup>3</sup>. A viscosidade é, portanto, à deformação oposta por um fluido à ação de uma força. Assim, quanto mais longo o tempo do escoamento, maior a viscosidade do produto e mais próximo da consistência semi-sólida.

#### **Usos dos materiais betuminosos na pavimentação:**

Existem várias formas de aplicações desses materiais na pavimentação rodoviária. Normalmente estes são utilizados juntamente com outros materiais como agregados, miúdos e graúdos, filler, etc. O caso mais nobre é o concreto asfáltico. Nesse caso, o asfalto tem as seguintes funções:

**Aglutinante**, que consiste em proporcionar uma ligação íntima entre os demais materiais e capaz de resistir a ação mecânica de desagregação produzida pelos veículos;

**Impermeabilizante**, que garante a estanqueidade a água.

Por outro lado, os agregados têm as funções de suportar e transmitir a carga dos veículos e resistir ao desgaste.

#### **Tipos de pavimentos:**

Os principais tipos de pavimentos são os pavimentos rígidos e os flexíveis. Comparando ambos, observa-se que o rígido apresenta maior durabilidade. No entanto os pavimentos flexíveis apresentam em comparação com os rígidos as seguintes vantagens:

- Deformam-se sob a ação das cargas, adaptando-se a eventuais recalques de fundação;

- Rapidez de execução e colocação ao tráfego; e
- Reparos fáceis e rápidos.

**Usos dos materiais betuminosos na construção civil:**

A principal propriedade que é exigida para os materiais betuminosos na construção civil como impermeabilizantes é a sua resistência ao intemperismo. Assim, o asfalto deve apresentar, em consequência, maior dureza. Este tipo de asfalto é denominado de asfalto oxidado ou soprado. Asfalto oxidado ou soprado é obtido ainda na torre de destilação a uma temperatura da ordem de 200oC, fazendo passar uma corrente de ar, obtendo-se, em consequência, um asfalto mais duro.

Este asfalto, em relação ao CAP, apresenta as seguintes diferenças:

- Consistência mais sólida;
- Menos poder aglutinante;
- Menor sensibilidade à temperatura;
- Menor adesividade;
- Maior resistência ao intemperismo;
- Maior resistência ao envelhecimento.

**Observação final:**

Os produtos asfálticos (emulsões asfálticas) comercializada/industrializada têm como base os asfaltos oxidados. Devido as suas características, estes produtos não devem ser utilizados na construção rodoviária. Finalmente, estes produtos são aplicados como impermeabilizantes na construção civil, com aplicações de "n" demãos do produto e/ou reforçados com fibra de vidro ou não tecido de poliéster, fabricado "in loco" (manta asfáltica fabricada "in loco") ou pré-fabricada.

## CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP) – EB 78/90:

ENSAIOS	TIPOS DE CAP			
	50/60	85/100	100/120	150/200
1. Penetração, 100g, 5 seg. a 25°C, 0,1 mm	50-60	85-100	100-120	150-200
2. Ponto de fugor, °C, min.	235	235	235	220
3. Viscosidade a 130°C, seg, min	110	85	80	70
4. Teor de betume, % peso. Min	99,5	99,5	99,5	99,5
5. Índice de suscetibilidade Térmica (*)	-2 a +1	-2 a +1	-2 a +1	-2 a +1

Tabela 01 – Tipos de CAP

(\*) Índice de suscetibilidade Térmica =  $500(10 \text{ g PEN}) + (20) (t^{\circ}\text{C}) - 1951$  onde:  
 $120 - (50)(10 \text{ g PEN}) + (t^{\circ}\text{C})$

t(°C) = Ponto de amolecimento

OBS.: o produto não deve produzir espuma quando aquecido a 175oC.

## ASFALTOS DILUÍDOS – TIPO CURA LENTA (CL):

ENSAIOS	TIPOS DE CL			
	CL-70	CL-250	CL-800	CL-3000
1. Viscosidade cinemática a 60oC	70-140	250-500	800-1600	3000-6000
2. Ponto de fugor, °C, min.	66	69	93	107
3. Penetração no resíduo da destilação, min.	50	60	70	80
4. Teor de betume, %, min.	99	99	99	99
5. Viscosidade Saybolt-Furol				
a 50°C, seg.	60-120	-	-	-
a 60°C, seg.	-	125-250	-	-
a 82,2°C, seg.	-	-	100-200	300-600

Tabela 02 – Asfaltos diluídos tipo CL

## ASFALTOS DILUÍDOS – TIPO CURA MÉDIA (CM):

ENSAIOS	TIPOS DE CM				
	CM-30	CM-70	CM-250	CM-800	CM-3000
1. Viscosidade, °C	30-60	70-140	250-500	800-1600	3000-6000
2. Ponto de fugor, °C, min.	38	38	66	66	66
3. Penetração no resíduo da destilação, min.	120-250	120-250	120-250	120-250	120-250
4. Teor de betume, %, min.	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
5. Viscosidade Saybolt-Furol					
a 25°C, seg.	75-150	-	-	-	-
a 50°C seg.	-	60-120	-	-	-
a 60°C seg.	-	-	125-250	-	-
a 82,2°C, seg.	-	-	-	100-20	300-600

Tabela 03 – Asfaltos diluídos tipo CM

## ASFALTOS PARA IMPERMEABILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL – EB-635:

TIPOS DE ASFALTO	I	II	III
Ponto de amolecimento	60-75	75-95	95-105
Penetração (25°C, 100 g, 5 seg.)	25-40	20-35	15-25
Ponto de fugor, °C, min.	230	230	230

Tabela 04 – Asfaltos para impermeabilização

- O asfalto do tipo I é utilizado exclusivamente em impermeabilização de fundações;
- O asfalto do tipo III é utilizado exclusivamente em impermeabilização de coberturas;
- O asfalto do tipo II pode ser usado em impermeabilização de fundações ou coberturas, dependendo das condições climáticas e critério do projetista.

## 4.2. AGREGADOS

Agregado é o material granular, sem forma e volume definidos, geralmente inertes, de dimensões e propriedades adequadas para uso em argamassas, concretos e concretos asfálticos nas obras de engenharia.

Este material ocupa, aproximadamente, em média, 75 % do volume total do concreto asfáltico sendo assim, de suma importância no custo final do concreto asfáltico.

Na fabricação do concreto asfáltico, deve-se levar em consideração entre outras, determinadas características dos agregados, de forma a se ter uma mistura de boa qualidade. Dentre estas características, podem ser citadas: composição granulométrica, forma e textura superficial das partículas, resistência mecânica (compressão simples) e presenças de substâncias nocivas.

### ▣ Classificação:

#### Quanto à origem:

São classificados em:

Naturais: são os que são encontrados na natureza prontos a serem utilizados, bastando, simplesmente, serem submetidos a lavagem e/ou seleção. Ex: seixos rolados, pedregulhos, areia natural;

Artificiais: são obtidos, industrialmente, a partir da matéria-prima. Ex: brita, areia natural.

#### Quanto a Massa Unitária (MU):

São classificados em:

Leves: Quando o valor de MU  $\leq 1,0 \text{ g/cm}^3$ ;

Médios ou Normais: São os que apresentam MU entre  $1,0 \text{ g/cm}^3$  e  $1,0 \text{ g/cm}^3$ , normalmente utilizados nas confecções de concretos convencionais;

Pesados: São os que possuem MU superior a  $2,0 \text{ g/cm}^3$ .



**Quanto às dimensões:**

São classificados em miúdos e graúdos. Esta classificação é feita com utilização da peneira de 4,8 mm, assim:

Agregado miúdo: São aqueles que possuem grãos inferiores a 4,8 mm, podendo ficar retidos até 15 %;

Agregados graúdos: Apresentam grãos de dimensões superiores a 4,8 mm, podendo apresentar até 15 % passando na peneira de 4,8 mm.

**Quanto à forma:**

Os agregados graúdos podem apresentar:

Forma lamelar;

Forma argular; e,

Forma arredondada. Ex.: pedregulhos/britas, brita e seixos rolados.

**02.05. Classificação comercial das britas**

<b>Tipo de Britas</b>
Brita número 0: 9,5 – 4,8 mm
Brita número 1: 19 – 9,5 mm
Brita número 2: 25 – 19 mm
Brita número 3: 50 – 25 mm
Brita número 4: 76 – 50 mm
Brita número 5: 100 – 76 mm

Tabela 05 – Tipos de brita

**Quanto ao diâmetro máximo e Módulo de Finura:**

B – 12,7: Quando o diâmetro máximo é igual a 12,7 mm;

B – 19: Quando o diâmetro máximo é igual a 19 mm;

B – 25: Quando o diâmetro máximo é igual a 25 mm;

B – 32: Quando o diâmetro máximo é igual a 32 mm;

B – 38: Quando o diâmetro máximo é igual a 38 mm;

B – 50: Quando o diâmetro máximo é igual a 50 mm;

## 5. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

O ligante betuminoso CAP 50/60 (Cimento Asfáltico de Petróleo) oriundo da empresa LUBNOR foi analisado através da realização do ensaio de viscosidade Sybolt-Furol o qual determina a temperatura de aquecimento do CAP que proporciona a melhor aderência entre os componentes do concreto asfáltico.

Temperatura (°C)	Viscosidade
120	462,0
140	160,5
160	67,0
177	40,0

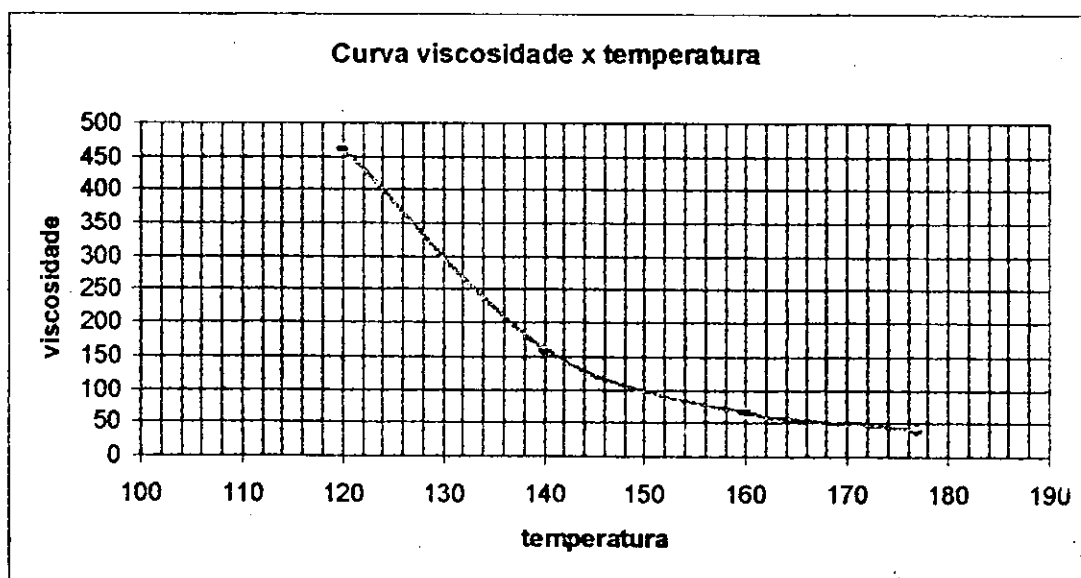


Gráfico 01 – Curva viscosidade x temperatura

Observa-se através do gráfico ao lado que a temperatura ideal, para este ligante, quando da confecção do concreto asfáltico gira em torno dos 160° C.

Segundo os critérios do DNER a temperatura ideal é aquela cuja viscosidade localiza-se na faixa de 85 a 95 segundos.

6. RESULTADOS OBTIDOS

Após a moldagem dos corpos de prova, confeccionados com a mistura asfáltica e os agregados convencionais e não-convencionais, e a sua caracterização através do ensaio de dosagem Marshall, obteve-se os dados a seguir, em relação às misturas asfálticas utilizadas em duas diferentes empresas:

Para a empresa Via Dragados:

VIA DRAGADOS **ENSAIO MARSHALL** DNER ME 43/56 Data: SETEMBRO/2003

Dens. Real do Cimento Asfáltico 1,003 Serviço: REVESTIMENTO ASFÁLTICO Fibr PO CALCÁREO  
 Dens. Real da Mistura de Agregados 2,697 Faixa D.N.E.R (C) Constante da Prensa 2,044 kg/divisão

Corpo de prova N°	% CA	altura (cm)	Peso em gramas		Volume cm³	Densidade		Volumes - % Total			Vazios (%)			ESTABILIDADE			Plasticidade	
			ar (g)	água (g)		Aparente (kg/m³)	Max Teo (kg/m³)	Ligante	Agregado	vazios	Agregado do volume vazios	Total	LET.	CALC.	CORR.	altura mm	sl 100	
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
			% peso da mistura		d-e	d/f	(b/g)/Df.g.	(100-b)/g/Dep.	100+	100+	W	1-gf						1/25,4
2	5,00	5,00	1.238,0	718,7	521,3	2,375	2,495	11,8	83,852	4,5	16,3	72,4	4,8	430	878,9	835,0	2,0	7,9
media						2,356	2,455	11,8	83,735	5,3	17,0	69,1	5,6		813,1		2,0	7,9
6	6,50	6,90	1.242,3	719,4	522,9	2,378	2,477	13,0	83,245	3,7	16,8	77,8	4,1	450	819,8	873,8	3,0	11,8
media						2,370	2,477			4,0	17,0	78,7	4,3		854,4		3,0	11,8
8	6,00	6,08	1.247,0	720,6	526,4	2,368	2,458	14,2	82,565	3,3	17,4	81,3	3,6	410	838,0	780,2	4,0	15,7
media						2,367	2,458			3,4	17,5	80,9	3,7		779,0		4,0	15,7
11	6,50	6,08	1.245,6	717,8	527,8	2,360	2,440	15,3	81,816	2,9	18,2	84,1	3,3	400	817,6	786,5	5,0	19,7
media						2,363	2,440		87,597	2,8	18,1	84,6	3,2	0,0	749,3		5,0	19,7
14	7,00		1.240,0	718,0	524,0	2,366	2,423	16,5	81,900	1,9	18,4	89,5	2,3	390	797,2	741,4	6,0	23,6
media						2,364	2,423		87,851	2,0	18,5	89,3	2,4		731,2		6,0	23,6

Tabela 06 – Ensaio Marshall – Via Dragados

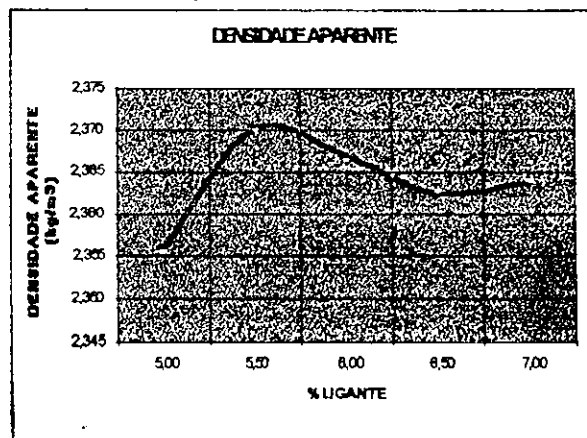


Gráfico 02 – Densidade aparente

Onde a densidade aparente obtida foi de 2,368 kg/m³



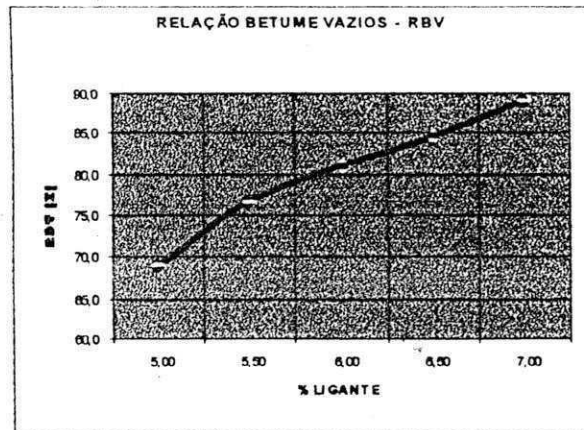


Gráfico 03 – Relação betume-vazios

Do qual a R.B.V. encontrada foi de 77,0%

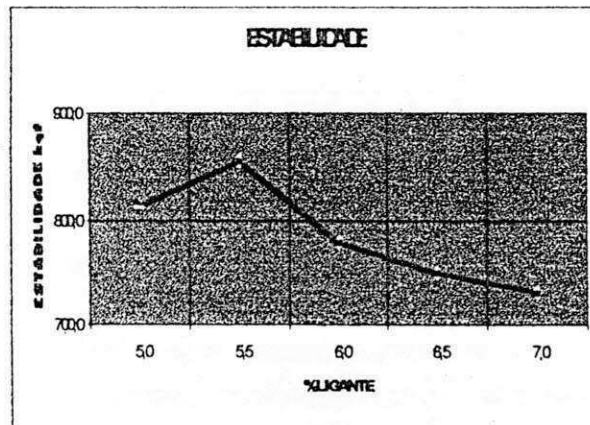


Gráfico 04 - Estabilidade

A estabilidade Marshall é a resistência máxima à compressão radial, apresentada pelo corpo de prova moldado e ensaiado, expressa em N (Kgf). Foi encontrada uma estabilidade de 810 kgf

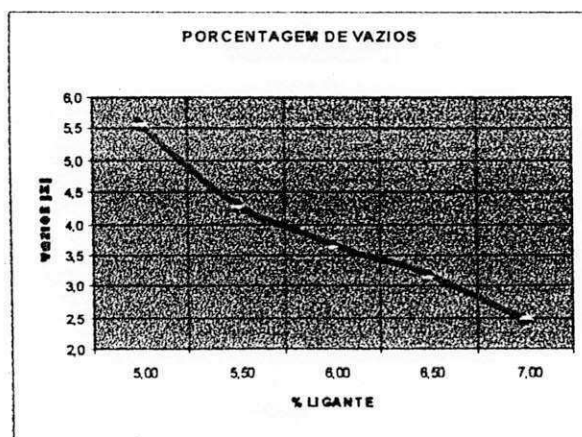


Gráfico 05 – Porcentagem de vazios

Do qual obteve-se uma porcentagem de vazios igual a 3,9%

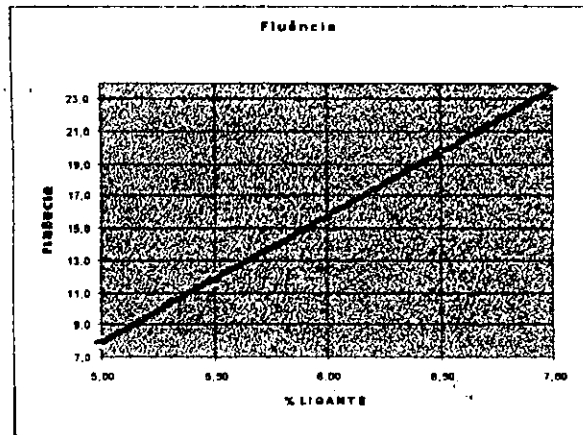


Gráfico 06 - Fluência

A fluência da resistência Marshall é a deformação total apresentada pelo corpo de prova, desde a aplicação da carga inicial nula até a aplicação da carga máxima, expressa em décimos de milímetro. Encontrou-se uma fluência de 14,6. O teor ótimo da mistura asfáltica 5,9%.

Para a empresa Novatec:

CORPO DE PROVA		% CA	alturas (cm)	Peso em gramas		Volume (cm <sup>3</sup> )	Densidade		Volumes - % Total			Vazios (%)			DETABILIDADE			Fluência	
Nº				ar (g)	água (g)		g/cm <sup>3</sup>	Max Teo (g/cm <sup>3</sup> )	Ligante	Agregado	vazios	Agregado	Ret. betume (porção)	Total	LEV.	CALC.	CORR.	leitura (mm)	σ100
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	
		% peso da mistura			d-e	d/f	(b*g)/Dg		(100-b)*g/Dag	100-l	100-l	W	1-g/h	-	-	-	-	r/25,4	
1	5,00	6,23	1.194,9	688,2	506,7	2,347	2,488	10,3	84,047	5,2	15,5	66,3	5,2	296	607,6	614,0	2,4	9,4	
2	5,00	6,23	1.194,9	688,2	506,7	2,352	2,488	10,3	84,181	5,2	15,5	66,3	5,2	296	607,6	614,0	2,4	9,4	
media						2,352	2,488					65,2	5,5		563,7	2,4	9,4		
3	5,00	6,28	1.196,3	688,2	508,1	2,357	2,470	11,4	83,901	4,7	16,1	71,0	4,7	288	587,2	599,0	3,2	12,6	
4	5,00	6,28	1.196,3	688,2	508,1	2,356	2,470	11,4	83,944	4,7	16,1	71,0	4,7	288	587,2	599,0	3,2	12,6	
media						2,356	2,470					71,2	4,6		568,3	2,7	10,5		
5	5,00	6,28	1.196,6	690,6	506,0	2,346	2,452	12,6	83,821	3,6	16,2	78,0	3,6	332	678,9	690,0	4,0	15,7	
6	5,00	6,28	1.196,6	690,6	506,0	2,358	2,452	12,6	83,844	3,6	16,2	78,0	3,6	332	678,9	690,0	4,0	15,7	
media						2,357	2,452					78,6	3,9		606,3	3,7	14,7		
7	5,00	6,21	1.192,6	687,5	495,2	2,399	2,434	14,0	84,504	1,1	15,1	83,8	1,1	304	610,3	630,0	3,3	12,6	
8	5,00	6,21	1.192,6	687,5	495,2	2,393	2,434	14,0	84,919	1,1	15,1	83,0	1,0	323	658,6	695,0	2,4	9,4	
media						2,399	2,434					90,8	1,4		655,3	2,7	10,5		
9	5,00	6,27	1.195,6	685,8	501,9	2,385	2,417	15,0	83,553	1,4	16,4	81,4	1,4	257	524,0	535,0	2,4	9,4	
10	5,00	6,27	1.195,6	685,8	501,9	2,385	2,417	15,0	83,553	1,4	16,4	81,4	1,4	257	524,0	535,0	2,4	9,4	
media						2,385	2,417					92,1	1,3		553,0	2,4	9,4		

Tabela 07 – Dosagem Marshall - Novatec

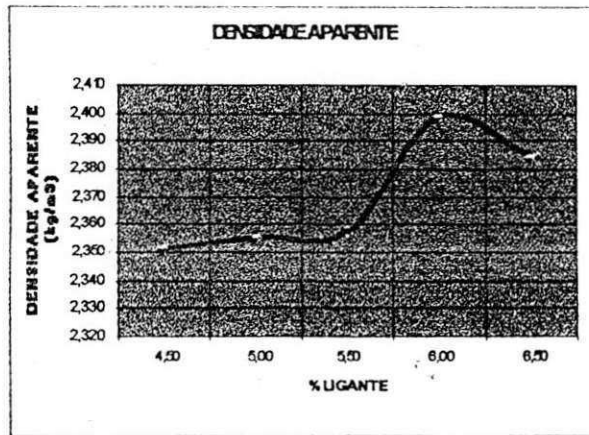


Gráfico 07 – Densidade aparente

A densidade aparente encontrada foi de 2,361 kg/m<sup>3</sup>.

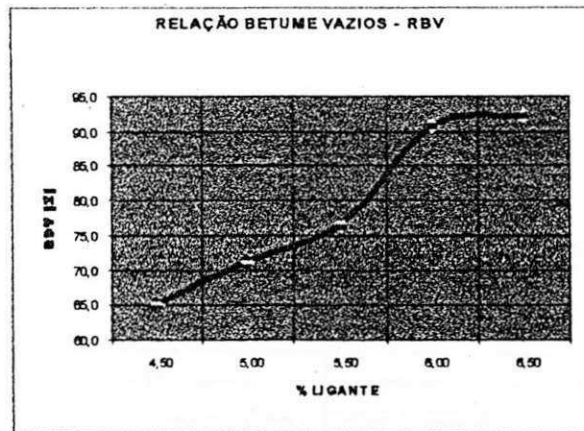


Gráfico 08 – Relação Betume-vazios

Obteve-se uma R.B.V. = 76,4%

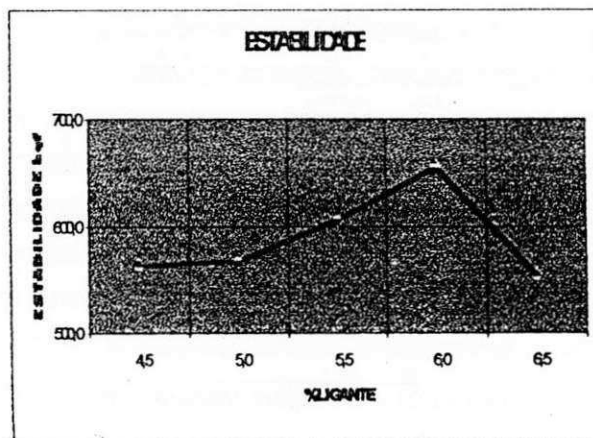


Gráfico 10 – Estabilidade

Encontrou-se uma estabilidade de 628kgf

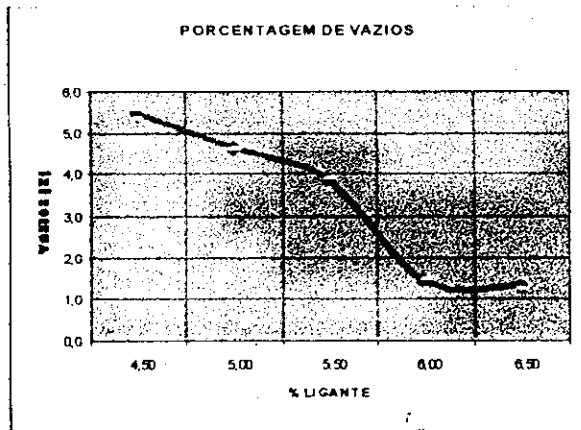


Gráfico 09 - Porcentagem de vazios

A porcentagem de vazios obtida foi de 3,8%

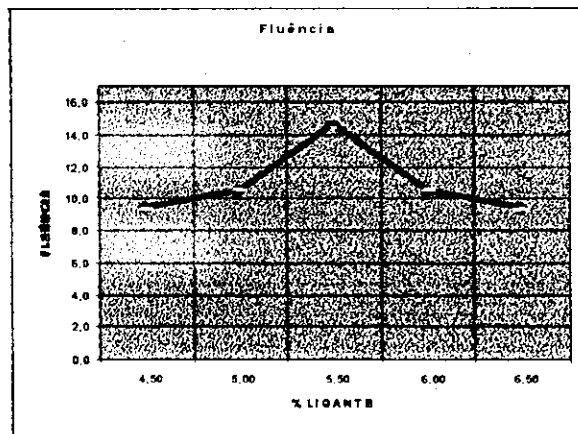


Gráfico 11 - Fluência

Obteve-se uma fluência de 14,0. E o teor ótimo de massa asfáltica encontrado foi de 5,4%

## 7. CONCLUSÕES

As propriedades mecânicas obtidas, bem como os teores de projeto para o ligante empregado definem os agregados e as misturas projetadas adequadas para emprego em revestimentos asfálticos, sob o ponto de vista de ensaios em laboratório. Porém é recomendável o monitoramento do comportamento destas misturas em campo.

O estágio curricular através do projeto descrito ofereceu ao aluno a oportunidade de confrontar a teoria com a prática. Os conceitos estudados em sala de aula tornaram-se suas ferramentas no desenvolvimento deste trabalho, evidenciando a importância do estágio na vida acadêmica do aluno. Seria uma consideração a ser revista pelos dirigentes das universidades que os alunos tivessem acesso e até mesmo oportunidades deste tipo não somente na conclusão dos cursos de graduação, mas no decorrer destes para que os estudantes pudessem conhecer e tornar-se parte do mercado profissional antes de ingressá-lo, conhecendo suas interferências e particularidades.



## 8. AGRADECIMENTOS

**“A Deus, o eterno companheiro das noites frias e silenciosas.**

**Aos familiares pela presença e apoio constante no decorrer deste curso.**

**Aos amigos que compreenderam a distância e as mudanças que transformam  
pensamentos, atos e comportamentos.**

**Aos amores: os que se foram e os que estão presentes e que transmitiram ou  
transmitem paz, carinho e amor nos momentos de aflição.**

**Aos amigos de curso: os eternos e insubstituíveis. Sem vocês nunca teria sido tão  
bom!**

**Aos que se foram, pelos exemplos deixados e fontes de pesquisa nos momentos de  
reflexão.**

**Aos mestres, que se doam e se dedicam para formarem profissionais capacitados  
para o mercado de trabalho.**

**Ao Departamento do curso e seus funcionários que se oferecem sempre dispostos no  
auxílio e na disponibilidade de informações.**

**Em especial a Walter Santa Cruz, Celso Augusto Guimarães Santos e José Afonso G.  
Macedo que ofereceram oportunidades de pesquisa e estágio, conhecendo o aluno,  
acreditando no seu potencial, confiando na sua dedicação e criando laços de respeito  
e amizade que transpassam os ensinamentos.**

**Muito obrigado!”**

## 9. BIBLIOGRAFIA

Macedo, J. A. G., Neves, N. M. T., Costa, F. M. (2003). Relatório da rede cooperativa de pesquisa em asfalto N/NE. DEC/CCT/UFCG, MCT/CTPETRO/CNPq-FINEP 03/2001.

Apostilas de aula da disciplina Materiais de Construção II – Professor Robertinho.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.