



Agência Nacional de
Transportes Terrestres



COMPANHIA DE CONCESSÃO RODOVIÁRIA JUIZ DE FORA - RIO



Agência Nacional de
Transportes Terrestres

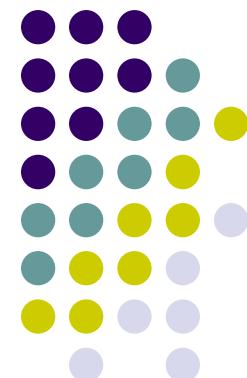
Avaliação do comportamento de dois trechos experimentais, sob ação de tráfego real na Rodovia BR 040 - Trecho da Concessionária CONCER

Coordenadora: Profa. Laura Maria Goretti da Motta
Palestrante: Sandra Oda

Laboratório de Geotecnia - Setor de Pavimentos
Centro de Tecnologia - COPPE/UFRJ

V Workshop
Desenvolvimento
Tecnológico nas
Concessões
Rodoviárias

18 e 19 de Agosto
de 2010





Objetivos

- Estudo do desempenho de **dois trechos experimentais**, dimensionados pelo método SisPav (Franco, 2007) compostos por **duas misturas especiais** (empregando a metodologia **Superpave**):
 - **mistura morna (MM)**
 - **mistura de módulo elevado (MME)**
- **Novo método de dimensionamento de pavimentos asfálticos** (Projeto TEMP - COPPE / CENPES / Petrobras)
 - Rede Temática de Asfalto - **Manual de Execução de Trechos Monitorados**
- **Estudos de tráfego:** determinar volume de tráfego da rodovia, obtendo dados para auxiliar no dimensionamento dos pavimentos a serem restaurados futuramente.



Pavimento



- Definição das **características das misturas asfálticas** através da metodologia **SUPERPAVE**:
 - **mistura padrão** - ligante convencional;
 - **mistura morna (MM)** - ligante modificado;
 - **mistura de módulo elevado (MME)** - ligante especial;
- Avaliação das misturas asfálticas através de **ensaios mecânicos** (MR, RT, fadiga e deformação permanente);
- Definição dos **locais** para construção dos trechos experimentais;





Pavimento



- Avaliação das **condições** dos trechos selecionados;
 - medida de **deflexões** antes e após a aplicação da massa asfáltica;
 - contagem de **tráfego** no local dos segmentos antes e após a construção das camadas;
- **Dimensionamento** do pavimento empregando o método SisPav - definição das espessuras das camadas;
- **Acompanhamento** das aplicações das misturas asfálticas no campo e coleta de amostras na usina e na pista;





Pavimento



- Acompanhamento do **desempenho** do trecho com **retirada de amostras** a cada seis meses, medida de **deflexão** e levantamento de **defeitos**;
- **Comparação** entre o **desempenho** dos trechos experimentais e trechos próximos construídos na mesma época com mistura asfáltica convencional;
- Elaboração de **modelos de desempenho** e **critérios de decisão de reabilitação**.



Estudo de Tráfego



Prof. Giovani Manso Ávila - e-mail: giovani@ufrj.br



**Levantamento dos segmentos tipo com
contagem de tráfego para auxiliar na definição de
segmentos homogêneos e sua contribuição no
desempenho dos trechos experimentais sob
tráfego real.**



Mistura Morna

Warm-Mix Asphalt - WMA



- Adição de um modificador que permite que as temperaturas de mistura e de compactação do concreto asfáltico, CA, sejam reduzidas de 20° C a 50° C em relação às de uma mistura de CA convencional.



Mistura Morna

Warm-Mix Asphalt - WMA



O WMA apresenta os seguintes **benefícios** (D'Angelo et al., 2008):

- **redução do consumo de energia;**
- **redução da emissão de poluentes** (CO_2 , SO_2 ; compostos orgânicos voláteis, CO, NOx, poeira);
- **facilidade em ser transportado** para maiores distâncias;
- **menor exposição dos trabalhadores** aos fumos emitidos pela mistura quente;
- **menor taxa de resfriamento**, devido à proximidade da temperatura de mistura em relação à temperatura ambiente.



Mistura Morna - WMA

Produtos



Tecnologias disponíveis

■ WAM-Foam		■ Rediset WMX
■ Low Emission Asphalt		
■ Aspha-Min	■ AquaFoam	
■ Advera	■ Ultrafoam GX	
■ Sasobit	■ Terex	
■ REVIX	■ Accu•Shear	
■ Evotherm	■ Aquablack	
■ Cecabase RT	■ Double Barrel Green	
■ Thiopave		

Exemplos

- Aditivos orgânicos – Sasobit (mais que 10 milhões ton misturas)
- Processo espuma – AsphamIn (300 mil ton de misturas)
- Emulsões com agregados aquecidos – Evotherm (17mil ton)
- Ligantes sintéticos
- Usina modificada - Adição de ligante em duas etapas

Mistura Morna – WMA

Aditivos



- **Aditivo químico:** apresenta vantagem de cobrir mais rapidamente os agregados e lubrificar partículas; adicionado diretamente ao ligante na hora da usinagem.

- **Rediset™** - Akzo Nobel - 2%



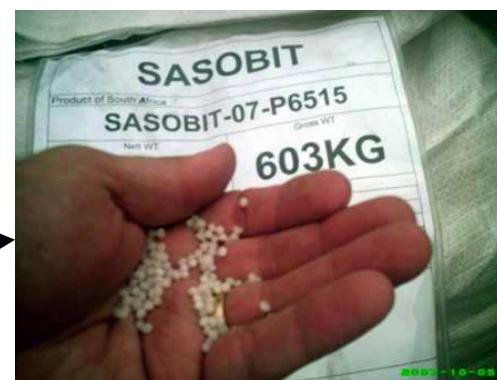
Fonte: Cavalcanti, 2010



- **Aditivo orgânico:** utilizado para diminuir a viscosidade do ligante e permitir que a mistura asfáltica tenha melhor trabalhabilidade.

- Cecabase RT® - **odor desagradável**;

- **Sasobit®** - adicionado ao asfalto (2 a 3%) - bastante usado no exterior.



Mistura Morna - WMA

Espuma de asfalto



- As zeólitas mais usadas são:
 - Advera®
 - Aspha-Min®
- Aditivo nacional: Quimigel - já empregado em obras do DER-RJ.
- Modificação das usinas a quente para espumar o asfalto antes deste ser misturado aos agregados aquecidos;
- uso da água como agente espumante do asfalto.



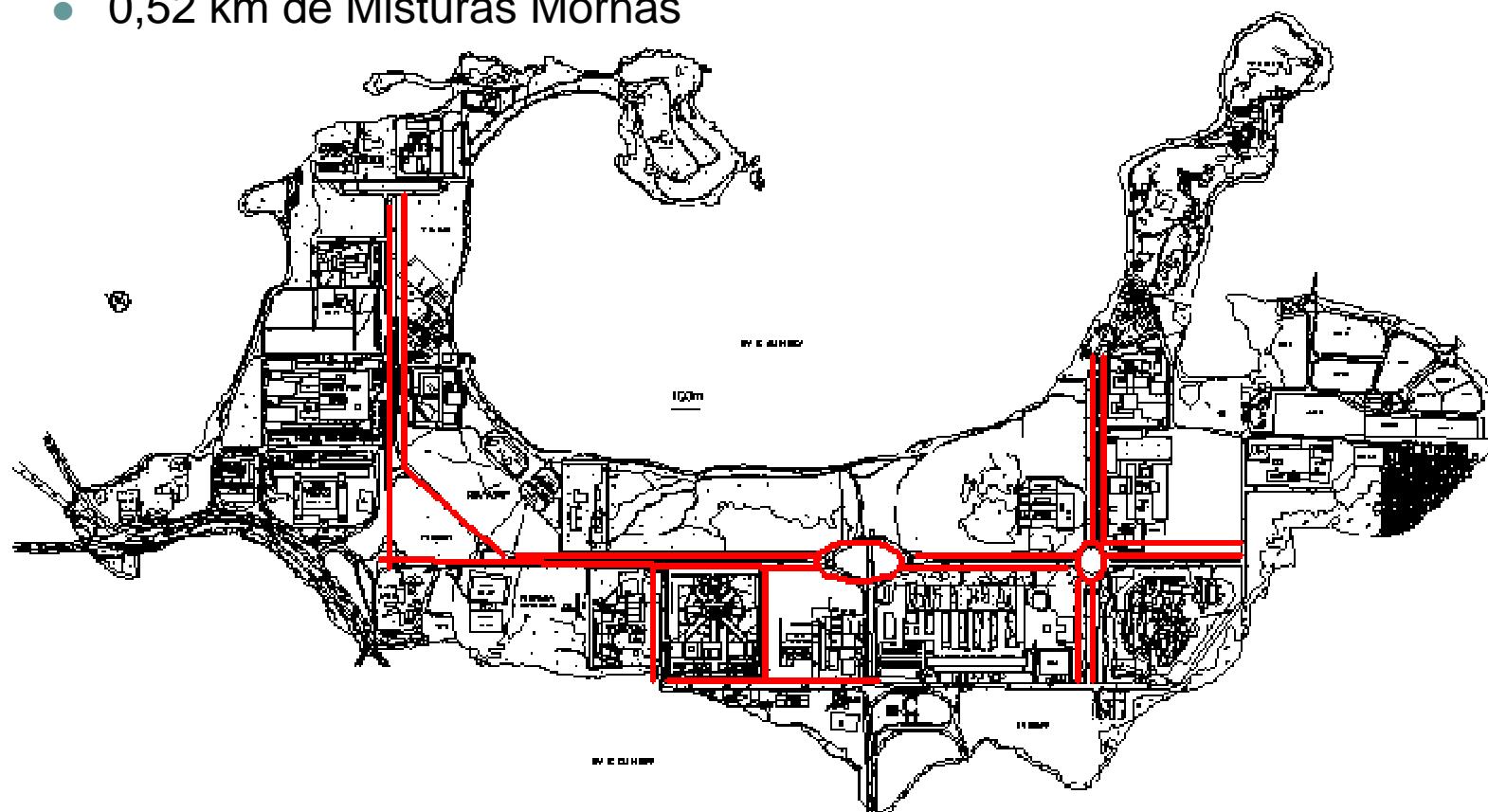
Terex - Sistema Warm Mix



Projeto Fundão



- restauração de ~15 km, sendo que já foram executados:
 - 4,1 km de soluções a frio;
 - 7,8 km de concreto asfáltico
 - 0,52 km de Misturas Mornas



Mistura Morna - WMA

Projeto Fundão



Características das Misturas Mornas

- Granulometria densa com TMN de 12,5 mm - Faixa C DNIT
- Agregados da Pedreira Sepetiba, RJ;
- CAP 50-70 REDUC: PG 64-16;
- Método de Dosagem - Superpave;
- Usina Gravimétrica;
- Teor de Projeto = 5,5%;
- 4% de vazios;
- VAM de 14,6%;
- RBV de 73,6%.



Mistura Morna - WMA

Projeto Fundão



Resultados

Mistura	Temp. Ligante °C	Temp. Agregado °C	Temp. Comp. °C	Aditivo / Processo	% Vazios	MR MPa	RT MPa
Referência Convencional	156	170	145	Nenhum	7,7	4434	0,98
Referência Morna	156	130	115	Nenhum	8,9	3539	0,81
Mistura Morna	156	130	106	0,5% de A-SAT	6,7	4156	0,96



Mistura de Módulo Elevado - MME



- Objetivo: **melhorar o desempenho mecânico** e, em contrapartida, **reduzir as espessuras das camadas** (BROUSSEAUD, 2002).
- mistura asfáltica de módulo elevado (CORTÉ, 2003):
 - enrobé à module élevé - **EME** - camada de ligação ou como base (NF P 98-140);
 - béton bitumineux à module élevé - **BBME** - camada de rolamento ou de ligação (NF P 140-141).



Fonte: **MAGALHÃES, S. T.** Misturas asfálticas de módulo elevado para pavimentos de alto desempenho. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, 2004.

Mistura de Módulo Elevado - MME

Principais Características



- uso de **ligantes duros** (pen 10-25 dmm);
- módulo de resiliência é de 2 a 3 vezes maior que os valores encontrados nas misturas convencionais;
- granulometria contínua:
 - 30-35% passante na #2 mm;
 - 7-8% passante na # nº200;
- diâmetro máximo: 10, 14 ou 20 mm;
- espessura: 7 a 15 cm;
- aplicação: vias urbanas de tráfego canalizado, rodovias de alto volume de tráfego e aeroportos;
- associada a uma camada de rolamento em concreto asfáltico delgado (2 a 3 cm), na manutenção de pavimentos de tráfego elevado.



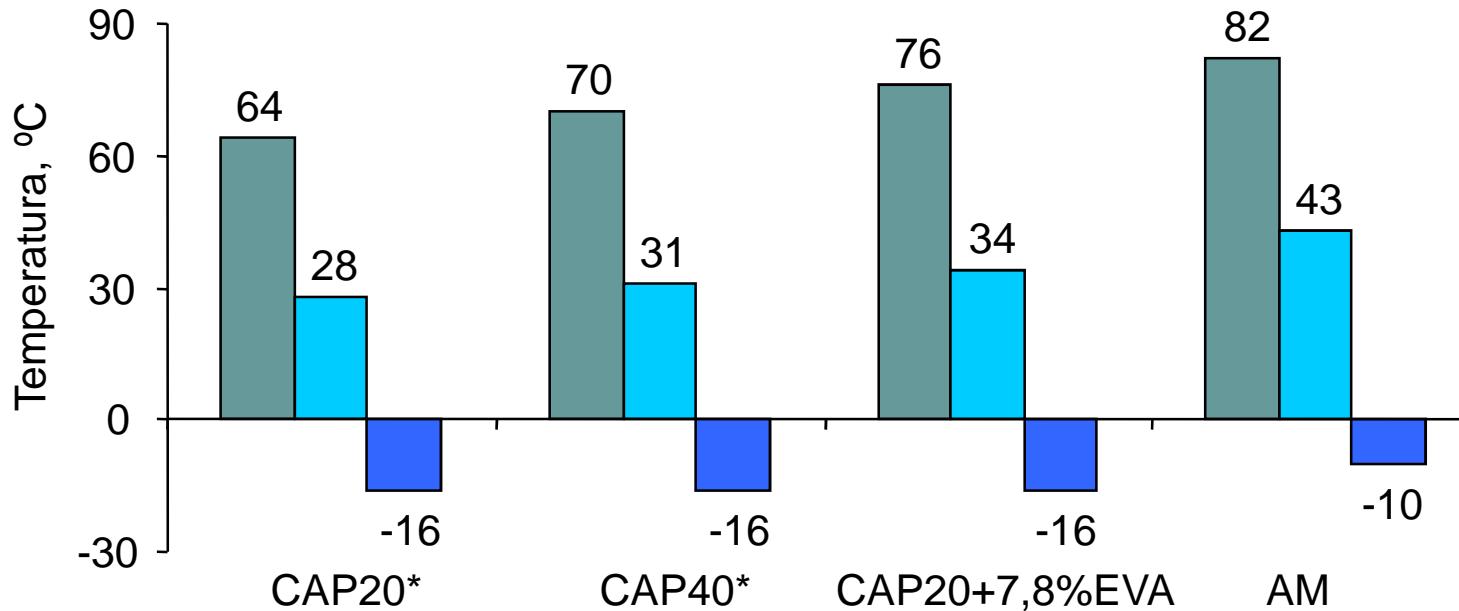
Fonte: MAGALHÃES, 2004

Mistura de Módulo Elevado - MME

Ligante Asfáltico



Grau de desempenho, PG e viscosidade elevada



■ $G^*/\text{sen}(\delta)$ APÓS RTFOT

■ $G^*\text{sen}(\delta)$ APÓS RTFOT/PAV

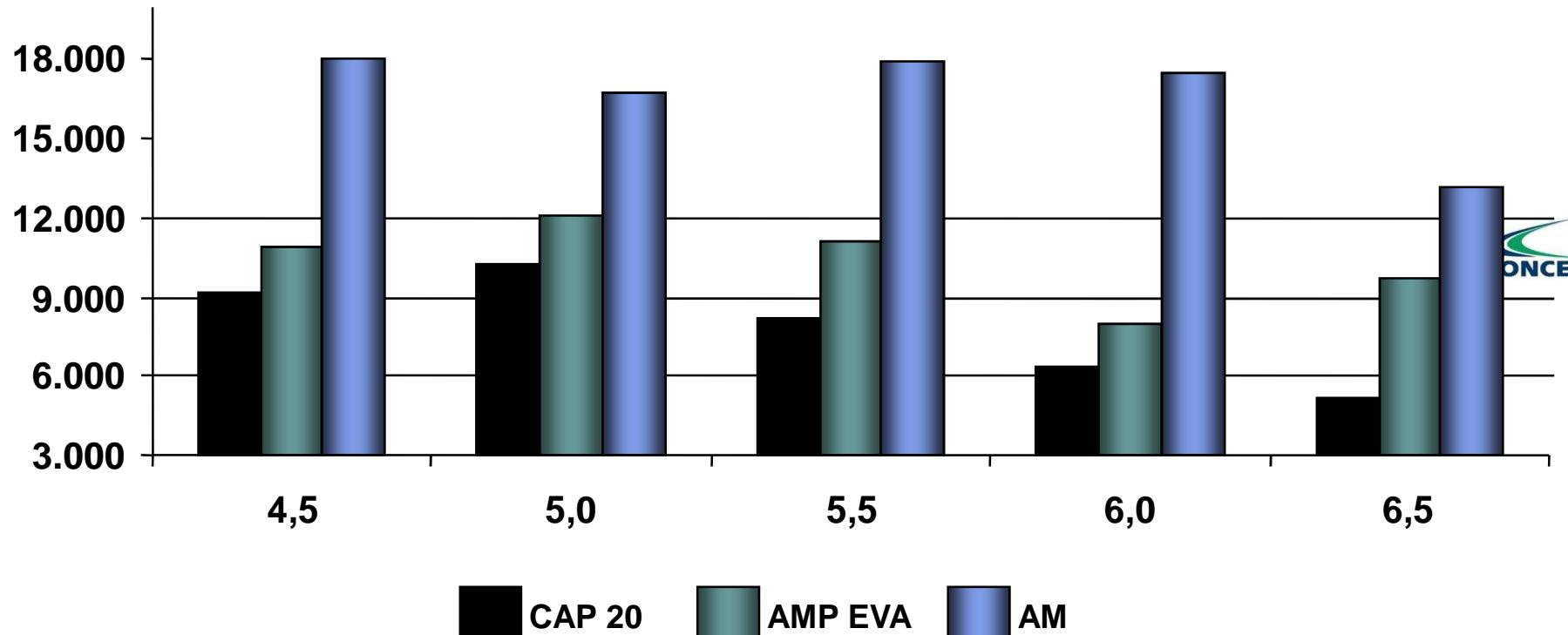
■ BBR

Fonte: MAGALHÃES, 2004

Mistura de Módulo Elevado - MME



MR (MPa) x teor de ligante (%)



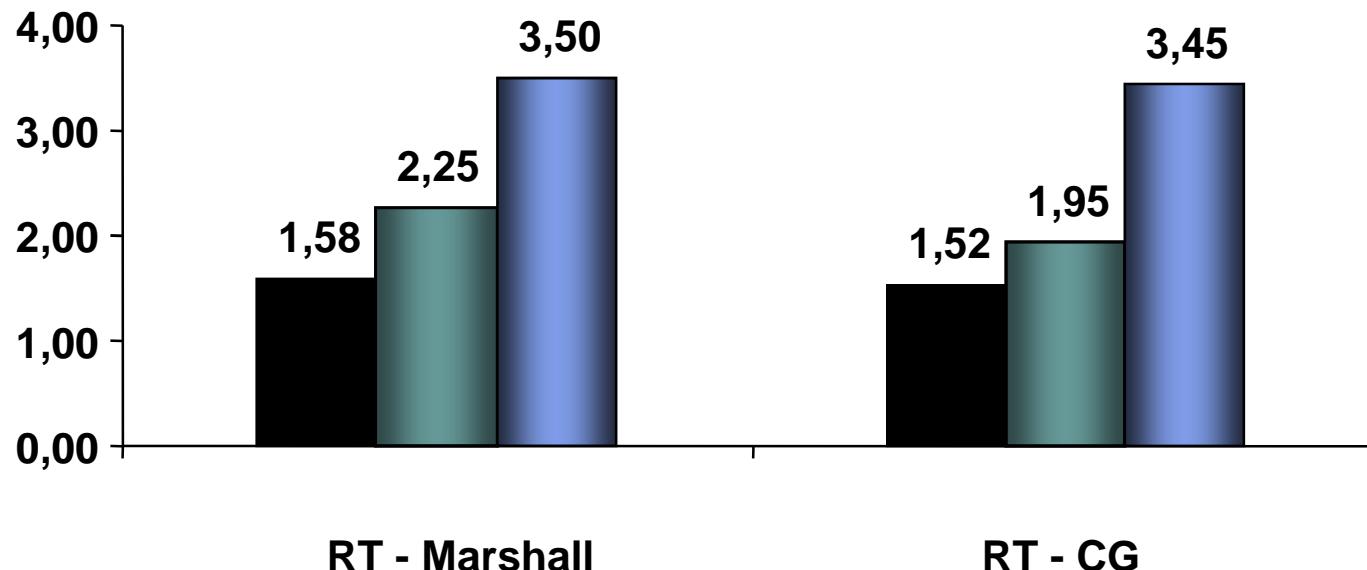
Fonte: MAGALHÃES, 2004

Mistura de Módulo Elevado - MME

RT - resistência à tração



Fonte: MAGALHÃES, 2004



RT - Marshall

RT - CG



CAP 20



AMP EVA



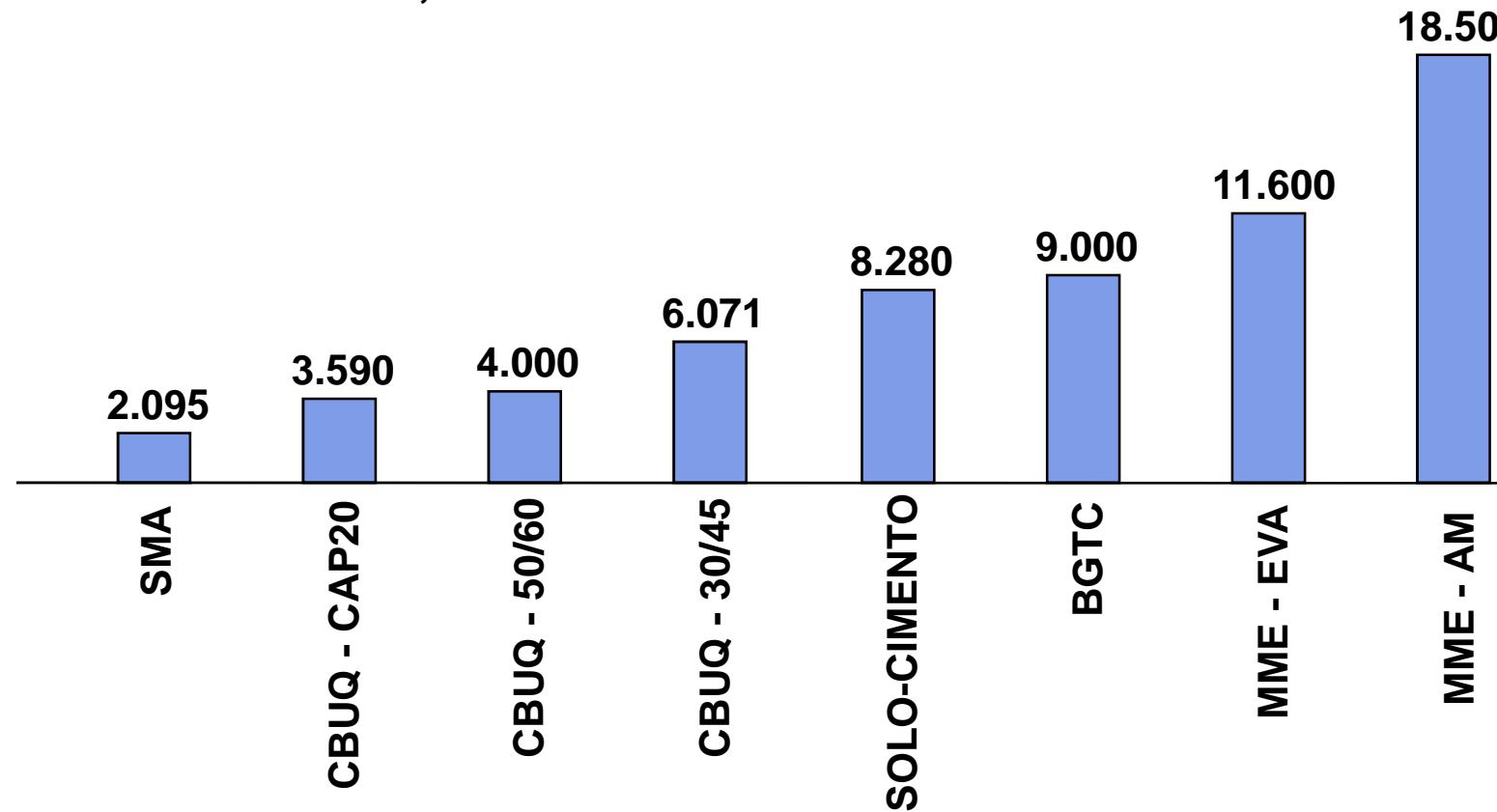
AM

Mistura de Módulo Elevado - MME

Fadiga



Fonte: MAGALHÃES, 2004



- Mesma faixa de módulo de materiais estabilizados, mas com uma resistência à fadiga maior

Dosagem das misturas asfálticas - Método Superpave



- Moldagem de corpos de prova com **compactador giratório**;
- Determinação dos parâmetros:
 - **volumétricos** (V_v , VAM, RBV e massa específica aparente e massa específica máxima - R_{ice});
 - **mecânicos** de cada corpo de prova, CP (**MR** e **RT**);
- Elaboração de gráficos mostrando a variação de **V_v , VAM, RBV, MR e RT** versus o **teor de ligante asfáltico**;
- O teor de ligante asfáltico de projeto é estabelecido para um **volume de vazios de 4%**.
- Moldagem de CPs no **teor de projeto** para avaliação mecânica.



Ensaios a serem realizados na COPPE



- Análise granulométrica pelo **método Bailey**;
- Dosagem Superpave com o **compactador giratório**;
- **Módulo de resiliência**;
- **Resistência à tração**;
- **Fadiga** de misturas asfálticas;
- **Deformação permanente** - simulador de tráfego francês.





Atividades realizadas



- **Seleção da faixa granulométrica: **faixa B do DNIT**;**
- **Seleção dos materiais empregados nesta pesquisa:**
 - Agregados: brita 1, brita 0 e pó de pedra;
 - Pedreira Pedrasul;
 - TMN = 12,5 mm;
 - Abrasão Los Angeles: brita 1 (26,5%) e brita 0 (25%);
 - Ligantes asfálticos: CAP 50-70 e **CAPFLEX-AM**
- **Seleção dos segmentos para construção dos trechos experimentais;**
- **Avaliação das deflexões nos trechos selecionados.**



BR 040 - Trecho MG/RJ



- Trecho BR 040: km 56 + 200 m



CER

- Seleção dos segmentos: em função da deflexão encontrada (entre 50 e 100 mm)

Usina de Asfalto



- **Tipo de usina: volumétrica**
- **Localização: Três Rios, MG**
- **Distância dos trechos: 23 km**

Manual de Execução de Trechos Monitorados

REDE TEMÁTICA DE ASFALTO

MANUAL DE EXECUÇÃO DE TRECHOS MONITORADOS

PÓS- EXECUÇÃO	EXECUÇÃO	APLICAÇÃO	ESTRUTURA	MATERIAIS	AMOSTRAS	PRÉ-EXECUÇÃO
    	    	    	   	   	   	   
    	    	    	    	    	    	    



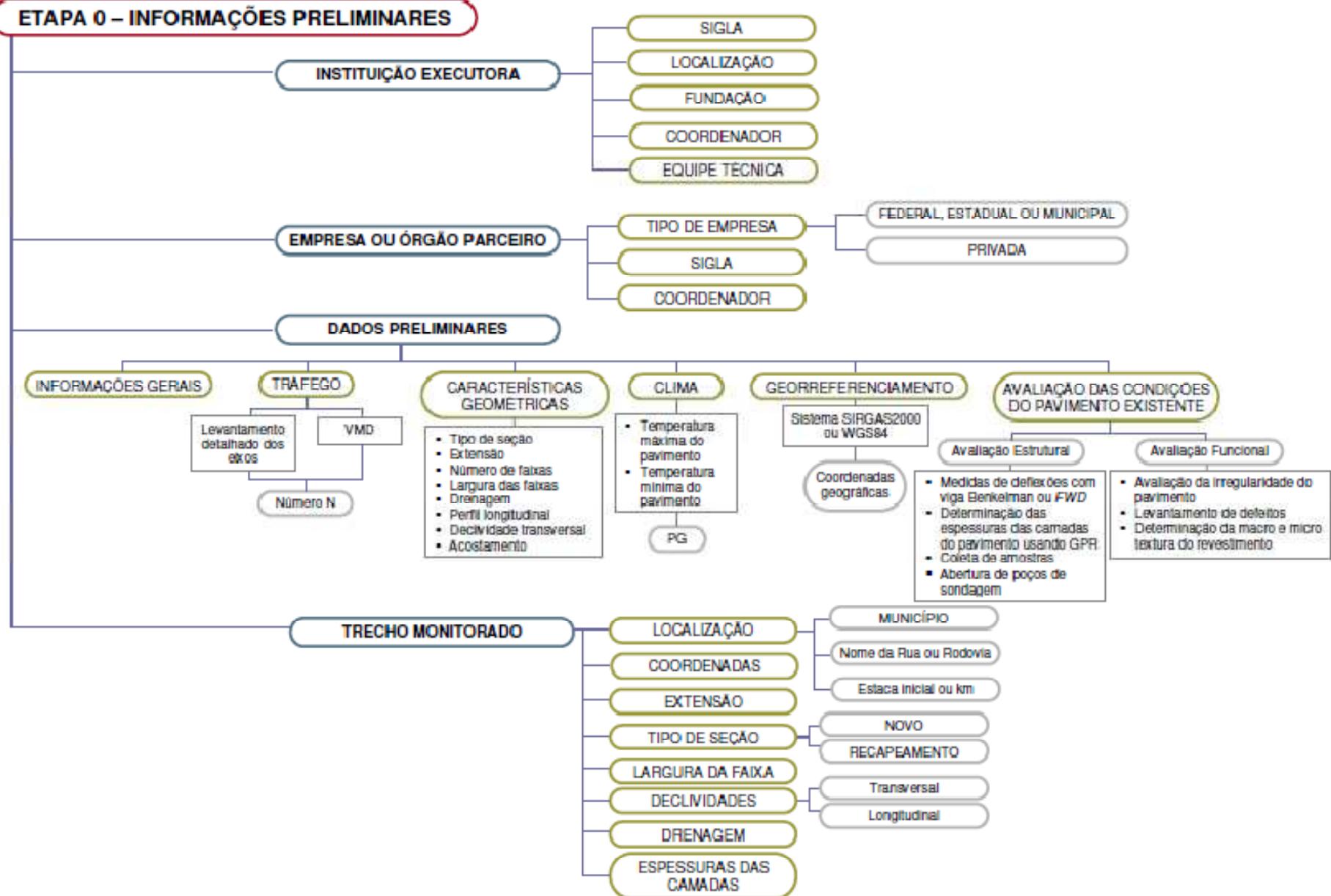
Laboratorio de Tecnología de Pavimentación
Departamento de Ingeniería de Transporte



Julho 2010



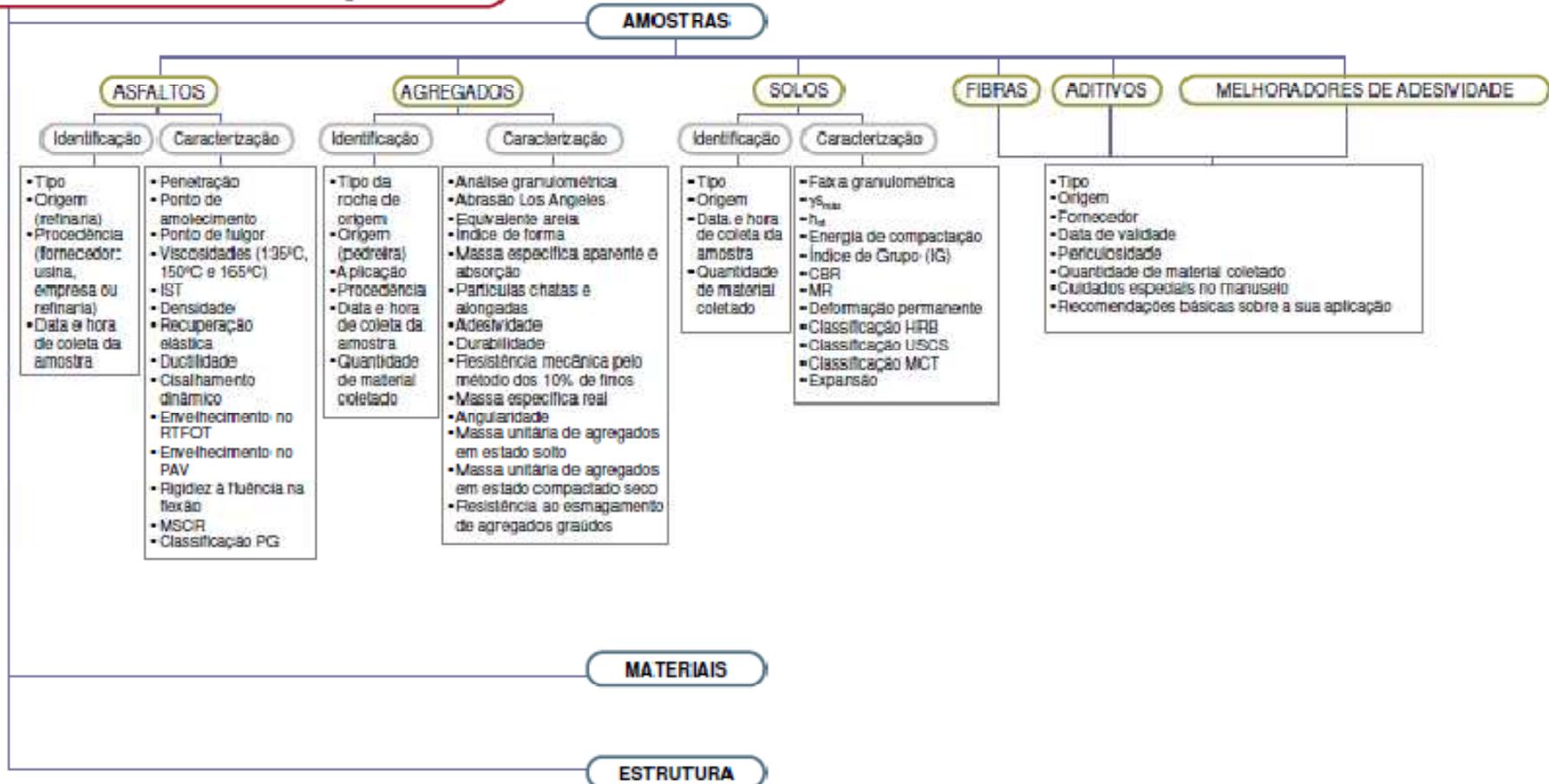
Fluxogramas





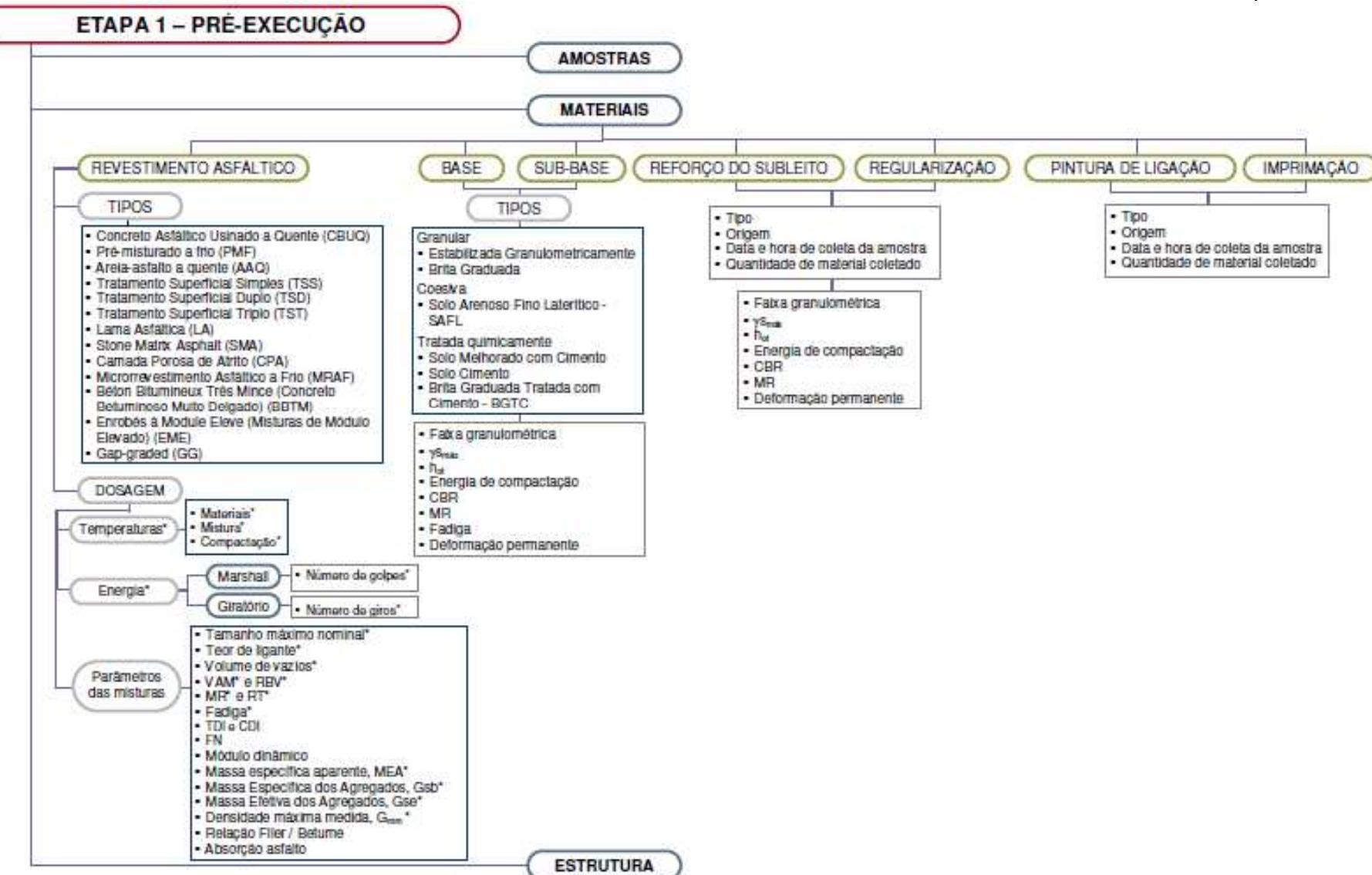
Fluxogramas

ETAPA 1 – PRÉ-EXECUÇÃO



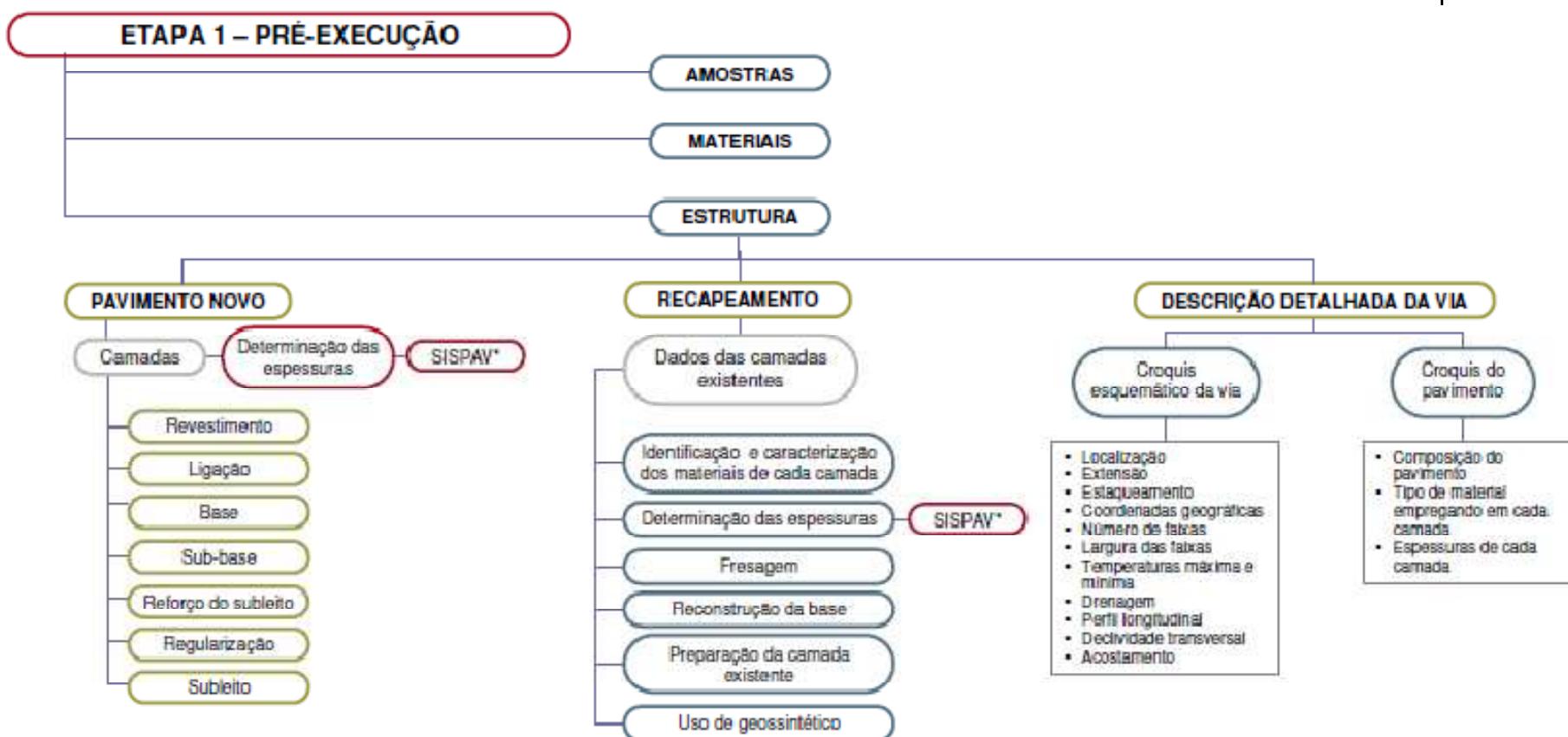


Fluxogramas





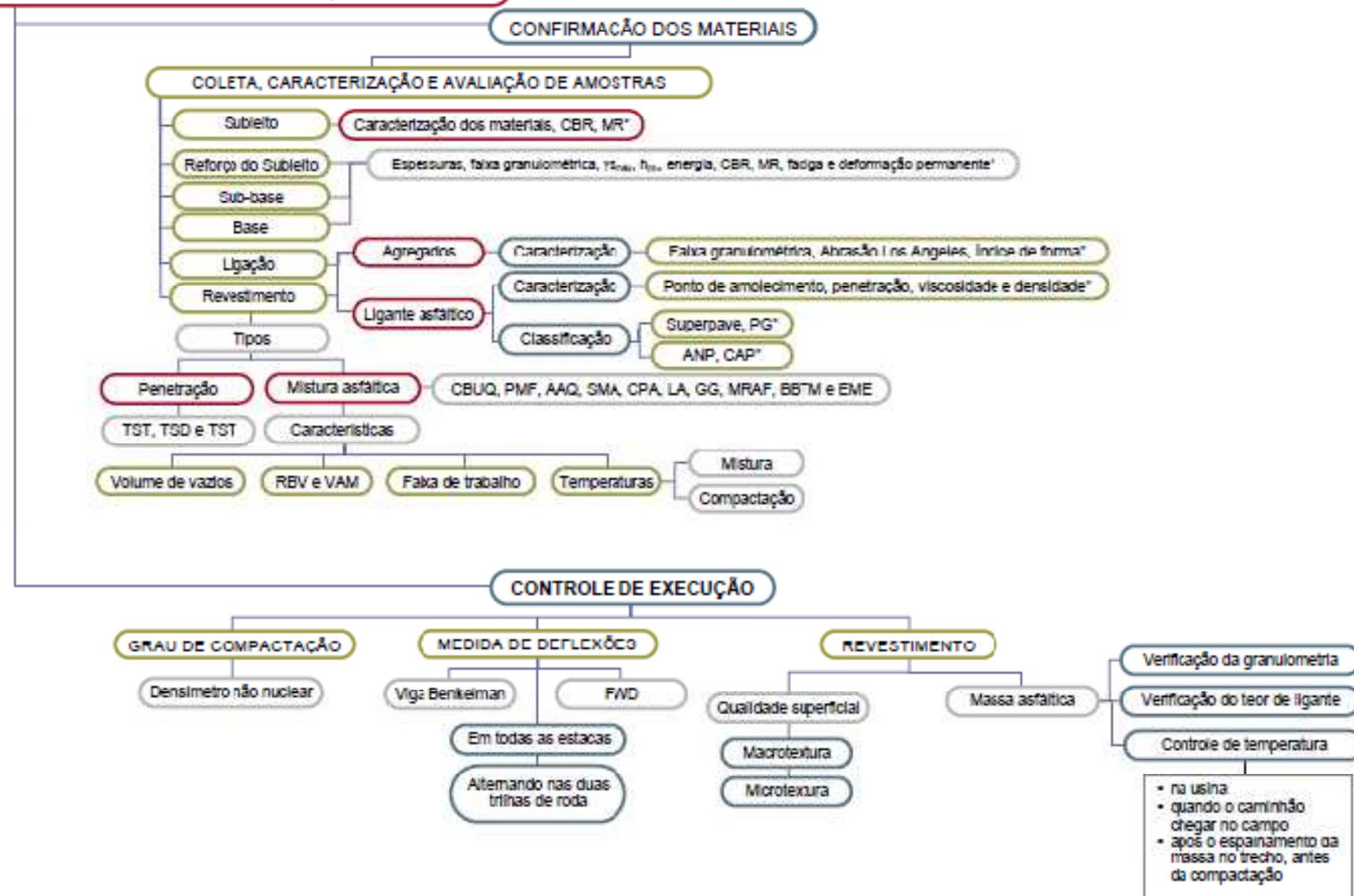
Fluxogramas





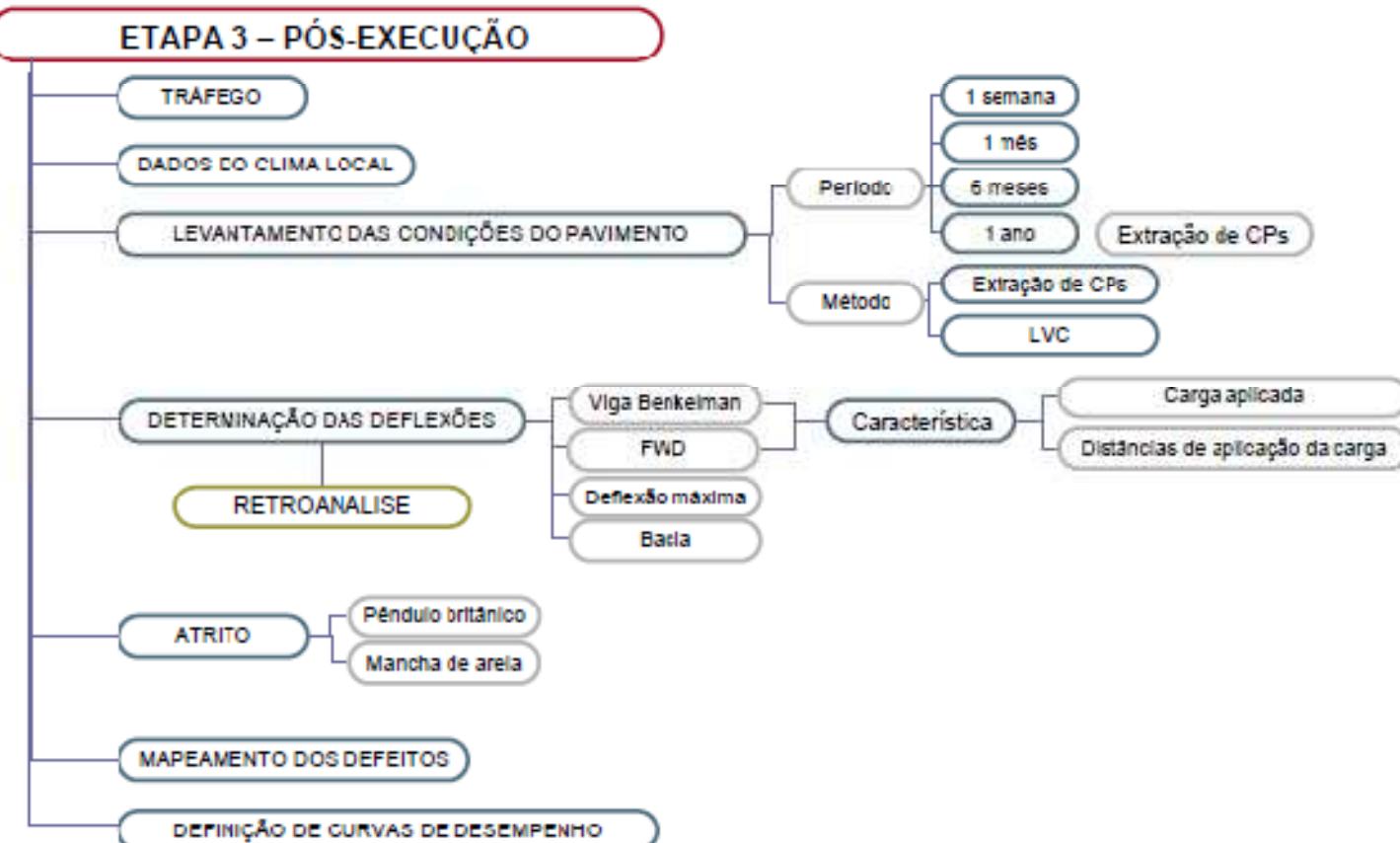
Fluxogramas

ETAPA 2 – EXECUÇÃO





Fluxogramas



Considerações finais



- Início do projeto: julho de 2010;
- Fase atual: dosagens;
- Levantamento de campo.





Equipe Executora



COPPE/UFRJ

- Profa. Laura Mota (coordenação geral e da equipe de pavimentação)
- Prof. Jacques de Medina
- Sandra Oda
- Álvaro Augusto Delle Vianna
- Marcos Antonio Fritzen
- Técnicos de nível médio
- Giovani Manso Ávila (coordenação da equipe de tráfego)
- Mariana Azpiazu
- Alunos de graduação, mestrado e doutorado a serem definidos



CONCER

- Eng. Ricardo Barra
- Eng. Alcimar Penna

Contatos



Coordenadora: Profa. Laura Maria Goretti da Motta
E-mail: laura@coc.ufrj.br

Laboratório de Geotecnia - Setor de Pavimentos
Centro de Tecnologia - COPPE/UFRJ
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Avenida Pedro Calmon, s/n
Cidade Universitária - Ilha do Fundão
CEP 21941-596 - Rio de Janeiro, RJ





Agência Nacional de
Transportes Terrestres

Obrigada!



COMPANHIA DE CONCESSÃO RODOVIÁRIA JUIZ DE FORA - RIO