

Uso de RCC na Pavimentação

- pelo Setor Público -

+ Inovação no Estado do Ceará +

Prof. Jorge Soares
Coordenador do LMP / **UFC**
Diretor de Inovação - **FUNCAP**





1) Pavimentação sustentável

- Recursos naturais - Consumo de Energia



2) Considerações sobre RCC

3) Avaliação do RCC:

+ Estrutural + Ambiental



4) Inovação no Ceará





Borracha de pneu inservível



Garrafas PET e EVA





Resolução Conama: construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da lavagem de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimentos

Classe A: reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: cerâmicos, tijolos, blocos, telhas, argamassa, concreto, etc;

Classe B: recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;

Classe C: resíduos sem tecnologias ou aplicações economicamente viáveis para reciclagem ou recuperação;

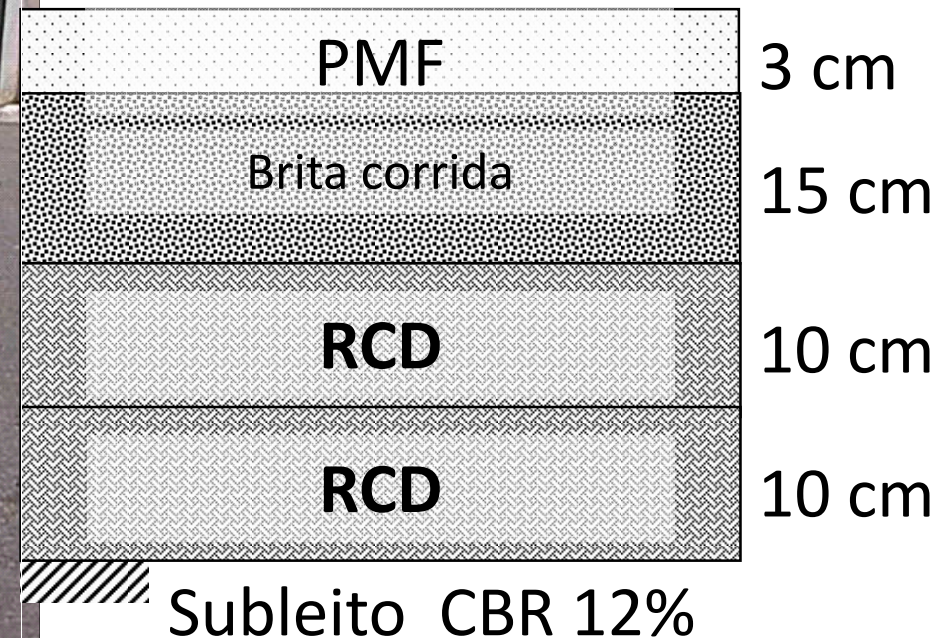
Classe D: resíduos perigosos, tais como: tintas, solventes, óleos, amianto, etc contaminados/prejudiciais à saúde.



984: *Primeira experiência com acompanhamento tecnológico em SP*
(Parceria entre PMSP e IPT)

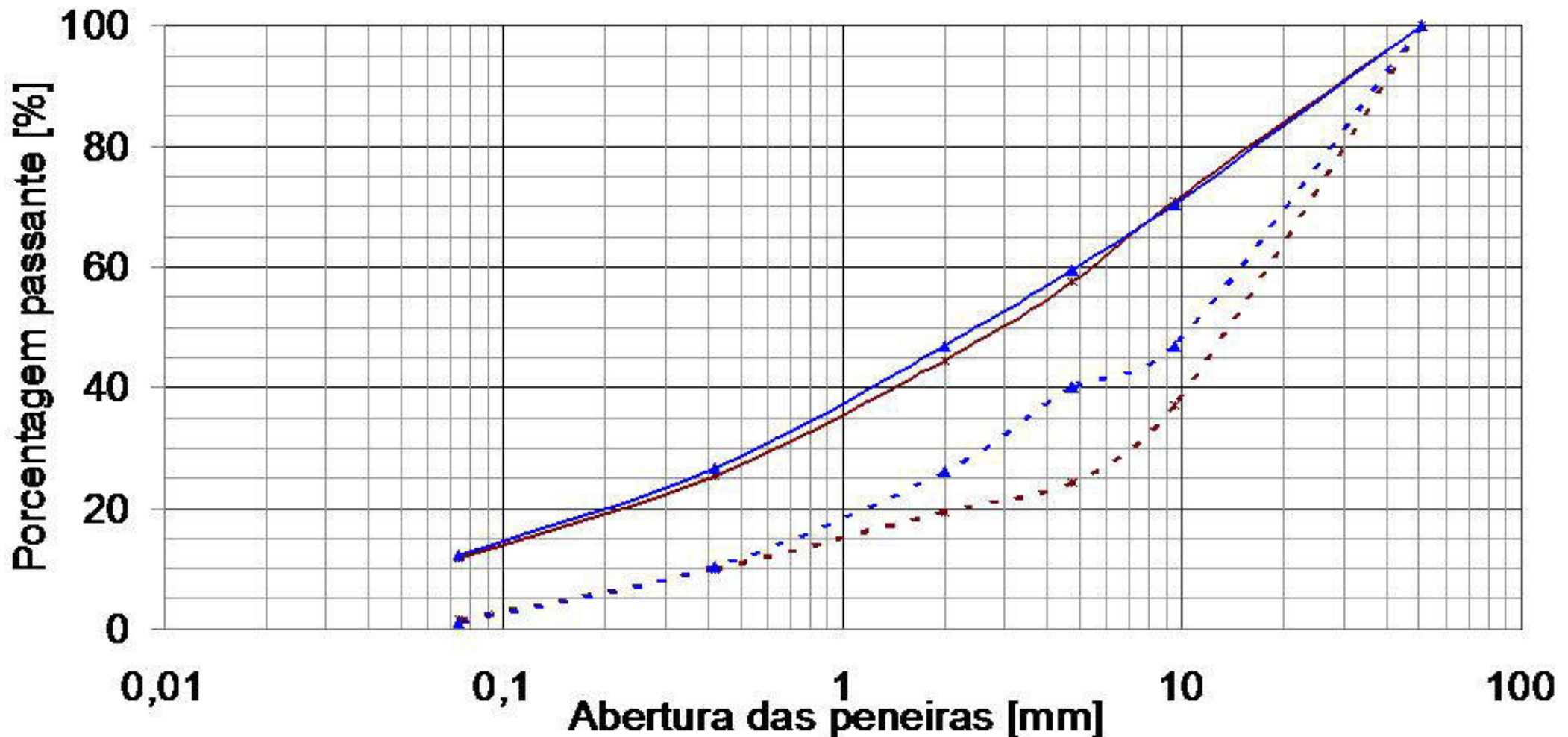
Via de **baixo volume de tráfego**

Desempenho foi considerado **bom**





- Grande **variabilidade** granulométrica
- Após a **compactação** tornam-se mais similares



- * - Santo André (1) - antes compactação

- * - Santo André (2) - antes compactação

PMSP (2003)

ETS - 001/2003 – Camadas de reforço do subleito, sub-base e base mista de pavimento com agregado reciclado de resíduos sólidos da construção civil



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA URBANA
SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS VIÁRIOS
Especificação de Serviço
Camadas de Reforço do Subleito, Sub-Base e Base Mista de Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos de Construção Civil

PMSP/SP ETS - 001/2003 - CAMADAS DE REFORÇO DO SUBLEITO, SUB-BASE E BASE MISTA DE PAVIMENTO COM AGREGADO RECICLADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base mista de pavimentos com Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos da Construção Civil, denominado "Agregado Reciclado", em obras de pavimentação sob a fiscalização da Prefeitura do Município de São Paulo.

DESCRIÇÃO

Os serviços consistem no fornecimento de Agregado Reciclado para pavimentos, com características e restrições estabelecidas nos itens 1.1 e 1.2, além de carga, transporte, descarga, espalhamento e compactação, assim como a mão-de-obra, materiais e equipamentos necessários à execução e ao controle de qualidade da camada de Agregado Reciclado, de conformidade com a especificação apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto.

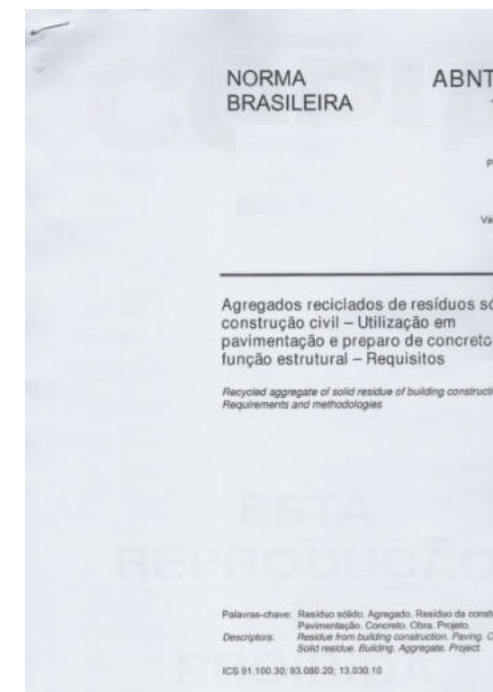
- 1.1 resíduos sólidos da construção civil, comumente chamados de "entulho de obra", adequados à execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base mista, são os provenientes de construções, reformas, reparos ou demolições de obras de construção civil, tais como tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, rochas, argamassas, telhas, pavimentos asfálticos, etc, devendo ser evitada a presença de solos, madeiras, vidros, plásticos, metais, tubulações, fiações elétricas e papéis ou quaisquer materiais orgânicos ou não inertes;
- 1.2 Agregado Reciclado para pavimento é o material granular proveniente do beneficiamento, por meio de britagem e classificação, de resíduos de construção ou demolição de obras civis, conforme item 1.1, que apresenta características técnicas para aproveitamento em obras de pavimentação;
- 1.3 reciclagem é o processo de aproveitamento de resíduos, depois de terem sido submetidas à transformação;
- 1.4 reforço do subleito, sub-base e base mista de Agregado Reciclado para pavimento são camadas de material granular proveniente do beneficiamento através de britagem e classificação de resíduos sólidos da construção civil, conforme item 1.2, cujas técnicas executivas e controle de qualidade estão descritas a seguir;
- 1.5 para a presente especificação a base mista será sempre constituída por duas camadas, uma subjacente, necessariamente de Agregado Reciclado, e outra sobrejacente, de Macadame Betuminoso, Binder ou outro material que assegure as condições de cesso e resistência do conjunto.

Publicado no DOM de 28/03/2003

225

ABNT (2004)

NBR 15116 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos



Estrutural + Ambiental

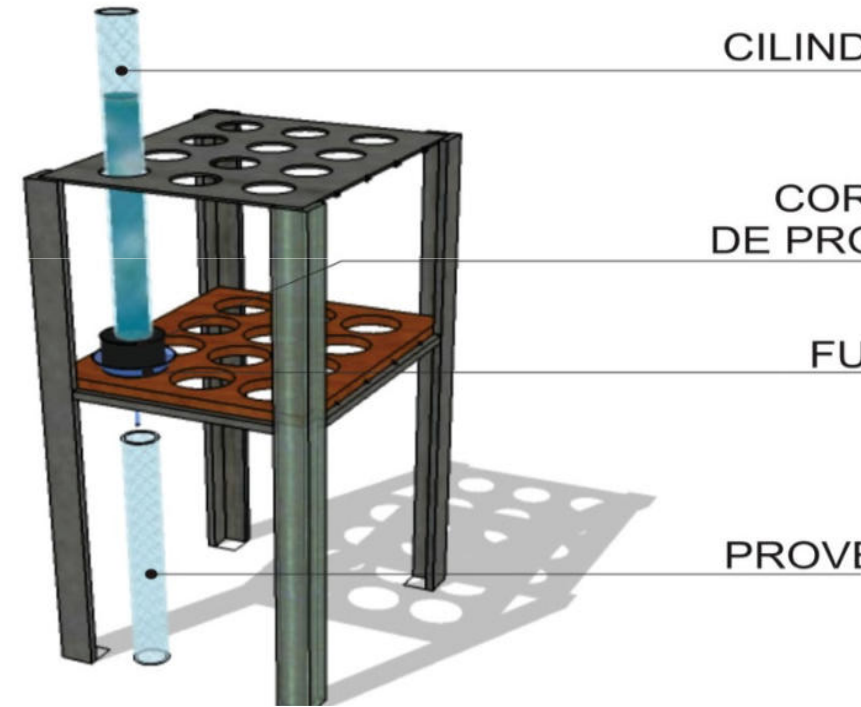


Ambiental



Células de Percolação: água Mili-Q CPs Vv ~10%

- ✓ Ensaio de Solubilização e Lixiviação*
- ✓ Parâmetros Hidroquímicos
- ✓ Compostos Orgânicos
- ✓ Metais Pesados



Dissolução: ensaios realizados com a mistura não compactada

1kg das misturas em 5 litros de água supra pura (sistema Milli-Q, Millipore) em um sistema de Equilíbrio em Lote (Batch Equilibration Technique) por duas horas, seguindo a norma NBR 10.006(2004c).



	Solubilizado (mg/L)			
	AA (I)	AA+SCDP (II)	AA+SCDP+CaI (III)	VMP
Amônio	0,083	0,280	0,080	0,200
Óxis Totais	<0,003	<0,003	0,014	0,010
Opalescência	0,320	0,380	0,040	0,300
Orgânicos	<0,010	0,130	<0,010	0,100
Classificação	Classe IIA	Classe IIA	Classe IIA	-

Solubilização

Lixiviação

NBR 10.006

10.006 (2004)

Parâmetros Hidroquímicos:

Portaria 518/2004 Ministério da Saúde

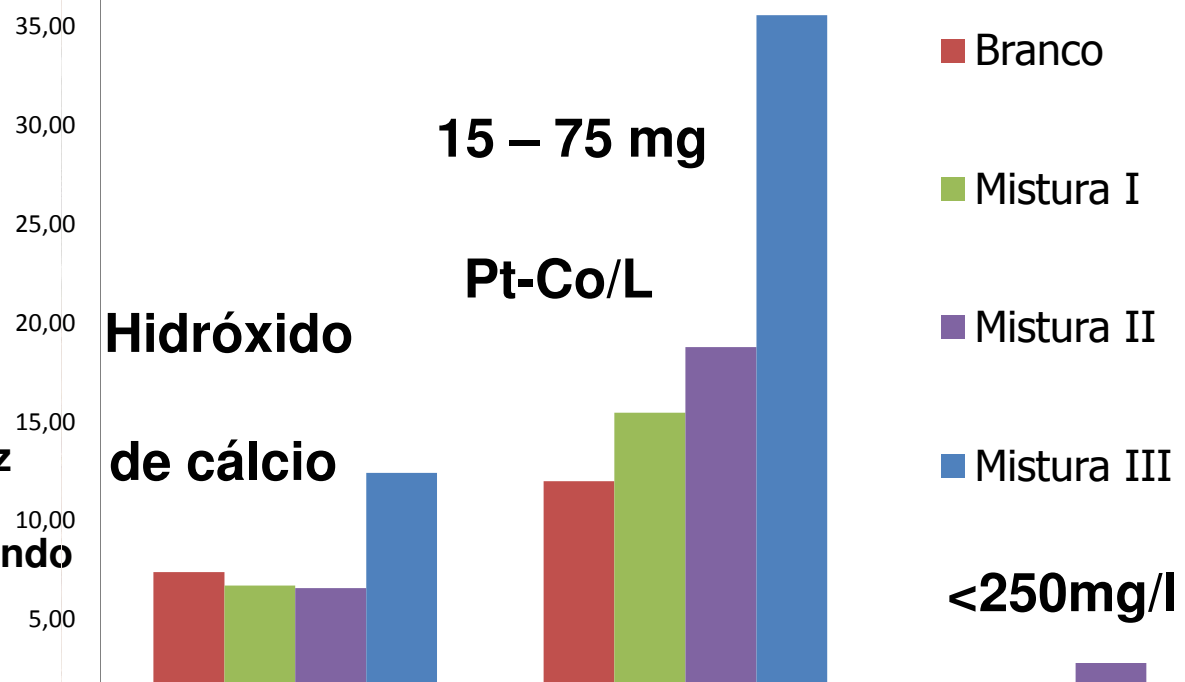
CONAMA 357/2005 (Ministério do Meio Ambiente)

pH: 5,0-9,0 → potabilidade

Condutividade: ~cor aparente, redução da intensidade da luz

Risco: possível redução em ambiente anaeróbicos formando

Efeitos



Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (COSVs)

Substâncias	Experimento de Percolação			Experimento de Dissolução*			VM (ng/m³)
	Mistura I	Mistura II	Mistura III	Mistura I	Mistura II	Mistura III	
Naftaleno	1,56	6,83	1,11	71,13	83,17	25,69	-
Acenaftileno	3,36	1,80	1,84	17,03	17,10	7,34	-
Acenafteno	3,82	1,02	1,89	16,25	26,17	2,95	-
Fluoreno	4,13	12,41	3,42	8,14	24,22	4,66	-
Fenantreno	4,62	2,29	3,68	5,53	19,12	3,72	-
Antraceno	4,78	2,37	0,40	9,42	35,87	5,29	-
Fluoranteno	< 0,03	0,68	< 0,03	3,87	12,54	3,85	-
Pireno	< 0,03	1,00	< 0,03	5,01	33,79	0,94	-
Benzo[a]antraceno	< 0,03	0,22	< 0,03	0,24	1,46	< 0,03	0,05
Criseno	< 0,03	0,37	< 0,03	0,19	3,90	< 0,03	0,05
Benzo[b]fluoranteno	< 0,03	0,68	< 0,03	0,36	0,59	< 0,03	0,05
Benzo[k]fluoranteno	< 0,03	0,55	< 0,03	0,48	0,13	< 0,03	0,05
Benzo[a]pireno	< 0,03	0,58	< 0,03	0,09	1,96	< 0,03	0,05
Indeno[1,2,3-cd]fluoranteno	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,05
Dibenzo[a,h]antraceno	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,05
Benzo[g,h,i]perileno	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-

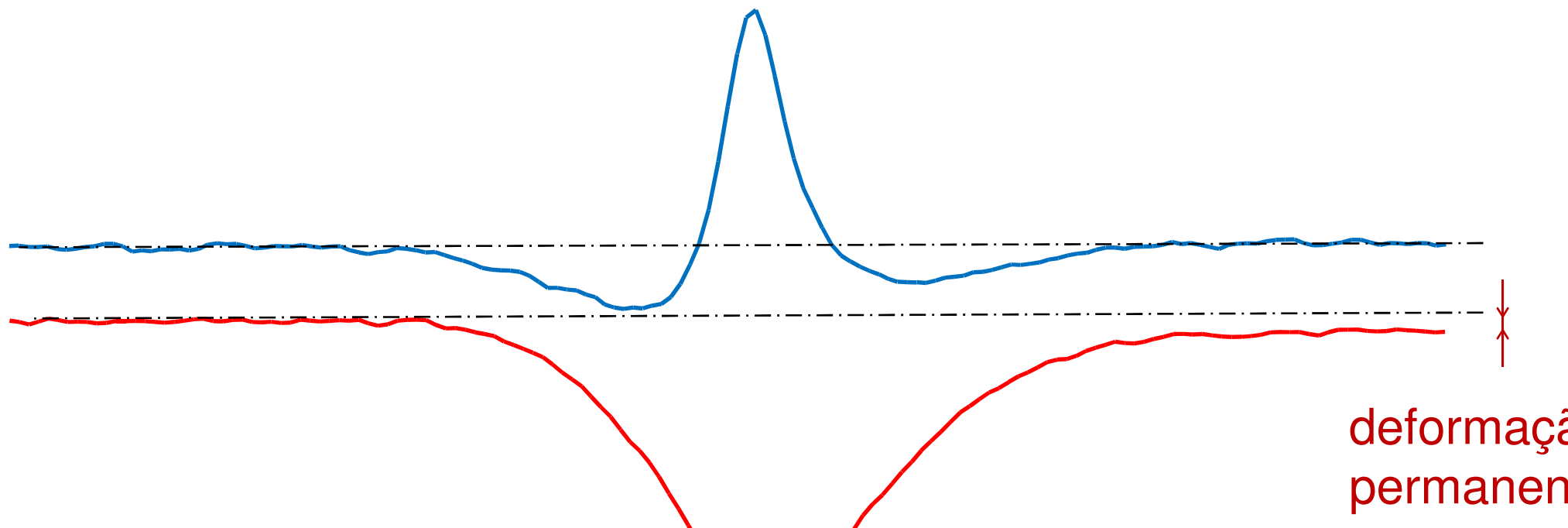
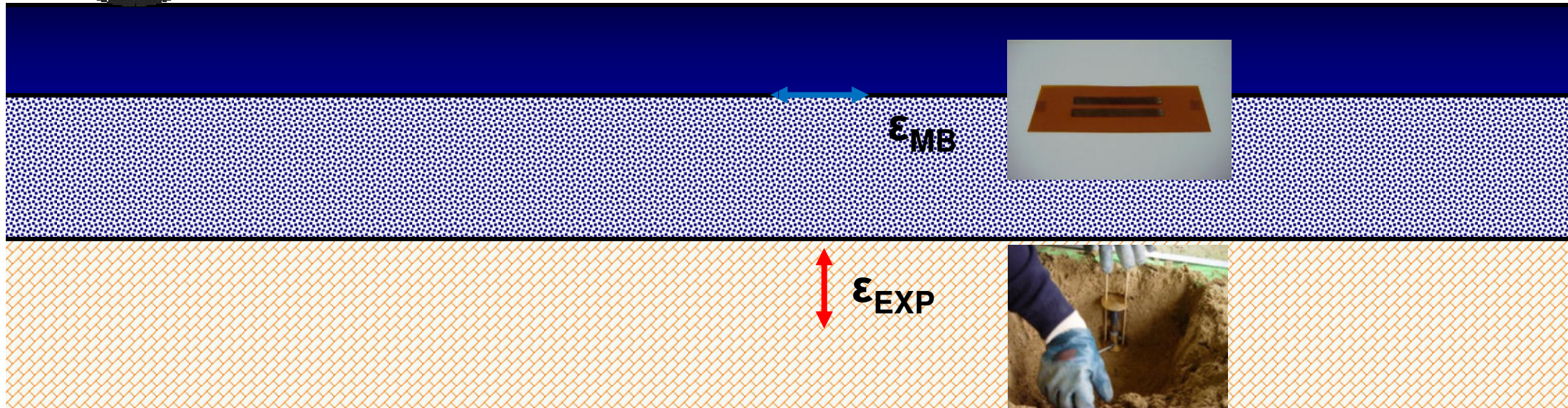
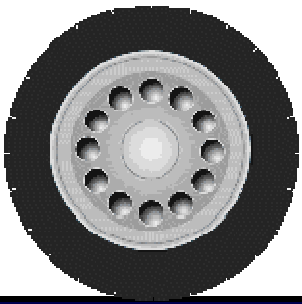
Resultados para **Mistura Não Compactada**

Estrutural + Ambiental



Estrutural

Pavimento como Estrutura

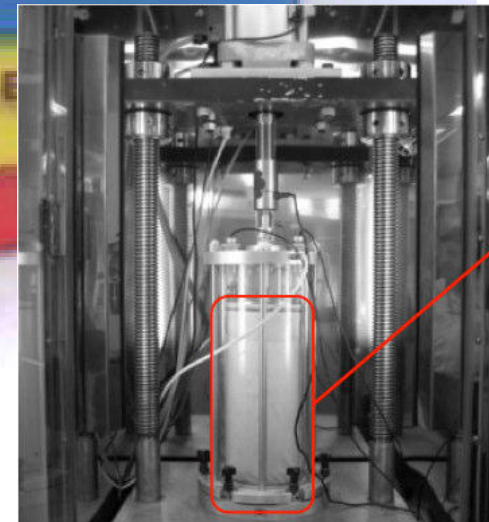
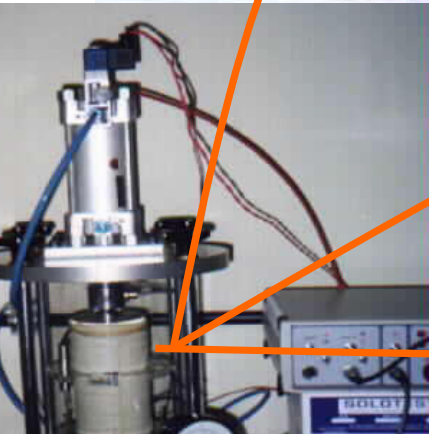
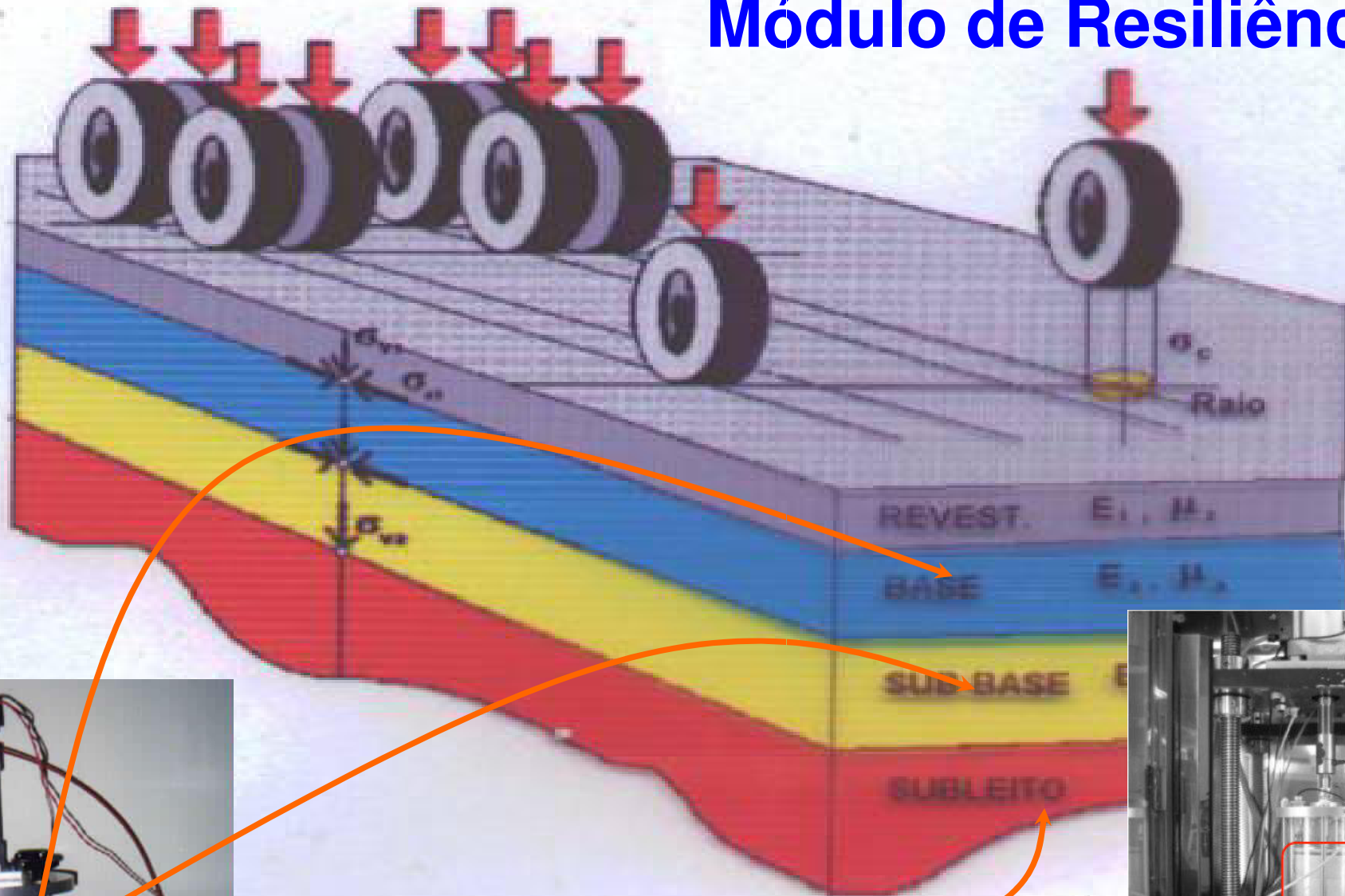


CBR (1940s...)

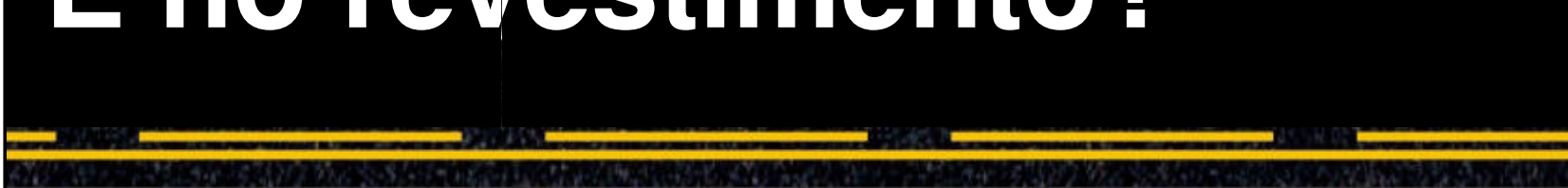
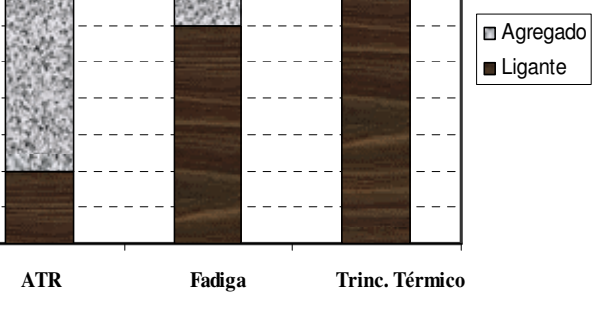
~~Deformação~~



Módulo de Resiliência



E NO REVESTIMENTO:



ENSAIOS para misturas asfálticas ...

Rigidez

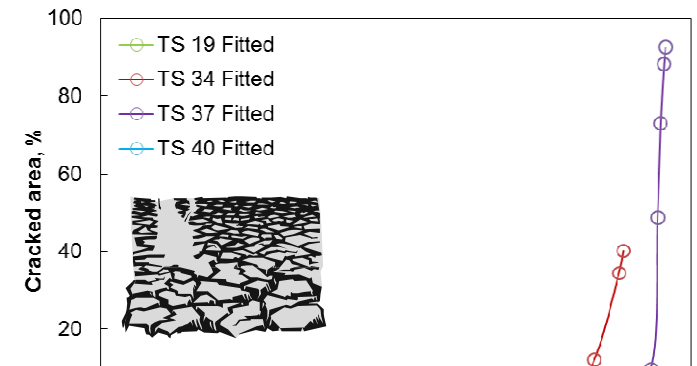
MR → **|E*|**

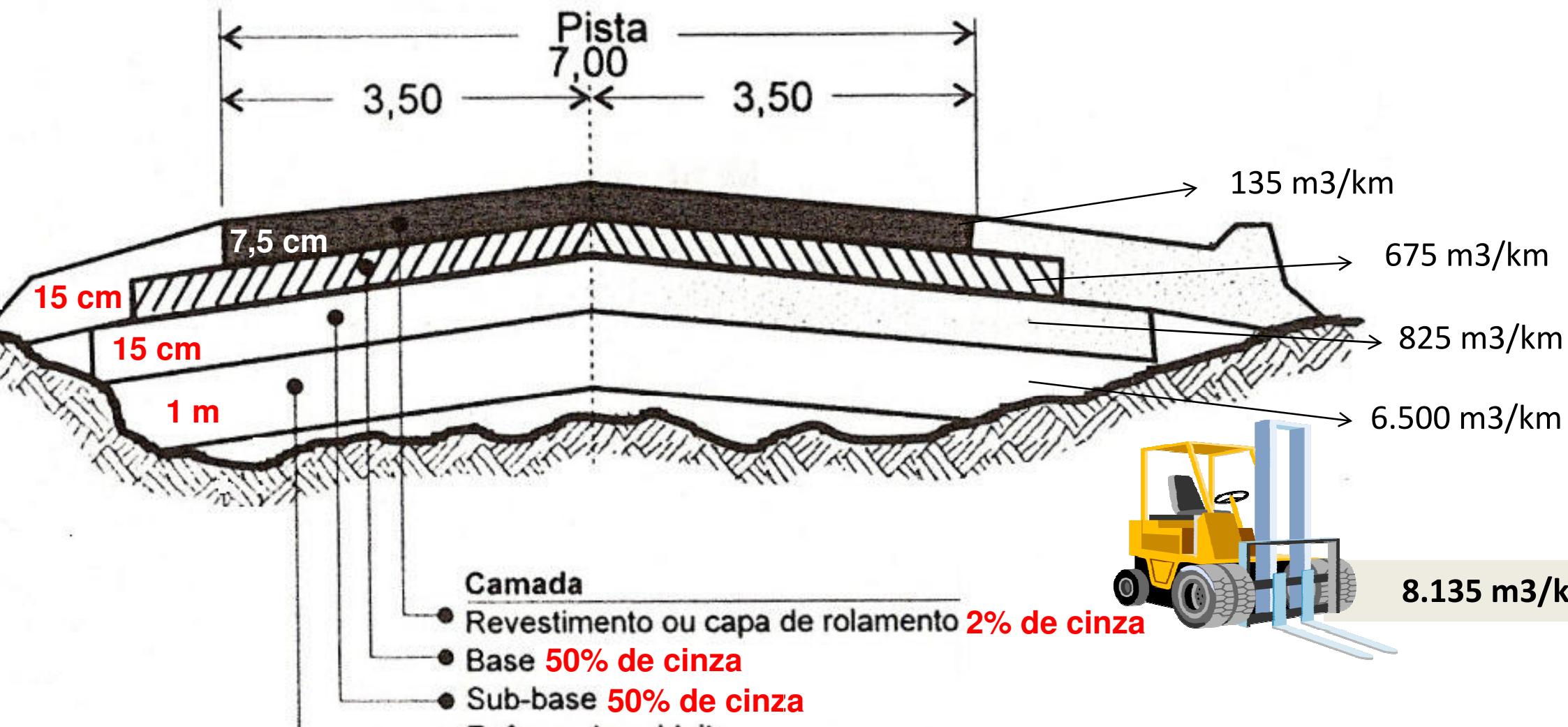
Deformação Permanente

Uniaxial de Carga Repetida (FN) + Placas

Fadiga

CD → **Tração direta**







ISAP Workshop in 2009 (≈ 50 people)

ISAP Workshop in 2012 (≈ 50 people)

ISAP Symposium in 2012 (≈ 150 people)

RMPD + ISAP Workshop in 2016 (≈ 50 people)

ISAP Conference in 2018 (500 people are expected)



**2018 INTERNATIONAL SOCIETY
FOR ASPHALT PAVEMENTS
ISAP CONFERENCE
FORTALEZA - CEARÁ - BRAZIL**

REALIZATION:



SUPPORT:



ISAP Conference 2018

19 a 21 de agosto, no Hotel Gran Marquise

Submissão de resumos até o dia 1º de junho

www.isap2018.com.br

Ciência básica → Desenvolvimento Tecnológico → **Inovação (Consumo)**

- até R\$ 3,6 mi /ano (10% de contrapartida)
- até R\$ 10,5 mi /ano (maior contrapartida)

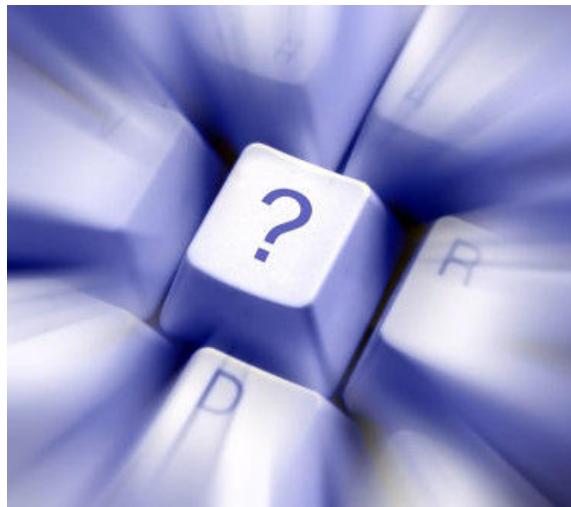
Editais em Duas Fases:

- Fase 1: até R\$ 100 mil
- Fase 2: até R\$ 400 mil

Atual Principal Instrumento
(Subvenção Econômica):
FUNCAP / INOVAFIT
(2015, 2016, 2017 ...)
R\$ 15.000.000,00

chamadas para pesquisas inovadoras em GRANDES EMPRESAS, ou GRANDES TEMAS com
 FUNDAMENTAÇÃO, com envolvimento das ICTs locais.

Exemplos: Polo Metal Mecânico - CSP (Master Plan realizado na FIEC), CAGECE, etc.



jsoares@det.ufc.br
inovacao@funcap.ce.gov.br
www.funcap.ce.gov.br