

Evolução do Projeto,
Construção e Manutenção
do **Pavimento de Concreto**



Célula da Cadeia do Concreto



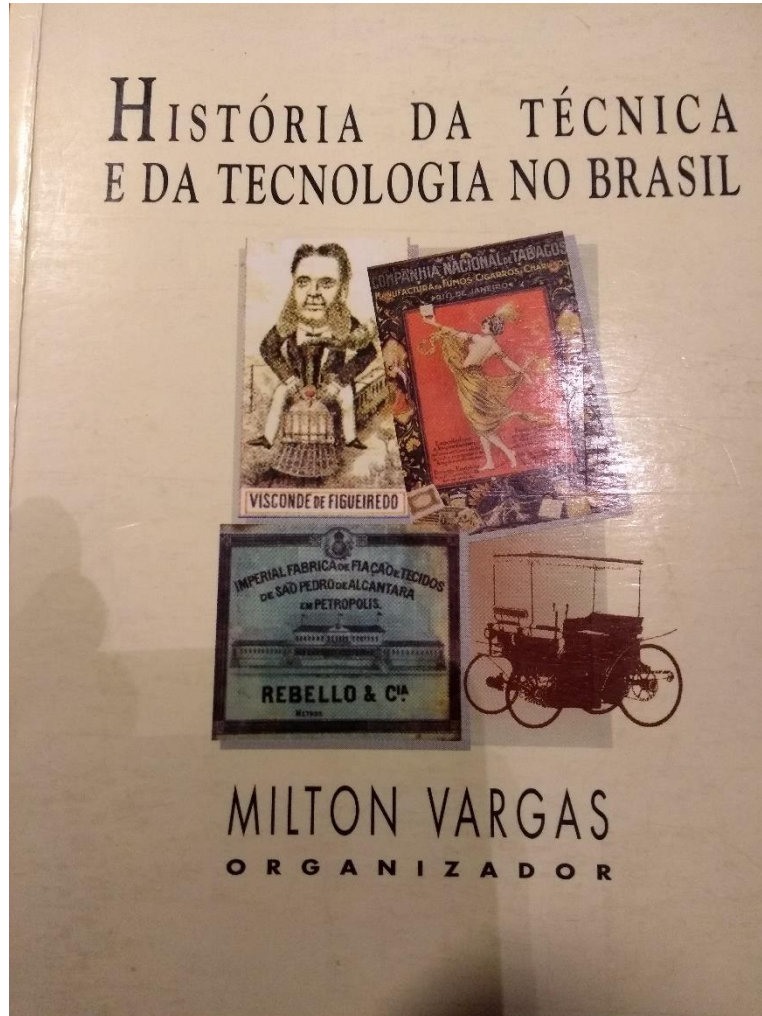
O PAVIMENTO DE CONCRETO NAS CONCESSÕES RODOVIÁRIAS

SERGIO AUGUSTO PALAZZO

PELLA CONSTRUÇÕES

O PAVIMENTO DE CONCRETO É MAIS CARO QUE O FLEXÍVEL...

1994 - História da Técnica e da Tecnologia (Professor Milton Vargas)



1999 - Trabalho do Professor Felipe Domingues (USP)

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES
LABORATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DE
TRANSPORTES - LDTT/PTR/EPUSP

COTEJO ECONÔMICO EM TRECHOS DA RODOVIA DOS
IMIGRANTES, LEVANDO-SE EM CONTA OS
RESPECTIVOS DESEMPENHOS DURANTE 20 ANOS:

O Engano cometido pelo ilustre Prof. Milton Vargas

Pavimentos Rígidos de Alto Custo

apresentados em congressos nacionais e internacionais, a partir de 1948, e foram amplamente utilizados e citados, por pesquisadores brasileiros e estrangeiros, como base empírica ou dados de verificação de suas teorias.

No que se refere ao campo da pavimentação de estradas, tratava-se de introduzir no Brasil uma técnica adequada às nossas prevalentes condições: falta de asfalto, impossibilitando os pavimentos asfálticos flexíveis, e falta de capitais, impossibilitando a utilização de pavimentos rígidos de concreto, sempre de alto custo. A primeira idéia foi a de adotar revestimentos de solos estabilizados, isto é, de resistência suficiente para não formar lama, nem soltar poeira. Uma longa série de investigações, tanto no laboratório como no campo, levadas a efeito pelo IPT em consórcio com o DER, desde 1938 até o fim dos anos 40, foi muito malsucedida, provavelmente devido ao fato de as estradas já terem, na época, tráfego intenso demais para tal pavimentação barata. Foi essa linha de pesquisa que levou à criação de laboratórios de pesquisa, associados a departamentos de solos e fundações de engenharia de solos e fundações.

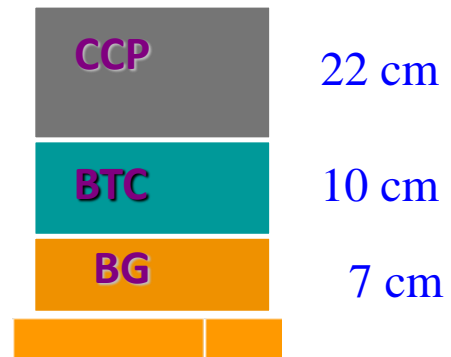
Numa obra literária, se quer fala que a Anchieta e Anhanguera foram pavimentadas em Concreto

adaptadas ao nosso meio as especificações para a construção das auto-estradas alemãs. Para a construção de estradas, além do problema da pavimentação, haveria, também, a necessidade de novas técnicas de preparo de fundações e compactação de aterros, o problema da travessia das baixadas pantanosas e da estabilidade de cortes e taludes, para o quê a tecnologia da mecânica dos solos era indispensável. Assim, a construção das vias Anchieta e Anhangüera, construídas durante a guerra, já contavam com tais conhecimentos geotecnológicos, adquiridos e transmitidos pelo IPT e pelo DER. A variante Rio - Petrópolis foi iniciada em 1947, contando também com esta experiência adquirida. Para sua construção, o DNER contratou o IPT, que destacou o Eng. Francisco Pacheco Silva para assessorar na empreitada. Em seguida, a Via Dutra foi projetada segundo a mesma tecnologia, tendo o IPT também atuado como assessor tecnológico em matéria de solos.

Da mesma forma, surgira no início da Segunda Guerra, a necessidade da construção de pistas de aviação capazes de suportar as cargas elevadas dos aviões. As pistas destinadas às operações de guerra no Nordeste foram projetadas e construídas pelos engenheiros do Exército americano, mas, já havia aeroportos no Sul do país com dimensões

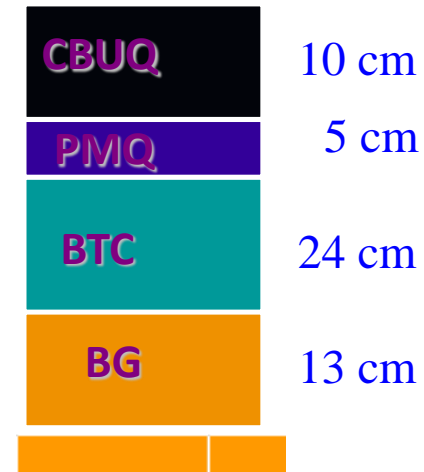
Uma comparação das duas estruturas no pavimento da Imigrantes

Rígido



subleito
CBR = 4%

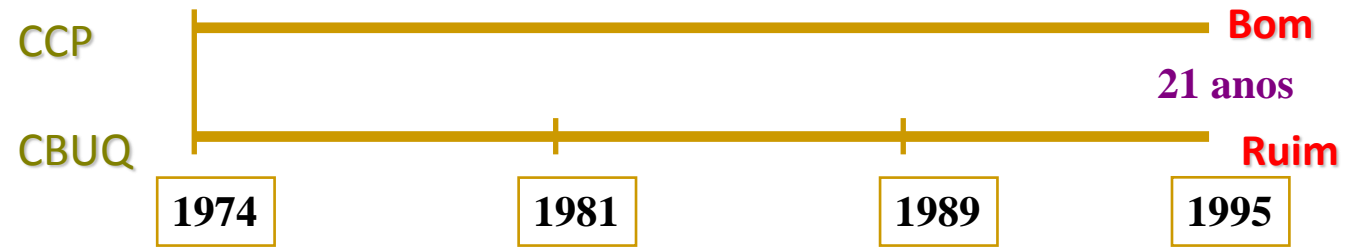
Semi-Rígido



subleito
CBR = 4%

As intervenções

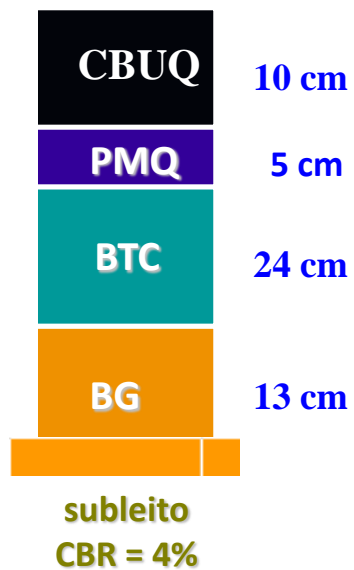
Intervenções nos Pavimentos:



As intervenções

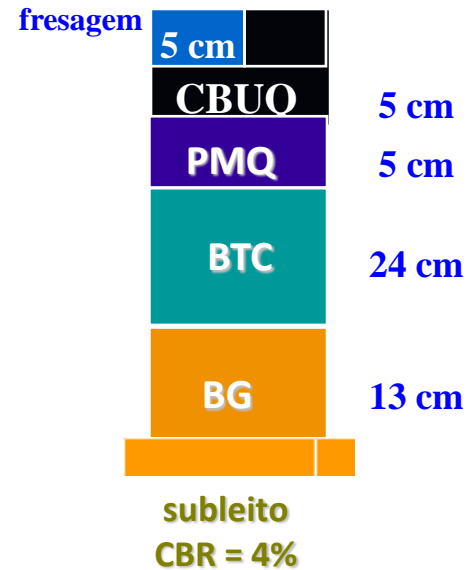
Semi-Rígido

Construção



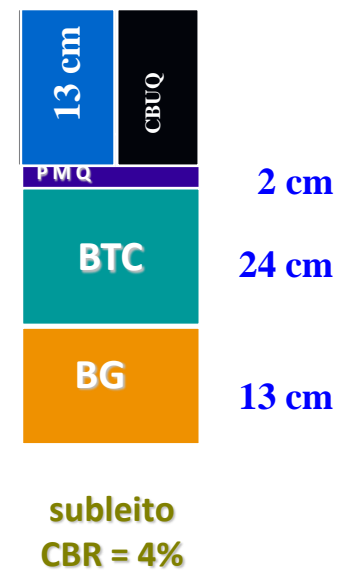
Semi-Rígido

1ª Restauração 1981



Semi-Rígido

2ª Restauração 1989



As intervenções



Embora em 1994 o Prof. Milton Vargas ainda ratificasse o Rígido como mais caro ou muito caro

- O Prof. Felipe Domingues cinco anos mais tarde descobriu que em 1974 o Dersa construiu dois trechos do sistema Imigrantes, um em concreto (Interligação) e outro em flexível (Planalto)

4.1 - O CASO EM ESTUDO

Com a intenção de fazer comparações, vamos estudar dois pavimentos adjacentes da Rodovia dos Imigrantes, localizados próximo da Interligação Imigrantes - Anchieta. O trecho da rodovia que contém o Pavimento Asfáltico começa no quilômetro 10 e termina no quilômetro 40, nas proximidades do Trevo de Interligação, onde é contíguo ao segmento de Pavimento de Concreto de Cimento Portland, que se estende até o quilômetro 44 (Figura VI). De acordo com dados fornecidos pela DERSA:

- ☑ Os dois pavimentos foram construídos em 1974.
- ☑ O tráfego local tem correspondem a carros $VDM = 20.235$, dos quais 86,4 % correspondem a carros de passeio e 13,6 % a veículos comerciais.

E o que ele constatou?

Quadro II - Custo de Construção do Pavimento Rígido

CCP - Custo de Construção	R\$/km
-BRITA GRADUADA (0,07m*10,5m*1000m*49,01	36.022,3
-BRITA TRATADA COM (0,10m*10,5m*1000m*67,83	71.221,5
-PAVIMENTO DE CONCRETO DE (0,22m*10,5m*1000m*180,09	416.007,9
TOTAL	523.251,7

Que o pavimento muito caro, custou este valor por km

E o que o pavimento mais barato custou...

Quadro IV - Custo de Construção do Pavimento

CBUQ - Custo de Construção	R\$/km
+BRITA GRADUADA (0,13m* 10.5m* 1000m* 49.01 R\$/m ³)	66.898.65
+BRITA TRATADA COM CIMENTO (0,24m* 10.5m* 1000m* 67.83 R\$/m ³)	170.931.60
+IMPRIMAÇÃO / PINTURA DE LIGAÇÃO 2*(10,5m* 1000m* 10.01R\$/m ²)	21.210.00
+PRÉ-MISTURADO A QUENTE (0,05m*10,5m*1000m*162.24 R\$/m ³)	85.176.00
+CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE (0,10m*10,5m*1000m*172.38 R\$/m ³)	180.999.00
TOTAL	525.215,25

Que o pavimento muito barato, custou este valor por km



COMO FUNCIONARAM OS PREÇOS EM 20 ANOS

TABELA DE PREÇOS DO DER JUNHO 2019 VERSUS 1999				
Nº Preço	DESCRIÇÃO	Unidade	Valor 2019	Valor 1999
23.04.03.01	SUB-BASE OU BASE BRITA GRAD. SIMPLES	m ³	199,57	49,01
23.04.04.04.99	SUB-BASE OU BASE BRITA GRAD. C/CIM 4%VOL	m ³	236,51	67,87
23.05.02.99	IMPRIMADURA BETUMINOSA LIGANTE	m ²	3,95	1,01
23.05.01.99	IMPRIMADURA BETUMINOSA IMPERMEABILIZANTE	m ²	10,97	
23.08.01.99	CONC.ASF.US.QUENTE - BINDER GRAD.A C/DOP	m ³	1.100,41	162,24
23.08.04.02.99	CAMADA DE ROLAMENTO - CBUQ - GRAD. D - SEM DOP	m ³	1.254,02	172,38
23.11.04.01.99	PAVIMENTO DE CONCRETO - Execução com forma deslizante	m ³	669,25	180,09

Os dados atualizados pela tabela do DER Julho 2019

CUSTO DE 1 KM DE RODOVIA CONTRATADO A ÉPOCA DA CONSTRUÇÃO E ATUALIZADA PARA HOJE (1999 -2019)							
CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DOS PAVIMENTOS com 10,5 m de LARGURA							
FLEXÍVEL versus RIGIDO (1 km x 10,5 m de largura x espessura da camada)		Volume m ³	Area em m ²	Preço 1999	Preço 2019	Inversão Total 1999	Inversão Total em 2019
Base	0,13 m de espessura em Brita Graduada Simples	1365	10.500	49,01	199,57	66.898,65	272.413,05
Base (Rigido)	0,07 m de espessura em Brita Graduada Simples	735		49,01	199,57	36.022,35	146.683,95
BGTC	0,24 m de espessura em Brita Graduada tratada com cimento 4%	2520		67,87	236,51	171.032,40	596.005,20
BGTC (Rigido)	0,10 m de espessura de Brita Graduada tratada com cimento 4%	1050		67,87	236,51	71.263,50	248.335,50
PMQ	0,05 m de espessura de Binder Pré Misturado a quente	525		162,24	1100,41	85.176,00	577.715,25
CBUQ	0,10 m de espessura de Concreto Asfáltico Usinado a Quente	1050		172,38	1254,02	180.999,00	1.316.721,00
CCP	0,22 m de espessura da placa de Concreto de Cimento Portland	2310		180,09	669,25	416.007,90	1.545.967,50
Imprimação	Ligação e Impermeabilização	0		1,01	14,92	10.605,00	156.660,00

Senhores concessionários atenção...

COMPARAÇÃO FINAL DOS DOIS TIPOS DE PAVIMENTOS				
Descrição	Asfalto		Concreto	
	1999	2019	1999	2019
BGS	66.898,65	272.413,05	36.022,35	146.683,95
BGTC	171.032,40	596.005,20	71.263,50	596.005,20
PMQ (Binder)	85.176,00	577.715,25	0	0
CBUQ	180.999,00	1.316.721,00	0	0
CCP	0	0	416.007,90	1.545.967,50
IMPRIMAÇÃO	10.605,00	156.660,00	0	0
TOTALES	514.711,05	2.919.514,50	523.293,75	2.288.656,65
* Uma camada de ligação e uma de impermeabilização				

CUSTO DE MANUTENÇÃO DO PAVIMENTO ASFALTICO 22 ANOS		
Intervenção pesada a cada 7 anos	Intervenção diária a cada ano	Custo final por Quilometro por ano
20.436,00	6.502,00	26.938,00
20.436,00	6.502,00	26.938,00
20.436,00	6.502,00	26.938,00
20.436,00	6.502,00	26.938,00
20.436,00	6.502,00	26.938,00
20.436,00	6.502,00	26.938,00
20.436,00	6.502,00	26.938,00
50.283,00	6.502,00	56.785,00
50.283,00	6.502,00	56.785,00
50.283,00	6.502,00	56.785,00
50.283,00	6.502,00	56.785,00
50.283,00	6.502,00	56.785,00
50.283,00	6.502,00	56.785,00
50.283,00	6.502,00	56.785,00
50.283,00	6.502,00	56.785,00
50.283,00	6.502,00	56.785,00
50.283,00	6.502,00	56.785,00
50.711,00	6.502,00	57.213,00
50.711,00	6.502,00	57.213,00
50.711,00	6.502,00	57.213,00
50.711,00	6.502,00	57.213,00
50.711,00	6.502,00	57.213,00
50.711,00	6.502,00	57.213,00
50.711,00	6.502,00	57.213,00
50.711,00	6.502,00	57.213,00
50.711,00	6.502,00	57.213,00
50.711,00	6.502,00	57.213,00
900.293,00	143.044,00	1.043.337,00
EM DÓLARES DA EPOCA E ATUAL		
506.922,00	80.543,00	587.465,00
2.103.726,30	334.253,45	2.437.979,75



Eu me apaixonei pelo Pavimento Rígido quando me envolvi na Construção da Pista da GM em Indaiatuba que já completou 40 anos...



Os desafios

Superelevação de 40% em 14 m de largura, uma reta infinita de 4,2 km de extensão



Com variações máximas de 3 mm numa régua de 4,8 m



SL-450
Vega Sopare & J.H.S. (consortium)
General Motors Test Track
Itaipubá, São Paulo, Brazil

Uma constatação na minha carreira empresarial...

- **A indústria da construção trabalha suas conveniências, ainda que mais caras**
- **É muito forte na luta para impedir a entrada de novas tecnologias ou novos players**
- **Passei 40 anos tentando provar que o pavimento de concreto era o mais barato e ideal para um número enorme de solicitações.**
- **Executamos uma obra em concreto pelo preço do asfalto, para uma concessionária, que a despeito dos grandes resultados depois de 20 anos, não comprou um m³ se quer, de concreto, mesmo tendo implantado dezenas de quilômetros de vias marginais...**

Estou falando a obra da Marginal da Via Dutra, entre as mais de 170 obras que a PELLA executou, com mais de 800 mil m³ de concreto lançados.

Trecho de aproximadamente 2 km



A concessionária com a Eng^a Valéria dará mais detalhes, a seguir, dessa que considero a melhor obra que fiz



RODOVIA DOS IMIGRANTES

TRECHO DA DESCIDA

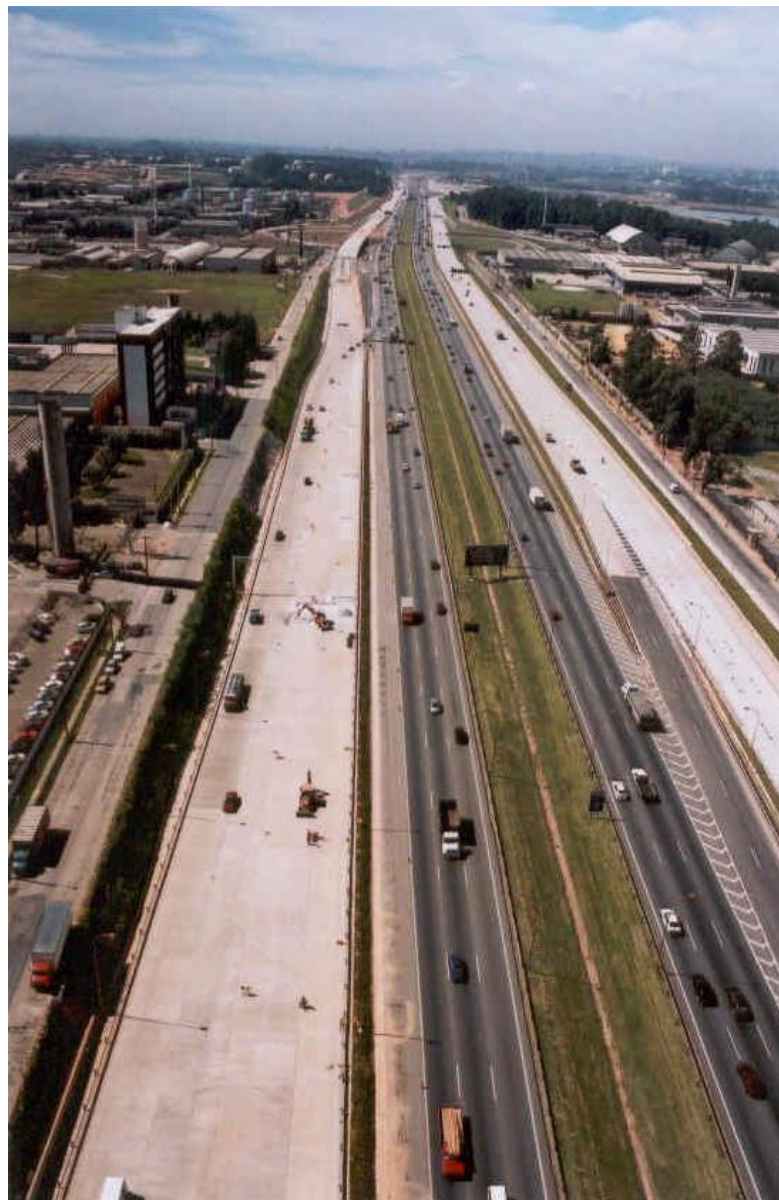
- Desde a Interligação até o Rancho da Pamonha
- 2,2 km



AS PIORES: MARGINAIS DA CASTELO BRANCO

Rodovias cujos pavimentos tinham como meta:

- Abrir o pedágio
- Atender objetivos Políticos
- Péssimos Planejamentos
- Acomodações Comerciais





Antes de encerrar duas recomendações para um bom pavimento:

Drenagem

Base

(Rodoanel Oeste – Primeiro trecho)

Uma última colocação...

- **Há quase 40 anos, fui o “cara” certo na hora errada**
- **Hoje sou o cara “errado” na hora certa**
- **A PELLA encerra hoje neste evento, a sua história...**
- **Perdi meu melhor amigo**
- **Perdi o padrinho dos meus quatro filhos**
- **Perdi o meu sócio**
- **A PELLA transfere todo seu acervo para outro amigo...**
- **João Marcos Fernandes Costa da AIRLESS**



CONCESSIONÁRIAS NAS QUAIS A AIRLESS ATUA OU JÁ ATUOU:

- Autopista Fluminense
- Autopista Fernão Dias
- Autopista Planalto Sul
- Autopista Régis Bittencourt
- Autovias
- Centrovias
- Concebra
- Concessionária Rota do Atlântico
- CRT
- Intervias
- Rodovia das Colinas
- SP Mar
- Via Oeste
- Vianorte
- Via Paulista
- Ecovias Caminho do Mar
- Ecovias dos Imigrantes
- Viapar



OBRIGADO!