

PAVIMENTO DE CONCRETO

SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL E CUSTO COMPETITIVO

ENG.º RONALDO VIZZONI

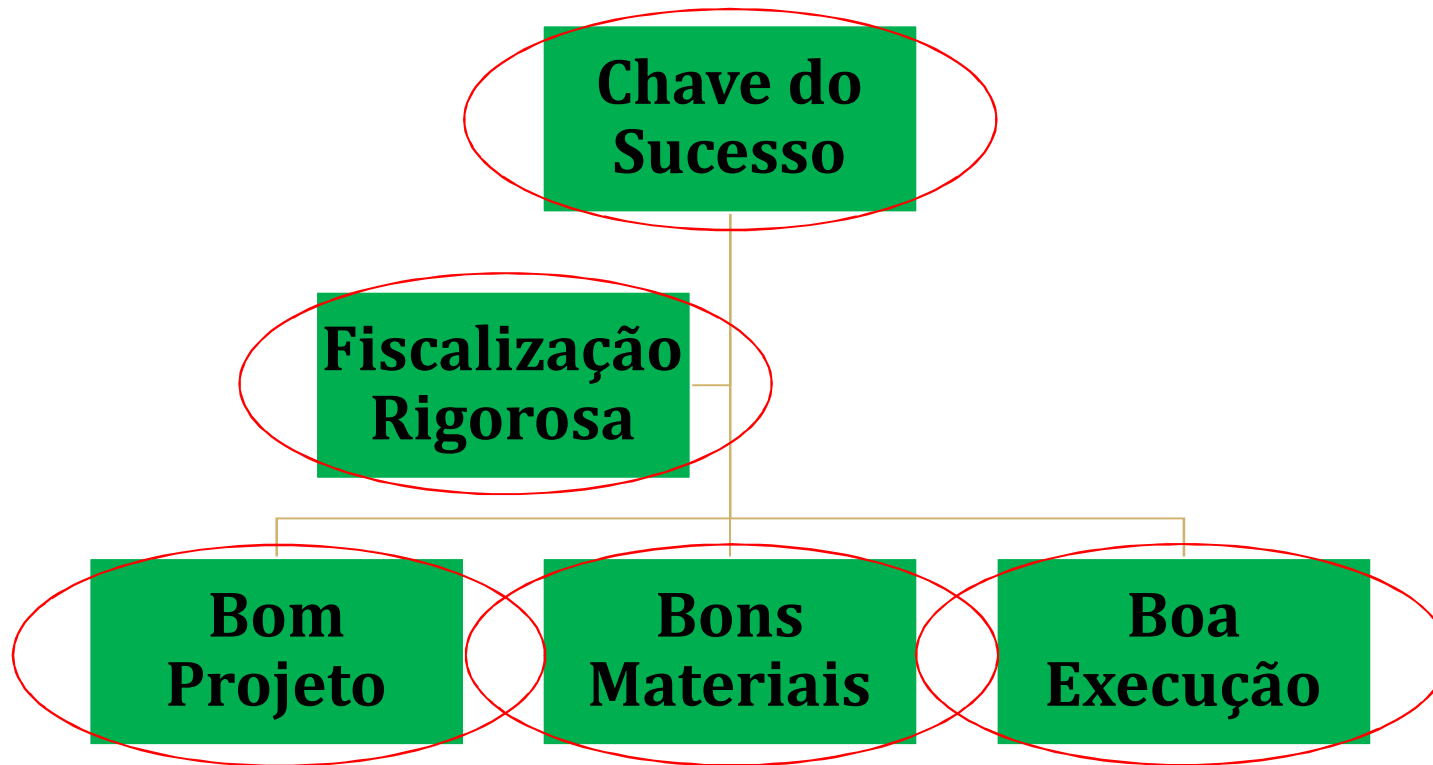
REFLEXÃO

“Princípios econômicos nos dizem, que se queremos minimizar o custo de um bem durável, que exigirá manutenção, reparo e substituição ao longo do tempo, temos que minimizar o valor presente destes custos e não minimizar o custo inicial. Se adotar uma estratégia míope, e aceitar menor custo inicial, e maior o valor presente dos custos de manutenção, reparo e substituição ao longo do tempo, os compradores sempre saem perdendo.”

Dr. William Holahan

Professor do Departamento de Economia da Universidade de Wisconsin

COMO SE OBTER OBRAS COM QUALIDADE



ENTENDIMENTOS DA ABCP

- O Pavimento de Concreto é uma **alternativa** de pavimentação, assim como o asfalto, cada uma com seu nicho de aplicação;
- As obras deveriam ser licitadas, e conseqüentemente executadas, **exclusivamente com projetos executivos**;
- Deve-se seguir **rigorosamente** as Normas e Procedimentos do DNIT, mesmo nas rodovias concessionadas;
- Uma obra em concreto com conforto de rolamento comprometido - ultrapassou o índice de perfil (IP) - **a única solução**, é o **“Diamond Grinding”**;
- O **acostamento** e a **faixa de refúgio**, devem ser também em **concreto**, pois além de evitar problemas de infiltração de água, diminuem a espessura das placas;
- O método de projeto do Pavimento de Concreto é o da **PCA 84** recomendado pelo DNIT e adotado pela ABCP;
- Adota-se no Brasil o **Pavimento de Concreto Simples com Barras de Transferência e de Ligação**.
- Em pavimentos novos adota-se como sub-base **camada cimentada**.

ONDE SE APLICA O PAVIMENTO DE CONCRETO?

- Rodovias de tráfego intenso, pesado e repetitivo;
- BRTs, corredores exclusivos, marginais e grandes avenidas;
- Aeroportos: pátios e pistas;
- Portos: áreas portuárias e perimetrais;
- Áreas sujeitas a derramamento de combustíveis;
- Pisos industriais, comerciais e terminais em geral;
- Túneis, viadutos, pontes, alças de acessos, calçadas, ciclovias, etc.;
- Recuperação de pavimentos (Whitetopping e Overlay).

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DO CONCRETO

RODOVIAS DE TRÁFEGO INTENSO (BR163)



CORREDORES EXCLUSIVOS, MARGINAIS, GRANDES AVENIDAS E BRT



EXEMPLOS DE APLICAÇÕES DO CONCRETO

AEROPORTOS – PISTAS E PÁTIOS (AEROPORTO DO GALEÃO)



PERIMETRAIS PORTUÁRIAS



CONCEITOS

- **DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:** *“ É a satisfação das necessidades atuais, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades”.*
- **RODOVIAS VERDES:** *“São as consideradas ambientalmente responsáveis e sustentáveis em todos os aspectos, incluindo a concepção, construção e manutenção”.*

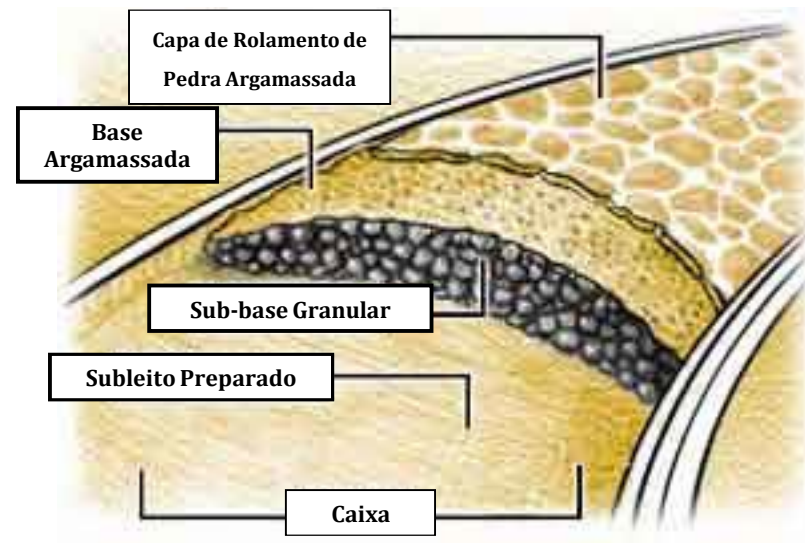
AS VIAS DO FUTURO SERÃO NECESSARIAMENTE DE CONCRETO. AS CHAMADAS “VIAS VERDES”

- Empregam insumo nacional;
- Têm elevada durabilidade;
- Têm baixa manutenção;
- Minimizam a temperatura ambiente;
- Contribuem para a economia de energia elétrica;
- Reduzem o impacto ambiental;
- São Recuperáveis;
- São Recicláveis;
- São comprometidas com o meio ambiente, com a qualidade e preservação da vida e com o crescimento sustentável do País.

A IMPORTÂNCIA DAS VIAS

Desde a época mais remota havia a preocupação com os caminhos. Os romanos possuíam mais de 85000 km de vias pavimentadas e foram mais além, por preocuparem-se com a capa de rolamento (pavimento de pedras argamassadas) e com a drenagem superficial dos caminhos (superfície de rolamento em curva).

Estrada Típica Romana



Seção Típica

MITOS, VERDADES E REALIDADE

- Os pavimentos não duram porque não têm manutenção preventiva e corretiva;
- As chuvas destroem os pavimentos;
- O excesso de carga dos caminhões é responsável pelo péssimo estado da malha;
- Muitas obras são feitas para durar no máximo 4 anos, pois têm objetivos políticos;
- O custo da obra tem que caber no orçamento;
- Lei 8666, falta de balanças, SICRO, Projeto básico,, são responsáveis pela precária situação das vias.

LEI 8666/93 – ARTIGO 6º PROJETO BÁSICO

Conforme lei 8666/93, Artigo 6º, Inciso IX

Conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado (...) que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução.

LEI 8666/93 – ARTIGO 7º

- Art. 7º: As licitações para a execução de obras e para a prestação de serviços obedecerão ao disposto neste artigo e, em particular, à seguinte sequência:
 - I - projeto básico;
 - II - projeto executivo;
 - III - execução das obras e serviços.
 - ✓ § 1º: A execução de cada etapa será obrigatoriamente precedida da conclusão e aprovação, pela autoridade competente, dos trabalhos relativos às etapas anteriores, à exceção do projeto executivo, o qual poderá ser desenvolvido concomitantemente com a execução das obras e serviços, desde que também autorizado pela Administração.

SITUAÇÃO DA INFRAESTRUTURA BRASILEIRA



Rodovias insuficientes e mal conservadas



Corredores e perimetrais urbanas sucateadas



Pistas de aeroportos inseguras



Portos obsoletos e ineficientes

CAOS NA INFRAESTRUTURA



Exigências ecológicas mais rigorosas



Altos preços dos combustíveis fósseis



Melhoria da competitividade brasileira



Redução dos custos Brasil e social



Necessidade de grandes investimentos

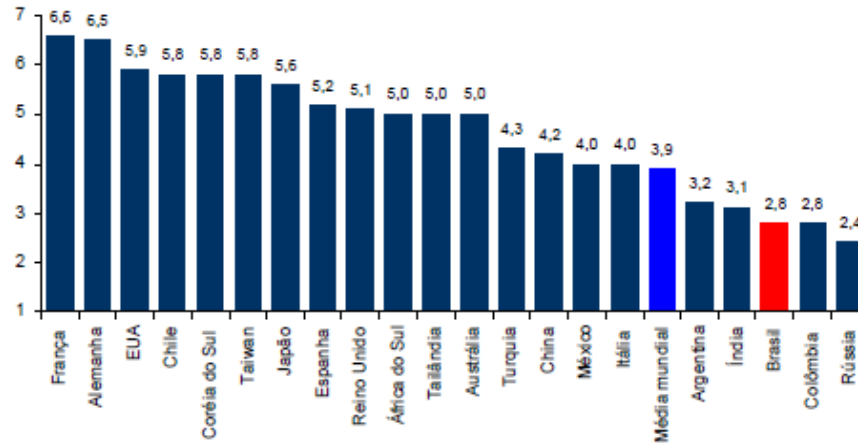
SOLUÇÃO PAVIMENTO DE CONCRETO

COMPOSIÇÃO E QUALIDADE DA MALHA

Composição da malha

- Total das estradas: 1.700.000 km (insuficiente)
- Total pavimentada: 203.599 km (12,0%)
- Em concreto: 8.165 km (4,01%)

Qualidade da malha



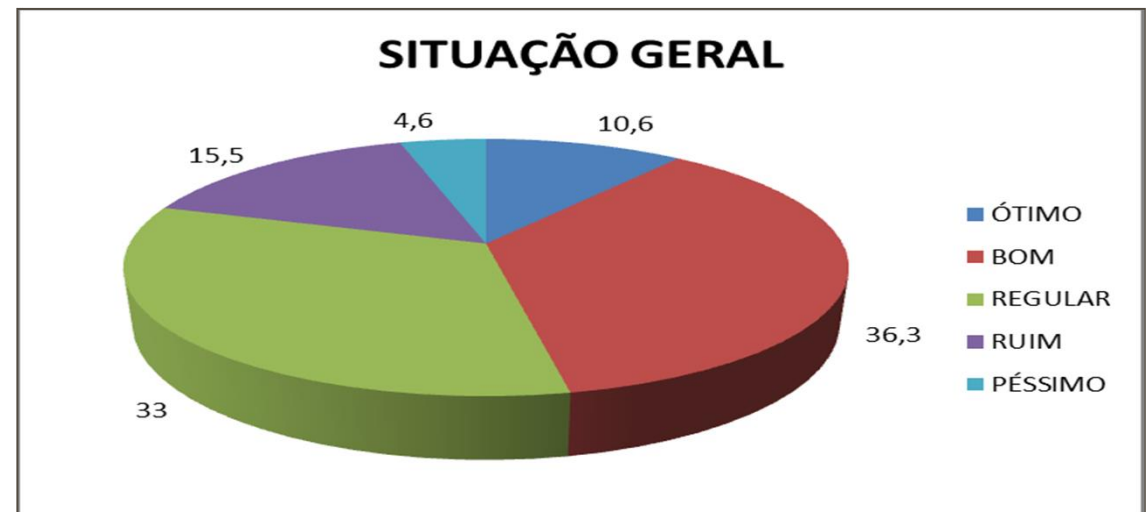
SITUAÇÃO DA MALHA FEDERAL

Estado da malha

- Estado regular, ruim e péssimo: 54%
- Estado bom e ótimo: 46%

Obs. 1: Incluídas rodovias concessionadas.

Obs. 2: Não incluídos os pavimentos urbanos.



Fonte: CNT 2014

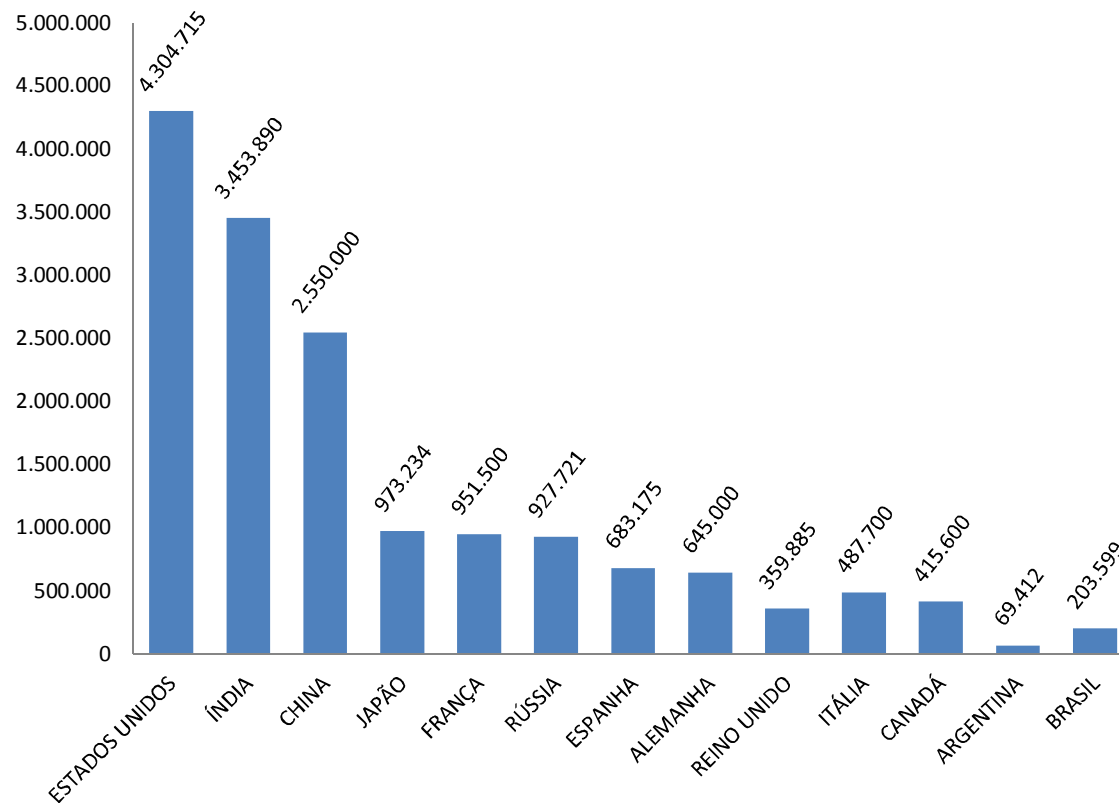
CONSEQUÊNCIA DA SITUAÇÃO PRECÁRIA DAS RODOVIAS

SOJA	BRASIL	EU
VENDA	\$482,00	\$482,00
TRANSPORTE	\$144,00	\$19,00
DESPESA PORTUÁRIA	\$10,00	\$5,00
VENDA LÍQUIDA	\$328,00	\$458,00
CUSTO PRODUÇÃO	\$187,00	\$238,00
LUCRO SEM IMPOSTO	\$141,00	\$220,00

Valores por tonelada

Fonte: Rede Globo e Veja

COMPARATIVO DA INFRAESTRUTURA VIÁRIA



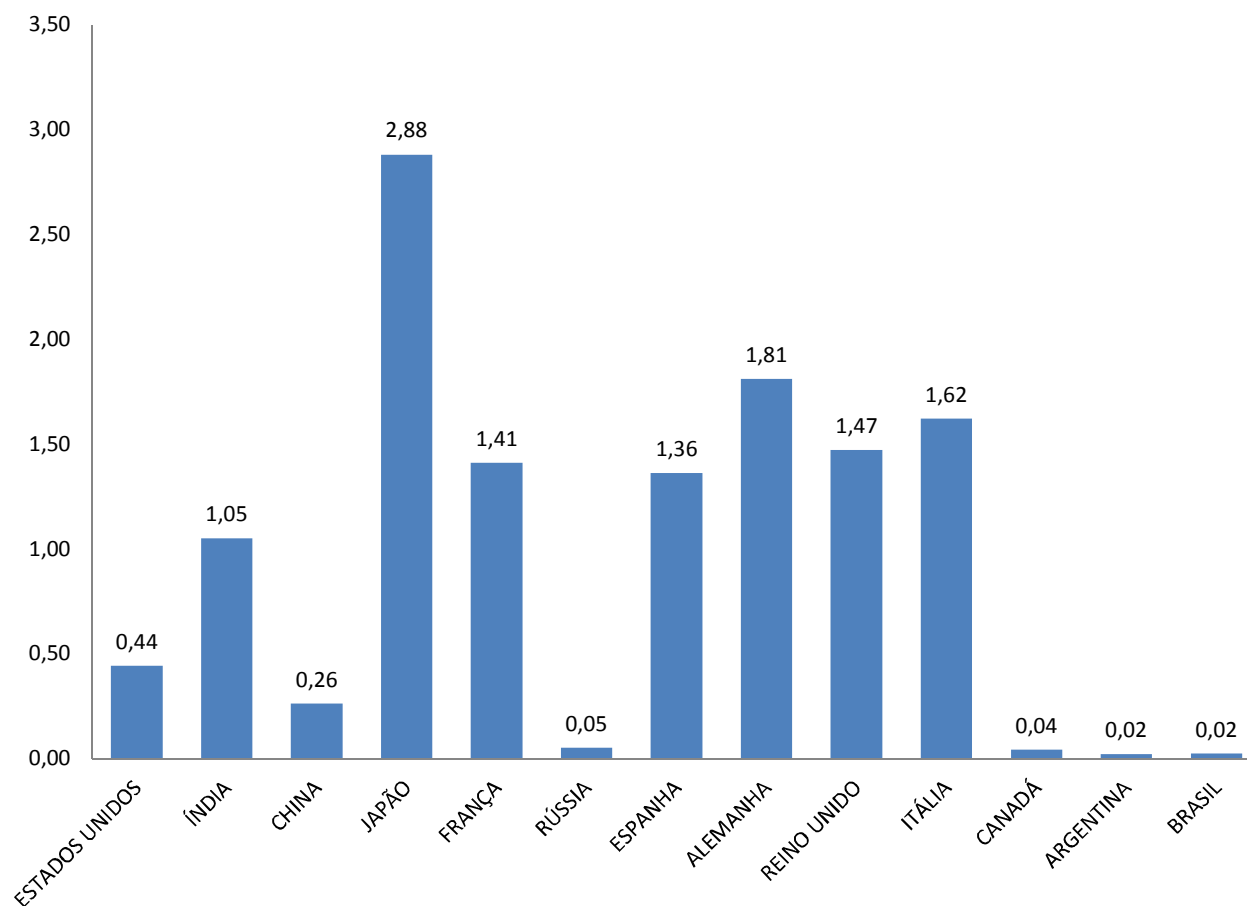
Fonte: Bureau of Transportation Statistics (BTS)

DENSIDADE DE RODOVIAS

PAÍS	ÁREA TERRITORIAL	QUILÔMETROS DE RODOVIAS PAVIMENTADAS	DENSIDADE: KM/ÁREA RODOVIAS
ESTADOS UNIDOS	9.372.610	4.304.715	0,44
ÍNDIA	3.287.530	3.453.890	1,05
CHINA	9.596.550	2.550.000	0,26
JAPÃO	377.835	973.234	2,88
FRANÇA	547.030	951.500	1,41
RÚSSIA	17.075.200	927.721	0,05
ESPANHA	504.645	683.175	1,36
ALEMANHA	356.910	645.000	1,81
REINO UNIDO	244.820	359.885	1,47
ITÁLIA	301.338	487.700	1,62
CANADÁ	9.976.140	415.600	0,04
ARGENTINA	2.766.850	69.412	0,02
BRASIL	8.511.965	203.599	0,02

Fonte: Bureau Transportation Statistics (BTS)

DENSIDADE DE RODOVIAS








Fonte: Bureau Transportation Statistics (BTS)

PAÍSES QUE USAM O PAVIMENTO DE CONCRETO

Argentina	Guatemala	Portugal
Australia	Honduras	Porto Rico
Austria	Índia	Rússia
Bélgica	Indonésia	África do Sul
Bolivia	Iran	Coréia do Sul
Brasil	Itália	Espanha
Canada	Japão	Suécia
Chile	Kenya	Suíça
China	Reino de Bahrain	Taiwan
Costa Rica	México	Tailândia
República Checa	Holanda	Turquia
República Dominicana	Nova Zelândia	Uruguai
Equador	Nicaragua	Reino Unido
El Salvador	Noruega	Estados Unidos
França	Paquistão	
Alemanha	Peru	
Ghana	Polônia	

A ACPA já foi consultada por 140 países que usam esporadicamente o Pavimento de Concreto

CAUSAS DESSA SITUAÇÃO

-  **Malha insuficiente.**
-  **Falta de investimentos em projetos executivos.**
-  **Solução tradicional única.**
-  **Falta crônica de recursos para manutenção.**
-  **Precariedade da conservação.**

VANTAGENS DO PAVIMENTO DE CONCRETO

- Tradição no Brasil.
- Não promove aquaplanagem.
- Melhor visibilidade por reflexão.
- Economia de energia elétrica.
- Grande durabilidade com pouca manutenção.
- Não sofre deformação plástica, buracos e trilhas de rodas.



VANTAGENS DO PAVIMENTO DE CONCRETO



- Menor distância de freagem.
- Economia de combustíveis.
- Menor absorção de calor.
- Conforto de rolamento.
- Custo de construção competitivo.
- Vantagens ambientais do concreto.
- Execução por modernas técnicas.

CENÁRIO ENCONTRADO NO MERCADO EM 1998

- Inexistência de equipamentos;
- Inexistência de projetistas;
- Perda do referencial histórico;
- Inexistência de estrutura de custos;
- Conforto de rolamento ruim;
- Dificuldade de execução;
- Carência de bons exemplos;
- Pouca manutenção;
- Grande durabilidade.

Asfaltar = Pavimentar

INVESTIMENTO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE CIMENTO

- Cinco pavimentadoras de formas deslizantes
- Seis usinas dosadoras e misturadoras
- Quatro texturizadoras/aplicadoras
- Perfilógrafo tipo Califórnia
- Laboratório móvel



TREINAMENTO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA



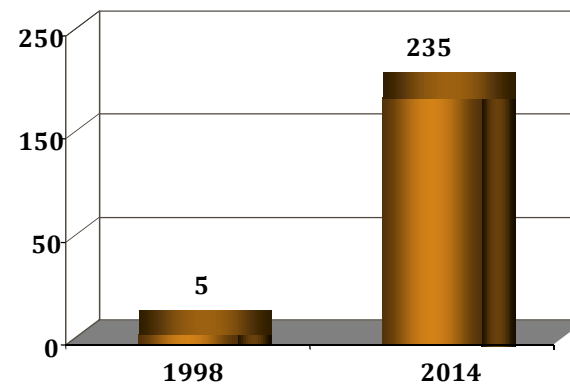
Turma 2002



Exército Brasileiro 2005/6



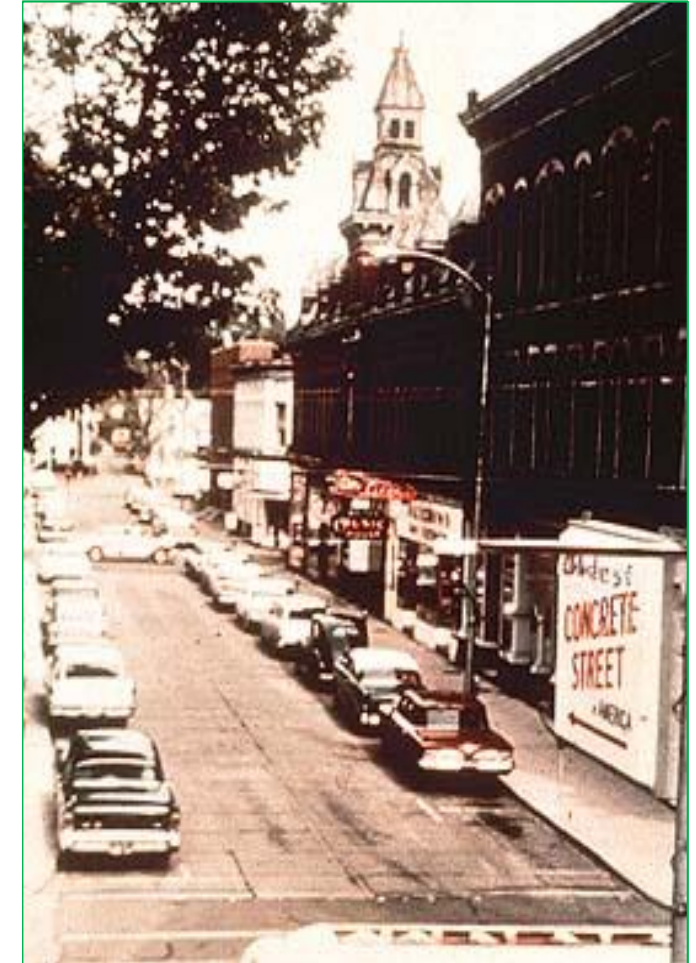
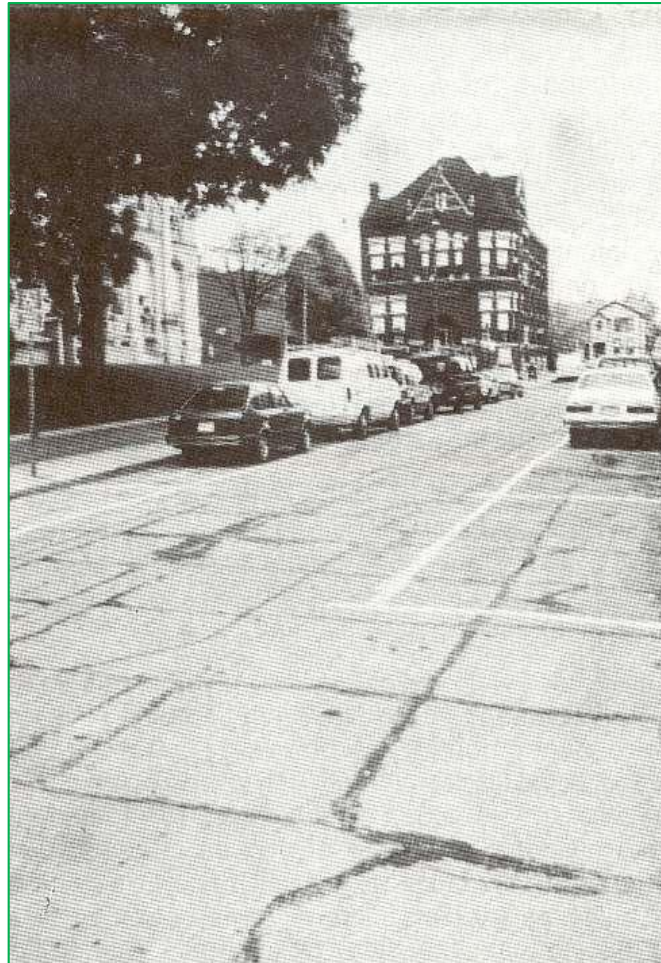
Turma 2003



HISTÓRICO DO PAVIMENTO DE CONCRETO

➤ Primeiro pavimento de concreto

- ✓ Iniciativa: George Bartholomew: “Pai do Pavimento de Concreto”.
- ✓ Garantia: 5 anos.
- ✓ Bellefontaine, Ohio: Court Ave. em 1891.
- ✓ Construção em duas camadas.
- ✓ Ranhuras a cada 10 cm, “para impedir que os cavalos escorregassem”.
- ✓ As demais ruas que formaram o quarteirão foram pavimentadas até 1893.



HISTÓRICO DO PAVIMENTO DE CONCRETO NO BRASIL

“Governar é Abrir Estradas”



- Opção brasileira pelo modal rodoviário.
- Em 1930, o Estado de São Paulo possuía mais de 70.000 veículos.



Washington Luís Pereira de Souza (1869 - 1957)
Presidente da República (1926 - 1930)

HISTÓRICO DO PAVIMENTO DE CONCRETO NO BRASIL

- Rodovia Caminhos do Mar (1925) recebeu pavimento de concreto - a primeira na América do Sul e uma das primeiras no mundo.
- Empregou-se muito os pavimentos de concreto até o fim da década de 70.



HISTÓRICO DO PAVIMENTO DE CONCRETO NO BRASIL

- Em 1936, foi fundada a ABCP, para desenvolver postes, cercas e pavimentos de concreto.
- Em 1937, foi criado o anúncio para informar o consumidor sobre os benefícios do pavimento de concreto.
- Nos últimos 20 anos, foram desenvolvidas 43 normas e procedimentos para pavimentos à base de cimento, 33 manuais e melhores práticas.



HISTÓRICO DO PAVIMENTO DE CONCRETO NO BRASIL



Ruas de Pelotas RS

HISTÓRICO DO PAVIMENTO DE CONCRETO NO BRASIL



Primeira Concessão no Brasil - Rodovia Presidente Dutra - 15 anos em operação sem qualquer manutenção

HISTÓRICO DO PAVIMENTO DE CONCRETO NO BRASIL



Rodovia Presidente Dutra



Rodovia Anchieta (1941)



Rodovia Rio - Petrópolis



Rodovia Recife - Jaboatão

HISTÓRICO DOS CORREDORES EXCLUSIVOS DE ÔNIBUS

- Os corredores exclusivos nasceram em São Paulo e Curitiba pela necessidade de priorizar o transporte coletivo.
- Os ônibus foram transferidos para o centro das avenidas e ruas nos dois sentidos.
- Os pontos passaram a ser no canteiro central e a acessibilidade garantida.
- O objetivo foi melhorar o tráfego de veículos, diminuir o tempo de deslocamento dos passageiros em suas viagens e facilitar a circulação de pedestres nas calçadas.

HISTÓRICO DOS CORREDORES EXCLUSIVOS DE ÔNIBUS



**Corredor São Mateus à Jabaquara SP - EMTU
Primeiro trecho, 1988**

HISTÓRICO DOS CORREDORES EXCLUSIVOS DE ÔNIBUS



O TRANSPORTE URBANO E O PAVIMENTO DE CONCRETO

1. HISTORICO

No início da década de 80, a (CMSP) Companhia Metropolitana de São Paulo, foi encarregada de planejar e operacionalizar um corredor exclusivo de trólebus para a Região Metropolitana de São Paulo, localizado na região do ABCD, a fim de tornar organizado o transporte público de passageiros da região.

Após inúmeros estudos minuciosos, optou-se por um corredor exclusivo de pavimento concreto "rígido" que passaria pelos municípios de São Paulo, São Bernardo do Campo, Diadema, Santo André e Mauá, totalizando assim aproximadamente 33 km.

Tal corredor possuiria terminais de integração intermodais, no total de nove (09) a saber : Jabaquara, Diadema, Piraporinha, São Bernardo do Campo, Ferrazópolis, Santo André Oeste, Santo André Leste, Sonia Maria e São Mateus, além de cinquenta e cinco (55) pontos de paradas.

O pavimento de concreto rígido foi escolhido, por possuir um melhor desempenho ao longo dos anos, tanto quanto no aspecto de conservação dos veículos e nas manutenções preventivas/corretivas, causadas pela alta frequência de veículos operacionais e grande solicitação na via; oriundas da alta densidade populacional da região.

HISTÓRICO DOS CORREDORES EXCLUSIVOS DE ÔNIBUS

2. GENERALIDADES

Com o avanço da ciência dos pavimentos de concreto nos últimos anos, foi possível construir na Região Metropolitana de trólebus, um corredor exclusivo, com aproximadamente 13.000 placas de concreto de formato em geral retangular.

Foram utilizadas placas de concreto simples com juntas transversais serradas e juntas longitudinais encaixadas (tipo macho e fêmea); afim de assegurar a transferência de cargos. O material selante escolhido foi de aplicação a frio com solução asfáltica elastomérica e sub-base de concreto pobre rolado (C.P.R) sobre a camada granular destinada à regularização do subleito.

3. VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO CONCRETO

A utilização de concreto simples, para corredores de ônibus urbanos, com grande solicitação de trefego, apresentam vantagens marcantes, a saber:

- Não deformam quando da aceleração, frenagem e estudos de cargos dos veículos.
- Não sofre ataque de substâncias derivadas de petróleo.
- Maior durabilidade, quando comparado ao pavimento asfáltico.
- Menor interferência de manutenções preventivas/corretivas.
- Menor custo operacional dos veículos, quanto ao sistema de suspensão, freios e pneumáticos.
- Melhor reflexão da luz na superfície do concreto (economia 30% nos gastos de iluminação pública)

HISTÓRICO DOS CORREDORES EXCLUSIVOS DE ÔNIBUS

 EMTU EMPRESA METROPOLITANA DE TRANSPORTES URBANOS DE SÃO PAULO S.A.

4. CONCLUSÃO

A experiência da EMTU/SP, nos últimos anos demonstrou que a escolha do pavimento de concreto, foi apropriada, uma vez que os índices operacionais e de confiabilidade do sistema cumpriram adequadamente as funções para as quais foram projetadas.

Como exemplo, temos um trecho de aproximadamente 2 kms no nosso corredor, o qual é constituído de pavimento asfáltico, (no município de Santo André) que a cada ano, necessita ser reconstituído, em função do desgaste prematuro causado pela densidade de tráfego.

Cabe salientar ainda, que o custo "social" que traz o pavimento de concreto aos usuários do transporte urbano é um ponto primordial para a opção de tal pavimentação

HISTÓRICO DOS PAVIMENTOS URBANOS NO BRASIL



Av. Boa Viagem, Recife / PE



Via Expressa, B. Horizonte / MG



Av. Brasil, Rio de Janeiro / RJ



Rod. Itaipava Teresópolis RJ (1928)

HISTÓRICO DOS AEROPORTOS NO BRASIL



Aeroporto Santos Dumont / RJ



Aeroporto Salgado Filho / RS



Aeroporto de Viracopos / SP



**Aeroporto Antônio Carlos
Jobim (Galeão) / RJ**



Aeroporto Congonhas / SP



Aeroporto de Pelotas / RS

AEROPORTOS NO MUNDO



Munique



Dallas



Frankfurt



Austin

AEROPORTOS NA ARGENTINA



Ezeiza - Buenos Aires



Aeroparque - Buenos Aires



El Calafate - Patagônia

AEROPORTOS NO MUNDO

Grandes aeroportos no mundo têm quase a totalidade das pistas construídas com concreto, como: Munique, Frankfurt, Düsseldorf na Alemanha, Dallas, Denver, Minneapolis, Austin, Dulles, Los Angeles, Memphis, St. Louis, Orlando, Seattle, Las Vegas, Indianápolis, Houston, Chicago, São Francisco, Atlanta, entre outros nos EU, e em diversos países no mundo como: Turquia, Bolívia, Coreia do Sul, Polônia, Japão, República Tcheca, Moldóvia, Camboja, Malásia, Iraque, Jordânia, Kuwait, Líbano, Coreia do Norte, Paquistão, Vietnam, Chile, Congo, Botswana, Guiné, África do Sul, Panamá, Guatemala, México,

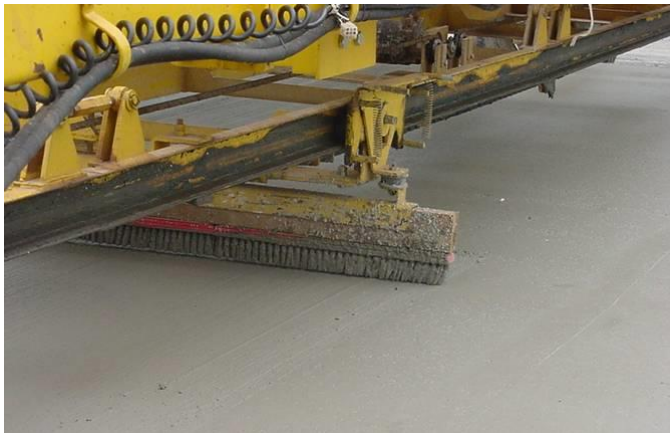
VOCÊ ATERRIZARIA SE NÃO FOSSE CONCRETO?

Aeroporto da NASA



NÃO PROMOVE AQUAPLANAGEM

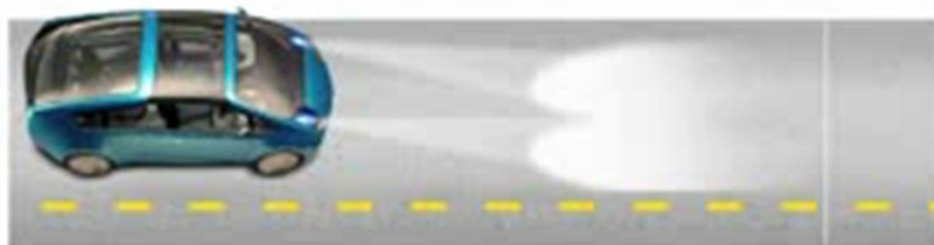
A texturização elimina o fenômeno da aquaplanagem, “quebrando” a lâmina milimétrica de água, que se forma sobre o pavimento.



MELHOR VISIBILIDADE POR REFLEXÃO E ECONOMIA DE ENERGIA ELÉTRICA

- Até 30% a mais de reflexão de luz.
(Stark, Road Surfaces Reflectance Influences Lighting Design, Lighting Design and Application)
- Produção do concreto consome 3 a 4 vezes menos energia que a de asfalto.
- Economia de 30 a 60% de energia elétrica na iluminação pública, e na sinalização, em virtude da cor mais clara dos pavimentos em concreto.
(Pace e Becker, Costo de Pavimentos a lo Largo de su Vida Útil, Buenos Aires, 1999)

MELHOR VISIBILIDADE POR REFLEXÃO

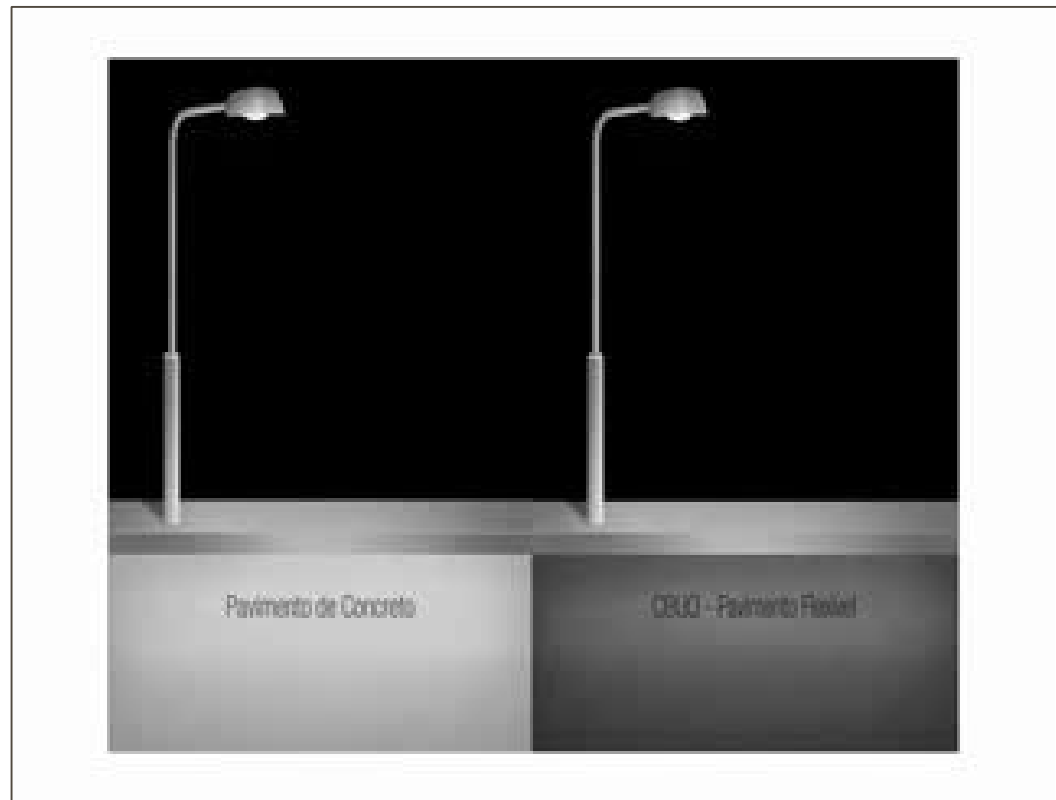


Pavimento de Concreto



CBUQ - Pavimento Flexível

ECONOMIA DE ENERGIA ELÉTRICA



ECONOMIA E ENERGIA ELÉTRICA



BRT – Linha Verde PR



Rodovia Castello Branco SP *

* Brazil roadway illustrating concrete (left) vs. asphalt albedo.

Fonte: Green Highways - ACPA/EUA

GRANDE DURABILIDADE COM POUCA MANUTENÇÃO

- O pavimento rígido tem vida útil significativamente maior que o flexível, implicando **menor geração de rejeitos** que, por sua vez, **são inteiramente recicláveis**.
- O menor número de intervenções para manutenções requeridas, propicia **redução de congestionamentos**, resultando **menor consumo de combustíveis** e **grande redução de emissões de gases pelos veículos**.
- As constantes operações necessárias de **recapeamento** dos pavimentos flexíveis, **causam transtornos** e **prejuízos ambientais**.

NÃO SOFRE DEFORMAÇÕES PLÁSTICAS, BURACOS OU TRILHAS DE RODAS



SITUAÇÃO DOS CORREDORES EXCLUSIVOS DE ÔNIBUS



PROBLEMAS COM PONTES E VIADUTOS

Marginal Pinheiros – Ponte Eusébio Matoso



MENOR DISTÂNCIA DE FREAGEM

Distâncias Comparadas	Distância de Frenagem (m)		
	Concreto	Asfalto	A/C %
Seca e Nivelada	50	58	16%
Úmida e Nivelada	96	109	14%
Úmida com Trilha de Roda	96*	134	40%

No caso da pista de concreto, sem trilha de roda.

Obs.: Veículo usado - Chevy a 95 km/hora.

(Ruhl, R.L., Safety Considerations of Rutted and Washboarded Asphalt Road)

ECONOMIA DE COMBUSTÍVEL

- Os pavimentos de concreto geram uma **economia de combustível da ordem de até 20% nos ônibus e caminhões**, quando carregados, principalmente, em relação ao pavimento flexível, por oferecerem menor resistência ao rolamento.

(L'INDUSTRIE DU CIMENT ET DU BÉTON DU QUÉBEC. La voirie en béton: une solution aux problèmes du réseau routier québécois [S.I.], 1994 39p) e (Effect of Pavement Surface Type on Fuel consumption by Dr. John P. Zaniewski)

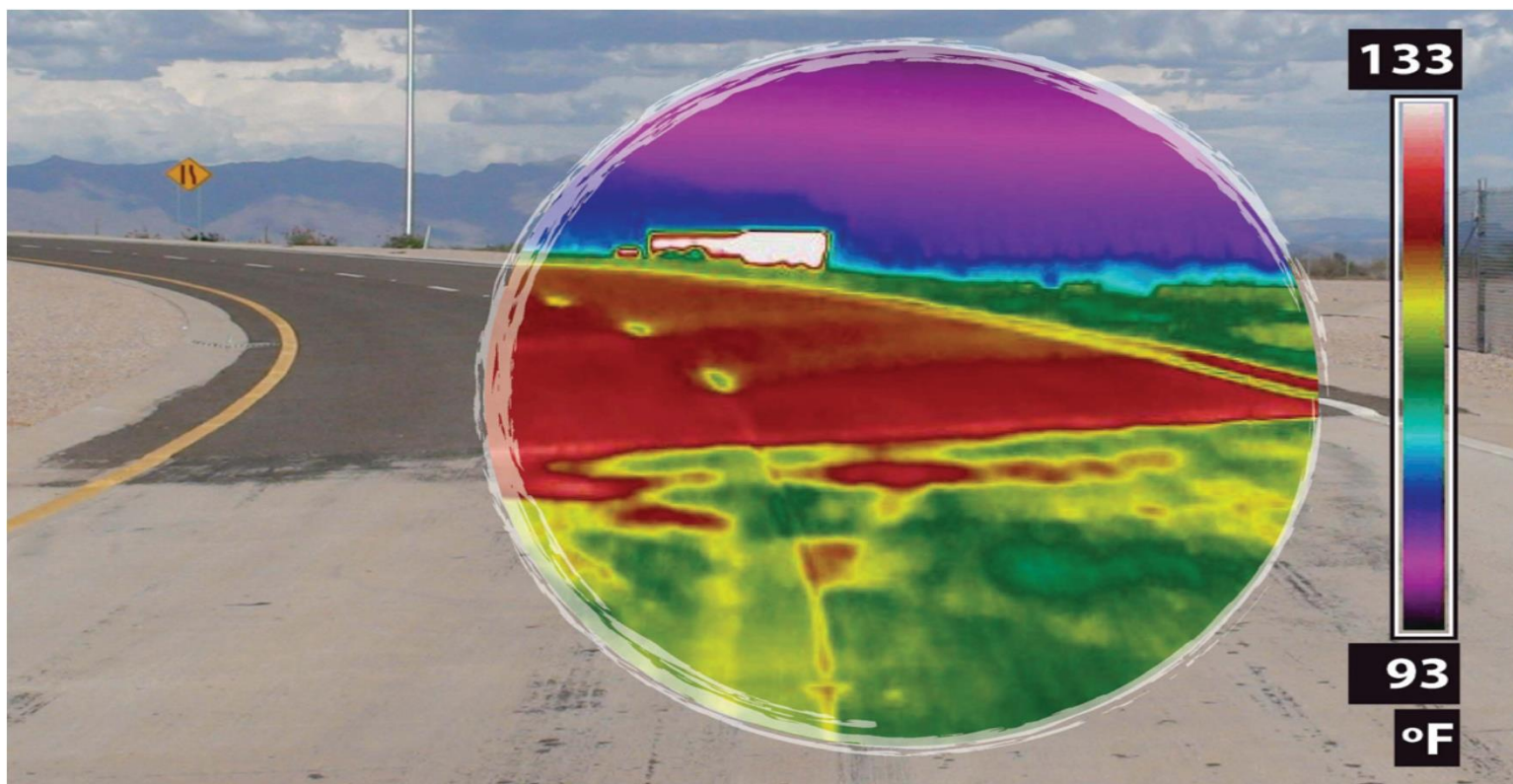
ECONOMIA DE COMBUSTÍVEL



MENOR ABSORÇÃO DE CALOR

- Superfície clara contribui para a redução da temperatura ambiente (cerca de 5º C), como consequência diminui os gastos com ar condicionado, reduzindo a poluição ambiental. (*“Heat Island Group” EUA Cool Communities*)
- Redução de até 14º C na temperatura medida na superfície do pavimento de concreto em relação àquelas medidas na superfície de pavimentos asfálticos. (*“Concrete roads may help cities reduce the heat” EUA The Salt Lake Tribune*)

MENOR ABSORÇÃO DE CALOR



CONFORTO DE ROLAMENTO



Perfilógrafo tipo Califórnia:
Equipamento que serve para medir a irregularidade longitudinal de pavimentos de concreto em fase de construção.

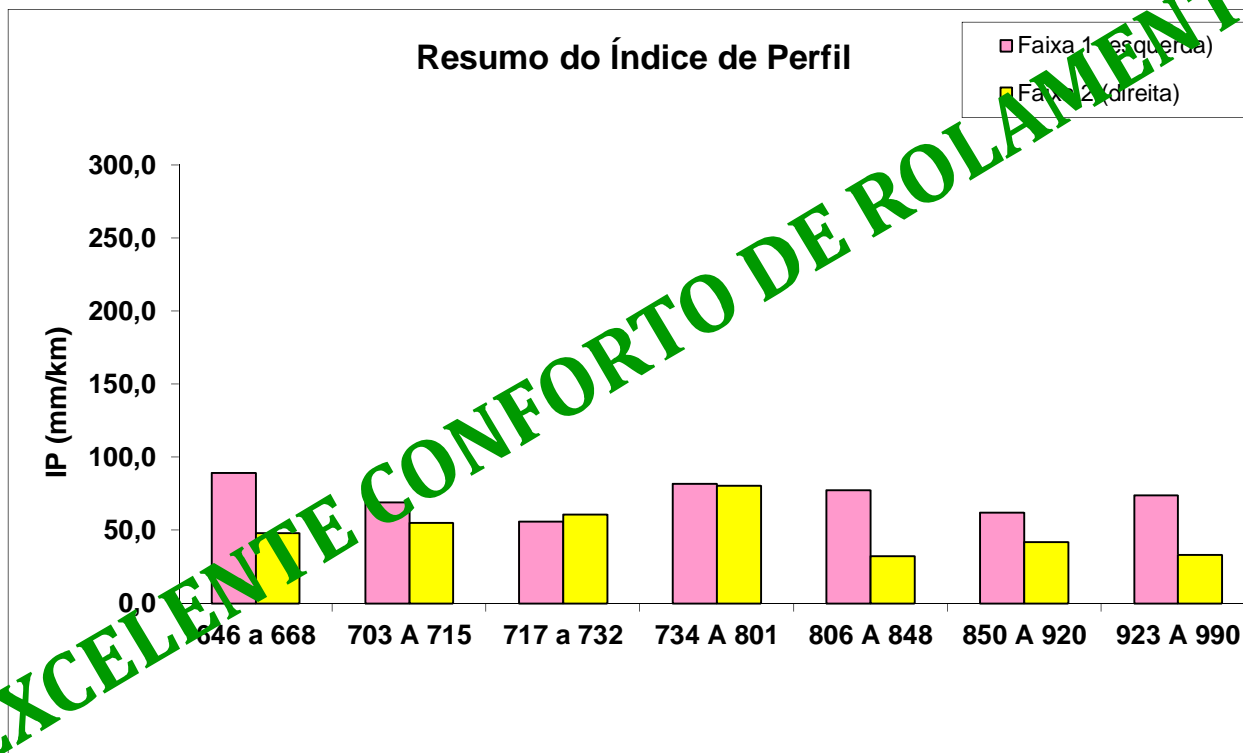


CONFORTO DE ROLAMENTO

Juntas de retração (6 mm)

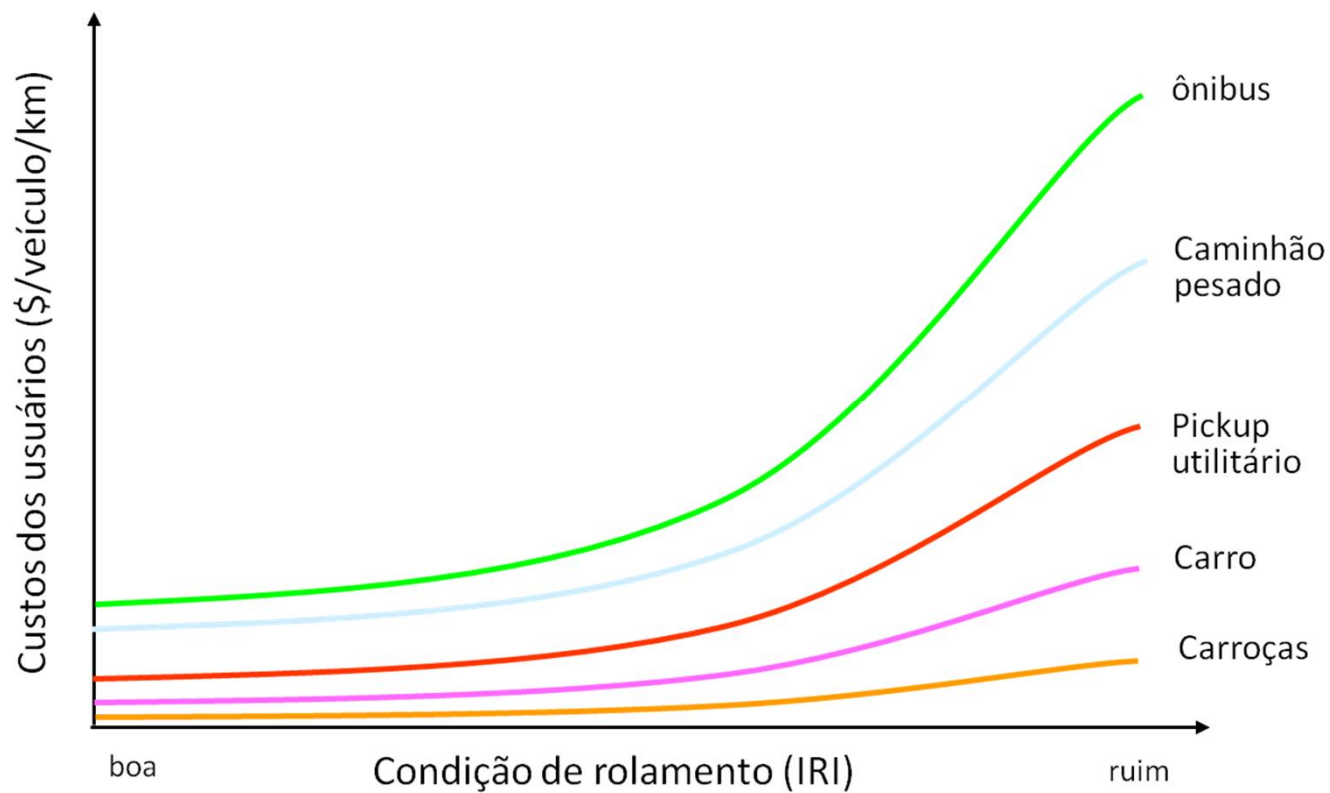


CONFORTO DE ROLAMENTO



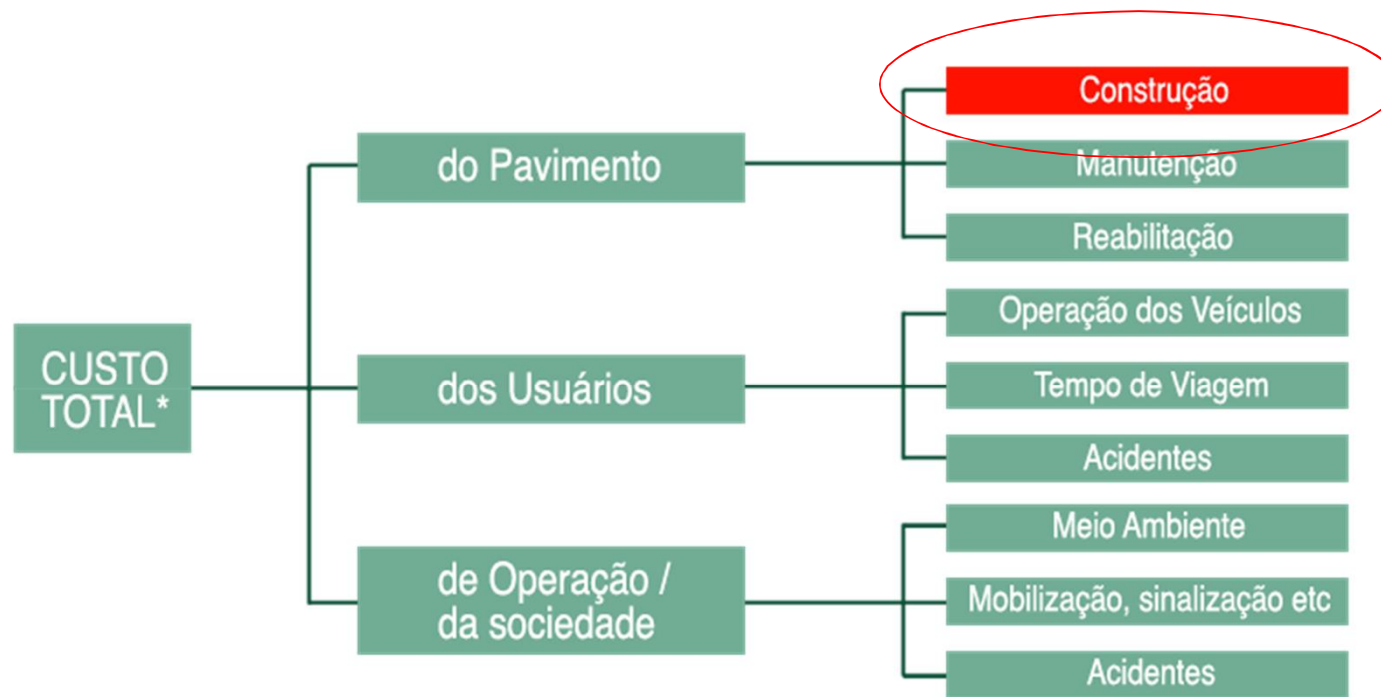
EXCELENTE CONFORTO DE ROLAMENTO

IMPACTO NAS CONDIÇÕES DAS VIAS NOS VEÍCULOS



COMPETITIVIDADE DO PAVIMENTO DE CONCRETO

CUSTO DE CONSTRUÇÃO COMPETITIVO



* Conceito do Banco mundial

QUANTO CUSTA UM PAVIMENTO ?

- Quanto custa sua operação?
- Quanto custa ao usuário?
- Quanto custa ao meio ambiente?
- Quanto custa a segurança?
- Quanto custa a construção?

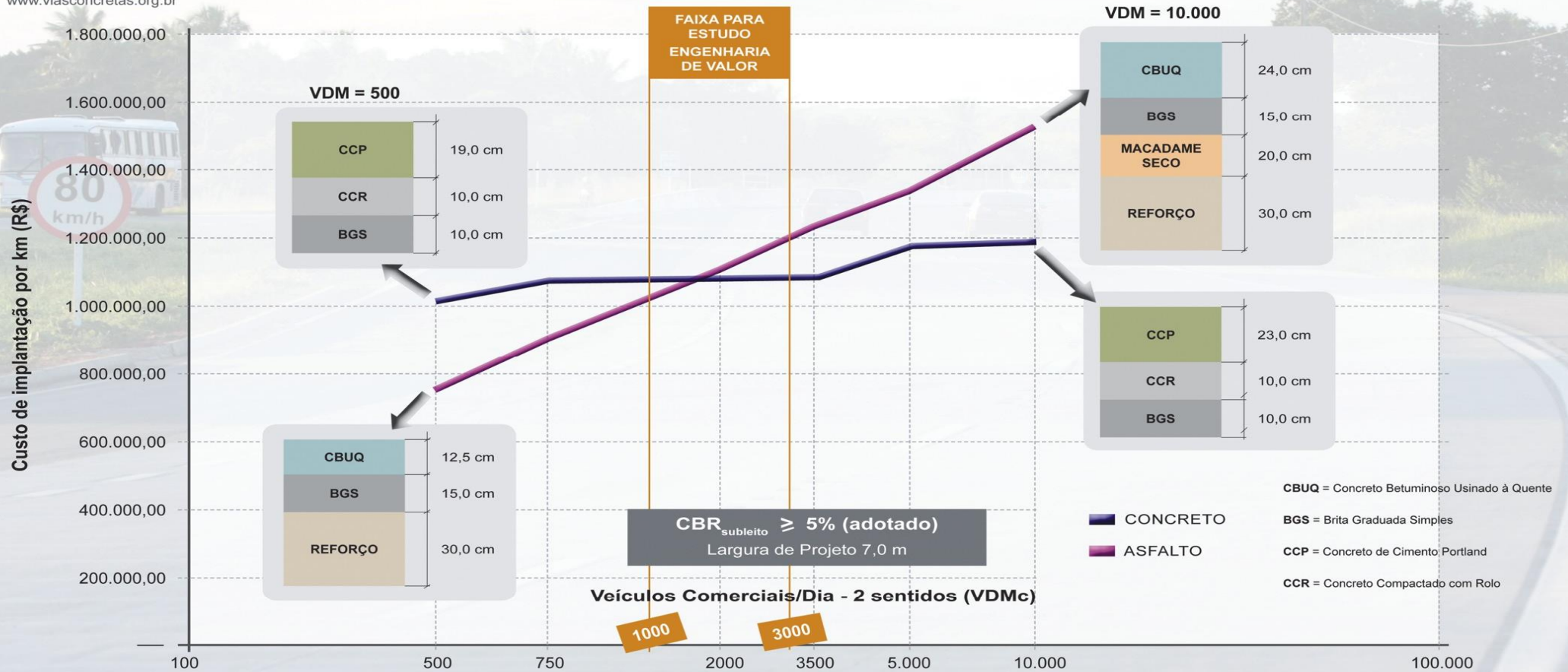
- Quanto custa sua manutenção?
- Quanto custa à sociedade?

COMPETITIVIDADE DO PAVIMENTO DE CONCRETO

Custo de Implantação

VDMc	CONCRETO (R\$)	ASFALTO (R\$)
500	1.066.000,40	791.484,50
750	1.104.463,30	938.046,27
2.000	1.104.463,30	1.138.449,29
3.500	1.142.926,20	1.285.548,61
5.000	1.181.389,10	1.341.571,64
10.000	1.219.852,00	1.532.054,61

Pavimentação - CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO



VDMc	CONCRETO - R\$	ASFALTO - R\$	VDMc	CONCRETO - %	ASFALTO - %
500	1.066.000,40	791.484,50	500	100%	26%
750	1.104.463,30	938.046,27	750	100%	15%
2.000	1.104.463,30	1.138.449,29	2.000	100%	-3%
3.500	1.142.926,20	1.285.548,61	3.500	100%	-12%
5.000	1.181.389,10	1.341.571,64	5.000	100%	-14%
10.000	1.219.852,00	1.532.054,61	10.000	100%	-26%

➡ MAIS BARATO QUE O CONCRETO
➡ MAIS CARO QUE O CONCRETO

FONTE: Os custos unitários foram retirados da tabela de preços do DER/SP, data-base: março 2013.

CONCLUSÃO

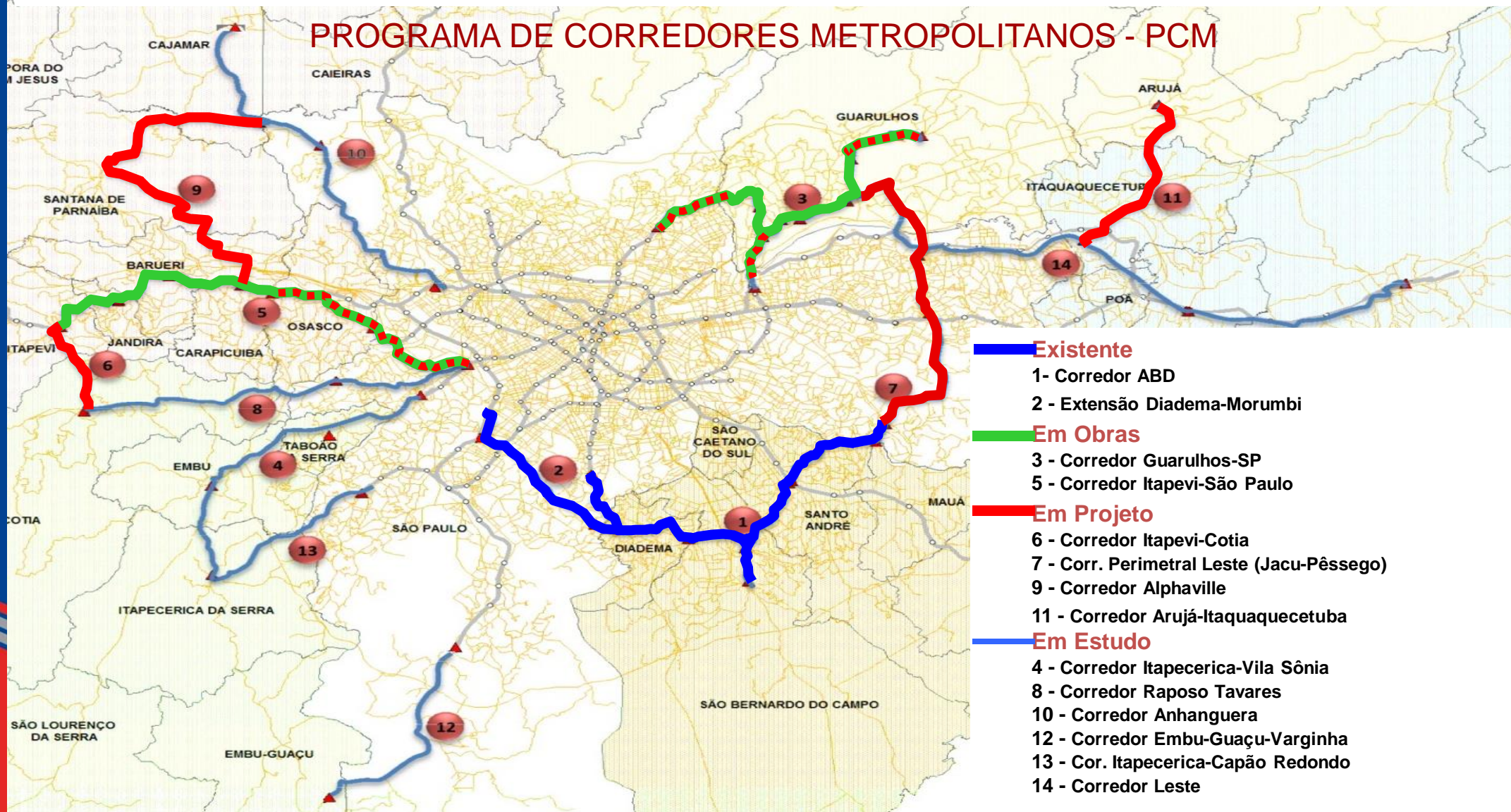
- Percebe-se que o pavimento asfáltico tem menor custo de construção nas situações de menor tráfego comercial, e que à medida que os volumes de tráfego aumentam essa situação se inverte e o pavimento de concreto torna-se então a melhor alternativa.
- Na faixa intermediária de tráfego, quando a competitividade de custos não se mostra clara, recomenda-se um estudo de viabilidade técnica e econômica específico para o trecho em questão.
- Outros fatores precisam ainda ser considerados em favor do concreto, como sua alta durabilidade, com baixa manutenção, o aumento de segurança na circulação dos veículos por não se deformar, não promover aquaplanagem, não formar trilha de rodas, e refletir melhor a luz, além de favorecer itens de sustentabilidade, tais como redução de volumes de exploração de jazidas e o coprocessamento na fabricação do cimento.

1º Encontro em Infraestrutura em Pavimentação do Vale do Paraíba

Experiências da EMTU com Corredores Metropolitanos de Ônibus em Pavimento Rígido

EMPRESA METROPOLITANA DE TRANSPORTES URBANOS DE SP

PROGRAMA DE CORREDORES METROPOLITANOS - PCM



- Existente**
 - 1- Corredor ABD
 - 2 - Extensão Diadema-Morumbi
- Em Obras**
 - 3 - Corredor Guarulhos-SP
 - 5 - Corredor Itapevi-São Paulo
- Em Projeto**
 - 6 - Corredor Itapevi-Cotia
 - 7 - Corr. Perimetral Leste (Jacu-Pêssego)
 - 9 - Corredor Alphaville
 - 11 - Corredor Arujá-Itaquaquetuba
- Em Estudo**
 - 4 - Corredor Itapekerica-Vila Sônia
 - 8 - Corredor Raposo Tavares
 - 10 - Corredor Anhanguera
 - 12 - Corredor Embu-Guaçu-Varginha
 - 13 - Cor. Itapekerica-Capão Redondo
 - 14 - Corredor Leste

EMPRESA METROPOLITANA DE TRANSPORTES URBANOS Ë SP

PREMISSAS DA EMTU/SP

PAVIMENTO RÍGIDO NOS CORREDORES E TERMINAIS

- 1 Ë Baixa Conservação e Manutenção pelos Concessionários
- 2 - Não sofre deformação na Aceleração e Desaceleração
- 3 Ë Maior durabilidade do sistema
- 4 Ë Menor custo operacional dos veículos (Suspensão, Freios e Pneumáticos)
- 5 Ë Melhor reflexão de luz (economia em iluminação publica)
- 6 Ë Confiabilidade do sistema pelo usuário
- 7 Ë Custo Social (Acessibilidade, Conforto e Segurança)
- 8 Ë Projetos interdependentes com os Municípios

ESTUDO DE VIABILIDADE

Propostas de Estrutura dos Pavimentos Rígido e Asfáltico

Estrutura do Pavimento de Concreto de Cimento Portland

Camada	Espessura (cm)
Concreto de Cimento Portland	23,0
Concreto Compactado a Rolo	10,0
Brita Graduada Simples - BGS	10,0
Melhoria do Subleito – CBR \geq 8%	-

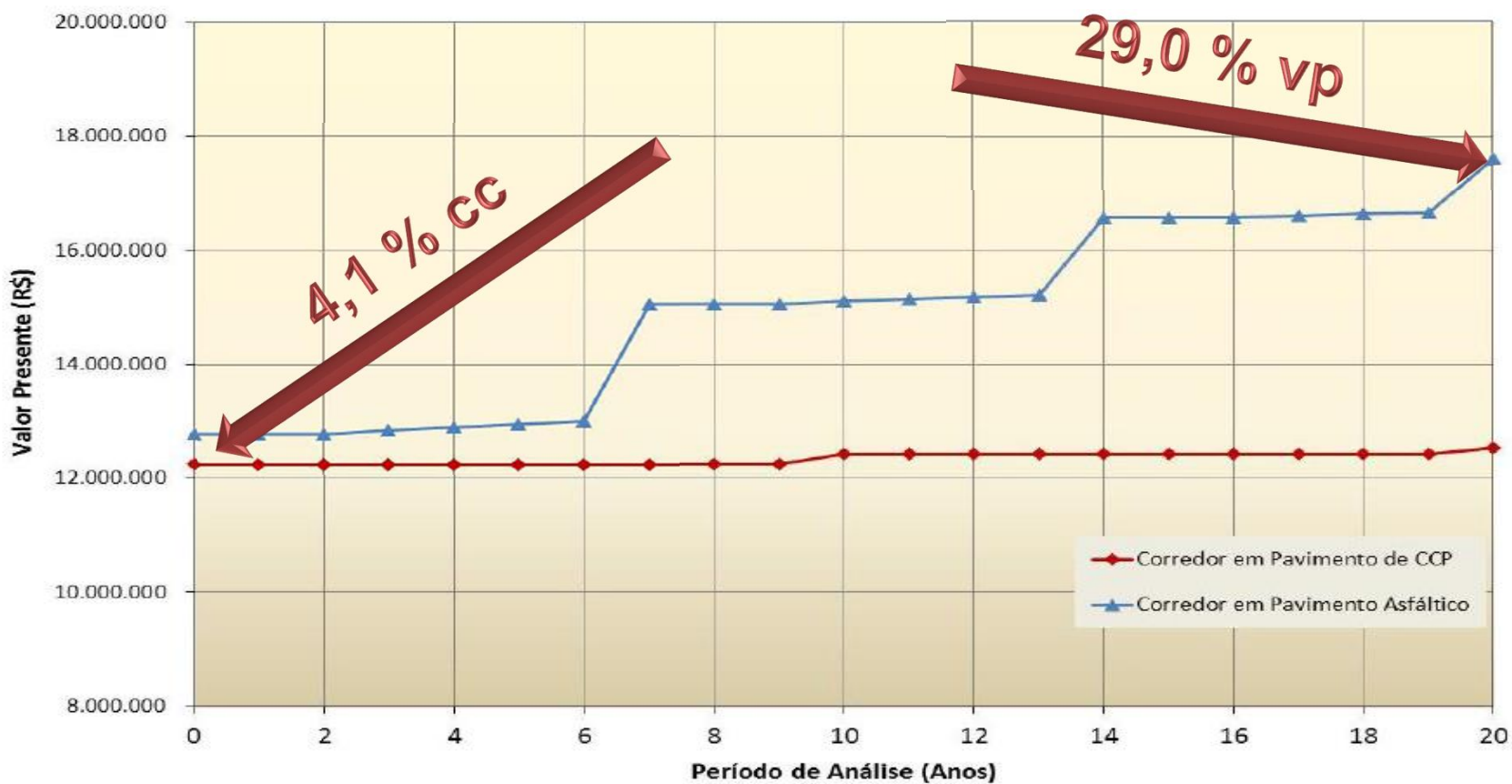
Estrutura do Pavimento Asfáltico do projeto

Camada	Espessura (cm)
Concreto Asfáltico Usinado a Quente	13,0
Brita Graduada Tratada com Cimento (4%)	20,0
Brita Graduada Simples (BGS)	10,0
Infraestrutura em Pedra Rachão	40,0
Melhoria do Subleito – CBR \geq 8%	-

EMPRESA METROPOLITANA DE TRANSPORTES URBANOS Ë SP

ESTUDO DE VIABILIDADE

Custos de Implantação e Manutenção entre os Pavimentos Rígido e Asfáltico





EMTU

emtu.sp.gov.br

 [emtusp.oficial](https://www.facebook.com/emtusp.oficial)
 [emtu_oficial](https://twitter.com/emtu_oficial)
 [emtu_oficial](https://www.flickr.com/photos/emtu_oficial/)

0800 724 05 55

Fax (11) 4341-1120

Serviço Especial Conveniado - "Ligado"

0800 771 17 37



GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO

Secretaria dos
Transportes Metropolitanos

stm.sp.gov.br

saopaulo.sp.gov.br

ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA – (CONTORNO NORTE CUIABÁ MT)

ESTRUTURAS DIMENSIONADAS

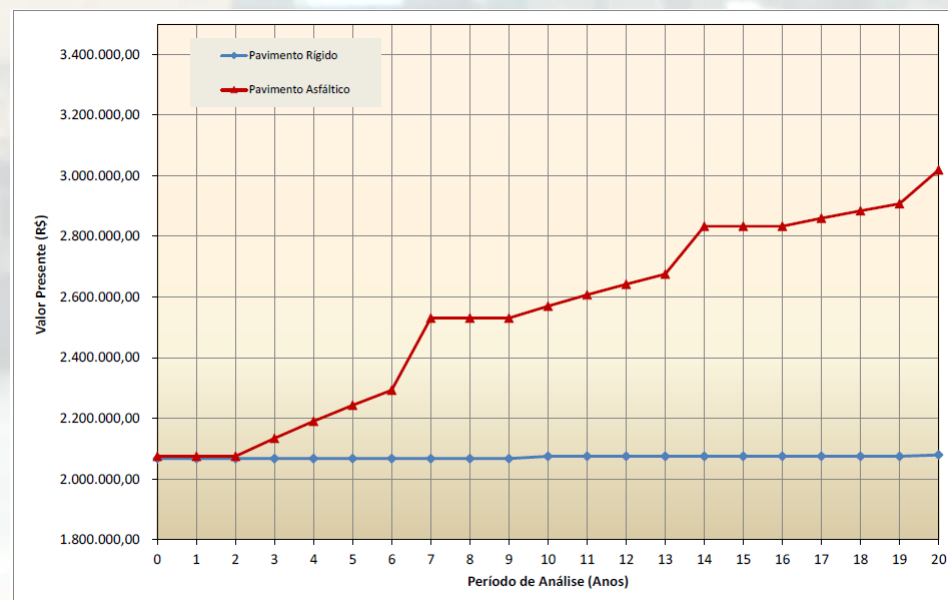
Pavimento de Concreto

CAMADAS	ESPESSURAS (CM)
Concreto de Cimento Portland	25
Concreto Compactado Com Rolo	10
Brita Graduada Simples	10
Melhoria do Subleito - CBR \geq 5 %	—

Pavimento Asfáltico

CAMADAS	ESPESSURAS (CM)
Concreto Asfáltico Usinado a Quente	15
Tratamento Superficial Duplo - TSD	2
Brita Graduada Tratada com Cimento (4 %)	20
Brita Graduada Simples (BGS)	15
Reforço Granula	15
Melhoria do Subleito - CBR \geq 5 %	—

TIPO DE PAVIMENTO	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO	VALOR PRESENTE
Pavimento Rígido (CCP)	R\$ 2.066.863,55	R\$ 2.079.038,33
Pavimento Asfáltico	R\$ 2.074.563,57	R\$ 3.018.998,81
Diferença Entre Alternativas em Reais	R\$ 7.700,02	R\$ 939.960,48
Diferença Entre Alternativas em %	0,37%	31,13%



VANTAGENS AMBIENTAIS DO CONCRETO

- O principal insumo do concreto é o **cimento**.

- O **cimento** contribui com o meio ambiente por meio do **Coprocessamento** e das **Adições** na sua produção industrial.

VANTAGENS AMBIENTAIS DO CONCRETO

Co-processamento: Destruição térmica de resíduos industriais indesejáveis, com alto poder energético (valor calorífico) em fornos de cimento, **sem prejudicar a qualidade final do produto.**

Substituto de combustível.

Ex.: **Pneus inservíveis**, óleos usados, solventes, graxas etc.

Adições: Aproveitamento de resíduos industriais na composição do cimento, dando-lhe características técnicas especiais: durabilidade das estruturas, resistência aos meios agressivos etc.

Ex.: Escória siderúrgica, cinza volante e pozolanas.

SOLUÇÃO PARA PASSIVOS AMBIENTAIS



Pneus inservíveis



Plásticos



Borras ácidas



Aterros



Resíduos industriais



Borras

DESTINO DOS PNEUS INSERVÍVEIS

- **Co-Processamento na Indústria de Cimento: 63%**
- **Diversos: 23%**
 - Pisos: 9%
 - Artefatos de borracha regenerados: 7%
 - **Asfalto: 2%**
 - Substituição de britas: 1%
 - Siderúrgicas: 4%
- **Matéria-Prima para solado de sapatos e dutos: 14%**

* Fonte: Revista Novo Ambiente (RODOVIAS E VIAS) e RECICLANIP

VANTAGENS AMBIENTAIS DO CONCRETO

Exemplo

Pavimento Flexível



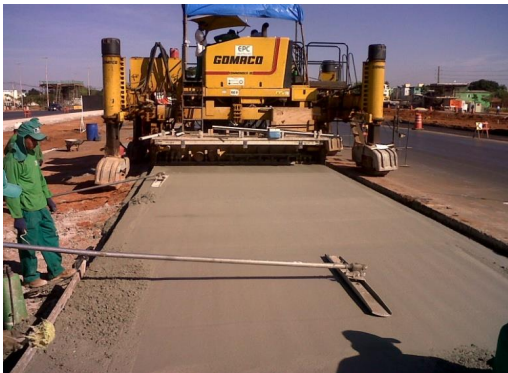
Consumo de pneus/km: **1.582**

Pavimento de Concreto



Consumo de pneus/km: **8.467**

EXECUÇÃO POR MODERNAS TÉCNICAS



TREINAMENTO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

- Atuação em obras importantes



RODOANEL Mário Covas Trecho Sul

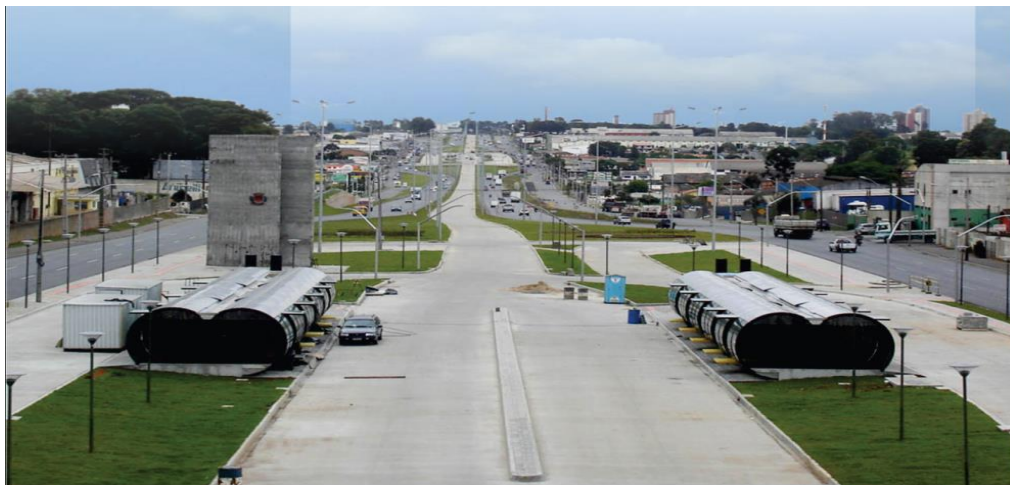


BR 101 NE



Serra de São Vicente

RESULTADOS OBTIDOS



Linha Verde (Curitiba PR)

Mais de 90 km de corredores de ônibus construídos com pavimento de concreto na cidade de Curitiba PR.



RESULTADOS OBTIDOS



Av. 9 de Julho (São Paulo SP)

Mais de 190 km de corredores de ônibus construídos com pavimento de concreto na cidade de São Paulo SP.

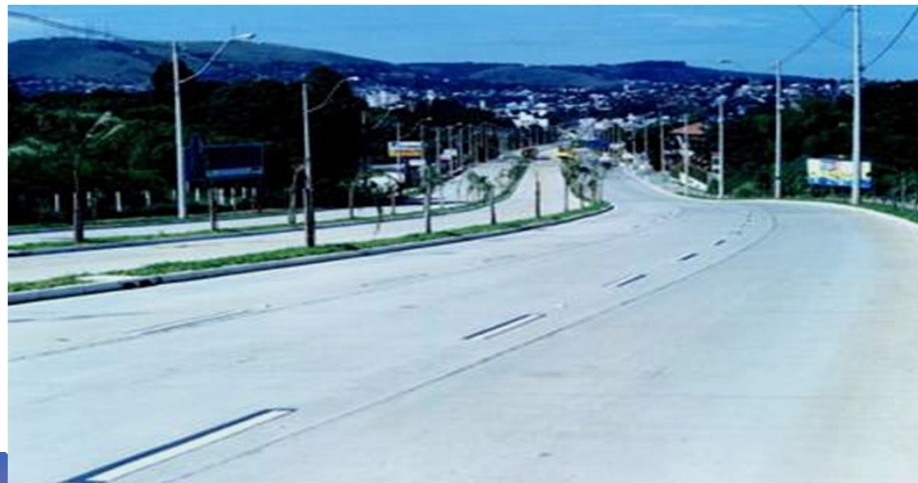
RESULTADOS OBTIDOS



BRT Sul – Brasília

RESULTADOS OBTIDOS

III Perimetral POA



Antes



Depois

RESULTADOS OBTIDOS



Avenida Vereador José Diniz – São Paulo / SP

RESULTADOS OBTIDOS

Recuperação do pavimento existente - "Overlay"



Rua Xavier de Toledo, Centro, São Paulo / SP

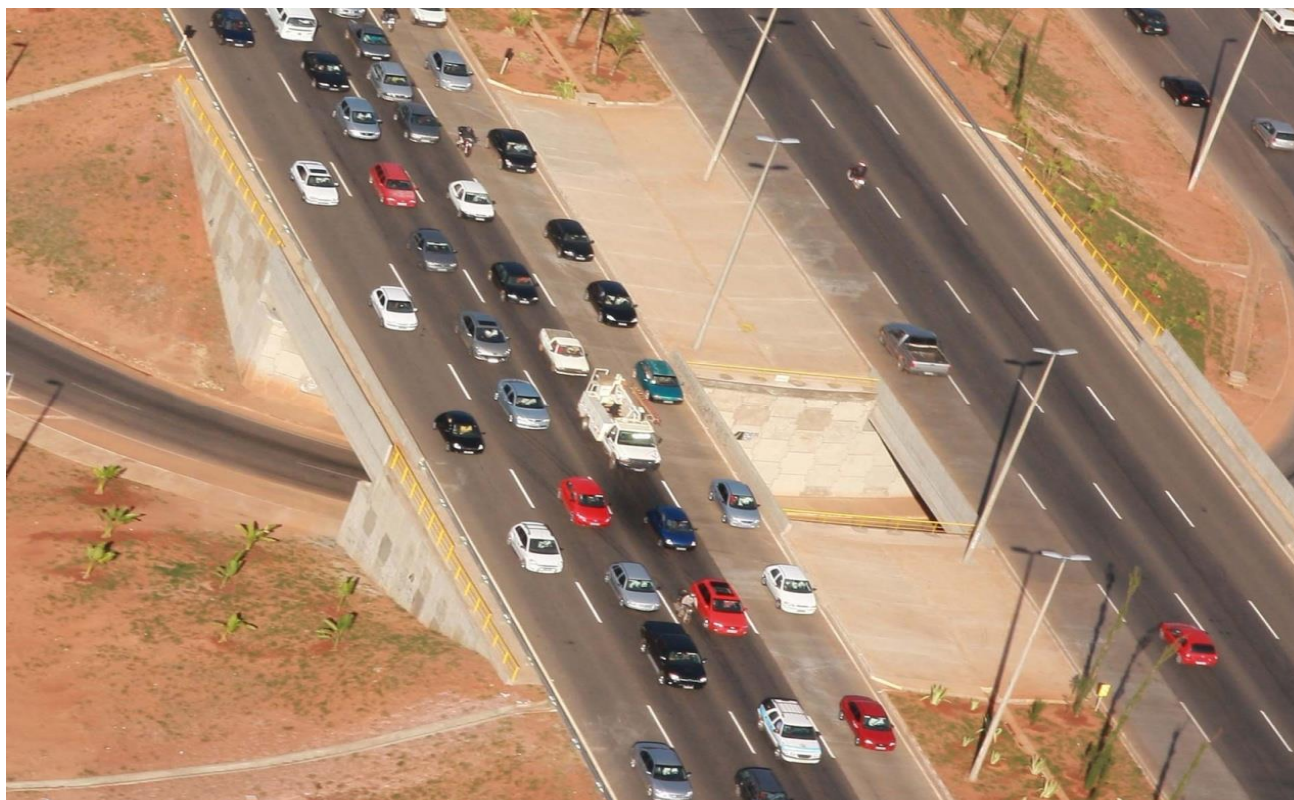


RESULTADOS OBTIDOS



Perimetral do Porto de Paranaguá, Paranaguá / PR

RESULTADOS OBTIDOS



Corredor EPTG Brasília /DF

RESULTADOS OBTIDOS



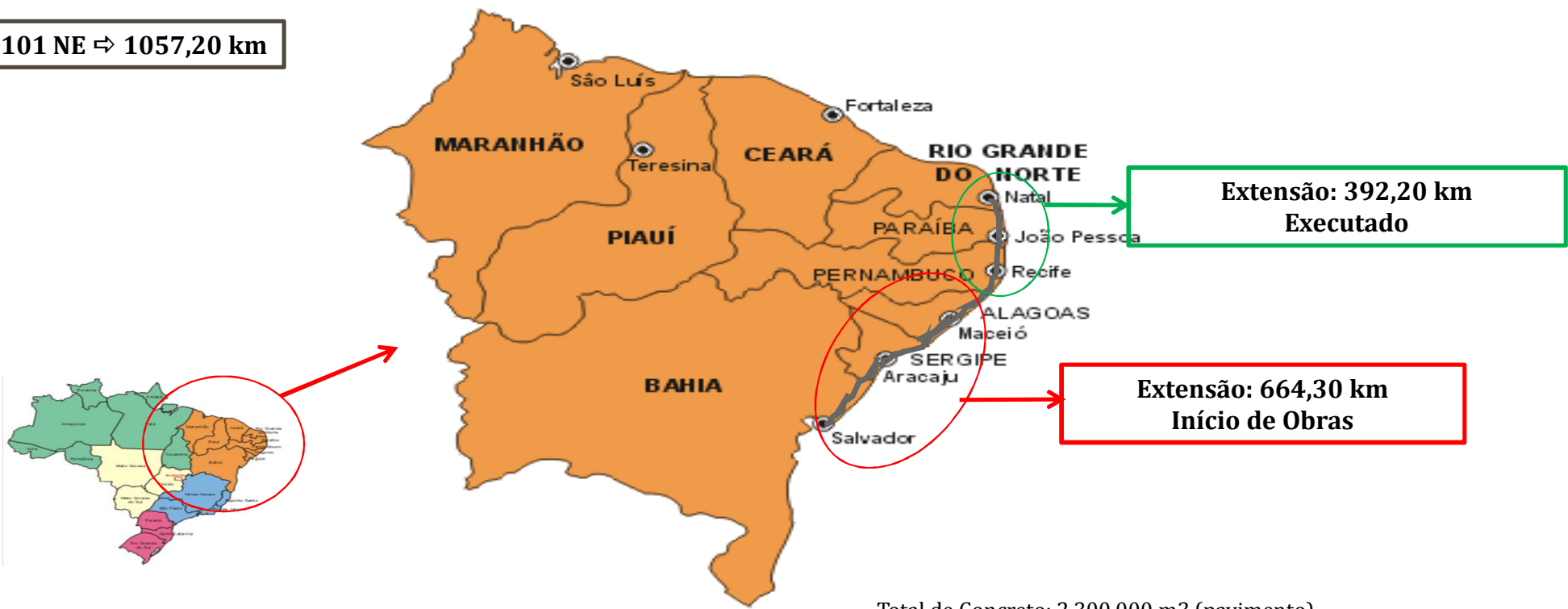
Av. Antônio Carlos (Belo Horizonte MG)



MG 10 (Belo Horizonte MG)

RESULTADOS OBTIDOS

BR 101 NE ⇨ 1057,20 km



Extensão: 392,20 km
Executado

Extensão: 664,30 km
Início de Obras

Total de Concreto: 2.300.000 m³ (pavimento)

RESULTADOS OBTIDOS



RESULTADOS OBTIDOS



Rodovia dos Imigrantes (SP)



RESULTADOS OBTIDOS

Recuperação do pavimento existente É Whitetopping



BR 290 - FREE WAY - Porto Alegre / RS



RESULTADOS OBTIDOS



Ponte Rio-Niterói - Rio de Janeiro / RJ - (Vão central em concreto)

RESULTADOS OBTIDOS



Ponte Rio-Niterói - Rio de Janeiro / RJ - (Vão central em concreto)

RESULTADOS OBTIDOS



Aeroporto Vila Bittencourt, AM

RESULTADOS OBTIDOS



Serra de São Vicente (Cuiabá MT)



RESULTADOS OBTIDOS



Rodovia Dutra (SP / RJ)



BR 232 Recife / Caruaru (Recife PE)

RESULTADOS OBTIDOS



Rodovia Castello Branco (SP)

RESULTADOS OBTIDOS

RODOANEL MÁRIO COVAS



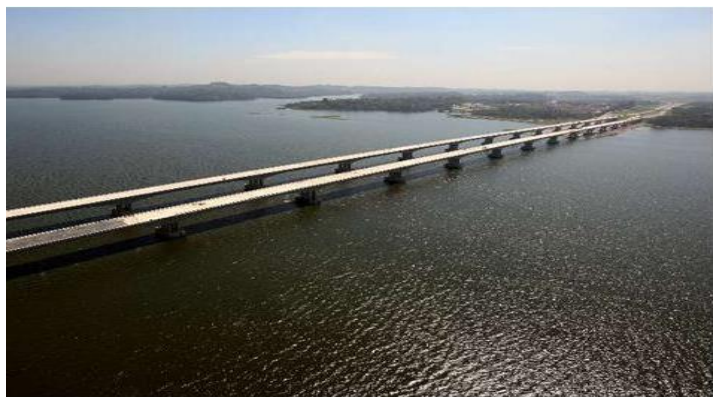
Trecho Oeste

TOTAL: 166 km



Trecho Sul

RESULTADOS OBTIDOS



REFERÊNCIA TÉCNICA EM PAVIMENTAÇÃO NO TCU

*“Contudo, em resguardo dos cofres públicos, persistindo dúvidas sobre a adequação dos serviços executados, é perfeitamente razoável apelar para as normas oriundas de outras instituições; **ABCP**, DER SP e DERSA. Tanto é verdade que o consultor da gestora sugeriu, possivelmente tendo em vista os parâmetros da **ABCP** e do DERSA, a passagem de um Perfilógrafo do tipo Califórnia”.*

*“Deve-se adotar o Profile Index (IP) para indicar a irregularidade longitudinal dos pavimentos, a exemplo do que faz a **Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP**, segundo tal instituição, no tocante à irregularidade superficial”.*

**Trechos do Acórdão n.º 1452/2009 – TCU (BR 101 NE)
assinado por Lucas Furtado – Procurador Geral.**

REFERÊNCIA TÉCNICA EM PAVIMENTAÇÃO NO DNIT

1ª TAREFA: Comparação entre pavimento rígido e pavimento flexível, com elaboração de cenários.

Francisco Augusto Pereira Desideri, matrícula DNIT 0021-3, DIREX/DNIT;

Abdo Hallack, Ministério dos Transportes;

André de Oliveira Nunes, matrícula DNIT 3982-9, CGPLAN/DPP/DNIT;

Olímpio Luis Pacheco de Moraes, matrícula DNIT 307-7, CGPLAN/DPP/DNIT;

Sidney Boaretto da Silva, matrícula DNIT 600-9, CGPLAN/DPP/DNIT;

André Luis de Albuquerque Ferreira, matrícula DNIT 4079-7, CGDESP/DPP/DNIT;

Matias Borges de Andrade, matrícula DNIT 3959-4, CGDESP/DPP/DNIT;

Jorge Nicolau Pedro, matrícula DNIT 231-3, Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR/DNIT;

Prepredigna Delmiro Elga Almeida da Silva, matrícula DNIT 560-6, Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR/DNIT.

2ª TAREFA: Revisão do SICRO II no que se refere a pavimento rígido (placas de concreto, CCR, solo-cimento, BGTC e pavimento invertido).

Francisco Augusto Pereira Desideri, matrícula DNIT 0021-3, DIREX/DNIT;

Abdo Hallack, matrícula, Ministério dos Transportes;

Sílvio Figueiredo Mourão, matrícula DNIT 315-8, CGCIT/DIREX/DNIT;

Luciano Regazzi Gerk, matrícula DNIT 709-9, CGCIT/DIREX/DNIT,

Matias Borges de Andrade, matrícula DNIT 3959-4, CGDESP/DPP/DNIT;

André Luis de Albuquerque Ferreira, matrícula DNIT 4079-7, CGDESP/DPP/DNIT;

Arjuna Sierra, matrícula DNIT 226-7, Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR/DNIT;

Jorge Nicolau Pedro, matrícula DNIT 231-3, Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR/DNIT.

Art. 2º - Poderão integrar o Grupo de Trabalho, como colaboradores, os profissionais abaixo listados, indicados pela Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP:

Ronaldo Vizzone;

Marcos Dutra de Carvalho;

Fernando Cesar Prozara;

Sérgio A. Palazzo.

Art. 3º - Os estudos definidos nas 1ª e 2ª Tarefas deverão estar concluídos no prazo de 90 (noventa) dias consecutivos, contados a partir da publicação desta Portaria no Diário Oficial da União.

Diário Oficial da União – DOU



Pavimento de Concreto *Feito para durar*

Uma Realidade Nacional

Uma tendência mundial

RODOANEL MÁRIO COVAS