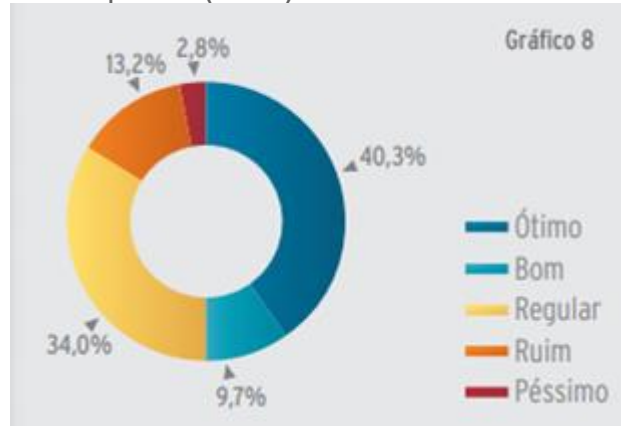


Reforços Delgados em Concreto Sobre Pavimentos Asfálticos Existentes

Carolina de Medeiros Miranda
Marcelo Toshio Otsubo

Introdução

- **Serventia:** conforto e segurança
- **Irregularidade longitudinal:** baixa!
- **No Brasil:** **105.814 km** de rodovias avaliadas pela Confederação Nacional do Transporte (CNT)



PESQUISA CNT DE RODOVIAS 2017



- **Vias urbanas** não são diferentes
- **Whitetopping e Whitetopping ultradelgados** são soluções **alternativas**
- **Recuperações** mais **duradouras**, mas ainda assim de bom **custo benefício**

Tipos de Reforços de concreto



Whitetopping

Whitetopping delgado

Whitetopping Ultradelgado

Espessura

$h \geq 20 \text{ cm}$

$10\text{cm} < h < 20\text{cm}$

$5\text{cm} \leq h \leq 10 \text{ cm}$

Aderência CCP e CA

Não Possui

Depende

Possui

**Espaçamento das
juntas**

$25.h$

$(12 \text{ a } 15).h$

$(12 \text{ a } 15).h$

Histórico

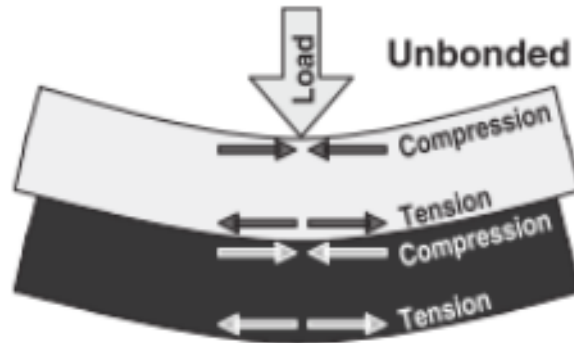
- Whitetopping → Desenvolvido em 1918 nos EUA;
- Interesse comercial cresce nos EUA a partir da metade dos anos 70(SILVA, 2001);
- Teve enfoque especial em aeroportos (BALBO, 2009);
- A adesão intencional dos pavimentos de concreto aconteceu em meados da década de 80 na Europa (RASMUSSEN,2004);
- Whitetopping Ultradelgado surgiu em meados da década de 90(SILVA, 2001);
- Primeiro experimento no Brasil em 1997, na BR-280(BALBO, J. T.; RODOLFO, M. P., 1999?).

 *Whitetopping(WT)*

Whitetopping (WT)

Segundo a Norma DNIT 068/2004 - ES: “Whitetopping é um pavimento de concreto de cimento portland superposto a um pavimento flexível existente, tendo este a função de sub-base [...].

- Semelhante a um pavimento rígido convencional.



Whitetopping (WT)

Geralmente empregada onde:

- Deformações permanentes no pavimento asfáltico são recorrentes;
- Vida útil elevada (maior do que 20 anos);

Av. 9 de Julho (Fonte: PINI)



Av. Xavier de Toledo (Fonte:ABCP)



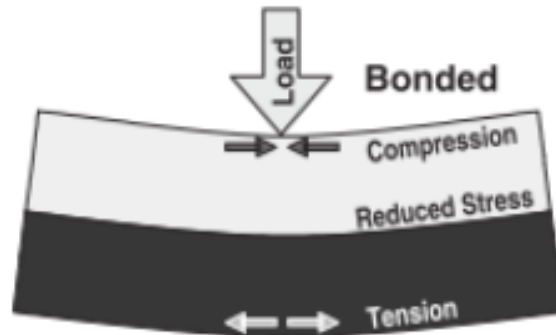


Whitetopping

Ultradelgado(WTUD)

Whitetopping Ultradelgado (WTUD)

- O WTUD pode ser definido como uma cobertura de concreto com espessura que varia de 5 a 10 cm, com juntas pouco espaçadas e aderido ao pavimento asfáltico existente (GOEL;DAS, 2004).



Whitetopping Ultradelgado (WTUD)

- Pré-requisito → Concreto com fibras (**alta resistência**);
 - **Aderência** → Fresagem + Limpeza (remoção de pó e agregados);
- Redução da **tração** na região inferior → **Pontas**



Whitetopping Ultradelgado (WTUD)

Juntas (12 a 15).h → Valor maior trabalha como pav. rígido convencional

Uso da tecnologia:

BR: Aprimoramento da tecnologia;

Mundo:

[...] na reabilitação de rampas de entrada e saída de estradas interestaduais, rodovias rurais de **baixo volume de tráfego**, baías de ônibus em ruas, áreas de estacionamento de aeroportos e automóveis (SILVA, 2001. pg.14).

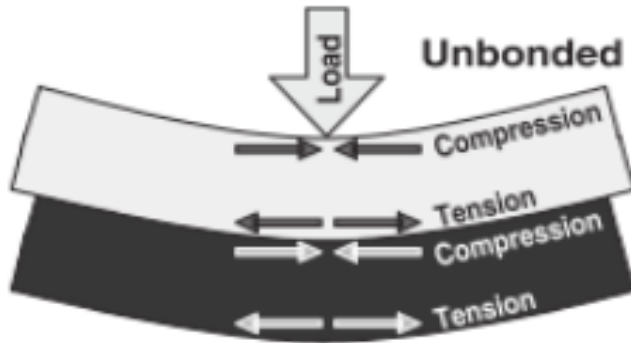


Whitetopping
Delgado(WTD)

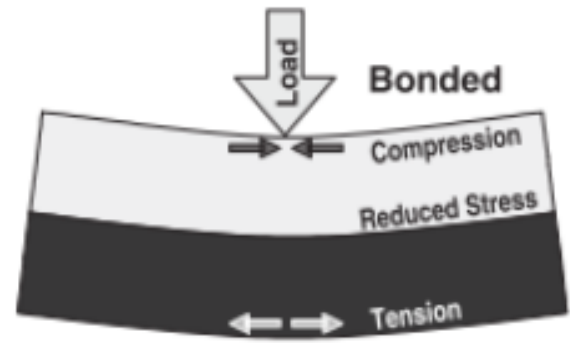
Whitetopping Delgado (WTD)

- Camada de 10 a 20 cm;
- Juntas pouco espaçadas;
- Caso **Intermediário** (Eventualmente WT ou UTW).

Fonte: RASMUSSEN (2004, pg.6)



Fonte: RASMUSSEN (2004, pg.6)





Reforço concreto x Reforço asfáltico

WT + WTUD

- Melhor aderência pneu-pavimento
- Reduz Aquaplanagem
- Melhor distribuição das cargas → VU > 20 anos
- Visibilidade a noite → Concreto reflete mais do que pavimentos asfálticos
- Reduz Ilhas de Calor
- Concreto é mais resistente a óleos que caem na via

WT

- Não propagação das fissuras → não aderência com a camada asfáltica

WTUD

- Manutenção → Placas pequenas

Dimensionamento

WT é não aderido → Dimensionamento convencional

WTUD é aderido → Dimensionamento diferente!!! + Concreto + resistente + juntas diferentes :

- Método mecânico-empírico;
- Uso de método dos elementos finitos;
- ABCP(Associação Brasileira de Cimento Portland) + LME-EPUSP(Prof. Balbo) → um modelo estatístico de tensões para WTUD para placas de dimensões planas de 1,2m

$$\log_{10}^{\sigma_w} = I + X_1 \cdot e_w + X_2 \cdot \log_{10}^Q$$

Em que σ_w é a tensão de tração na flexão de canto em topos da placa de WTUD, e_w a espessura da placa e Q a carga total sobre o eixo de rodas duplas, sendo I , X_1 , X_2 as constantes de regressão múltipla para a melhor função encontrada.

- Depois: Extrapolação para juntas entre 0,6m e 1,2m

Espessura de CA (m)	k (MPa/m)	I	X ₁	X ₂
0,07	30	0.024820	-6.231075	0.462327
	60	0.008586	-5.789584	0.446956
	90	0.015457	-5.520703	0.426781
	120	0.023645	-5.378814	0.412213
	150	0.029726	-5.178959	0.397300
	180	0.035303	-5.120979	0.387623
0,08	200	0.035823	-5.047	0.384824
	30	-0.088997	-5.514	
	60	-0.076598	-5.244	
	90	-0.076024	-5.001	
	120	-0.071549	-4.837	
	150	-0.061891	-4.738	
0,09	180	-0.063641	-4.644	
	200	-0.053714	-4.540	
	30	-0.191848	-4.908	
	60	-0.172026	-4.790	
	90	-0.160687	-4.586	
	120	-0.166944	-4.360	
	150	-0.155392	-4.307	
	180	-0.147842	-4.192	
	200	-0.142022	-4.156	

0,10	30	-0.271880	-4.407561	0.472716
	60	-0.266092	-4.259487	0.459712
	90	-0.249722	-4.164994	0.444047
	120	-0.241413	-4.026299	0.430537
	150	-0.234525	-3.947564	0.420810
	180	-0.242902	-3.871266	0.418526
0,11	200	-0.221639	-3.805094	0.403570
	30	-0.350883	-4.002271	0.474847
	60	-0.337178	-3.932713	0.461068
	90	-0.346685	-3.835554	0.458646
	120	-0.331815	-3.701668	0.442883
	150	-0.308358	-3.602103	0.424165
0,12	180	-0.302876	-3.542466	0.416461
	200	-0.305207	-3.490703	0.413964
	30	-0.427128	-3.708646	0.480530
	60	-0.418931	-3.569332	0.467474
	90	-0.402576	-3.514176	0.454205
	120	-0.391515	-3.468629	0.443637
	150	-0.388613	-3.339188	0.434909
	180	-0.368314	-3.333692	0.421764
	200	-0.365914	-3.267390	0.416329

Condições de Análise para Projeto					
MR do CCP (MPa)	Espes-sura de CA (m)	Espessura de WTUD (m)			
		0,07	0,08	0,09	0,1
5,0	0,07	2,0E+05	3,1E+05	4,8E+05	7,4E+05
	0,09	4,1E+05	5,9E+05	8,5E+05	1,2E+06
6,0	0,11	8,0E+05	1,1E+06	1,5E+06	2,0E+06
	0,07	3,6E+05	5,6E+05	8,8E+05	1,4E+06
7,0	0,09	7,5E+05	1,1E+06	1,6E+06	2,3E+06
	0,11	1,5E+06	2,0E+06	2,7E+06	3,6E+06
8,0	0,07	6,0E+05	9,4E+05	1,5E+06	2,3E+06
	0,09	1,3E+06	1,8E+06	2,6E+06	3,8E+06
9,0	0,11	2,5E+06	3,3E+06	4,5E+06	6,1E+06
	0,07	9,4E+05	1,5E+06	2,3E+06	3,6E+06
	0,09	2,0E+06	2,8E+06	4,1E+06	5,9E+06
	0,11	3,9E+06	5,2E+06	7,0E+06	9,5E+06
	0,07	1,4E+06	2,2E+06	3,4E+06	5,3E+06
	0,09	2,9E+06	4,2E+06	6,1E+06	8,8E+06
	0,11	5,7E+06	7,7E+06	1,0E+07	1,4E+07

Fonte: BALBO, J. T.; PITTA, M. R. (1999?, P.6 e P.8).

- Importante: As condições do pavimento asfáltico importam!!!
- Necessidade de pavimento sem grandes problemas estruturais!

Execução

Preparo prévio

WT:

Fonte: PITTA (1997)

Tipos de Defeito	Preparo Prévio
trilha de roda <5cm	nenhum
trilha de roda >5cm	fresagem e nivelamento
panela	enchimento
falhas de subleito	remoção e reparação
trincas em geral	nenhum
deformação plástica excessiva	fresagem
exsudação	nenhum
desagregação superficial	limpeza

WTUD:

Correção de fissuras e panelas → Evitar **propagação de fissuras**

Limpeza superficial → retirada pó e agregados e secagem

Formas de construção na obra

- Diretamente sobre a camada do pavimento;
- Após fresagem → *Inlay*;
 - $\text{Cota fresada} + \text{altura WT} = \text{Cota da via}$
- Sobre uma camada de revestimento (2,5 a 5cm).
 - Distorções significativas > 50mm



Cuidados na Cura

Para Temperatura do revestimento superior a 43°C ou 110°F

Coberturas Aderidas (WT e WTD):

Pintura superficial (*whitewash*)

Favorece a aderência e a cura

Coberturas não aderidas (WTUD e WTD):

Jatos de vapor d'água → sem formar poças



Concretagem

Posicionamento das linhas guias

Concretagem

Espalhamento do concreto

vibração do concreto

Barras de Transferência (1/2 engraxada)

Acabamento

Texturização



Outros cuidados

Tecnologia *Fast-track*

- Liberação 24 a 36h;
- Alta resistência Inicial.



Cura WTUD

- Dobro do *componente* de cura



Juntas

WT

- corte = $\frac{1}{3}$ da espessura da placa;
- Uso de selante → evitar água e agregados;
- Espaçamento juntas → 25. espessura.



WTUD

- corte = $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{3}$ da espessura da placa;
- Uso de selante → **opcional** (sem ganhos);
- Espaçamento juntas → 12 a 15 espessura.



Considerações finais

Considerações Finais

- Diferenças → **espessura, aderência e espaçamento entre juntas;**
- WT → Tráfego pesado;
- WTUD → Tráfego mais leve;
- Condição e espessura da camada asfáltica é importante!
- Ganho em **segurança e durabilidade;**
- Maior vida útil.



Referências bibliográficas

BALBO, J. T.; PITTA, M. R. **Resultados de Recentes Pesquisas sobre *Whitetopping* Ultradelgado no Brasil.** São Paulo: USP, [1999?]

BRAZ, D. *et al.* **Study of the concrete overlay (whitetopping) in paving using computed tomographic system.** Artigo publicado na *Science Direct*. 2007.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT 068/2004. **Pavimento Rígido - Execução da camada superposta de concreto do tipo whitetopping por meio mecânico - Especificação de serviço.** 2004.

GOEL, A.; DAS, A. **Ultra-thin concrete overlays.** Artigo publicado na *Conference Paper*. 2004.

LI, X.; WEN, H. **Performance Evaluation of Whitetopping and Ultrathin Whitetopping pavements.** Artigo publicado na *Transportation research record journal of the Transportation Research Board*. 2001.

Referências bibliográficas

PITTA, M.R. **Whitetopping – A inversão de um conceito**. Associação Brasileira de Pavimentação – ABPv, boletim técnico n.156. 1997.

RASMUSSEN, O.R.; **Thin and ultra-thin whitetopping: A synthesis of highway practice**. In: *Nacional Cooperative Highway Research Program - NCHRP*. Washington, D.C. 2004.

RYU, S.W. *et al.* **Continuously reinforced bonded concrete overlay of distressed jointed plain concrete pavements**. Artigo publicado na *Construction and Building Materials*. 2012.

SILVA, P.D.E.A. **Estudo do reforço de concreto de cimento portland (*whitetopping*) na pista circular experimental do instituto de pesquisas rodoviárias**. Tese de doutorado em Engenharia Civil – Escola de Engenharia da universidade federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2001.