

14 a 17
setembro
2021

27ª SEMANA DE TECNOLOGIA
METROFERROVIÁRIA

TRILHOS PARA UM
FUTURO SUSTENTÁVEL

Gerenciamento do Atrito no VLT Carioca

Engº Renan dos Santos Moreira
Cel. Luiz Antônio Silveira Lopes, D. Sc.

REALIZAÇÃO
 **AEAMESP**
ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS E ARQUITETOS DE METRÔ


27ª SEMANA DE
TECNOLOGIA &
DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS
 

Currículos dos Autores

Renan Moreira

Possui formação técnica em mecânica naval, graduação em Engenharia Mecânica, Pós-graduação em Gestão Estratégica de Produção e Manutenção pela UFF (Universidade Federal Fluminense) e mestrando em Engenharia de Transportes pelo IME (Instituto Militar de Engenharia).

Atualmente é engenheiro de manutenção no VLT Carioca, atuando principalmente no Material Rodante, Via Permanente, Equipamentos Auxiliares, Oficinas, Normas de Segurança (NR-12 e NR-13) e Metrologia (gestão de calibrações).

Luiz Silveira Lopes

Possui graduação em Eng. de Fortificação e Construção pelo IME, mestrado em Engenharia de Transportes pelo IME, doutorado em Eng. de Transportes pela UFRJ e Pós-doutorado pela universidade de Newcastle.

Atualmente é professor associado do IME.



Introdução

- **Case pioneiro no Brasil (VLT)**
- **Trabalho inicial de gerenciamento do atrito**
- **Abordagem dos 5 principais pilares**
- **Desenvolvimento do lubrificante**
- **Medição do coeficiente de atrito**
- **Estudo dos desgastes em trilhos, rodas e contra trilhos de AMV**
- **Redução de ruído**
- **Aumento da segurança operacional**

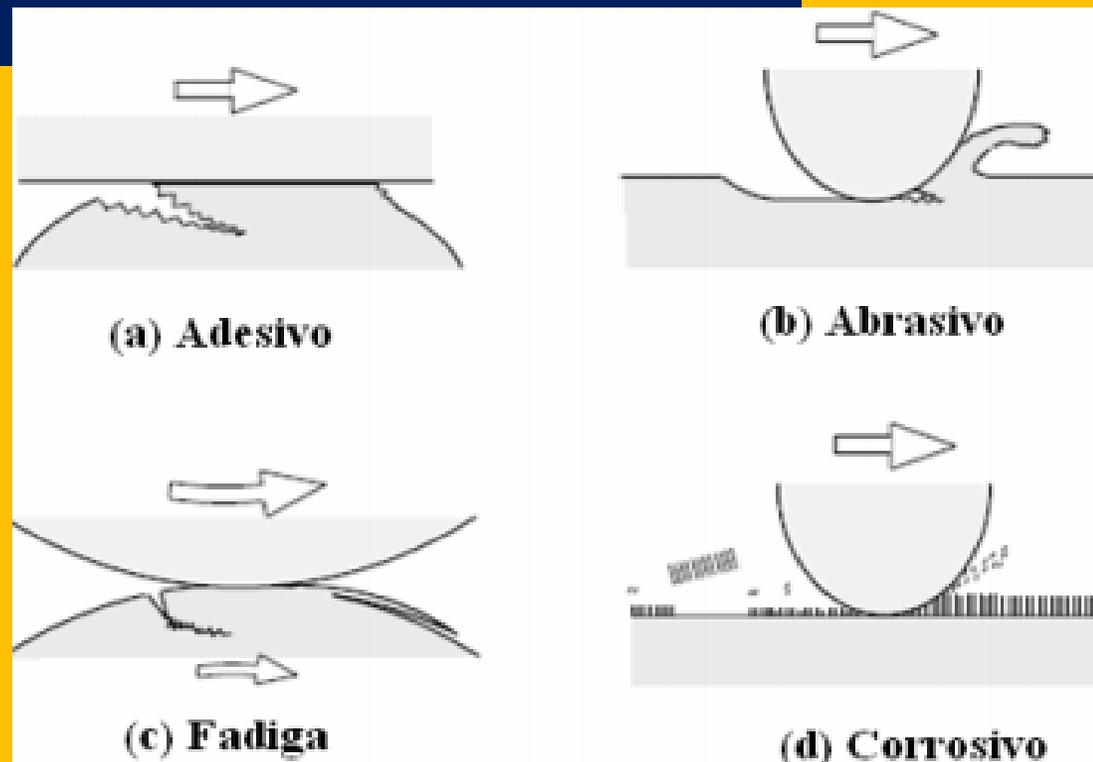
Características metalúrgicas
Perfis adotados
Geometria da via
Gestão do atrito
Infraestrutura



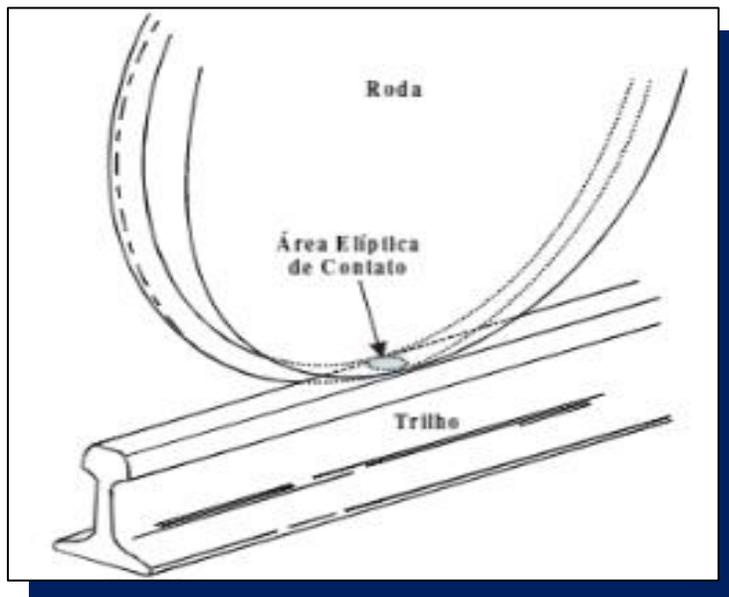
Introdução

A tribologia é a ciência e tecnologia de superfícies interativas em movimento relativo e dos assuntos e práticas relacionados (JOST, 1990). Um dos principais focos de estudo da tribologia é o desgaste.

Desgaste é a perda progressiva de material devido ao movimento relativo entre a superfície e a substância com a qual entra em contato

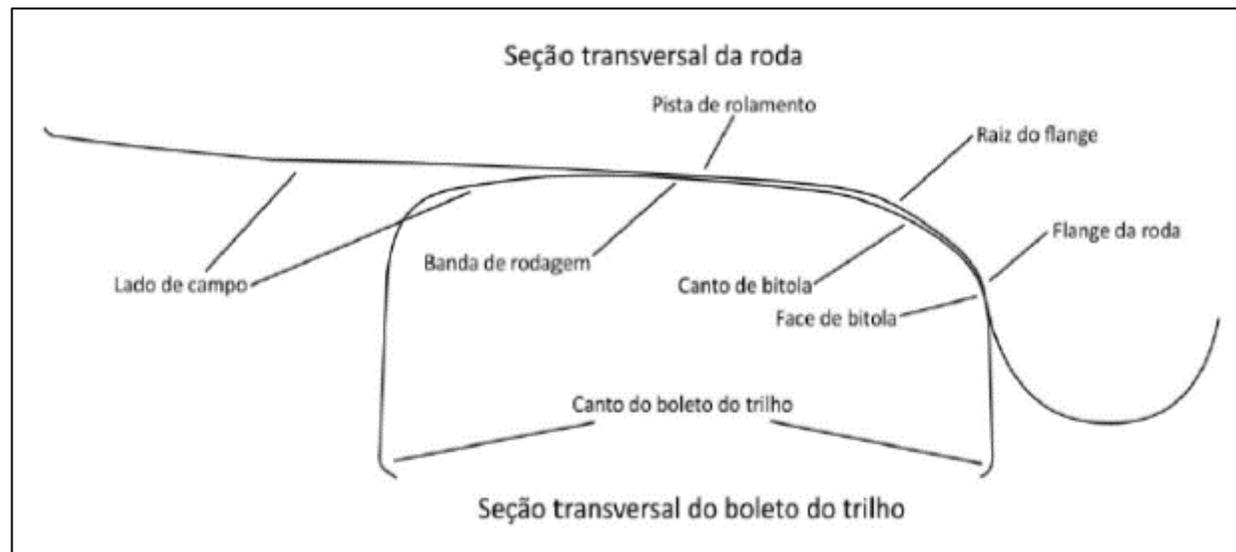


Introdução



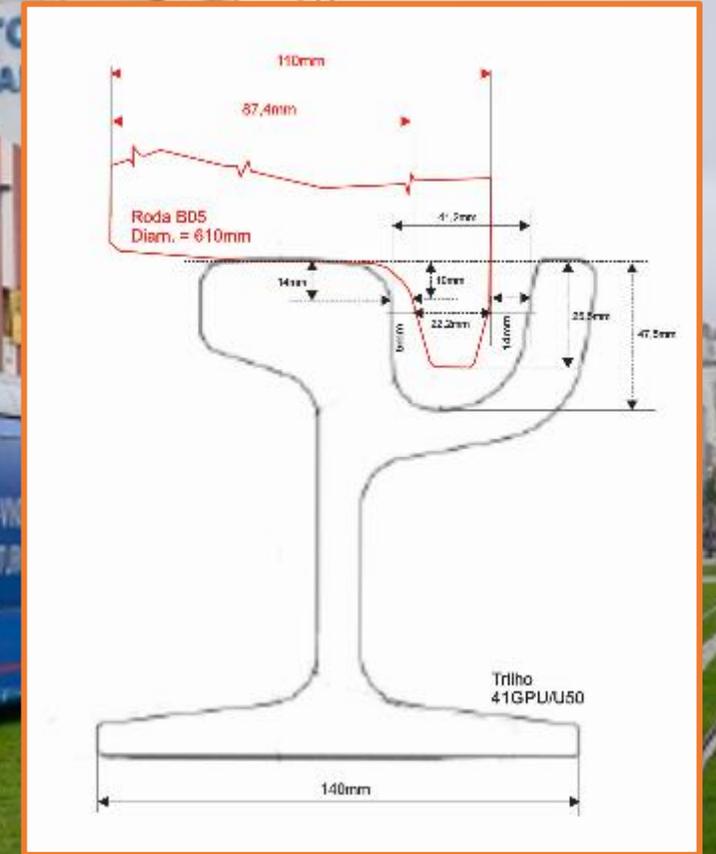
A posição do contato roda-trilho muda constantemente conforme o movimento do trem. Esse contato possui uma área elíptica de aproximadamente 1 cm^2 .

A seção transversal é constituída de diferentes pontos e com nomenclaturas específicas



O VLT Carioca

- 28,5 km de via
- Raio mínimo: 25 metros
- Frota de 32 trens
- Alimentação pelo solo (APS)
- Bitola standard (1.435 mm)
- Perfil 41GPU bilabiado



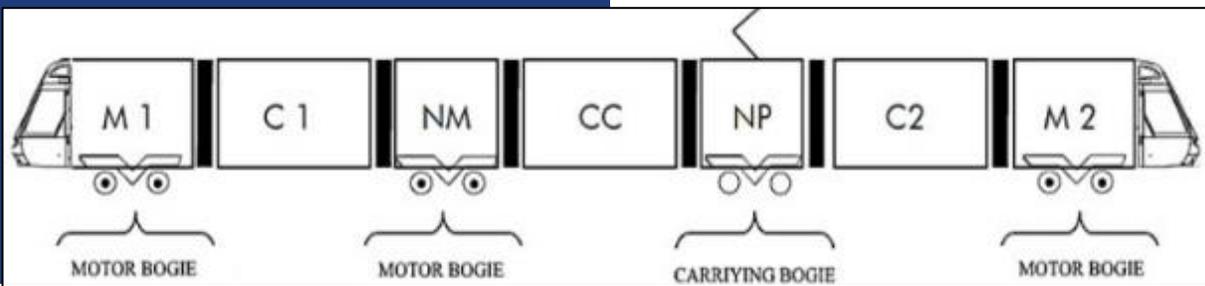
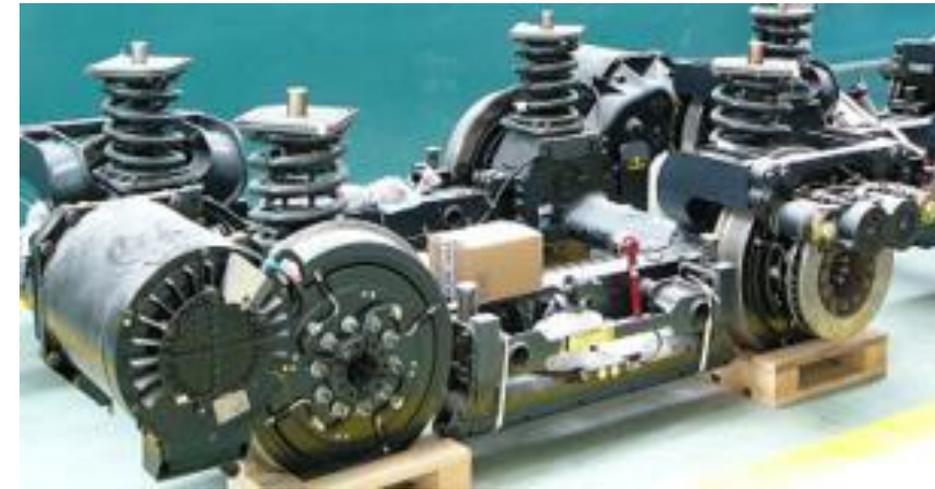
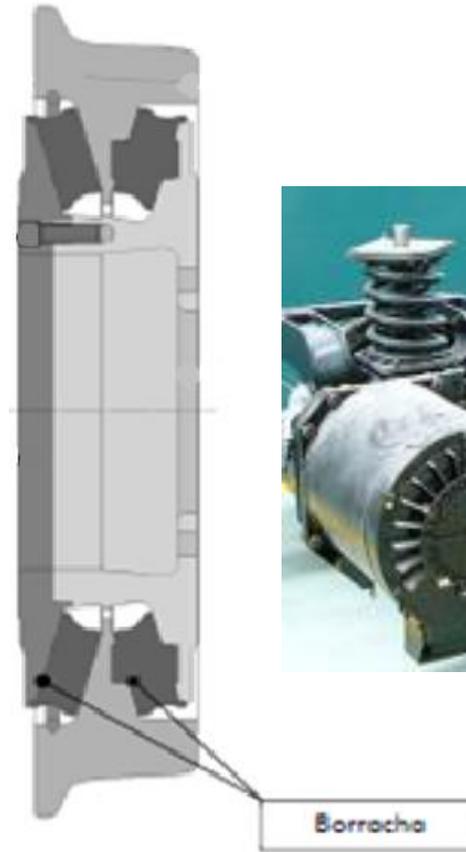
	Chemical composition (%)						Tensile strength (MPa)	Elongation after fracture (%)	Centre line hardness (HBW)
	C	Mn	Si	P	S	V			
330V	0.73/0.78	1.10/1.40	0.65/1.00	≤0.025	≤0.025	0.07/0.15	1050/1150	≥9	330/360
R260G	0.62/0.80	0.70/1.20	0.15/0.58	≤0.025	≤0.025	-	880/1010	≥10	260/300



O VLT Carioca



- Piso rebaixado (LFLRV – Low Floor Light Rail Vehicles)
- 1 truque reboque / 3 motores
- 1 truque IRW
- Fixados por biela central (fixed truck)
- Rodas de 610 mm e 335 HB de dureza
- Rodas elásticas (suspensão primária)



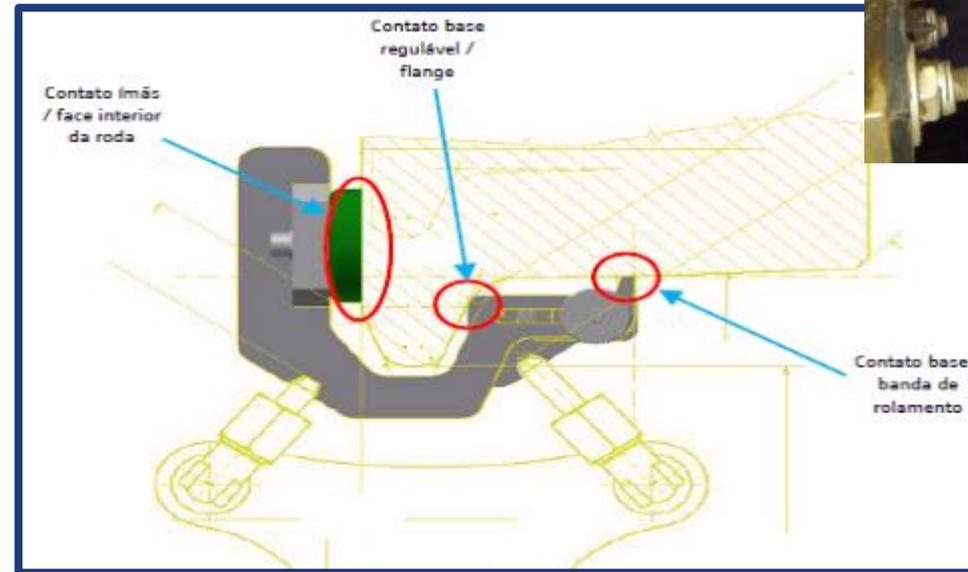
A Lubrificação



Lubrificante especial e biodegradável
Óleo injetado no flange das rodas
Gabarito de ajuste

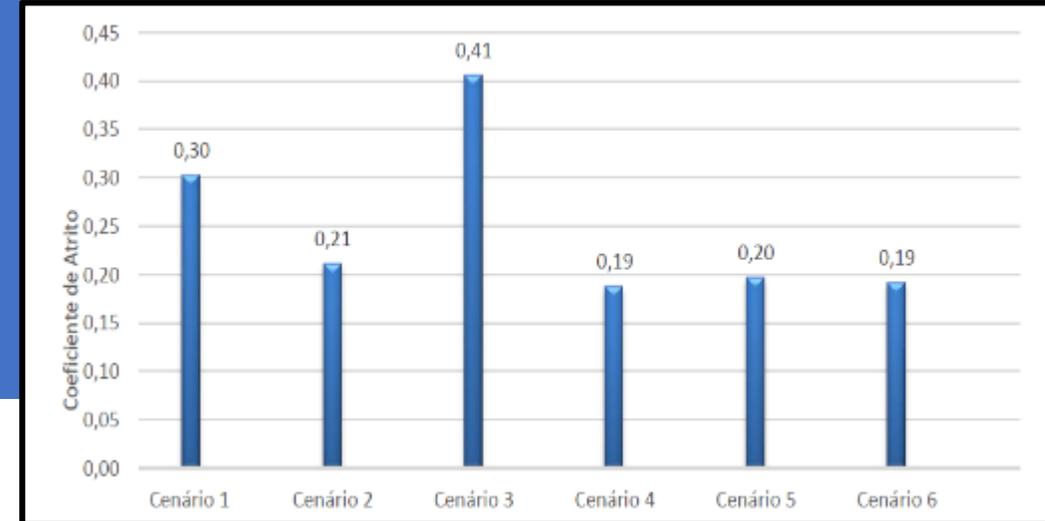


Antigo problema resolvido

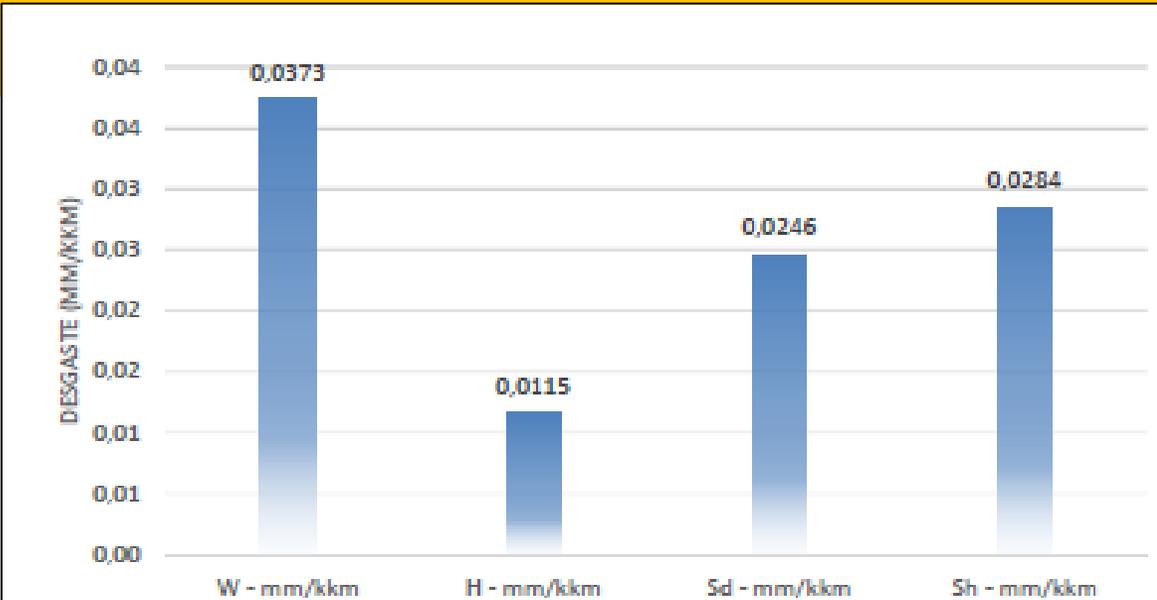
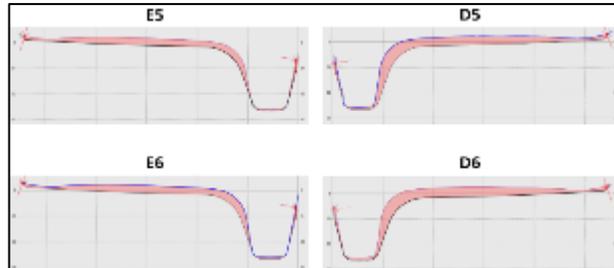
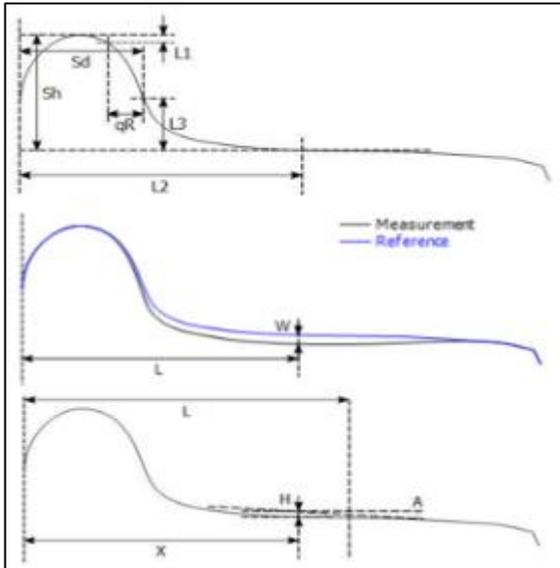


A Medição do COF

CENÁRIOS	CONDIÇÃO
CENÁRIO 1	TRILHOS SEM LUBRIFICAÇÃO (SECOS)
CENÁRIO 2	TRÊS DIAS APÓS LUBRIFICADO. LUBRIFICAÇÃO MANUAL (GRAXA).
CENÁRIO 3	APÓS A LUBRIFICAÇÃO MANUAL (GRAXA) E LOGO APÓS INCIDÊNCIA DE CHUVA.
CENÁRIO 4	50% DOS TRENS LUBRIFICANDO POR MÉTODO DE JATEAMENTO NAS RODAS (ÓLEO)
CENÁRIO 5	50% DOS TRENS LUBRIFICANDO POR MÉTODO DE JATEAMENTO NAS RODAS (ÓLEO), APÓS INCIDÊNCIA DE CHUVA.
CENÁRIO 6	100% DOS TRENS LUBRIFICANDO POR MÉTODO DE JATEAMENTO NAS RODAS (ÓLEO)



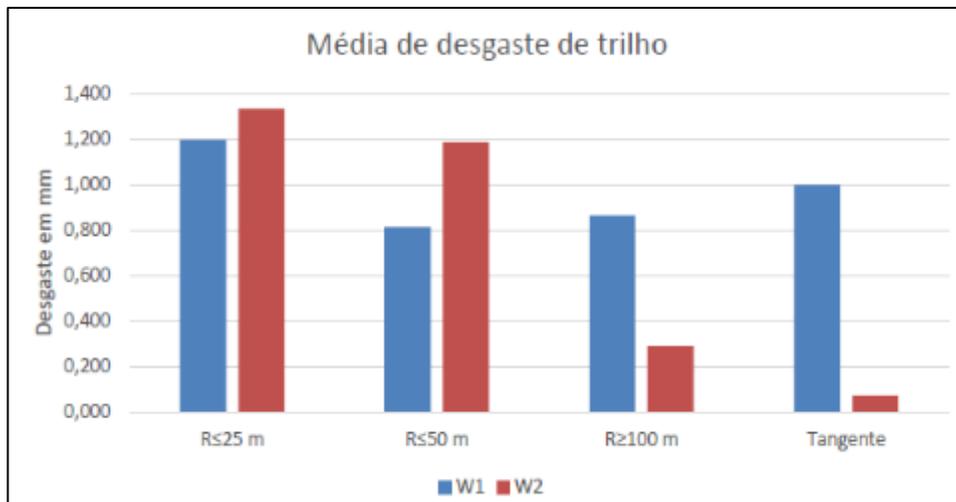
Medição de Desgaste de Rodas



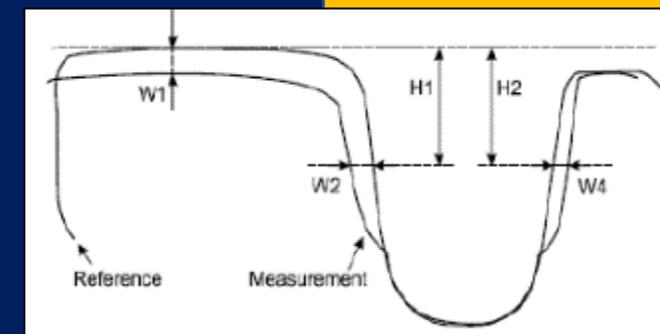
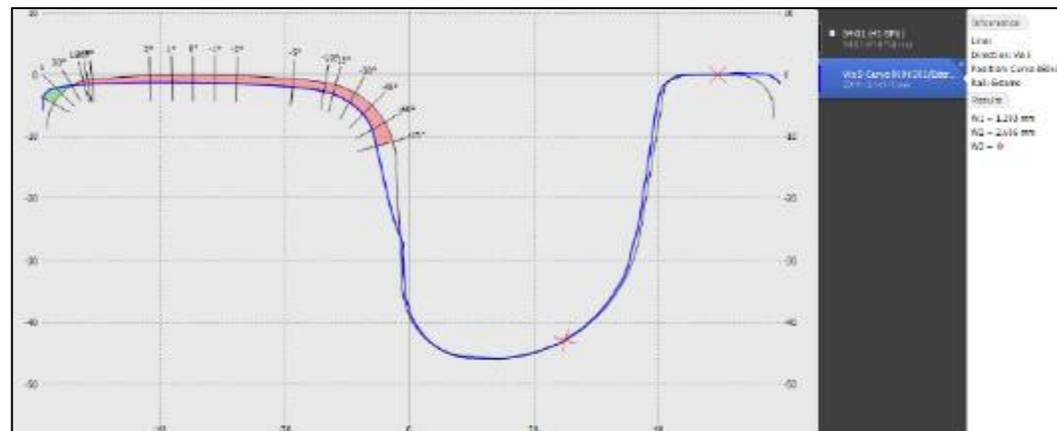
Car number	Bogie	Axle number	Sd [mm]	Sh [mm]	qR [mm]	Wheel tread wear	Hollowing maximum [mm]	Hollowing maximum position [mm]
129	D1	1	20,527	28,183	3,264	3,35	-1,057	72,645
129	E1	1	20,921	28,367	3,451	3,39	-1,114	73,641
129	D2	2	21,508	28,441	3,434	3,48	-1,132	75,228
129	E2	2	21,474	28,294	3,307	3,35	-1,041	71,012
129	D3	3	20,112	28,626	2,806	3,82	-1,462	57,141
129	E3	3	21,885	28,450	3,514	3,39	-1,368	75,688
129	D4	4	20,190	28,858	2,967	4,04	-1,646	54,516
129	E4	4	21,569	28,426	3,361	3,48	-1,420	74,688
129	D5	5	19,512	28,104	2,909	3,27	-0,972	58,863
129	E5	5	21,619	27,875	3,347	2,81	-0,863	77,734
129	D6	6	19,926	28,498	2,885	3,76	-1,366	57,225
129	E6	6	21,167	27,892	3,204	2,92	-0,928	75,682
129	D7	7	20,063	28,516	2,837	3,74	-1,370	56,895
129	E7	7	21,884	28,410	3,495	3,28	-1,267	75,333



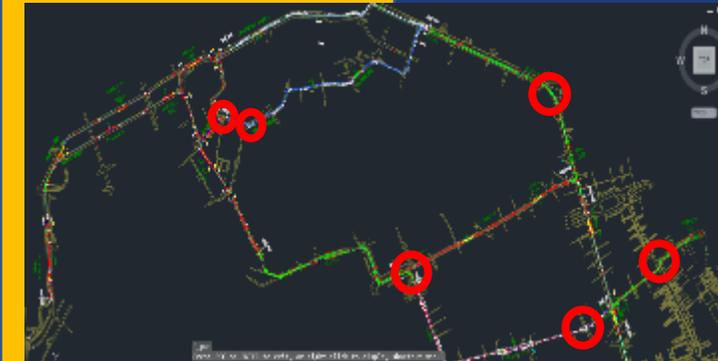
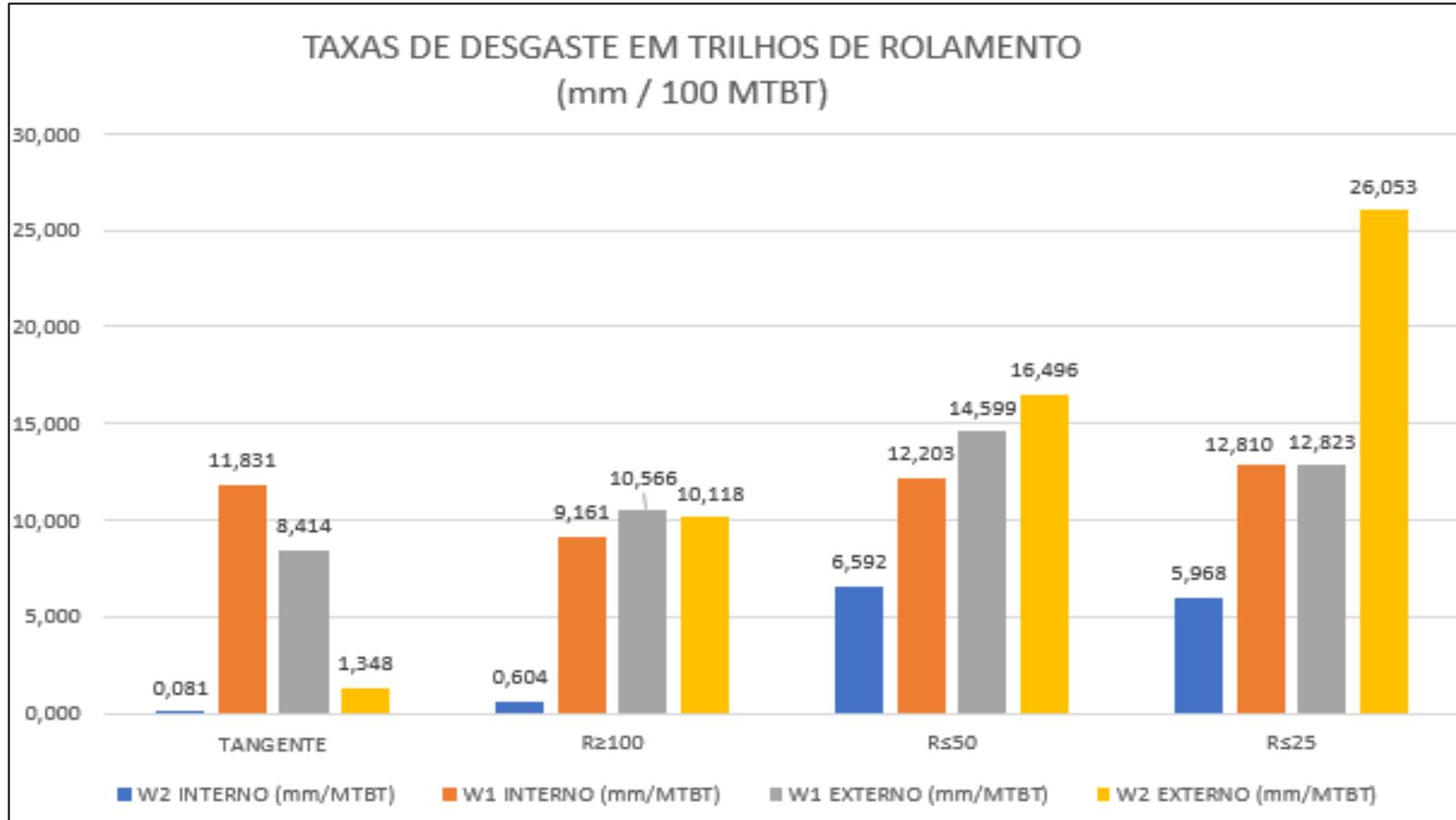
Medição de Desgaste em Trilhos de Rolamento



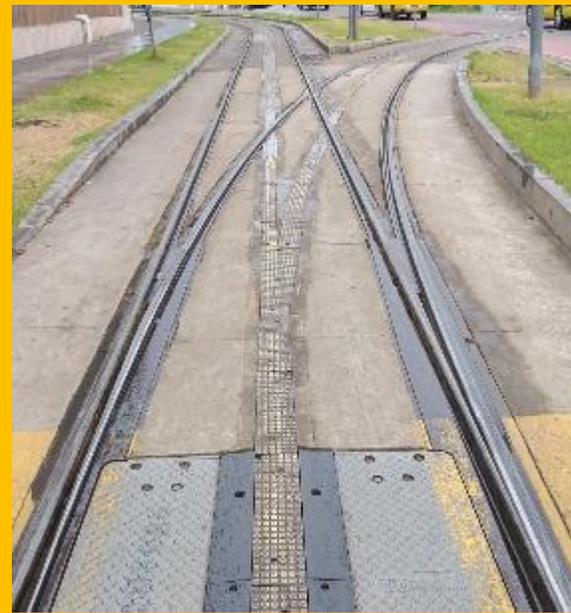
Perfil em curva de 25 m



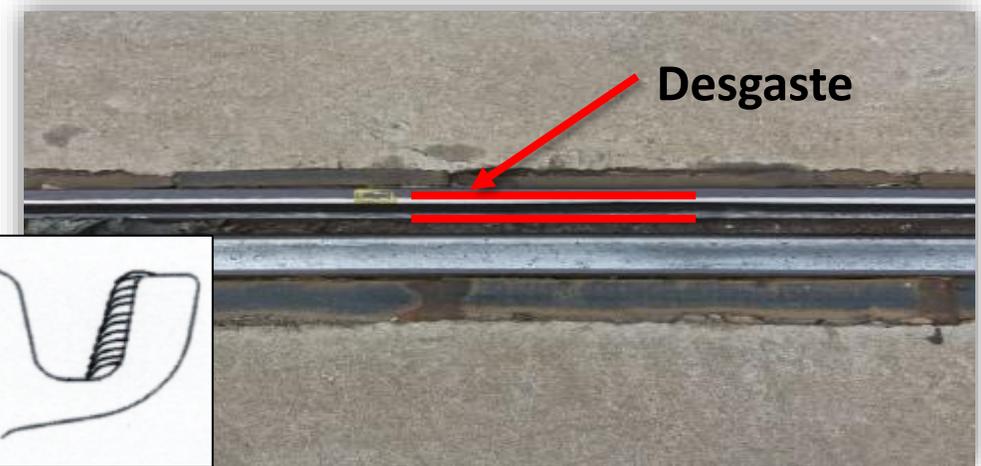
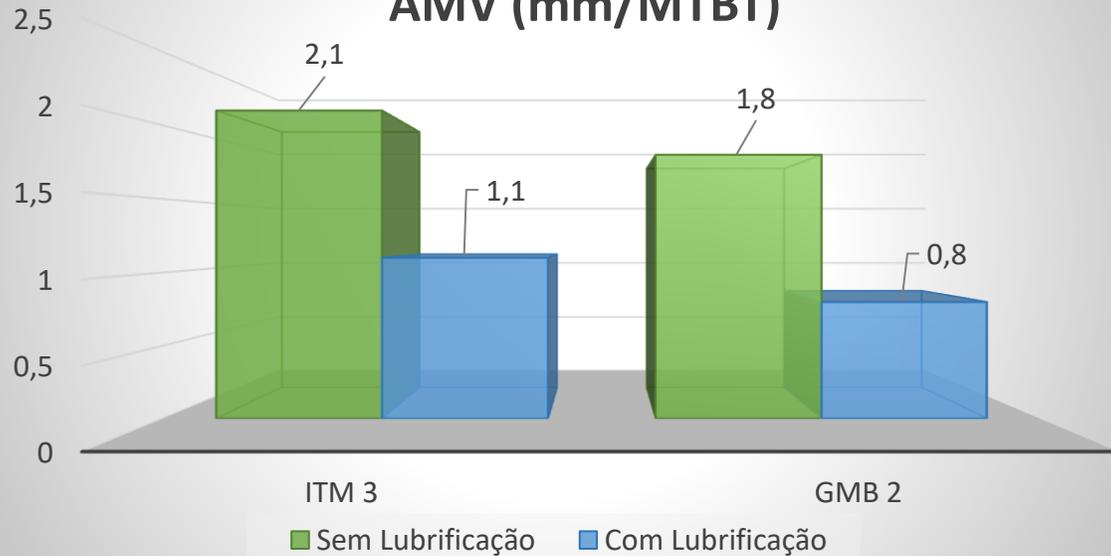
Medição de Desgaste em Trilhos de Rolamento



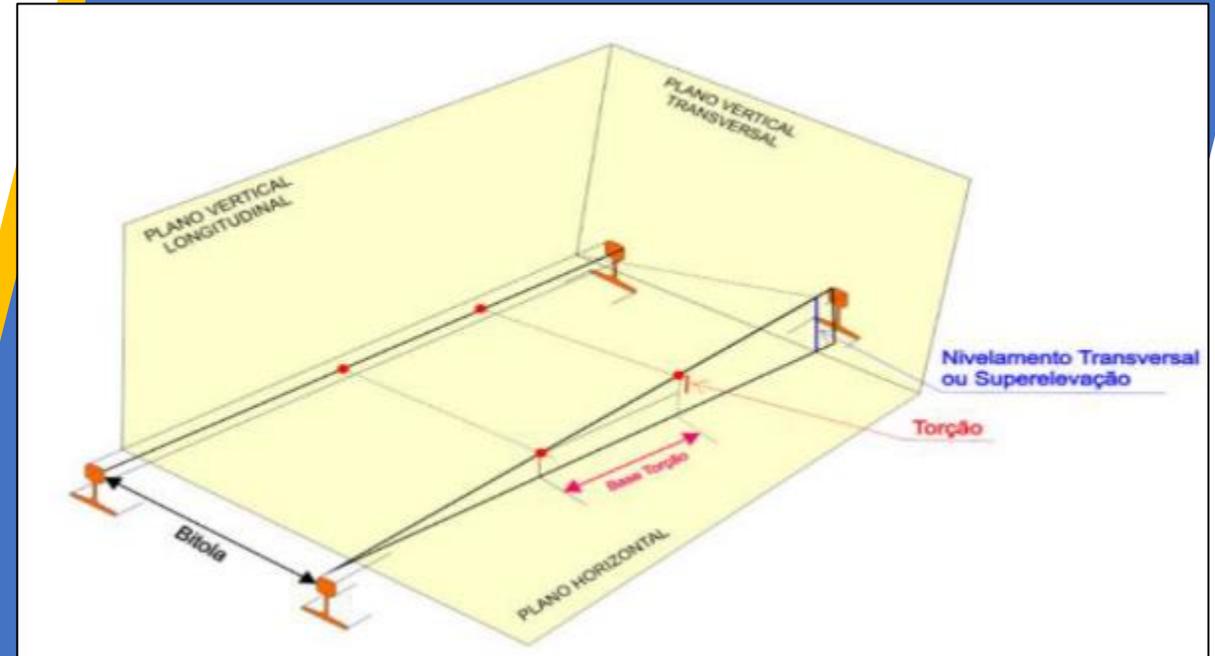
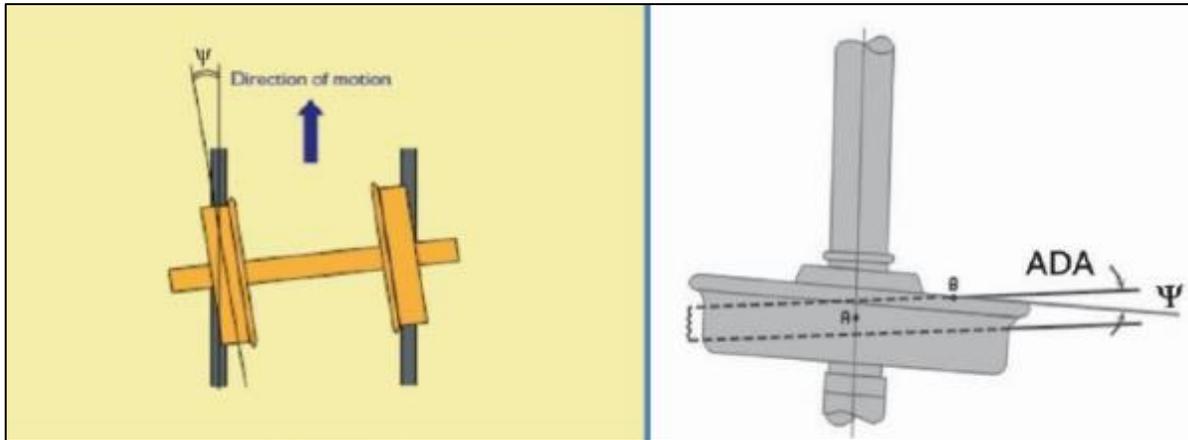
Medição de Desgaste em Contra Trilhos de AMV



Taxas de Desgaste em Contra-Trilhos de AMV (mm/MTBT)



Controle de Geometria de Via



RAIO DE CURVA R (m)	BASE RÍGIDA 2a (mm)	VARIÇÃO DE BITOLA DA VIA (mm)	ÂNGULO DE ATAQUE (mrd)		
			$\Psi_n = (a/R)$	$\Psi_T = (f/a)$	ADA = (Ψ)
100	2 x 1700	0	07	17	24
100	2 x 1700	+5	09	17	26
100	2 x 1700	+15	12	17	29
50	2 x 1700	0	07	34	41
50	2 x 1700	+5	09	34	43
50	2 x 1700	+15	13	34	47
25	2 x 1700	+0	07	68	75
25	2 x 1700	+5	09	68	77
25	2 x 1700	+15	12	68	80



Redução de Ruído



Sem lubrificação



Com lubrificação



Próximas Etapas



- **Medições contínuas dos desgastes de rodas, trilhos e contra trilhos de AMV**
- **Estudo de viabilidade de implantação de lubrificação de topo de boleto (TOR)**
- **Implantação de esmerilhamento de trilhos. Aquisição de equipamento ou contratação do serviço**
- **Estudo de perfis econômicos**
- **Estudo sobre preenchimento por solda em desgastes laterais em curvas e vida útil dos trilhos**



14 a 17
setembro
2021

27ª SEMANA DE TECNOLOGIA
METROFERROVIÁRIA

TRILHOS PARA UM
FUTURO SUSTENTÁVEL

Gerenciamento do Atrito no VLT Carioca

Engº Renan dos Santos Moreira
Cel. Luiz Antônio Silveira Lopes, D. Sc.

E-mail: renan.moreira@vltrio.com.br
Celular: 21 99577-4116

REALIZAÇÃO
 **AEAMESP**
ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS E ARQUITETOS DE METRÔ


Prêmio
TECNOLOGIA &
DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS
ANP  