

# CONFIANÇA METROLÓGICA DAS LINHAS DE INSPEÇÃO VEICULAR – MODELO PARA AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE



Tiago Dantas de Oliveira  
Gestor de Acreditação

# Objetivos

**EXPLICAR O FUNCIONAMENTO DA LINHA DE INSPEÇÃO;**

**APRESENTAR HISTÓRICO DE AÇÕES PARA O CONTROLE METROLÓGICO**

**APRESENTAR RESULTADOS DA 2<sup>a</sup> RODADA DE ENSAIOS DINÂMICOS DA LINHA DE  
INSPEÇÃO;**

**JUSTIFICAR A NECESSIDADE DA CALIBRAÇÃO DA LINHA DE INSPEÇÃO;**

**APRESENTAR NOVA VERSÃO DA NIT-DIOIS-016 POSSIBILITANDO A CALIBRAÇÃO DA  
LINHA;**

**APRESENTAR UMA ESTRUTURA PARA CERTIFICAÇÃO DA LINHA DE INSPEÇÃO;**

**DEFINIR AÇÕES PARA METODOLOGIA DE ENSAIO DINÂMICO JUNTO A LABORATÓRIOS  
DE ENSAIOS.**

## Cenário atual

É o principal equipamento utilizado pelos organismos de inspeção acreditados que atuam na área de Segurança Veicular.

Atualmente temos 325 Organismos de inspeção de Segurança Veicular (OIA-SV) e 135 Organismos de Inspeção Veicular (OIVA);

A maioria dos organismos POSSUEM 2 LINHAS, para veículos leves e pesados

Aproximadamente 800 linhas de inspeção em operação no País.



## Cenário futuro

**CTB - Art. 104.** Os veículos em circulação terão suas condições de segurança, de controle de emissão de gases poluentes e de ruído avaliadas mediante inspeção, que será obrigatória, na forma e periodicidade estabelecidas pelo CONTRAN para os itens de segurança e pelo CONAMA para emissão de gases poluentes e ruído.

**Portaria DETRAN Nº 282 DE 29/01/2015** - Regulamenta o processo de vistorias veiculares para fins de licenciamento anual no Estado do Pará e dá outras providências.

**Portaria DETRAN Nº 281 DE 29/01/2015** - Regulamenta o processo de credenciamento de empresas para a realização de vistoria veicular mecanizada para fins de licenciamento anual no Estado do Pará e dá outras providências.

# Funcionamento da Linha de Inspeção

Definição: Conjunto de equipamentos mecanizados constituído por PLACA DE DESVIO LATERAL, BANCO DE SUSPENSÃO, FRENÔMETRO e SOFTWARE integrado para a avaliação de desempenho de sistemas de direção, suspensão, freios e emissão relatório contendo resultados dos ensaios, respectivamente.

FRENÔMETRO  
BANCO DE SUSPENSÃO  
PLACA DESVIO LATERAL



# Funcionamento da Linha de Inspeção

Placa de desvio lateral: Equipamento mecanizado para a medição de alinhamento do sistema de direção do veículo da tendência direcional do veículo, através da rolagem de uma das rodas por sobre uma placa deslizante, que se move impulsionada pela força resultante dos desalinhamentos gerais existentes no veículo.



Intervalo de medição  
-15 mm/m a +15 mm/m

Resolução  
1 mm/m ou melhor

Erro máximo admissível  
1 mm/m

# Funcionamento da Linha de Inspeção



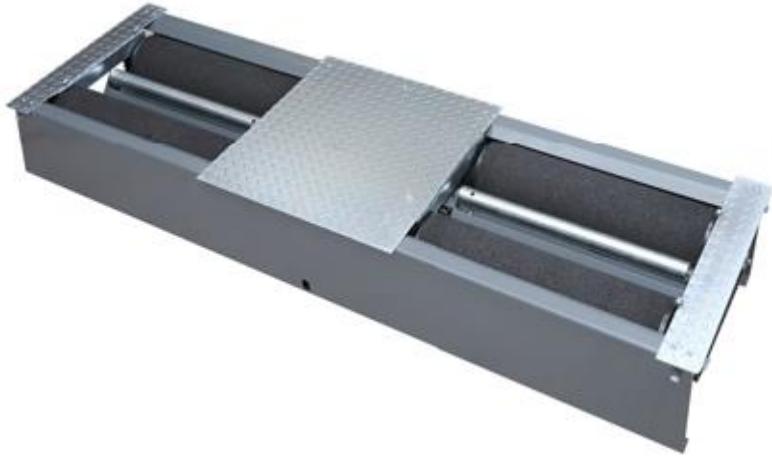
Banco de suspensão: Equipamento destinado à medição do peso estático de veículos leves e do índice de transferência de peso ao solo de cada roda de um eixo, quando excitada, vedada sua utilização para veículos pesados

Intervalo de medição: 0 a 15000 N

Resolução: 10 N ou melhor

Erro máximo admissível: 10% do valor ou 3% do “fundo de escala”

# Funcionamento da Linha de Inspeção



Frenômetro: Equipamento mecanizado para a medição dos esforços de frenagem e desequilíbrio do sistema de freios do veículo (serviço e estacionamento).

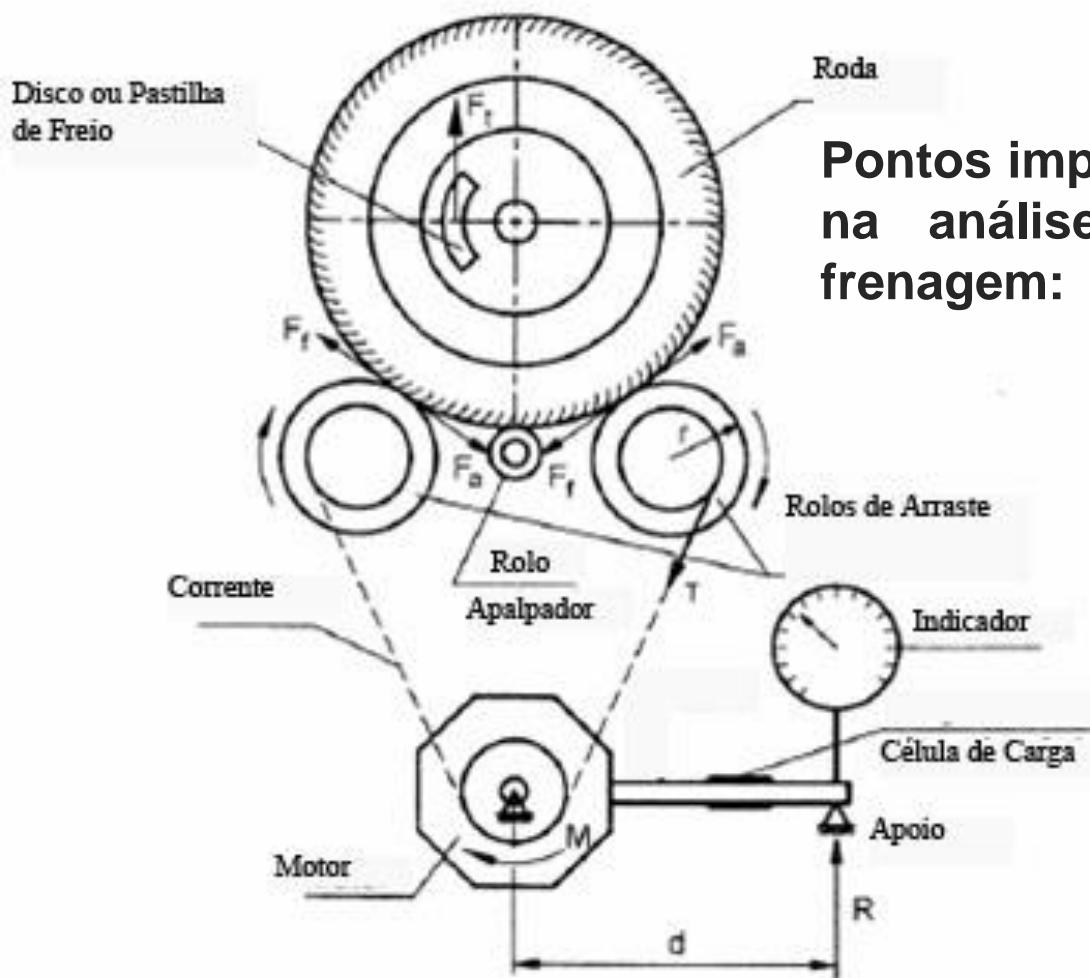
Intervalo de medição (mínimo): 0 a 5000 N (leves) 0 a 30000 N (pesados)

Resolução: 10 N ou melhor(leves) 100N ou melhor(pesado)

Erro máximo admissível: Leves: 10% do valor ou 3% do “fundo de escala”

Pesados: 150 N para valores até 5000 N. Acima de 5000 N, 3 % do valor aplicado

# Funcionamento da Linha de Inspeção



Pontos importantes a serem considerados na análise de medição de força de frenagem:

$r$ =raio do rolo

$M$ =momento no eixo do motor

$d$ =distância do centro do eixo ao apoio da célula de carga

$R$ =força de frenagem medida na célula de carga

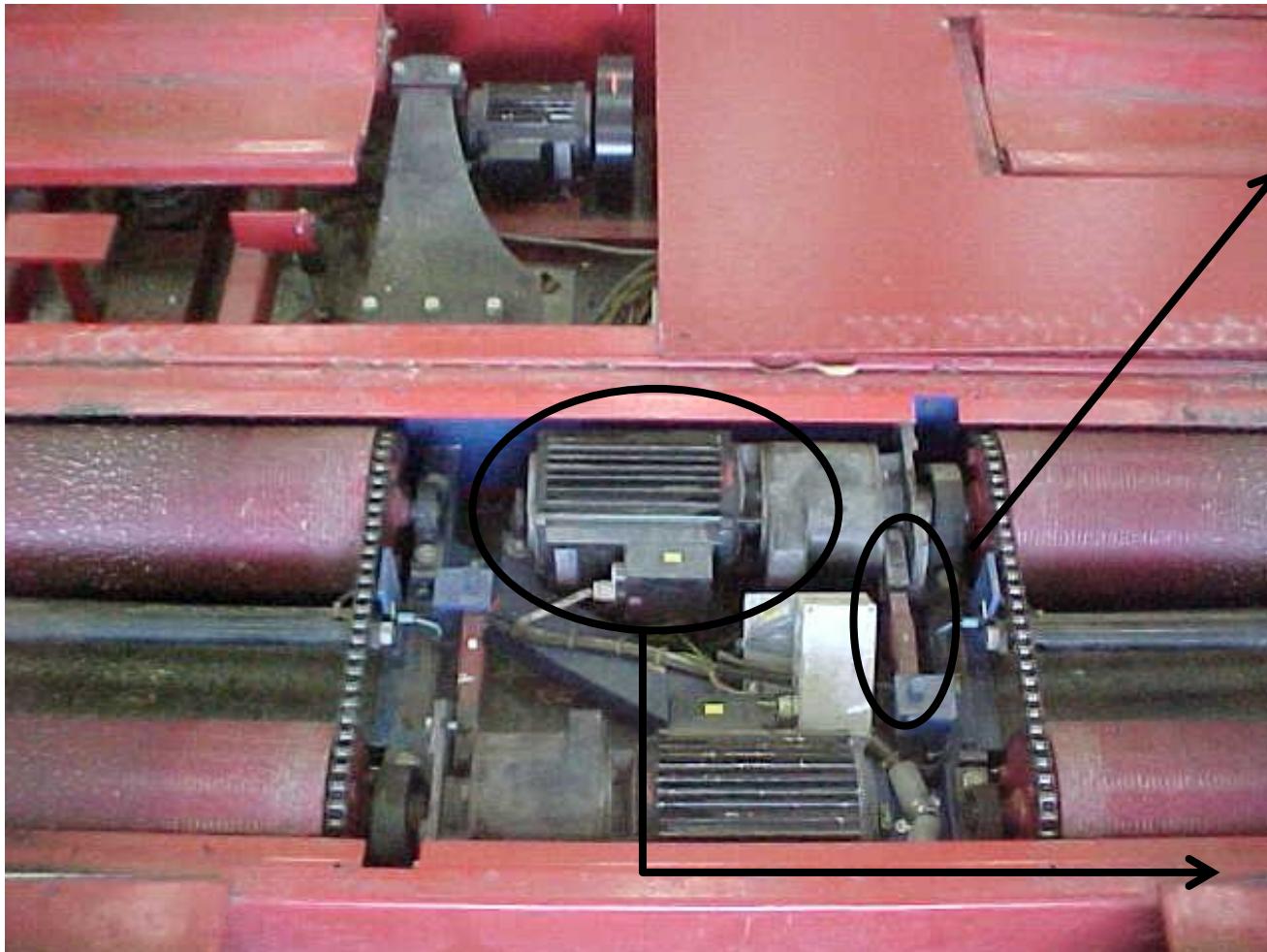
$F_a$ =força de atrito

$F_f$ =força de frenagem

Torque de frenagem

$$M = R \cdot d = 2 \cdot F_f \cdot r$$

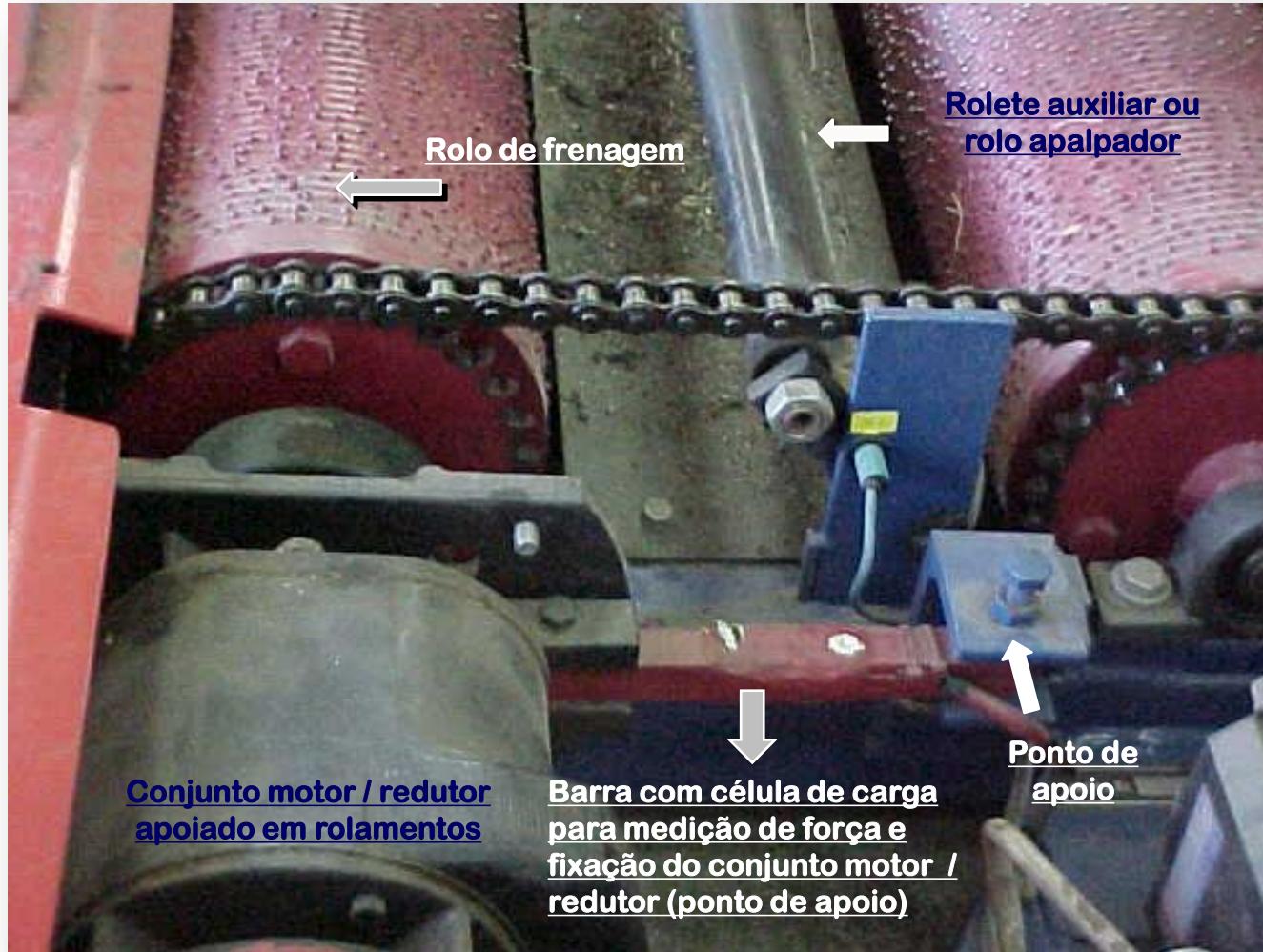
# Funcionamento da Linha de Inspeção



Barra com célula de carga para medição de força e fixação do conjunto motor / redutor (ponto de apoio)

Conjunto motor / redutor apoiado em rolamentos

# Funcionamento da Linha de Inspeção



# Controle Metrológico - Linha de Inspeção

- Qual é o controle existente hoje nessas linhas de inspeção?
- Quais os parâmetros para projeto /fabricação?
- Aprovação de modelo?
- Verificação metrológica?
- Calibração estática?
- Ensaios dinâmicos?
- Verificação/validação de softwares?



# Controle Metrológico - Linha de Inspeção

Portaria Inmetro 139/04 – “Aprovar o Regulamento Técnico Metrológico, em anexo, o qual estabelece as condições técnicas e metrológicas essenciais a que devem atender os frenômetros de rolos.”

**PROBLEMS**

**SOLUTIONS**

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E  
COMÉRCIO EXTERIOR - MDIC  
INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E  
QUALIDADE INDUSTRIAL - INMETRO  
Portaria INMETRO nº 139, de 30 de julho de 2004

O PRESIDENTE DO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL - INMETRO, no uso de suas atribuições, conferidas pela Lei n.º 5.966, de 11 de dezembro de 1973, e tendo em vista o disposto no artigo 3º, inciso III, da Lei n.º 9.933, de 20 de dezembro de 1999, e na alínea “a”, do subitem 4.1, da Regulamentação Metrológica aprovada pela Resolução nº 11, de 12 de outubro de 1988, do Conselho Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial – Conmetro, Considerando que os veículos automotores só poderão trafegar após a comprovação de atendimento aos requisitos e condições de segurança estabelecidos no Código de Trânsito Brasileiro - CTB, em seu art. 103 e nas Resoluções do Conselho Nacional de Trânsito - Contran;

# Controle Metrológico - Linha de Inspeção

Portaria Inmetro 410/11 – revoga a Portaria 139/04

- 1 – “...após seis anos de vigência da Portaria Inmetro n.º 139/04, não existem modelos de frenômetros de rolos aprovados pelo Inmetro e tampouco existem demandas por parte do setor envolvido com o instrumento”;
- 2 – “...a inexistência de padrões adequados para a realização das verificações previstas no Regulamento Técnico Metrológico aprovado pela Portaria Inmetro n.º 139/04”;

**PROBLEMS**

**SOLUTIONS**



Serviço Público Federal  
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR  
INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO

Portaria Inmetro nº 410 de 24 de outubro de 2011

O PRESIDENTE DO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - Inmetro, no uso de suas atribuições, conferidas pelo parágrafo 3º do artigo 4º da Lei nº

# Controle Metrológico - Linha de Inspeção

Atualmente existem dois documentos que tratam sobre critérios construtivos e metrológicos da linha de inspeção:

1 – NBR 14040: “Inspeção de Segurança Veicular – Veículos leves e pesados - Parte 11 – Estação de inspeção de segurança veicular”: Define critérios construtivos para linhas de inspeção utilizadas por organismos de inspeção de segurança veicular.

2 – Nit-Diois-016rev.00 – “Requisitos para verificação e ajuste de linhas de inspeção”: Define critérios metrológicos que devem ser verificados nas linhas de inspeção utilizadas pelos organismos de inspeção acreditados na área de segurança veicular.



ABNT-Associação  
Brasileira de  
Normas Técnicas

MAR 1998 NBR 14040-1

ABNT

Inspeção de segurança veicular -  
Veículos leves e pesados

Parte 1: Diretrizes básicas

Sede:  
Rio de Janeiro  
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar  
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680  
Rio de Janeiro - RJ  
Tel.: PABX (021) 210-3122

NORMA Nº: NIT-DIOIS-016	REV. Nº 00
APROVADA EM DEZ/2012	PÁGINA 01/06

## SUMÁRIO

- 1 Objetivo
- 2 Campo de aplicação
- 3 Responsabilidades
- 4 Documentos de referência
- 5 Síglas
- 6 Definições
- 7 Periodicidade
- 8 Calibração de linhas de inspeção
- 9 Resultados e registros
- 10 Prazo para adequação

Anexo – Modelo de relatório

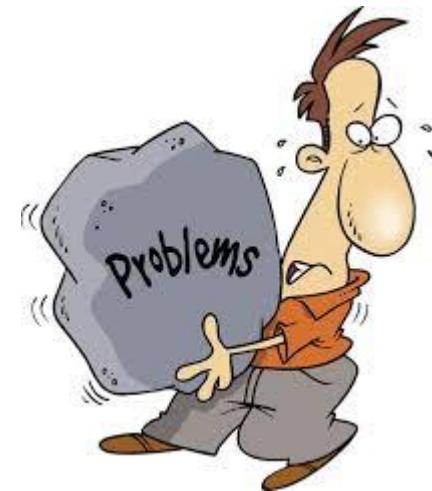
## 1 OBJETIVO

1.1 Esta norma estabelece os requisitos gerais aos organismos de inspeção acreditados ou solicitantes da acreditação sobre a verificação de linhas de inspeção veicular em atendimento aos itens 9.6 - 9.7 e 9.8 da ABNT NBR ISO/IEC 17020:2006

# Controle Metrológico - Linha de Inspeção

## Quais os problemas?

- 1 – Os dois documentos estão “obsoletos” e não estão alinhados com as normas internacionais que tratam do equipamento linha de inspeção;**
  
- 2 – Não existe nenhum esquema de avaliação da conformidade destes equipamentos;**
  
- 3 - Não existem organizações com competência reconhecida para atuar no controle metrológico destes equipamentos.**



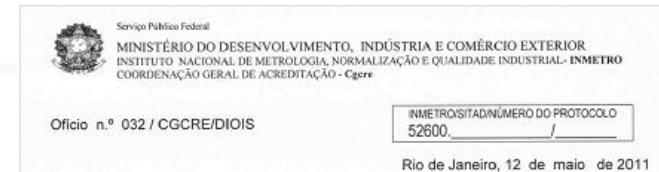
# Controle Metrológico - Linha de Inspeção

Em 2011, a Cgcre envia ofício a AEA para que sejam retomadas as discussões sobre os ensaios de frenagens, direção e suspensão dos veículos.

Grupo criado dentro da AEA com participação da Cgcre, dos comitês técnicos para definição de ações para resolver o problema de controle metrológico.

Desenvolvido um projeto inicialmente pelo Inmetro / Napro (fabricante) onde foi desenvolvido um equipamento de medição (referência de frenagem), para avaliar as linhas de inspeção.

Equipamento acoplado junto ao sistema freio/roda de um veículo.



A  
AEA - Associação Brasileira de Engenharia Automotiva Ltda.  
Diretoria Executiva  
A/C Diretor Técnico Sr. Nilton Monteiro  
Rua Salvador Corrêa, nº 80  
São Paulo/SP  
04109-070

Assunto: SEGURANÇA VEICULAR

Prezado Diretor,

A DIOIS/CGCRE/INMETRO, divisão responsável pela acreditação dos organismos de inspeção de segurança veicular do país, em perfeito atendimento ao artigo 106 da lei 9503/97 que estabelece o código de trânsito brasileiro, atualmente conta com uma estrutura acreditada formada por mais de 300 (trezentas) unidades profissionais para testes de, dentre diversos outros itens, desempenho (eficiência e equilíbrio) dos sistemas de freio e suspensão de automóveis por meio de equipamentos específicos (linhas de inspeção) em conformidade com a norma NBR ABNT 14040.

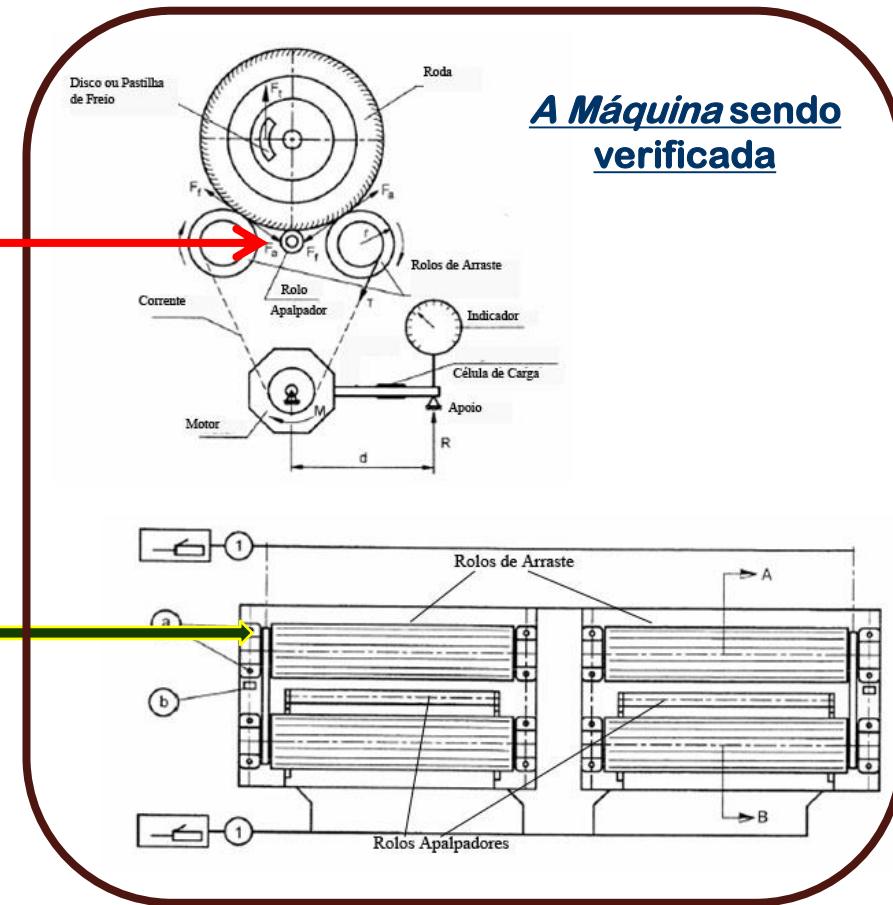
A norma NBR ABNT 14040 partes 6 (freios) e 8 (eixos e suspensão) estabelece toda a sistemática de testes de freios e suspensão, além das definições e cálculos de eficiência e equilíbrio para fins de inspeção de segurança veicular, classificando os defeitos em leves, graves e muito graves, em consonância com padrões internacionais. A respectiva norma é adotada como referência pelos regulamentos do INMETRO para fins de aprovação e reaprovação em inspeção de segurança veicular no Brasil.

Infelizmente o Brasil não dispõe de um banco de dados com os valores de eficiência e equilíbrio de freios e suspensão dos diversos modelos comercializados no país, a exemplo do que ocorre com emissões de gases e ruídos, adotando assim referência geral para fins exclusivos de aprovação e reaprovação de todo e qualquer automóvel em inspeção de segurança veicular. Tal fato se caracteriza como um desperdício de potencial de conhecimento acerca da frota de automóveis e, eventualmente, o acompanhamento da vida do veículo em uso, informação valiosa para toda e qualquer montadora na avaliação do desempenho do produto confrontado com as suas especificações originais.

Anualmente milhares de automóveis são submetidos à inspeção de segurança veicular em organismos acreditados pela CGCRE/INMETRO. Neste interim, a DIOIS pretende implementar programa de proficiência com 3 (três) objetivos básicos a saber:

# Controle Metrológico - Linha de Inspeção

A Referência obtendo Torque e Velocidades da roda e do rolo rastreadas a padrões e confrontadas com a Máquina



# Controle Metrológico - Linha de Inspeção

Cabos e caixa para sinais de  
rotação da referência



Transdutor de torque da  
referência



Encoder para velocidade de  
referência do rolo



Caixa para sinais de rotação e  
torque da referência para  
conversão analógico/digital e  
comunicação com o computador  
para tratamento de dados

Encoder para velocidade de  
referência da roda

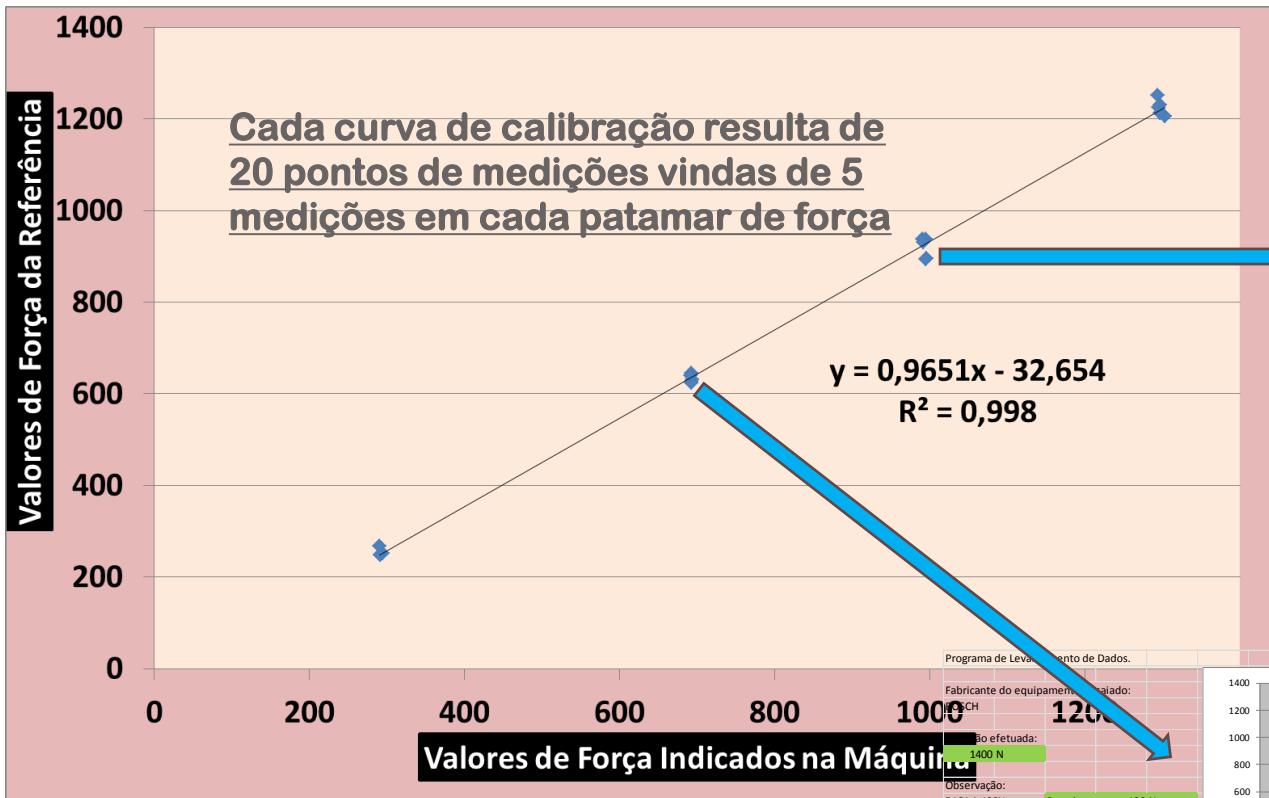


# CONFIANÇA METROLÓGICA DAS LINHAS DE INSPEÇÃO VEICULAR – MODELO PARA AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE



Ministério do  
Desenvolvimento, Indústria  
e Comércio Exterior

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA



*Ponto de medição*

Cada ponto de medição da curva de calibração consiste de uma media resultados adquiridos durante o tempo aproximado de 10 segundos durante a estabilização da força no patamar de força de frenagem

A cada 10 segundos de aquisição temos aproximadamente 215 resultados

Metodologia do ensaio

Programa de Leitura de Dados.  
Fabricante do equipamento analisado:  
VDOCH  
Data efetuada: 1400 N  
Observação: P1C1 A 106N Parasita 106 N  
Dados Curva de Frenagem:

Canal C1 - Velocidade canal 1. (rolo)  
Canal C2 - Velocidade canal 2. (roda)  
Canal F1 - Força tangente à circunferência da roda do veículo. (Torque negativo circuito Sensors)  
Canal F2 - Força tangente à circunferência da roda do veículo. (Torque positivo circuito Sensors)

Data: 08/03/13 Hora: 10:50:05

Ponto: C1 (km/h) C2 (km/h) F1 (N) F2 (N)

Ponto:	C1 (km/h)	C2 (km/h)	F1 (N)	F2 (N)
0,156	3,988	4,05	0	13
0,203	3,988	4,05	0	6
0,25	3,988	4,05	0	19
0,297	3,988	4,05	0	32
0,344	3,95	4,05	0	32
0,391	3,988	4,05	0	32
0,437	3,95	4,05	0	32
0,484	3,988	4,05	0	32
0,531	3,988	4,05	0	44
0,578	3,988	4,05	0	32



Ponto:	C1 (km/h)	C2 (km/h)	F1 (N)	F2 (N)
37	3,912	3,6	0	1249
37,047	3,874	3,6	0	1261
37,094	3,874	3,6	0	1261
37,141	3,836	3,6	0	1281
37,187	3,874	3,6	0	1281
37,224	3,826	3,6	0	1292
37,281	3,836	3,6	0	1306
37,328	3,836	3,6	0	1300
37,375	3,836	3,6	0	1293
37,422	3,836	3,6	0	1287

# Controle Metrológico - Linha de Inspeção

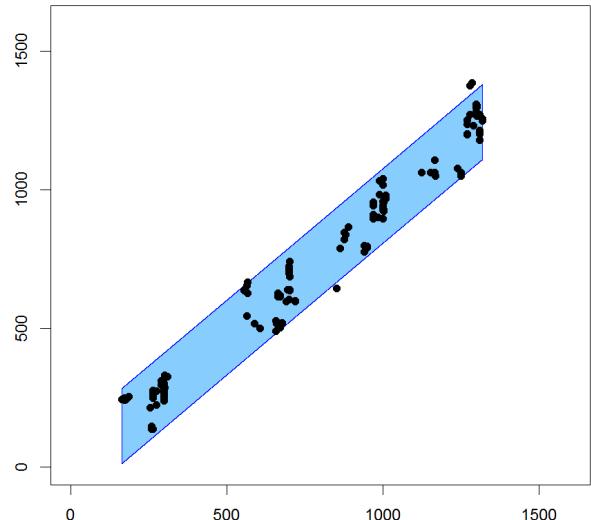
**Análise estatística dos dados baseada na análise dos parâmetros da regressão, normalidade e homocedasticidade dos resíduos**

ID_Fabricante	CoefLinear	CoefAngular	Teste_RLS	Teste_CoefAng=1	Teste_heteroc	Teste_Norm
1	-10,25081174	0,936919006	OK	Difere de 1	Variância Constante	OK
2	88,64668559	0,631985233	OK	Difere de 1	Variância Constante	Outlier
3	148,4497123	0,822479613	OK	Difere de 1	Variância Constante	Outlier
4	-69,77115237	1,035316422	OK	Não Difere de 1	Variância Constante	OK
5	-36,15596766	1,015179805	OK	Não Difere de 1	Variância Constante	OK
6	-33,91913821	1,046711954	OK	Não Difere de 1	Variância Constante	Outlier
7	195,3527353	1,235772168	OK	Difere de 1	Variância Não Constante	Outlier
8	-169,2503103	0,929455958	OK	Não Difere de 1	Variância Constante	Outlier
9	-36,96430769	0,967940354	OK	Difere de 1	Variância Não Constante	OK
10	4,886074843	0,946597682	OK	Difere de 1	Variância Constante	OK
11	100,6760015	0,88617044	OK	Difere de 1	Variância Não Constante	Outlier
12	-44,18542806	0,60924917	OK	Difere de 1	Variância Constante	Outlier
13	-104,6365646	0,936020605	OK	Difere de 1	Variância Constante	OK
14	78,89852545	0,843513409	OK	Difere de 1	Variância Constante	Outlier
15	89,03520636	0,902739712	OK	Difere de 1	Variância Não Constante	OK
16	122,4499372	0,82274786	OK	Difere de 1	Variância Constante	OK
17	13,52771189	0,955167722	OK	Difere de 1	Variância Constante	OK

# Controle Metrológico - Linha de Inspeção

ID_Fabricante	CoefLinear	CoefAngular	Teste_RLS	Teste_CoefAng=1	Teste_heteroc	Teste_Norm
1	-10,25081174	0,936919006	OK	Difere de 1	Variância Constante	OK
4	-69,77115237	1,035316422	OK	Não Difere de 1	Variância Constante	OK
5	-36,15596766	1,015179805	OK	Não Difere de 1	Variância Constante	OK
10	4,886074843	0,946597682	OK	Difere de 1	Variância Constante	OK
13	-104,6365646	0,936020605	OK	Difere de 1	Variância Constante	OK
16	122,4499372	0,82274786	OK	Difere de 1	Variância Constante	OK
17	13,52771189	0,955167722	OK	Difere de 1	Variância Constante	OK

Região de Aceitação

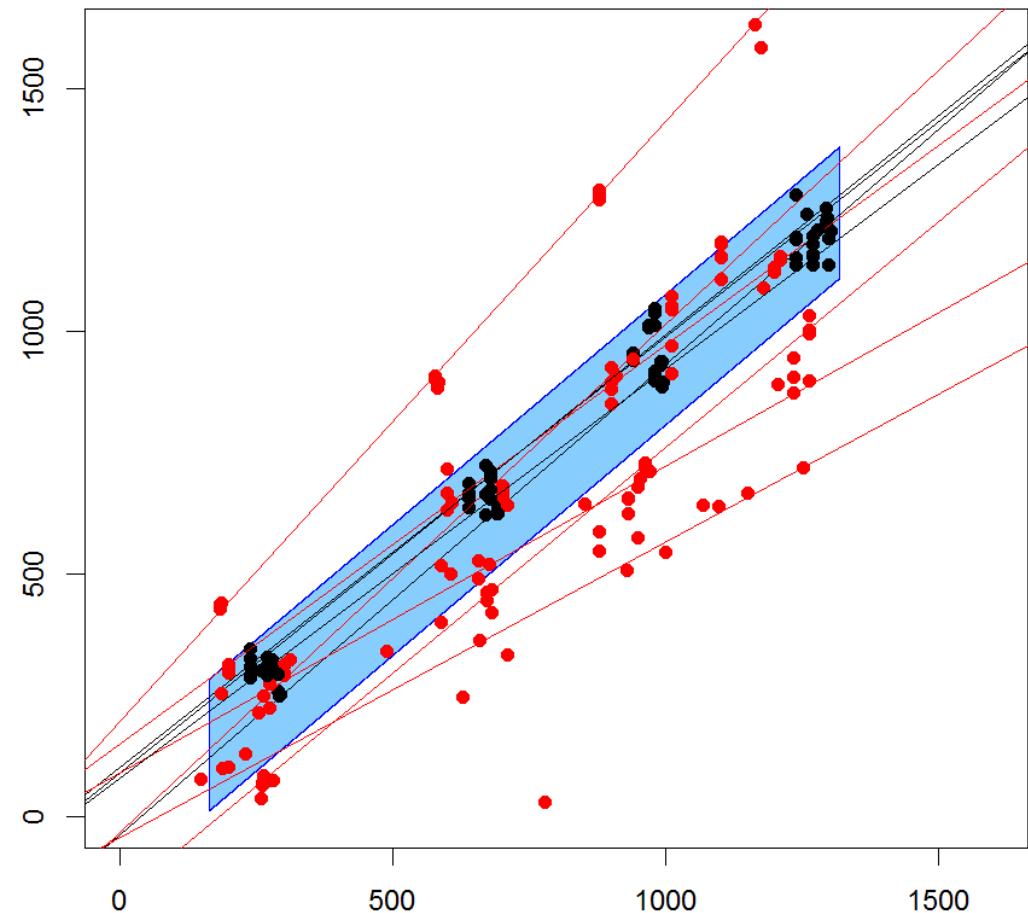


- **Região de Aceitação (RA): Intervalo de Confiança para os valores, não para a reta;**
- **Valores fora da RA: é parte do modelo, dado o grau de confiança (95%).**

# Controle Metrológico - Linha de Inspeção

Região de Aceitação;

- Pontos pretos: medições de fabricantes, não participantes dos consenso, cujas medições (todas) estiveram dentro da RA;
- Pontos vermelhos: medições de fabricantes , não participantes dos consenso, cujas medições (todas) estiveram fora da RA;



# Controle Metrológico - Linha de Inspeção

ID_Fabricante	CoefLinear	CoefAngular	Teste_RLS	Teste_CoefAng=1	Teste_heteroc	Teste_Norm	Região de Aceitação
1	-10,25081174	0,936919006	OK	Difere de 1	Variância Constante	OK	-
2	88,64668559	0,631985233	OK	Difere de 1	Variância Constante	Outlier	Não
3	148,4497123	0,822479613	OK	Difere de 1	Variância Constante	Outlier	Quase
4	-69,77115237	1,035316422	OK	Não Difere de 1	Variância Constante	OK	-
5	-36,15596766	1,015179805	OK	Não Difere de 1	Variância Constante	OK	-
6	-33,91913821	1,046711954	OK	Não Difere de 1	Variância Constante	Outlier	Quase
7	195,3527353	1,235772168	OK	Difere de 1	Variância Não Constante	Outlier	Não
8	-169,2503103	0,929455958	OK	Não Difere de 1	Variância Constante	Outlier	Não
9	-36,96430769	0,967940354	OK	Difere de 1	Variância Não Constante	OK	OK
10	4,886074843	0,946597682	OK	Difere de 1	Variância Constante	OK	-
11	100,6760015	0,88617044	OK	Difere de 1	Variância Não Constante	Outlier	OK
12	-44,18542806	0,60924917	OK	Difere de 1	Variância Constante	Outlier	Não
13	-104,6365646	0,936020605	OK	Difere de 1	Variância Constante	OK	-
14	78,89852545	0,843513409	OK	Difere de 1	Variância Constante	Outlier	OK
15	89,03520636	0,902739712	OK	Difere de 1	Variância Não Constante	OK	OK
16	122,4499372	0,82274786	OK	Difere de 1	Variância Constante	OK	-
17	13,52771189	0,955167722	OK	Difere de 1	Variância Constante	OK	-

# Resultados 2ª rodada de ensaios dinâmicos

A partir dos resultados da 1ª Rodada de ensaios, a metodologia foi aprimorada e foi proposta uma segunda rodada de ensaios dinâmicos.

18 linhas de inspeção de 15 fabricantes diferentes participaram da segunda rodada de ensaios.

**\*Obs: problemas na linha. O ensaio foi repetido no dia 24/03/14**

EMPRESA	DATA	LOCAL
Napro LEVE	10/fev	Diadema/SP
Saveline	11/fev	Sto. André/SP
Multi Sensors	12/fev	Mauá/SP
Workflex	13/fev	São Paulo/SP
Panambra LEVE	14/fev	São Paulo/SP
Vision	17/fev	São Paulo/SP
Napro MISTA	18/fev	São Paulo/SP
kapt-viva	19/fev	São Paulo/SP
<b>*Maha*</b>	<b>20/fev</b>	<b>Campinas/SP</b>
Universal Maquinas	21/fev	Ourinhos/SP
Setek	24/fev	Goiânia/GO
Bosch	26/fev	Contagem/MG
Panambra PESADA	10/mar	São Paulo/SP
Precisão Tecnologica	12/mar	Rio do Sul/SC
Autotest	13/mar	Florianopolis/SC
TopEletro	14/mar	Içara/SC
Gigatir Brasil LTDA	17/mar	Bento Gonçalves/RS

# Resultados 2ª rodada de ensaios dinâmicos

Conceitos importantes foram levados em consideração durante a execução dos ensaios da 2ª rodada:

- Ovalização: Variações cíclicas da força de frenagem de uma mesma roda por uma ação constante sobre o comando de frenagem do veículo.
- Força de atrito parasita: Força medida quando os rolos estão em giro livre (sem o eixo do veículo sobre os rolos), relativas à inércia dos rolos e seu sistema de correntes/engrenagens.
- Ponto zero de um frenômetro: Indicação direta do frenômetro quando o mesmo estiver com seus rolos funcionando em giro e apresentar valor nulo após a sua tara.

# Resultados 2ª rodada de ensaios dinâmicos

Foi proposto também um procedimento para realização do ensaio e uma lista de verificação para verificação e registro de informações construtivas, condições dos equipamentos antes e de pois dos ensaios e para o registro de observações importantes durante os ensaios.

## PROCEDIMENTO DE ENSAIO PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DAS LINHAS DE INSPEÇÃO- rev.01

### 1 – OBJETIVO

Realizar intercomparações entre as linhas de inspeção para determinar parâmetros de desempenho das linhas de inspeção nas medições de força de frenagem

Desenvolver um protótipo de avaliação de frenometro em linha de inspeção para verificação de força de frenagem de veículos automotivos leves na Dimec (Divisão de Mecânica da Diretoria de Metrologia Científica do Inmetro).

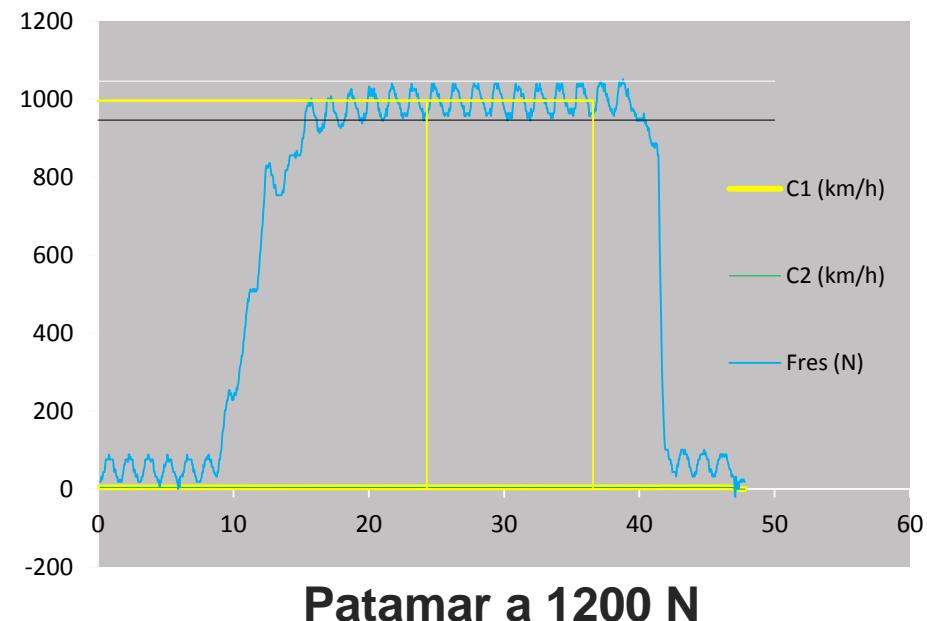
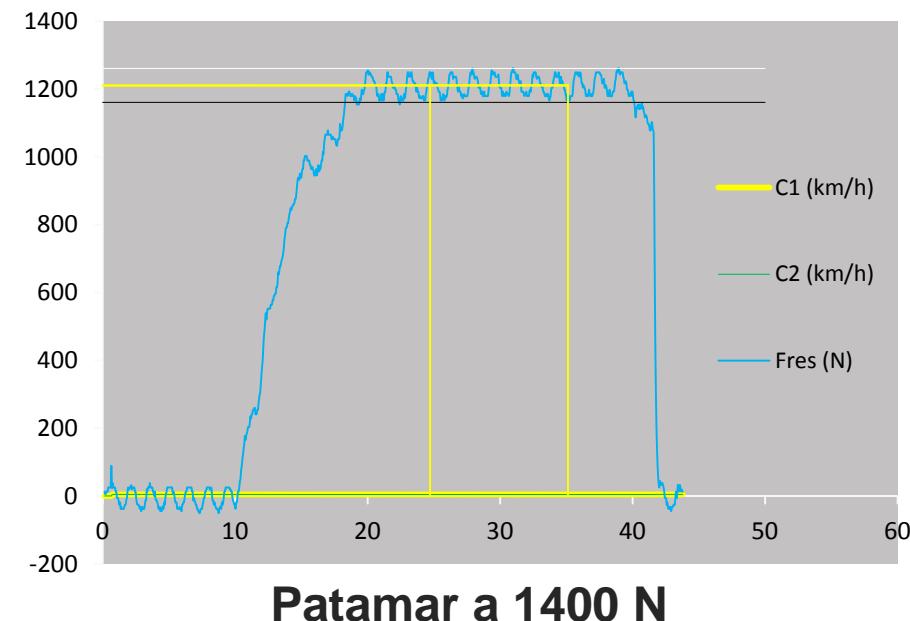
### ENSAIO PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DAS LINHAS DE INSPEÇÃO- rev.02

#### LISTA DE VERIFICAÇÃO

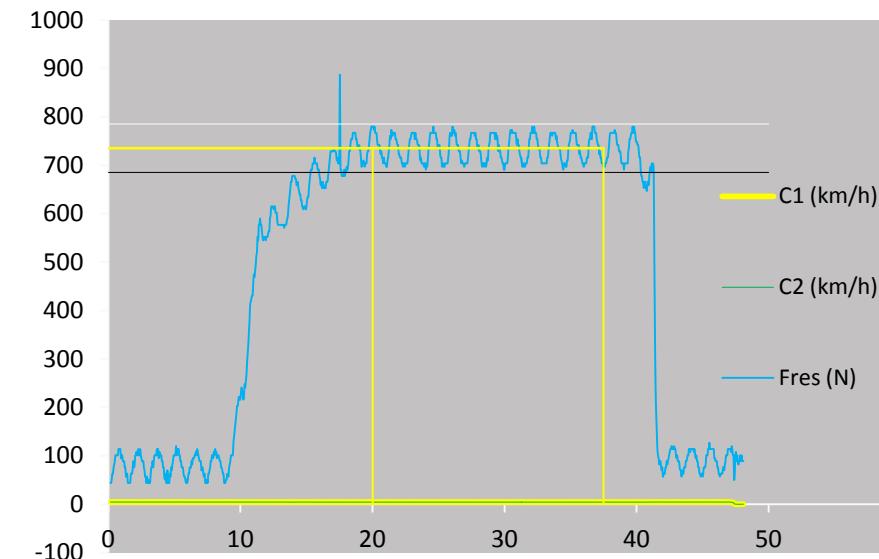
NOME/RAZAO SOCIAL DO FABRICANTE DA LINHA DE INSPEÇÃO	
CNPJ DO FABRICANTE	
ENDERECO DA "SEDE/ESCRITÓRIO" DO FABRICANTE DA LINHA DE INSPEÇÃO	
ENDERECO DO LOCAL AVALIADO	
DATA DO ENSAIO	
TECNICO DO INMETRO RESPONSAVEL	
RESPONSAVEL PELAS INFORMAÇÕES INDICADO PELA EMPRESA (NOME E CARGO)	
<b>1 - PREPARAÇÃO DO VEÍCULO</b>	
Veículo em condições adequadas na chegada ao local	Conforme <input type="checkbox"/> Não Conforme <input type="checkbox"/>
Caso houve alguma ocorrência, descrever:	

# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

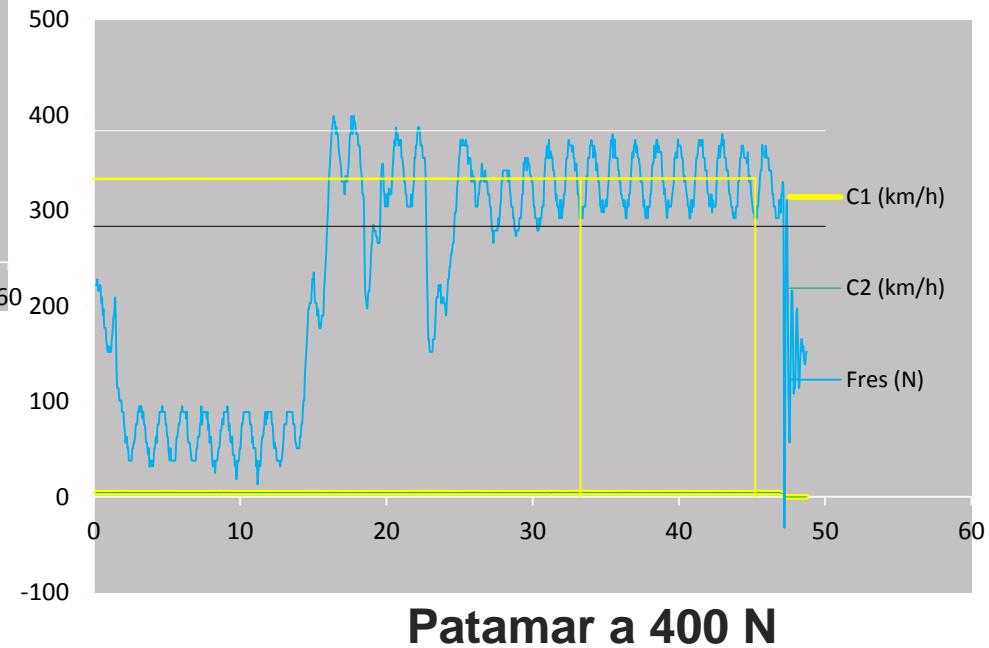
5 repetições da medição da frenagem em 4 patamares de força: 400 N, 800 N, 1200 N e 1400N. durante os ensaios.



# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

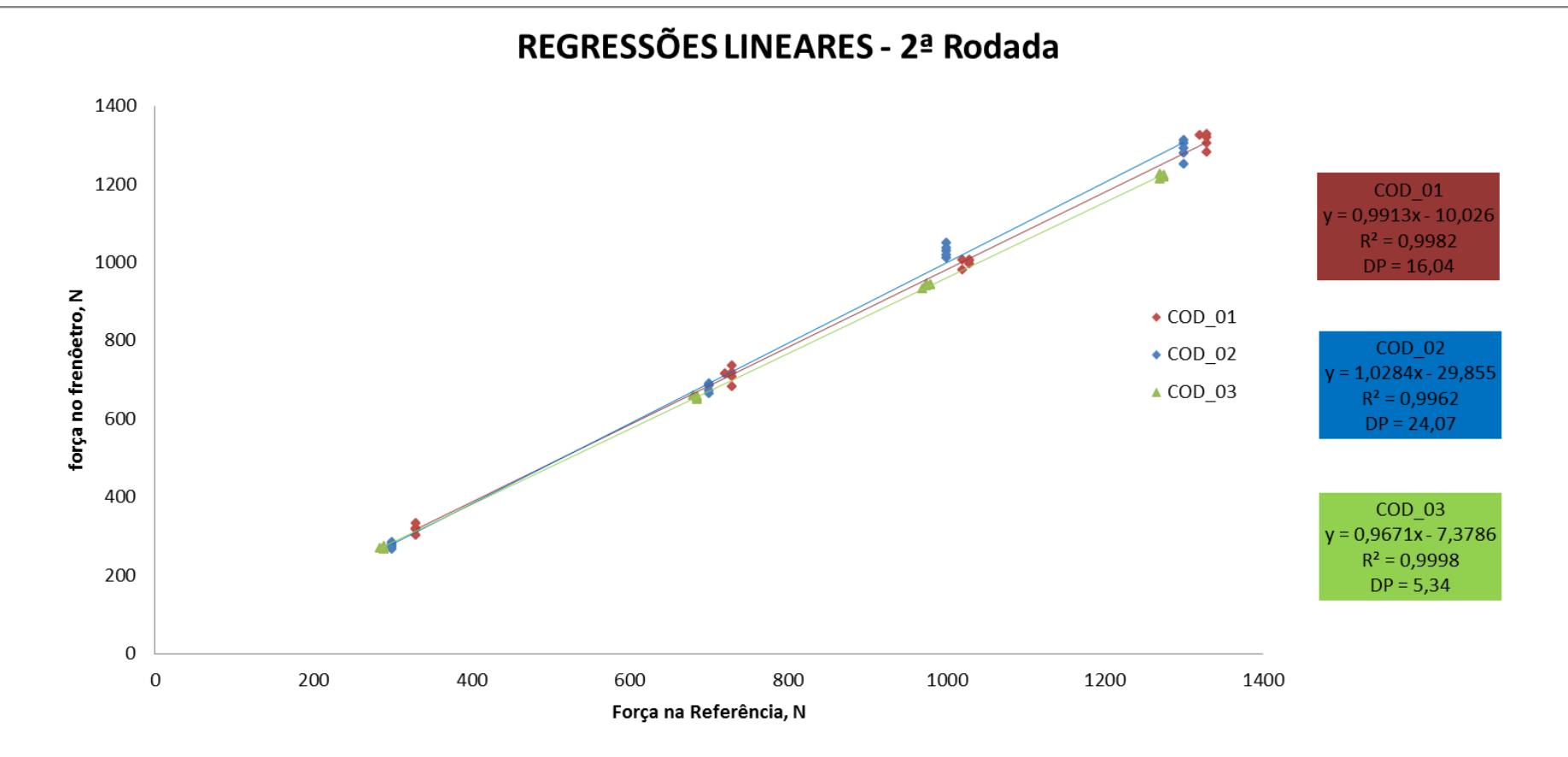


Patamar a 800 N



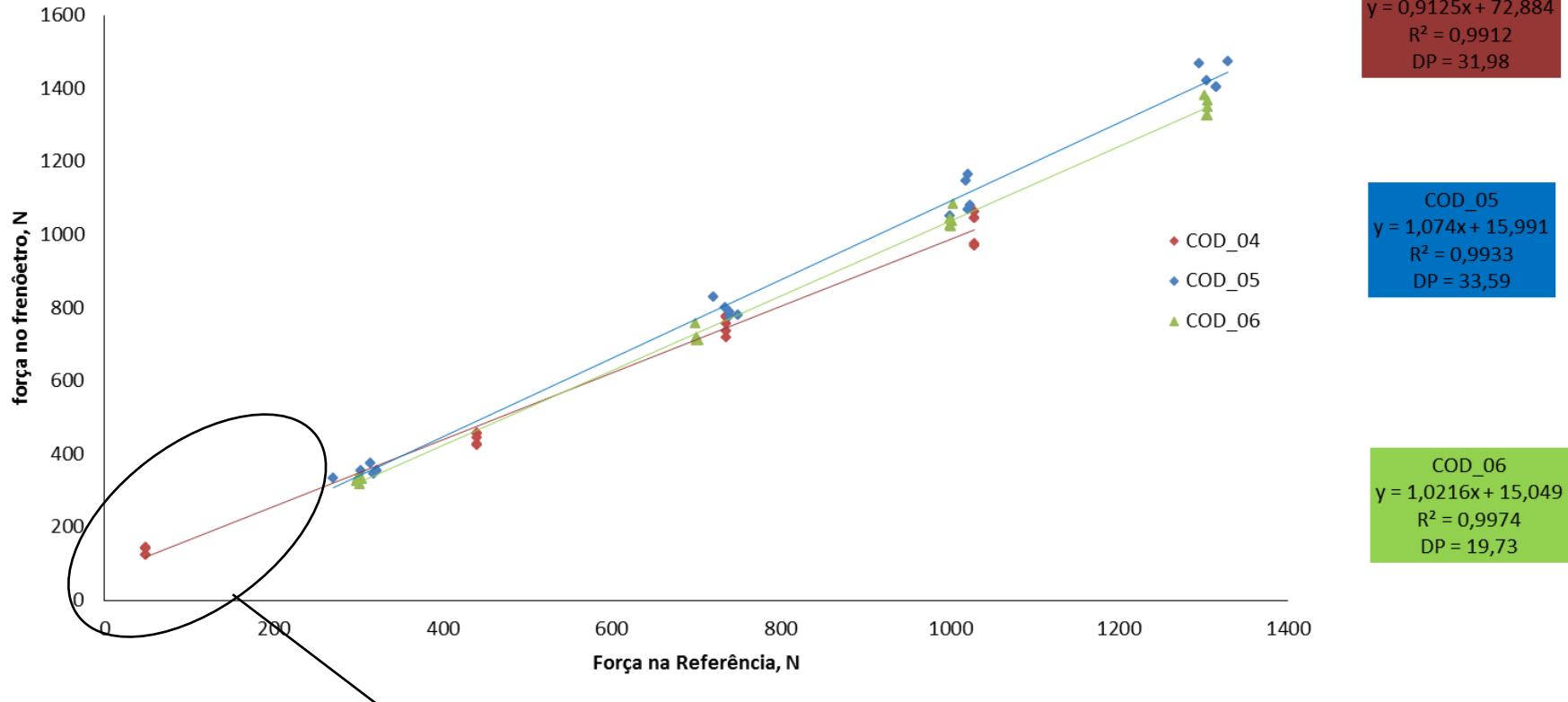
Patamar a 400 N

# Resultados 2ª rodada de ensaios dinâmicos



# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

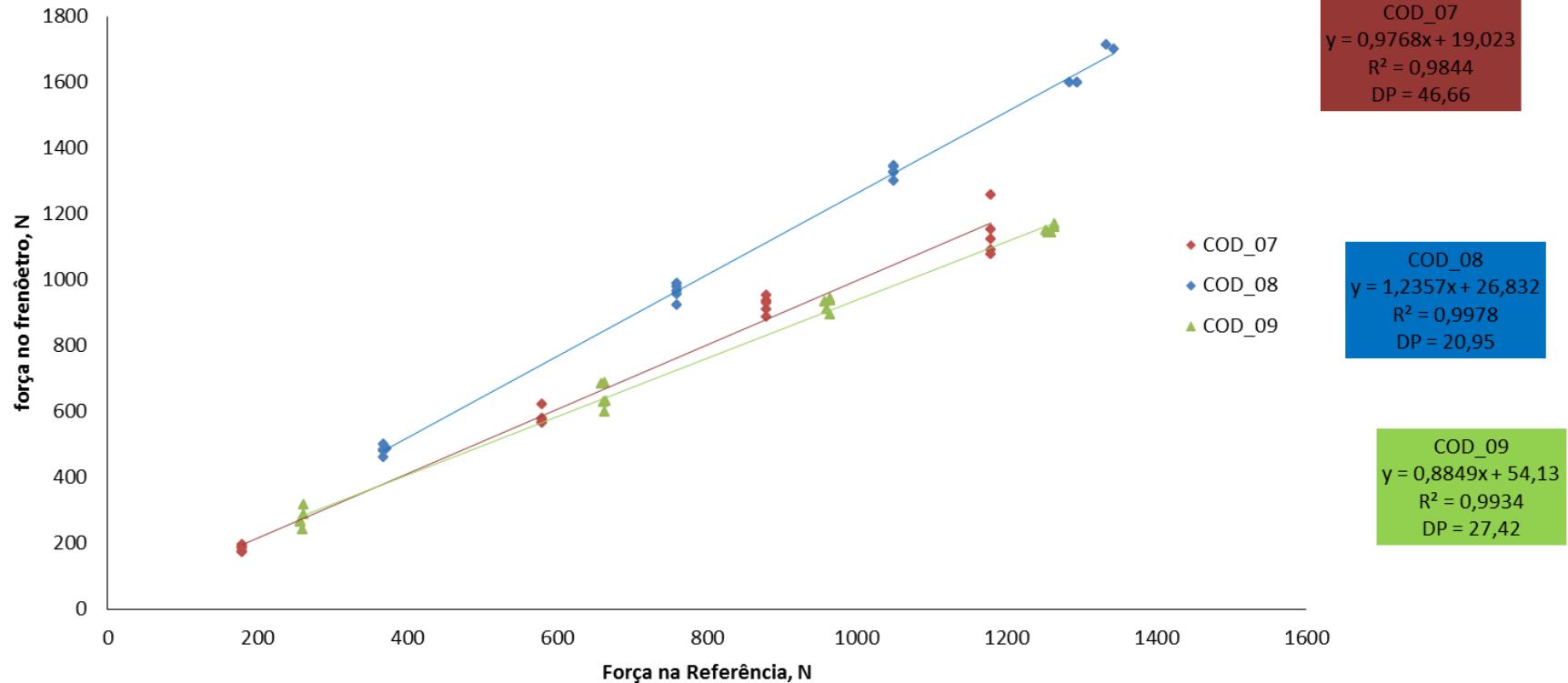
REGRESSÕES LINEARES - 2<sup>a</sup> Rodada



ALTO VALOR DE FORÇA PARASITA

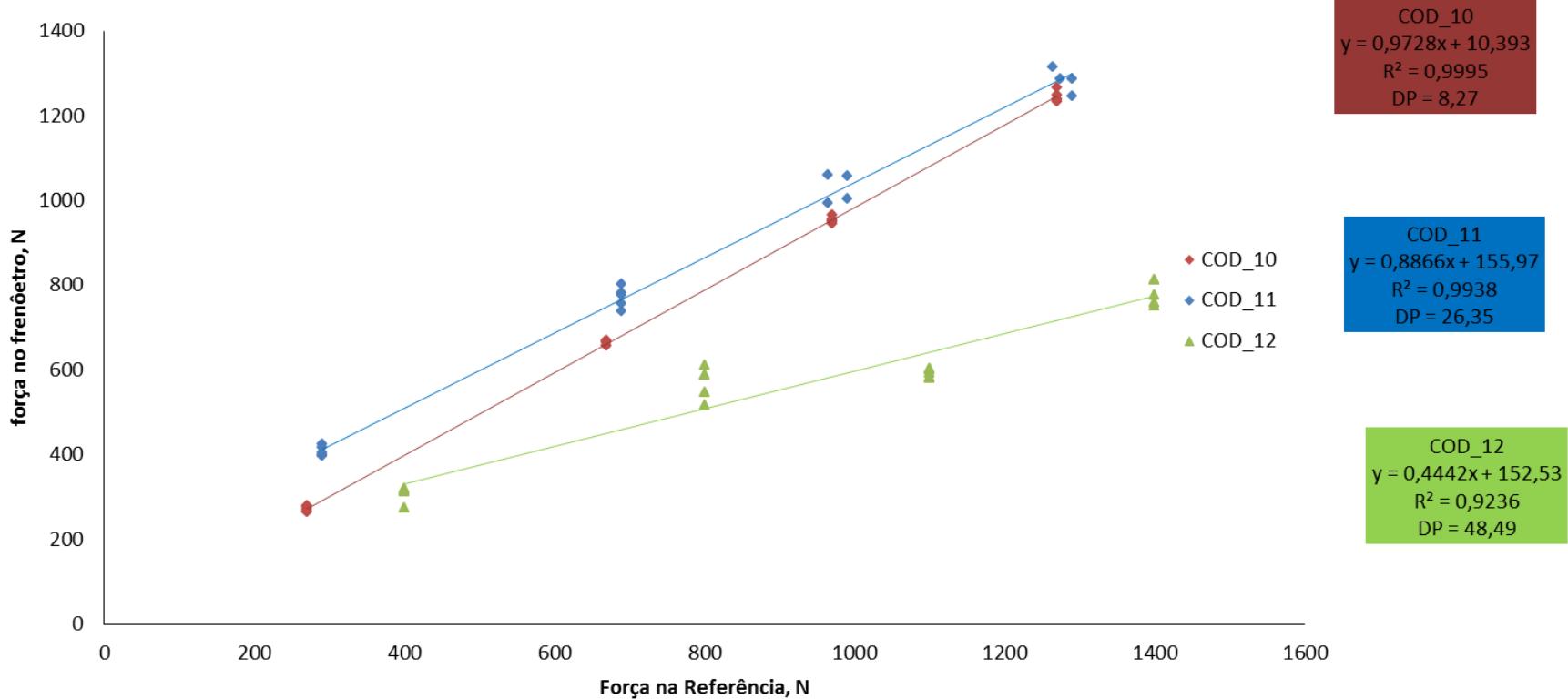
# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

REGRESSÕES LINEARES - 2<sup>a</sup> Rodada



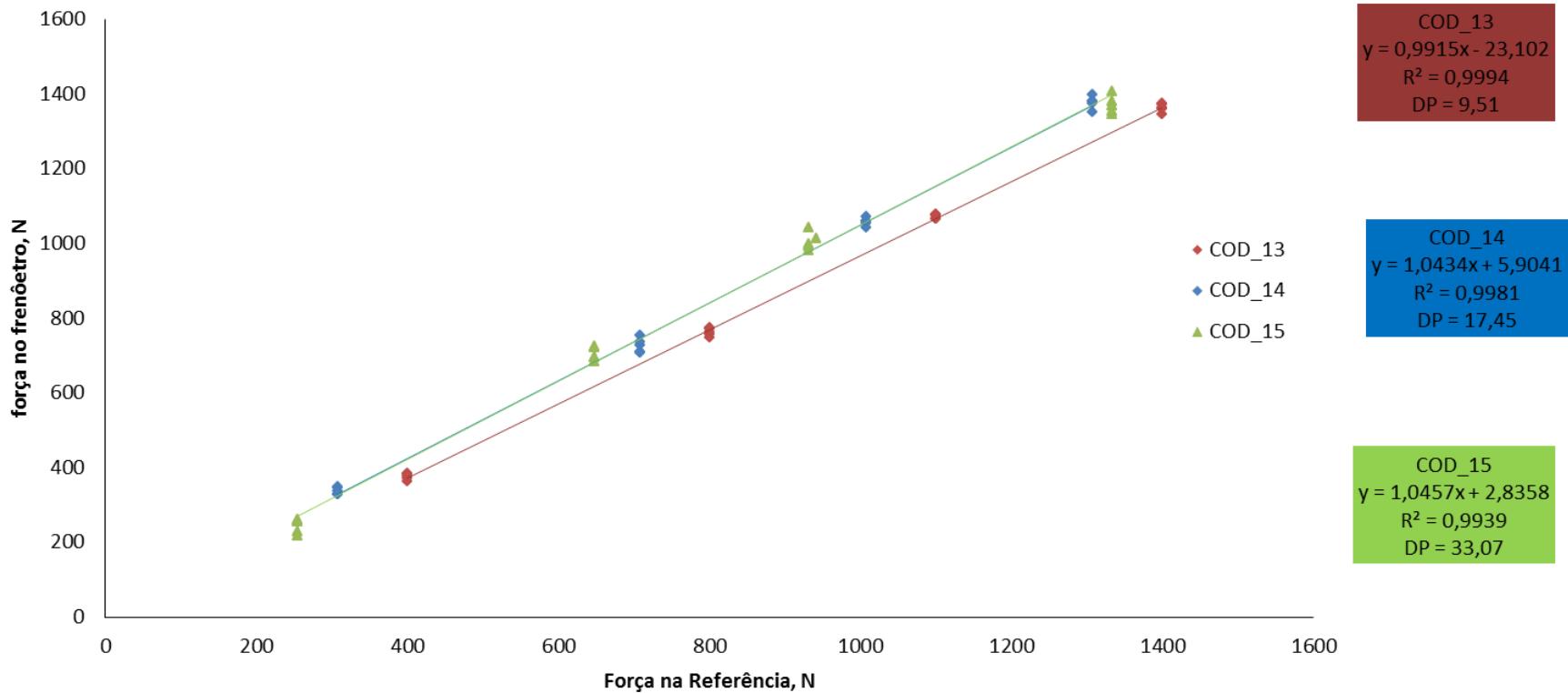
# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

REGRESSÕES LINEARES - 2<sup>a</sup> Rodada

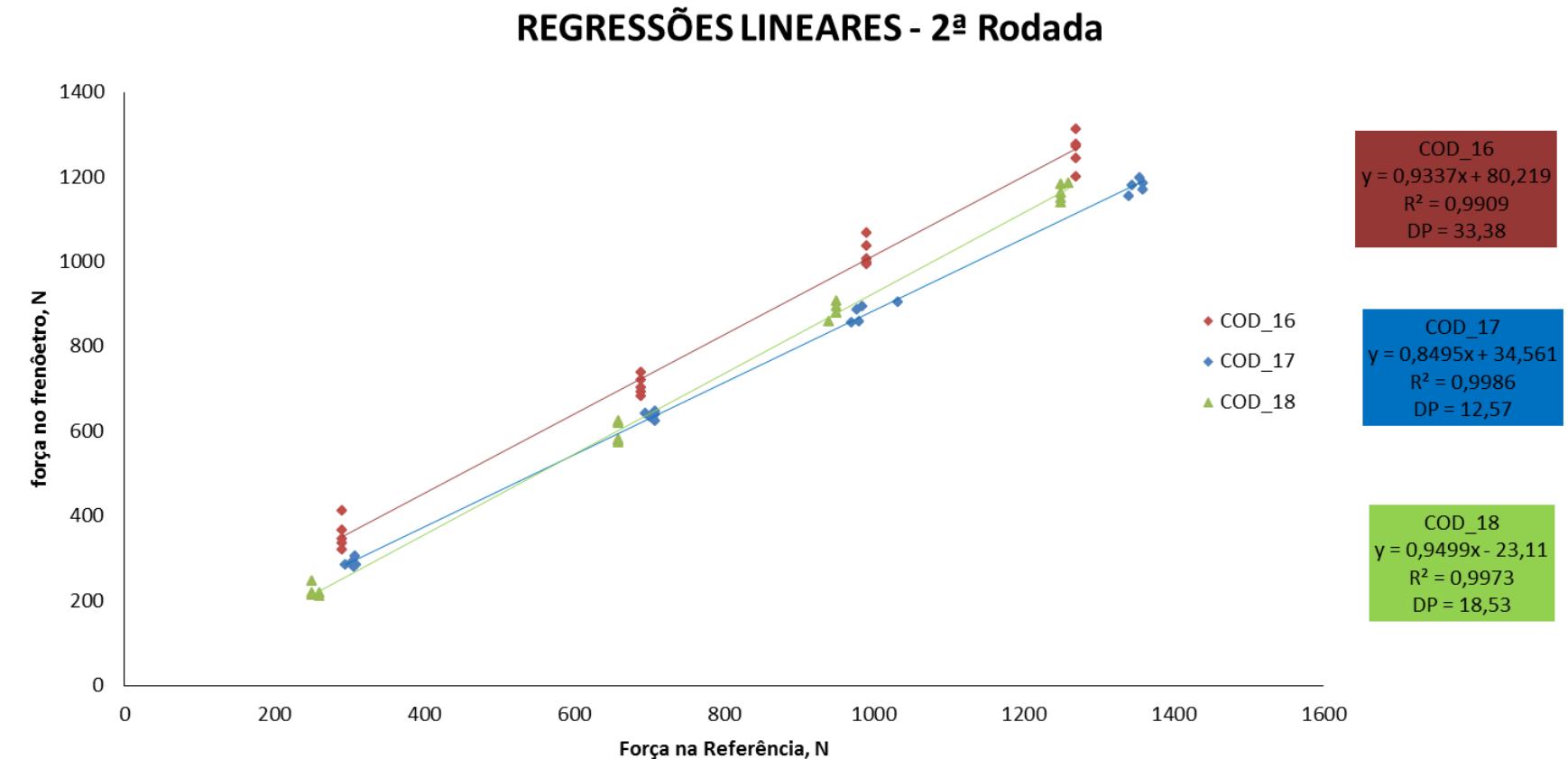


# Resultados 2ª rodada de ensaios dinâmicos

REGRESSÕES LINEARES - 2ª Rodada

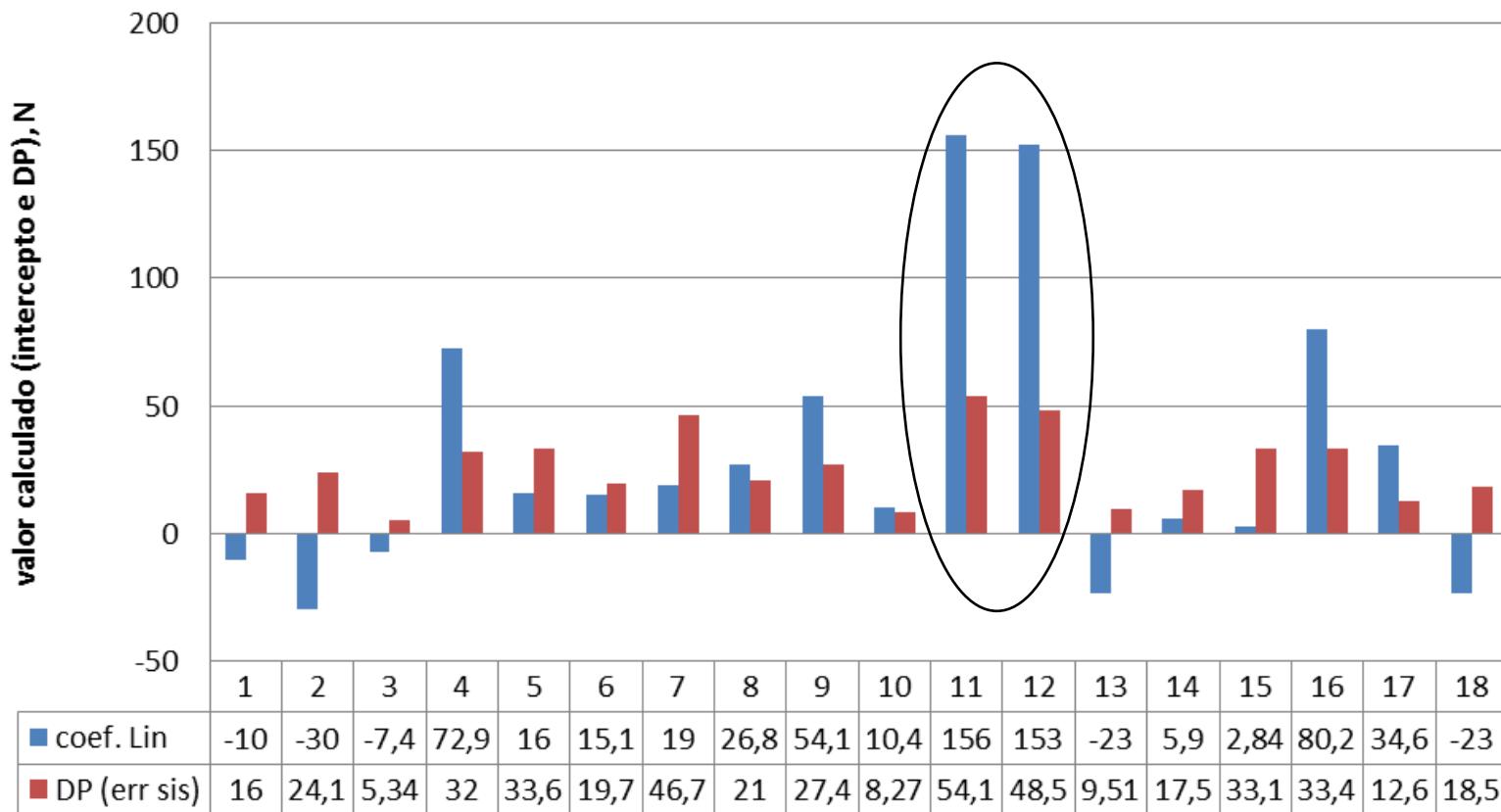


# Resultados 2ª rodada de ensaios dinâmicos

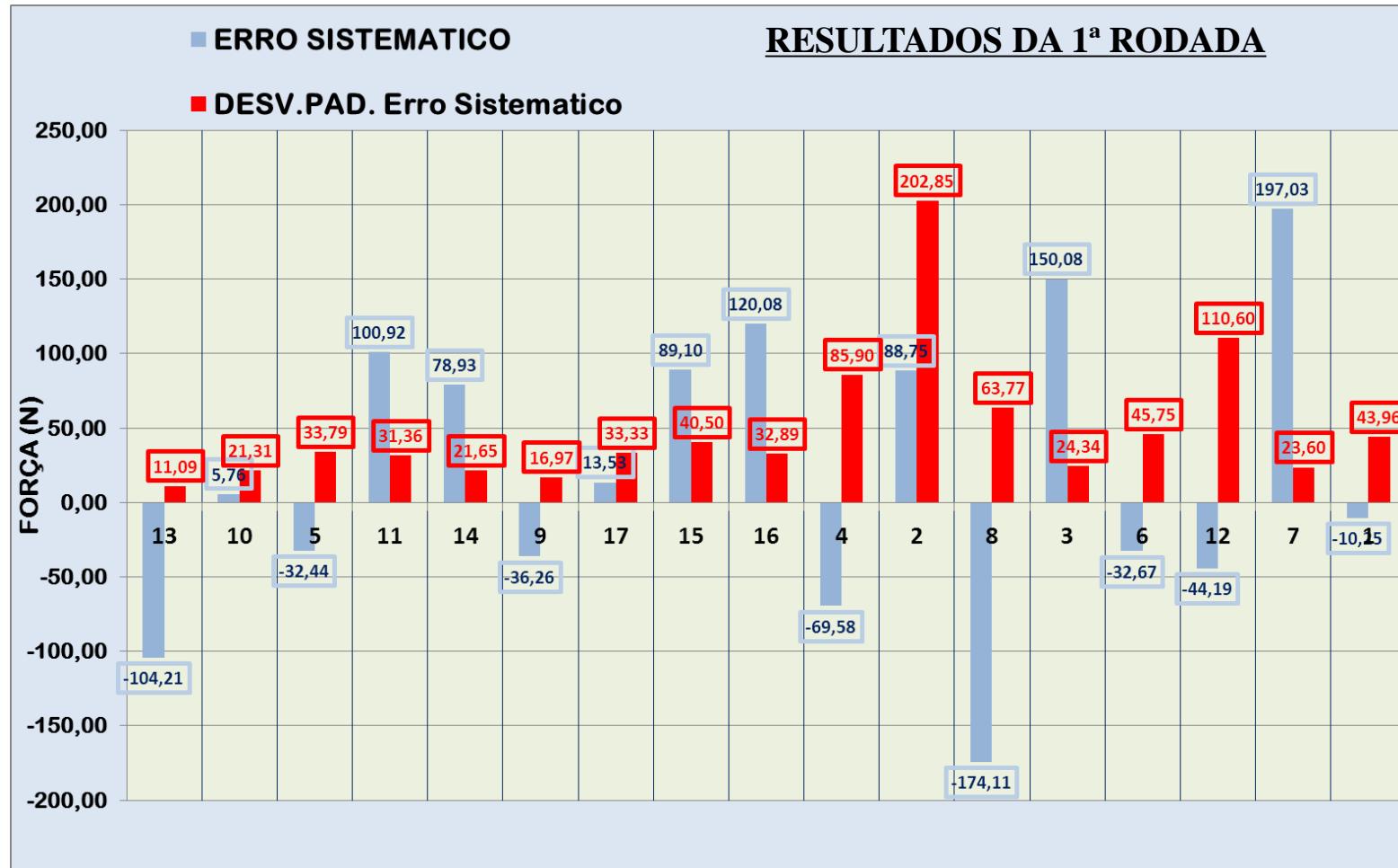


# Resultados 2ª rodada de ensaios dinâmicos

comparação entre os valores de erro sistemático e  
seu desvio padrão na curva



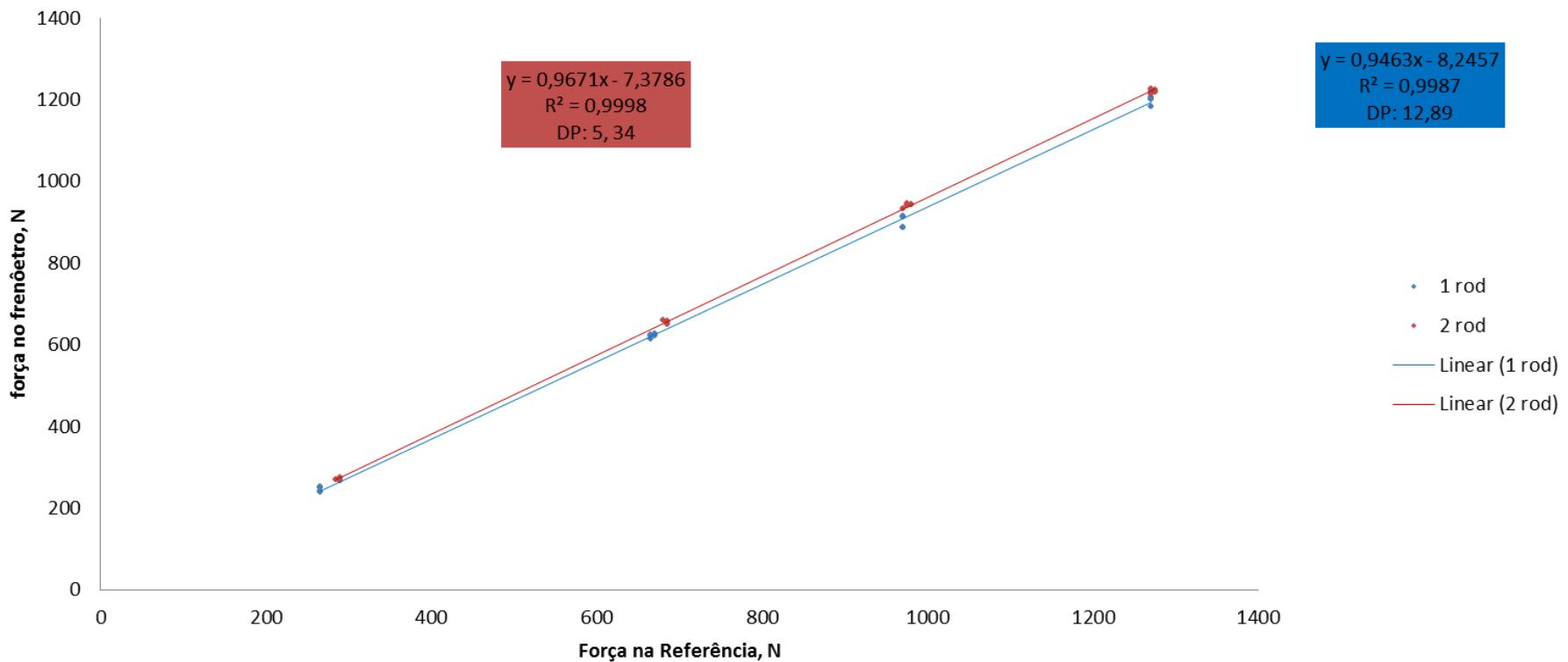
# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos



# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

COD 03

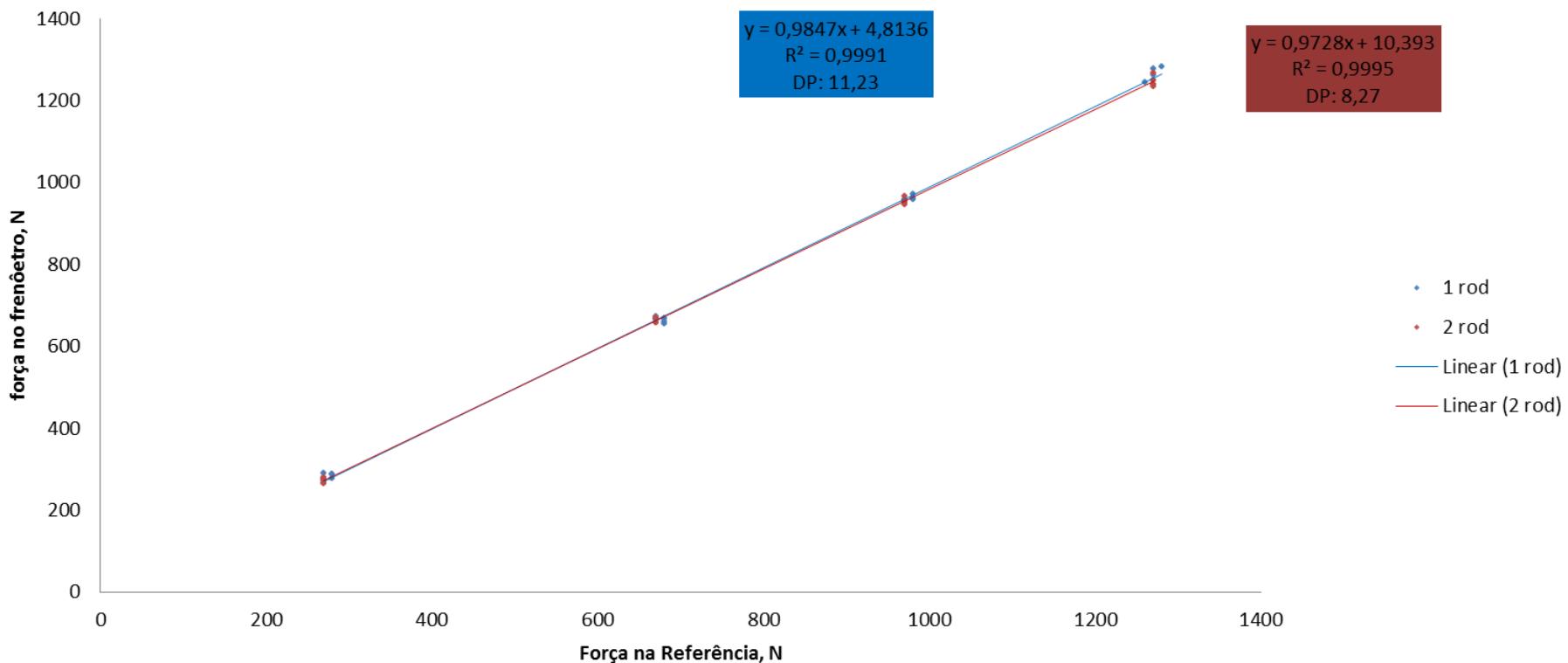
## Comparação (1<sup>a</sup> Rodada x 2<sup>a</sup> Rodada)



# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

COD 10

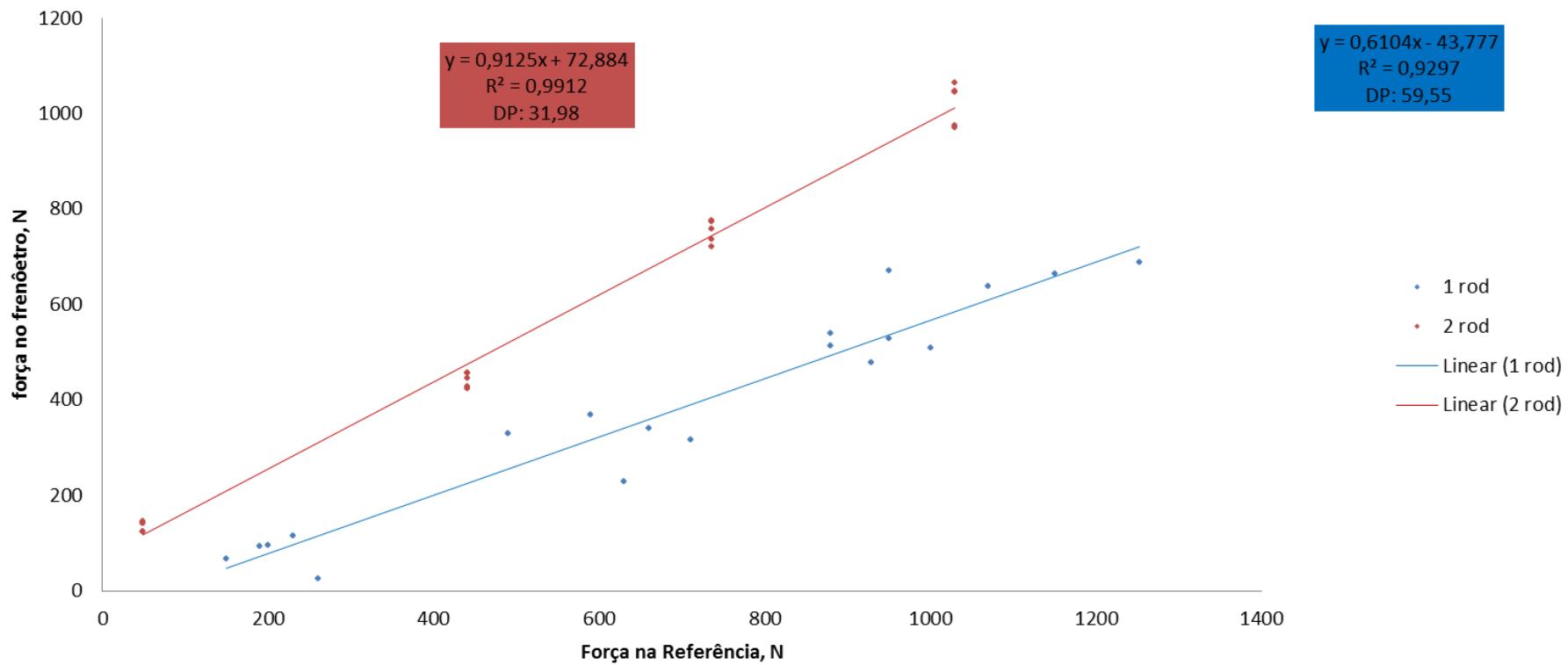
## Comparação (1<sup>a</sup> Rodada x 2<sup>a</sup> Rodada)



# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

COD 04

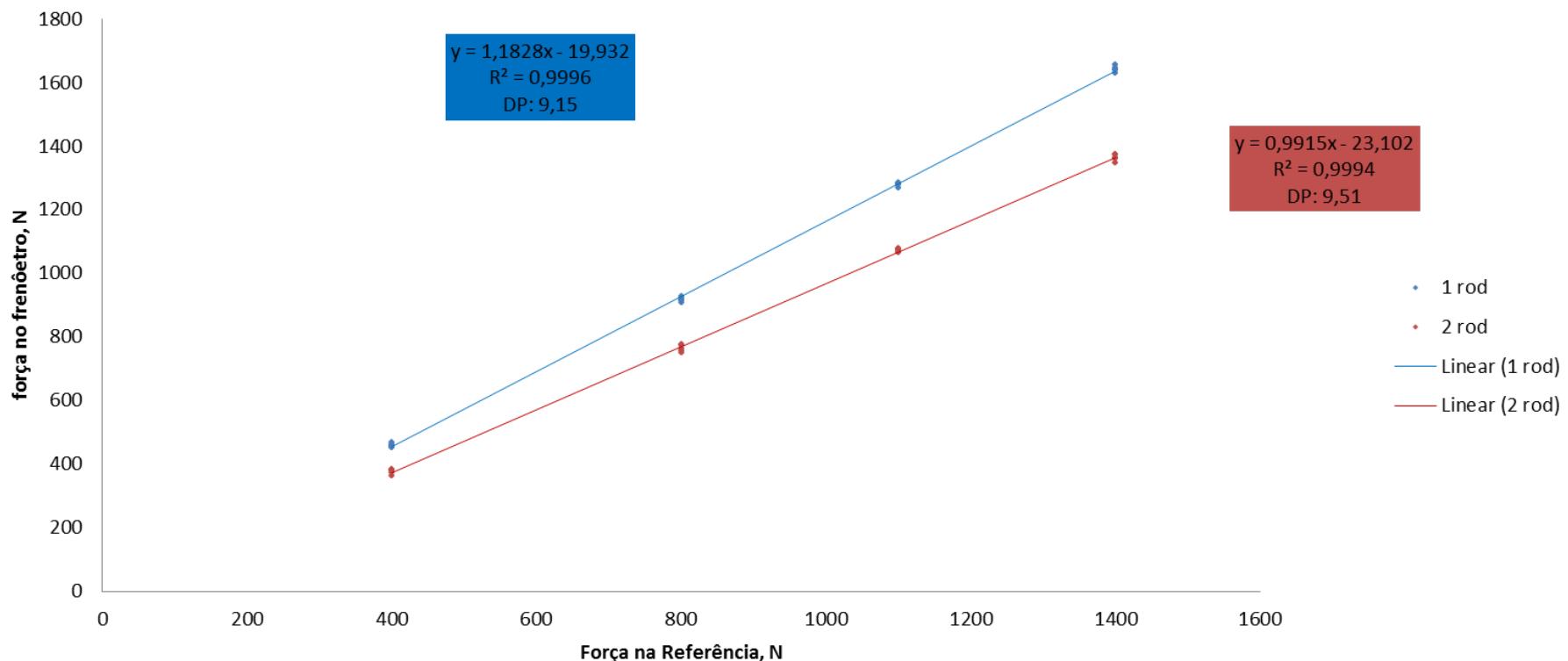
## Comparação (1<sup>a</sup> Rodada x 2<sup>a</sup> Rodada)



# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

COD 13

## Comparação (1<sup>a</sup> Rodada x 2<sup>a</sup> Rodada)



# Resultados 2ª rodada de ensaios dinâmicos

## Conclusões importantes:

- 1 – Houve melhora significativa nos resultados gerais para as linhas de inspeção. Isso, de certa forma, mostra que os fabricantes estão trabalhando em melhorias nos equipamentos;
- 2 – A informação de como cada fabricante trata a força parasita foi fundamental para a metodologia proposta e para a diminuição nos erros sistemáticos;
- 3 – O uso de um critérios objetivos para a seleção das regiões nos patamares de frenagem minimizou as dispersões nas curvas;
- 4 – As calibrações realizadas hoje nos frenômetros (apenas a célula de carga), não garantem bom desempenho destes equipamentos nas medições;

# Necessidade de revisão das normas NBR 14040 e Nit-Diois-016

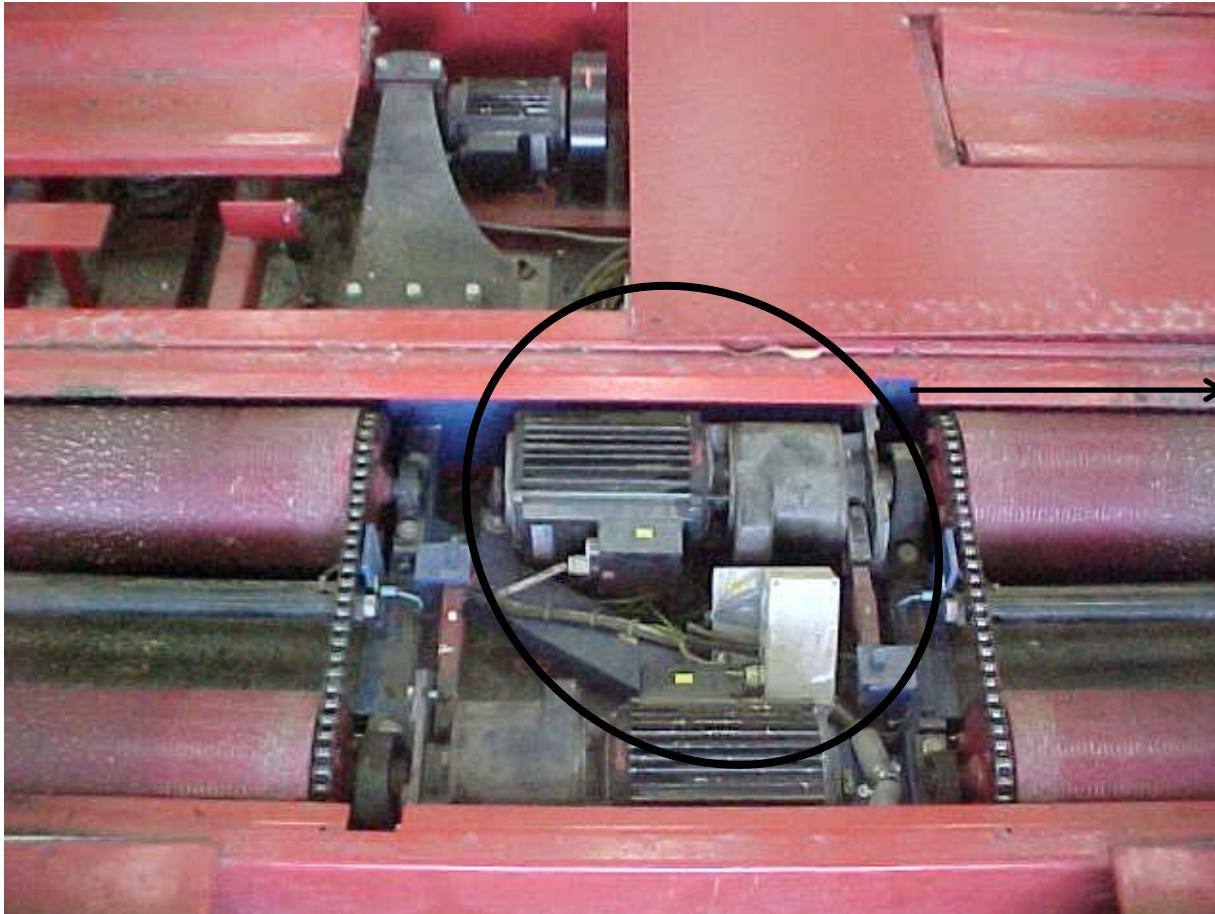
O desenvolvimento do trabalho mostrou que as normas hoje existentes com critérios construtivos e metrológicos dos frenômetros não estão adequadas;

## Exemplos:

1 - A Nit-Diois-16, por exemplo, prevê apenas a “calibração” da célula de carga dos frenômetros, não leva em consideração todo o sistema que transmite o torque no eixo do motor para a célula de carga, muito menos os sistemas de rolos e engrenagens do frenômetro;

2 – também não define critérios para avaliar diferenças de medição entre os sistemas de rolos dos lados direito e esquerdo, sendo que um critério de aprovação/reprovação de veículos é o desequilíbrio de frenagem entre rodas

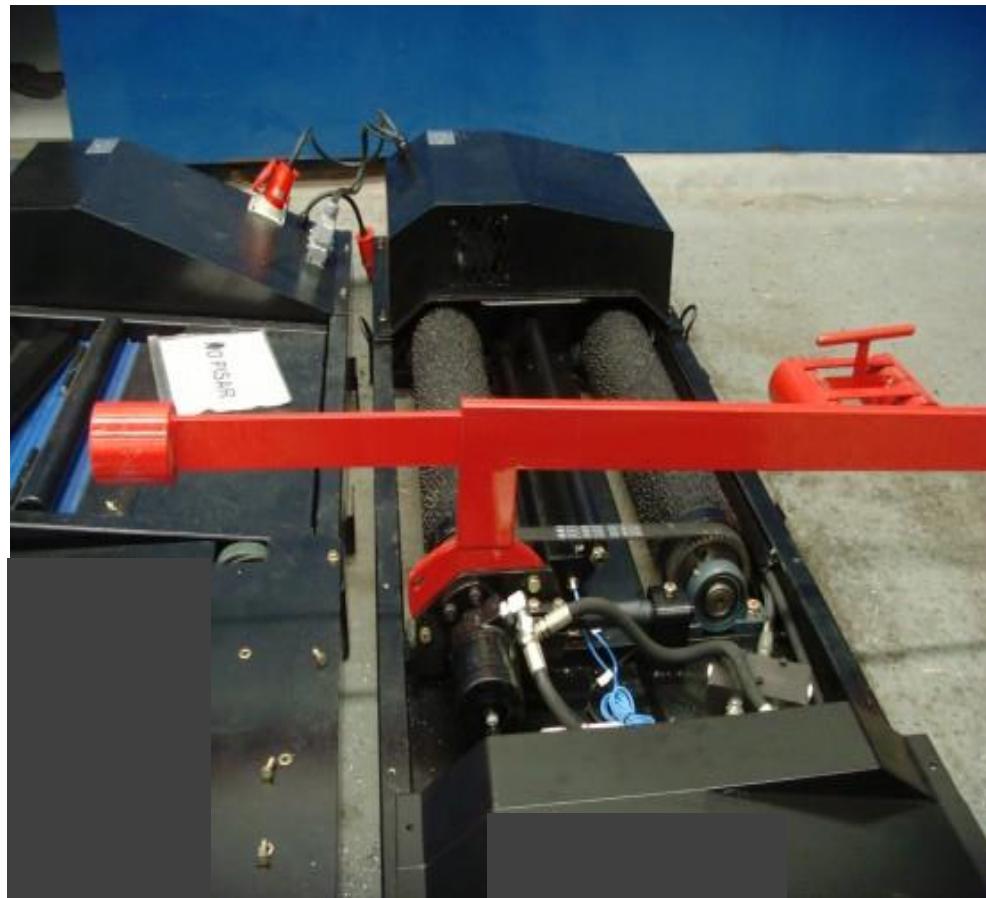
# Necessidade de revisão das normas NBR 14040 e Nit-Diois-016



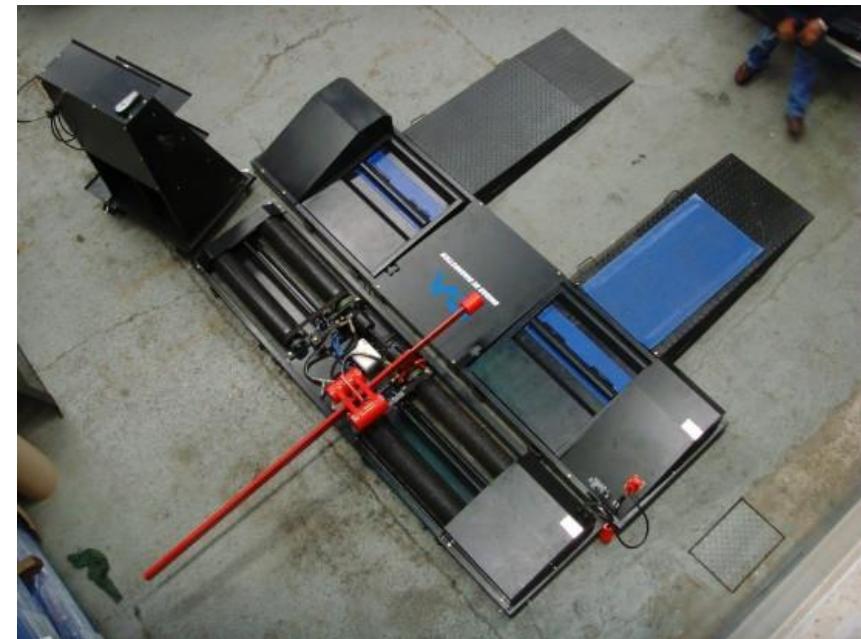
Hoje, apenas a célula de carga é “calibrada”

Propor metodologia para calibração da célula juntamente com o sistema que transmite o torque do eixo do motor até a medição da força equivalente na célula de carga.  
(metodologia já utilizada em muitos países)

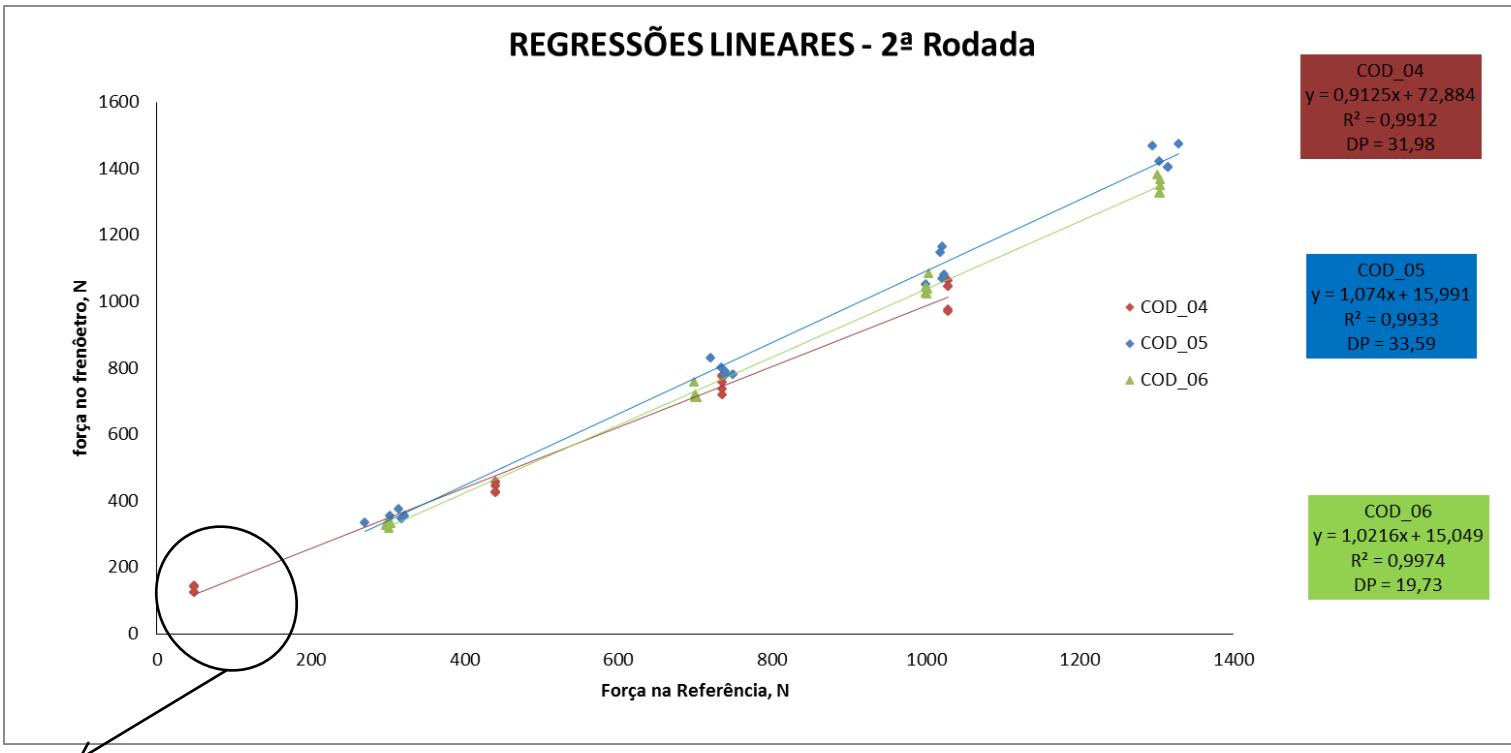
# Necessidade de revisão das normas NBR 14040 e Nit-Diois-016



# Necessidade de revisão das normas NBR 14040 e Nit-Diois-016



# Necessidade de revisão das normas NBR 14040 e Nit-Diois-016



ALTO VALOR DE FORÇA  
PARASITA

A NBR 14040 não define conceitos importantes como ponto zero do frenômetro, força parasita...

# Necessidade de revisão das normas NBR 14040 e Nit-Diois-016

A NBR 14040 prevê o uso de linhas “mistas” para a realização da inspeção. Uma linha mista é uma linha que executa medições em veículos leves e pesados. Ou seja, o mesmo sistema de medição é utilizado para medir esforços que podem chegar a 20000 N ou mais em veículos pesados e medir também esforços de 1500 N em veículos leves.

Como garantir o mesmo desempenho?

Limitações de medição das células de carga e do próprio sistema de medição que é mais robusto para veículos pesados

# **Necessidade de revisão das normas NBR 14040 e Nit-Diois-016**

**Ações que já estão em andamento (1):**

**1 – Revisão da Nit-Diois-016** – Apresentada ao comitê técnico de assessoramento à Diois, minuta da norma revisada. Nesta norma, as principais mudanças são:

**Separação das atividades de verificação/inspeção das linhas de inspeção e das atividades de calibração da linha de inspeção.**

**Definição de necessidade de calibração da linha de inspeção por laboratórios acreditados** – Atendimento ao documento ILAC P-10 (Política de rastreabilidade nas medições).

# Necessidade de revisão das normas NBR 14040 e Nit-Diois-016

O que ainda está faltando para implementar a revisão da Nit-Diois-016?

- a – Definição de quais intervenções/manutenções são consideradas críticas nas linhas de inspeção e necessitam de novas verificações e calibrações; (já enviado e-mail a fabricantes solicitando contribuições)
  
- b – Laboratórios de calibração acreditados que prestem os serviços de calibração da linha de inspeção (frenômetro, banco de suspensão e placa de desvio lateral);

# Necessidade de revisão das normas NBR 14040 e Nit-Diois-016

O que ainda está faltando para implementar a revisão da Nit-Diois-016?

c – Definição de prazos para transição/adequação dos OI e fabricantes aos novos critérios;

6 (seis) meses após a publicação da norma todos os organismo deverão ter suas linhas de inspeção calibradas em laboratórios acreditados, caso estas não estejam calibradas será dada uma não conformidade e o prazo de implementação desta não-conformidade poderá ser de 1(ano). Na próxima avaliação se esta não-conformidade ainda for evidenciada será tratada como reincidente e será aplicada a política de sanções para não-conformidade reincidentes descritas na norma Nie-Cgcre-141;

1 ano e 6 meses após a publicação da norma todas as linha devem estar calibradas por laboratórios acreditados.

# Necessidade de revisão das normas NBR 14040 e Nit-Diois-016

Ações que já estão em andamento (2):

2 – Revisão da NBR 14040 – Já está ocorrendo na ABNT, CB-16 (comitê de transporte e tráfego), a revisão da NBR 14040 (todas as suas partes). Nesta revisão estão sendo discutidos novos critérios, requisitos e definições para as linhas de inspeção.

a – Propor que as linhas de inspeção utilizadas por OI sejam certificadas.

O processo de certificação consistem em:

a1 – Avaliação e aprovação do projeto construtivo do equipamento (mecânica, eletrônica, hardware e software) – Para isso, além da inserção dos novos requisitos construtivos do equipamento, já foi proposto documento com requisitos de softwares na revisão a NBR 14040

# Necessidade de revisão das normas NBR 14040 e Nit-Diois-016

Ações que já estão em andamento (2):

a2 – Verificação das instalações + calibração estática + Verificação do desempenho dinâmico do equipamento instalado e antes do mesmo ser colocado em uso. Após estas etapas, e sendo o equipamento aprovado, o mesmo é certificado por um período de 2 a 3 anos.

Após este período, deve-se realizar novamente a Verificação das instalações + calibração estática + Verificação do desempenho dinâmico do equipamento instalado para garantir que o mesmo continua atendendo às especificações.

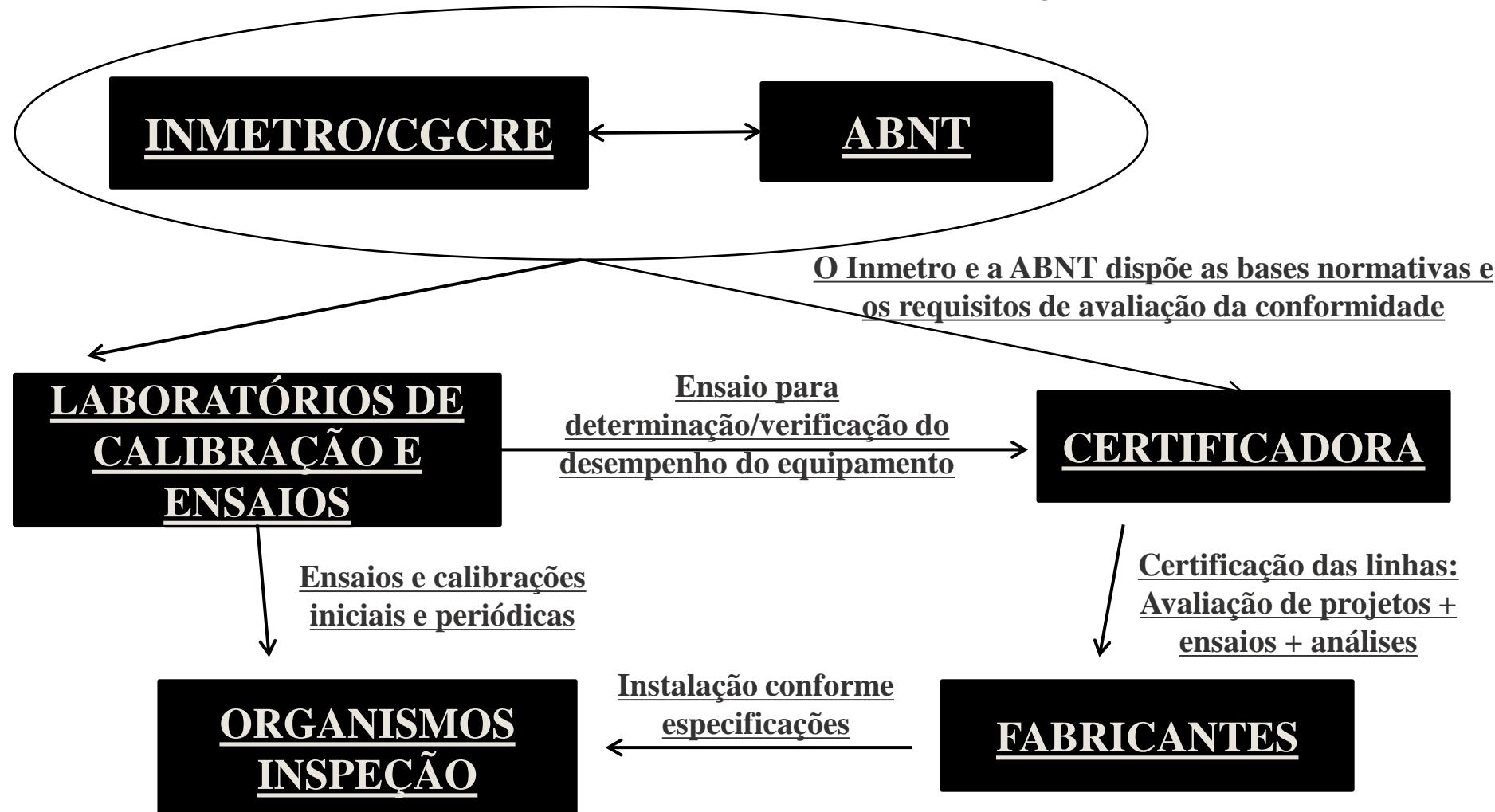
Dentro do período de “validade da certificação” o equipamento deve ser adequadamente mantido, verificado e calibrado(estático) anualmente, ou quando houver intervenções significativas.

# Necessidade de revisão das normas NBR 14040 e Nit-Diois-016

O que ainda está faltando?

- a – Finalizar a revisão da NBR 14040;
- b – Ter organismos de certificação acreditados para tal atividade;
- c – Definição de prazos para transição/adequação dos OI e fabricantes aos novos critérios;
- d – Laboratórios de calibração acreditados que prestem os serviços de calibração da linha de inspeção (frenômetro, banco de suspensão e placa de desvio lateral);
- e – Finalizar a metodologia de ensaio dinâmico da linha de inspeção juntamente com laboratórios de ensaios

# Modelo para certificação



# **Modelo para certificação**

**O que fazer com equipamentos já em atividade:**

- Prazo inicial para que todos os fabricantes busquem a apresentação e adequação do projeto construtivo/hardware/software dos equipamentos existentes. (prazo de 6 meses para documentação conforme);
- Para os equipamentos que estiverem com a documentação conforme, haverá mais 6 meses para que sejam realizadas alterações e adequações, caso necessário e, após isso os mesmos estejam calibrados. Ao final, deve ser realizada a verificação das instalações do equipamento (Desta forma, temos um prazo total de 1 ano = 6 meses documentação + 6 meses para adequações).
- Os equipamentos que não se adequarem não deverão ser utilizados;

# Modelo para certificação

O prazo final para que seja todo o processo seja finalizado ( certificação e verificação in loco + calibração + verificação dinâmica) será de 18 meses, contudo é necessário que existam os serviços de calibração e ensaios disponíveis.

# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

## Análises estatísticas:

- Analise da significância dos parâmetros em cada uma das 18 regressões:
  - Testes T para parâmetros (a, b) ( $H_0$ : parâmetro é nulo);
  - Teste de Heterocedasticidade dos resíduos (variância não constante);
  - Teste de normalidade dos resíduos dos dados – aderência ao modelo RLS;

# Resultados 2ª rodada de ensaios dinâmicos

Resultado dos testes:

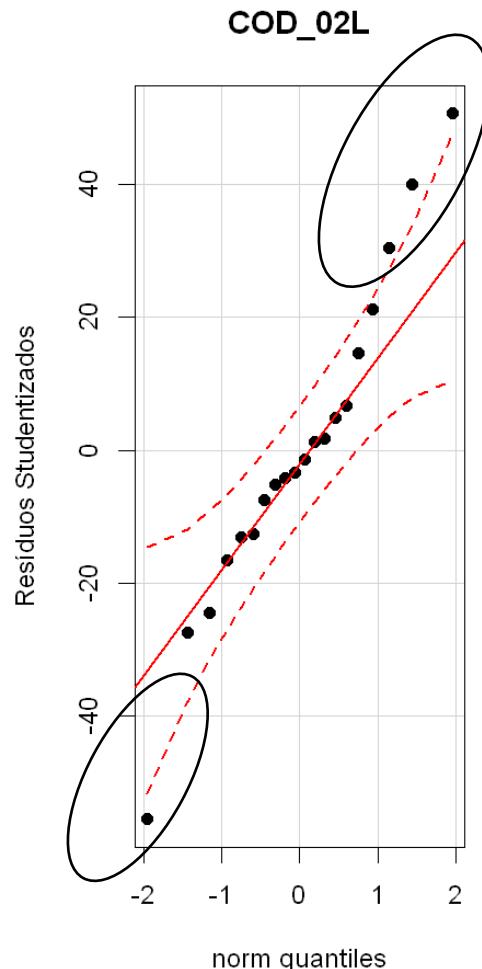
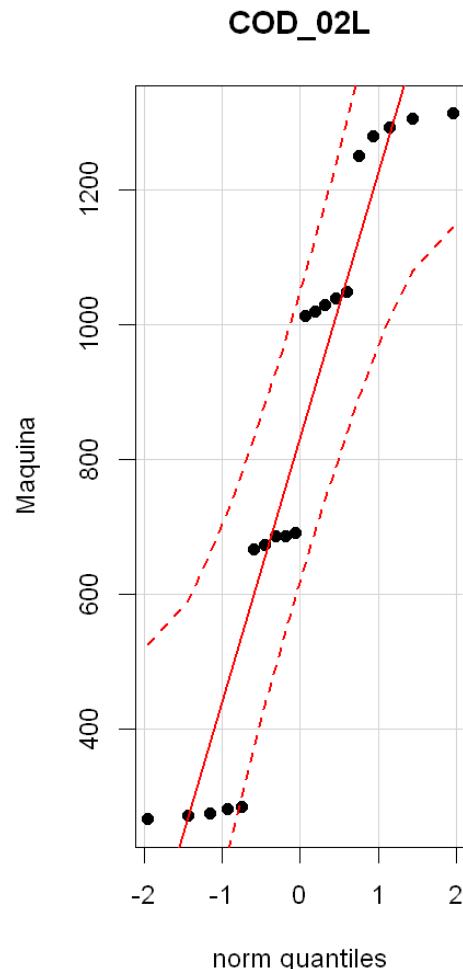
fabricante	PARÂMETROS DA REGRESSÃO		TESTES ESTATÍSTICOS		
	Coef. Ang	Coef. Lin.	RLS	HOMOCEDASTICIDADE DOS RESÍDUOS	NORMALIDADE DOS RESÍDUOS
COD_01L	0,991333965	-10,0262763	OK*	Variância Constante	OK
COD_02L	1,028437345	-29,85528725	OK	Variância Não Constante	OUTLIER
COD_03L	0,967072999	-7,378609169	OK	Variância Constante	OK
COD_04M	0,912458693	72,88408458	OK	Variância Constante	OK
COD_05L	1,073990468	15,99061403	OK*	Variância Constante	OK
COD_06L	1,021605502	15,04878946	OK*	Variância Constante	OK
COD_07M	0,976757986	19,022726	OK*	Variância Não Constante	OK
COD_08M	1,235724234	26,83172023	OK*	Variância Constante	OK
COD_09P	0,884877943	54,12976255	OK	Variância Constante	OK
COD_10L	0,972847706	10,39256859	OK	Variância Constante	OK
COD_11P	0,886606975	155,9743158	OK	Variância Constante	OK
COD_12L	0,444160031	152,5322876	OK	Variância Constante	OK
COD_13M	0,991489347	-23,10212729	OK	Variância Constante	OK
COD_14P	1,043431159	5,904106447	OK*	Variância Constante	OK
COD_15M	1,045688531	2,835842039	OK*	Variância Constante	OK
COD_16M	0,933669147	80,21918687	OK	Variância Constante	OK
COD_17L	0,849455961	34,5613804	OK	Variância Constante	OK
COD_18M	0,949871949	-23,11038244	OK	Variância Constante	OK

# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

Resultado dos testes:

Causas da reprovação:  
“Outliers” dispostos nos  
extremos das curvas.

Evidência de Curtose na  
distribuição dos dados.



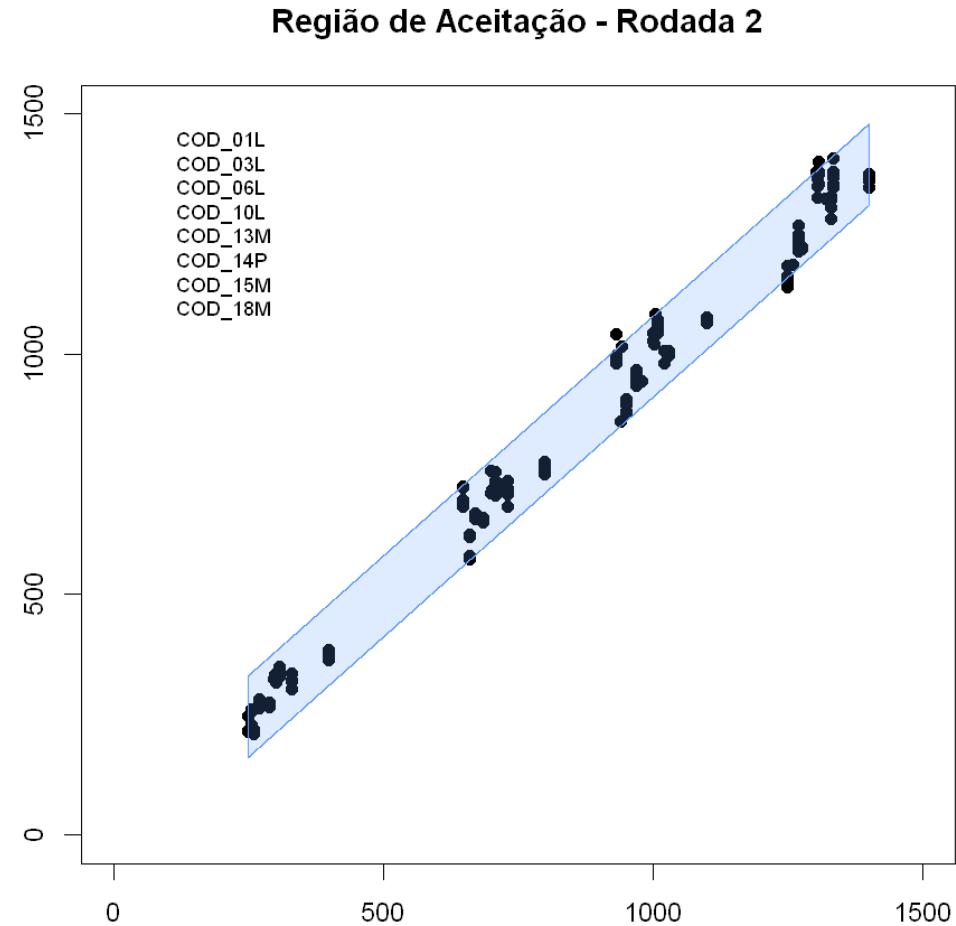
# Resultados 2ª rodada de ensaios dinâmicos

Critério adicional: Intervalo aceitável para o Coeficiente Angular [0,95 – 1,05]

fabricante	PARÂMETROS DA REGRESSÃO		RLS	TESTES ESTATÍSTICOS	
	Coef. Ang	Coef. Lin.		HOMOCEDASTICIDADE DOS RESÍDUOS	NORMALIDADE DOS RESÍDUOS
COD_01L	0,991333965	-10,0262763	OK*	Variância Constante	OK
COD_02L	1,028437345	-29,85528725	OK	Variância Não Constante	OUTLIER
COD_03L	0,967072999	-7,378609169	OK	Variância Constante	OK
COD_04M	0,912458693	72,88408458	OK	Variância Constante	OK
COD_05L	1,073990468	15,99061403	OK*	Variância Constante	OK
COD_06L	1,021605502	15,04878946	OK*	Variância Constante	OK
COD_07M	0,976757986	19,022726	OK*	Variância Não Constante	OK
COD_08M	1,235724234	26,83172023	OK*	Variância Constante	OK
COD_09P	0,884877943	54,12976255	OK	Variância Constante	OK
COD_10L	0,972847706	10,39256859	OK	Variância Constante	OK
COD_11P	0,886606975	155,9743158	OK	Variância Constante	OK
COD_12L	0,444160031	152,5322876	OK	Variância Constante	OK
COD_13M	0,991489347	-23,10212729	OK	Variância Constante	OK
COD_14P	1,043431159	5,904106447	OK*	Variância Constante	OK
COD_15M	1,045688531	2,835842039	OK*	Variância Constante	OK
COD_16M	0,933669147	80,21918687	OK	Variância Constante	OK
COD_17L	0,849455961	34,5613804	OK	Variância Constante	OK
COD_18M	0,949871949	-23,11038244	OK	Variância Constante	OK

# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

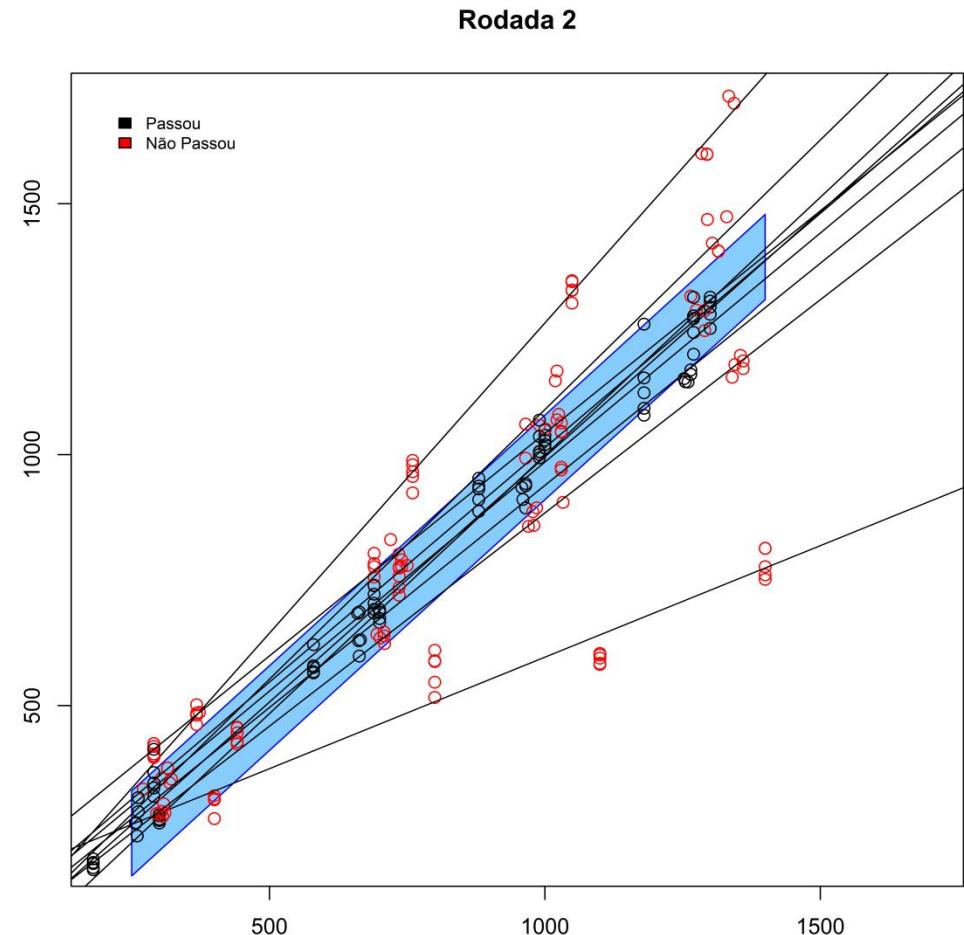
- Regressão Linear Simples com os fabricantes: 1, 3, 6, 10, 13, 14, 15, 18.
- Reta de consenso:
  - $Y = aX + b$
- Região de Aceitação (RA): Intervalo de Confiança para os valores, não para a reta;
  - Valores fora da RA: é parte do modelo, dado o grau de confiança (95%).



# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

Região de Aceitação (RA), em azul, com os participantes do consenso;

- Pontos pretos: medições de fabricantes, não participantes dos consenso, cujas medições (todas) estiveram dentro da RA;
- Pontos vermelhos: medições de fabricantes , não participantes dos consenso, cujas medições (todas) estiveram fora da RA;



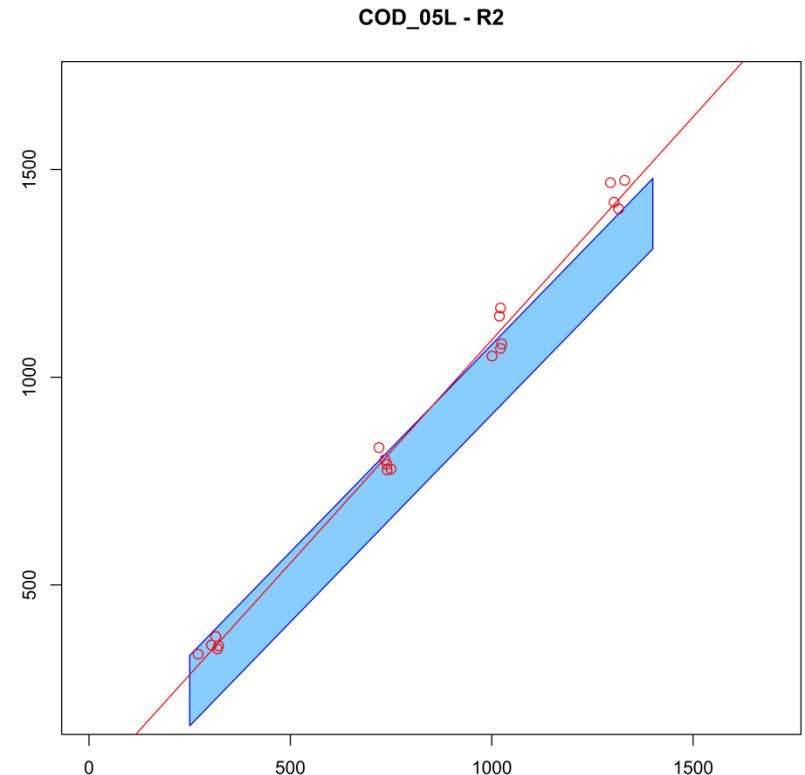
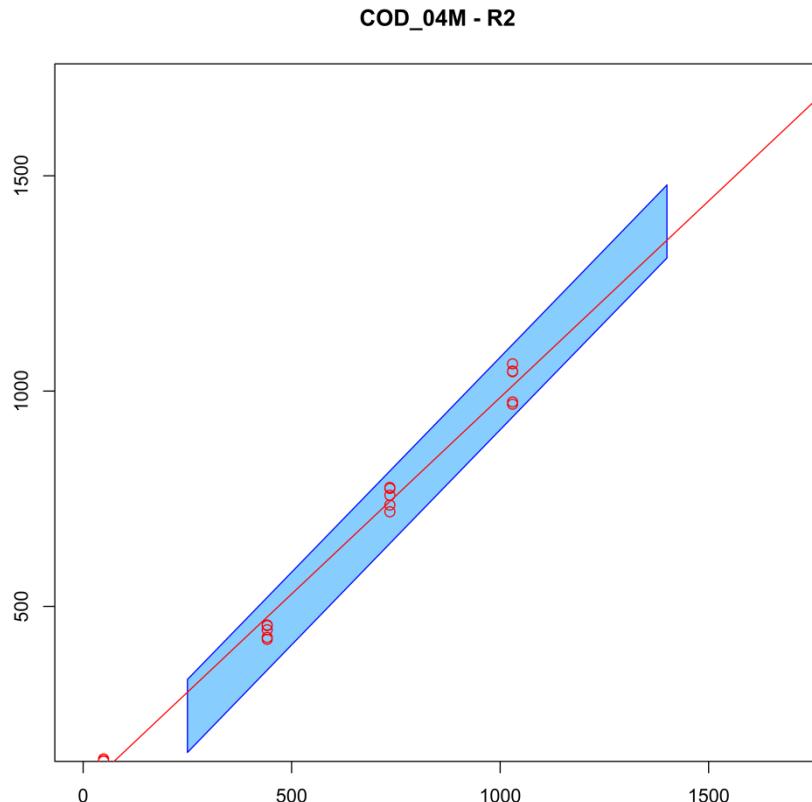
# Resultados 2ª rodada de ensaios dinâmicos

Resultados com o teste na RA

fabricante	PARÂMETROS DA REGRESSÃO		RLS	TESTES ESTATÍSTICOS		TESTE MODELO
	Coef. Ang	Coef. Lin.		HOMOCEDASTICIDADE DOS RESÍDUOS	NORMALIDADE DOS RESÍDUOS	
COD_01L	0,991333965	-10,0262763	OK*	Variância Constante	OK	-
COD_02L	1,028437345	-29,85528725	OK	Variância Não Constante	OUTLIER	OK
COD_03L	0,967072999	-7,378609169	OK	Variância Constante	OK	-
COD_04M	0,912458693	72,88408458	OK	Variância Constante	OK	NÃO
COD_05L	1,073990468	15,99061403	OK*	Variância Constante	OK	NÃO
COD_06L	1,021605502	15,04878946	OK*	Variância Constante	OK	-
COD_07M	0,976757986	19,022726	OK*	Variância Não Constante	OK	OK*
COD_08M	1,235724234	26,83172023	OK*	Variância Constante	OK	NÃO
COD_09P	0,884877943	54,12976255	OK	Variância Constante	OK	OK*
COD_10L	0,972847706	10,39256859	OK	Variância Constante	OK	-
COD_11P	0,886606975	155,9743158	OK	Variância Constante	OK	NÃO
COD_12L	0,444160031	152,5322876	OK	Variância Constante	OK	NÃO
COD_13M	0,991489347	-23,10212729	OK	Variância Constante	OK	-
COD_14P	1,043431159	5,904106447	OK*	Variância Constante	OK	-
COD_15M	1,045688531	2,835842039	OK*	Variância Constante	OK	-
COD_16M	0,933669147	80,21918687	OK	Variância Constante	OK	OK*
COD_17L	0,849455961	34,5613804	OK	Variância Constante	OK	NÃO
COD_18M	0,949871949	-23,11038244	OK	Variância Constante	OK	-

# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

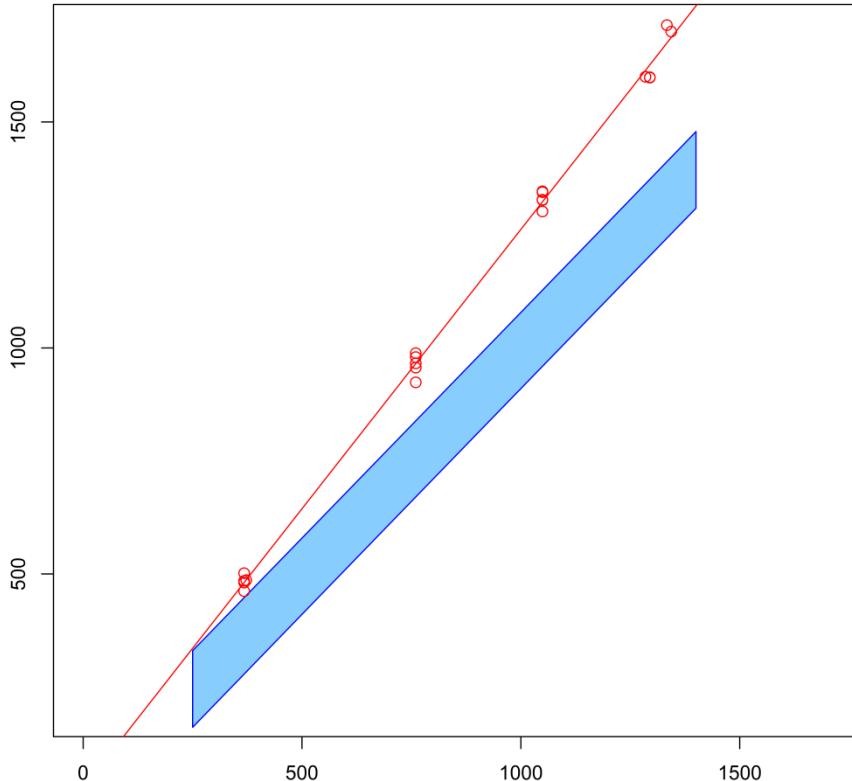
Não passaram



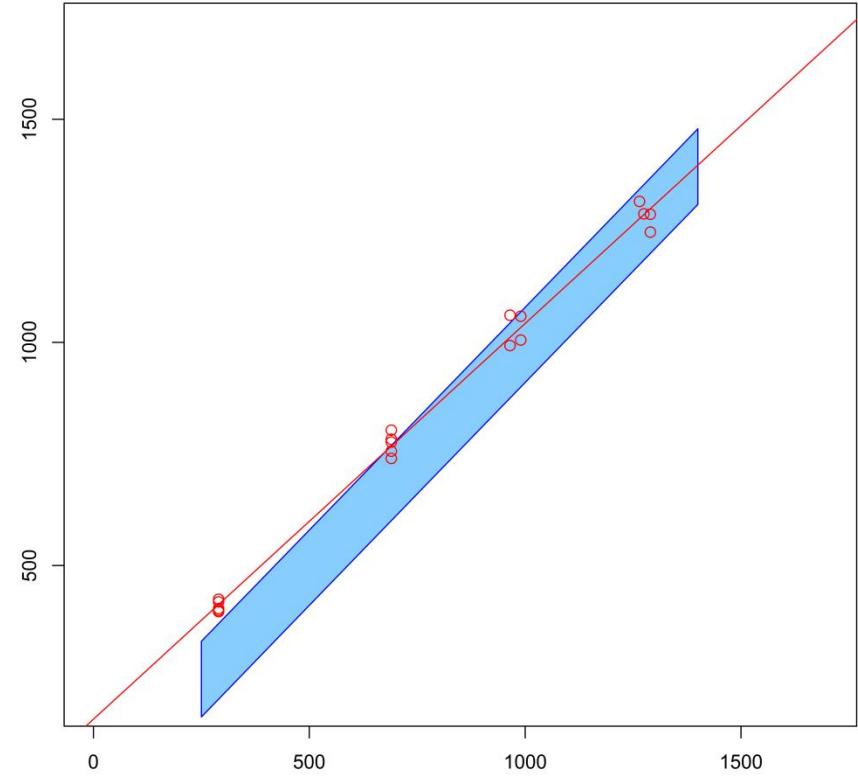
# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

Não passaram

COD\_08M - R2



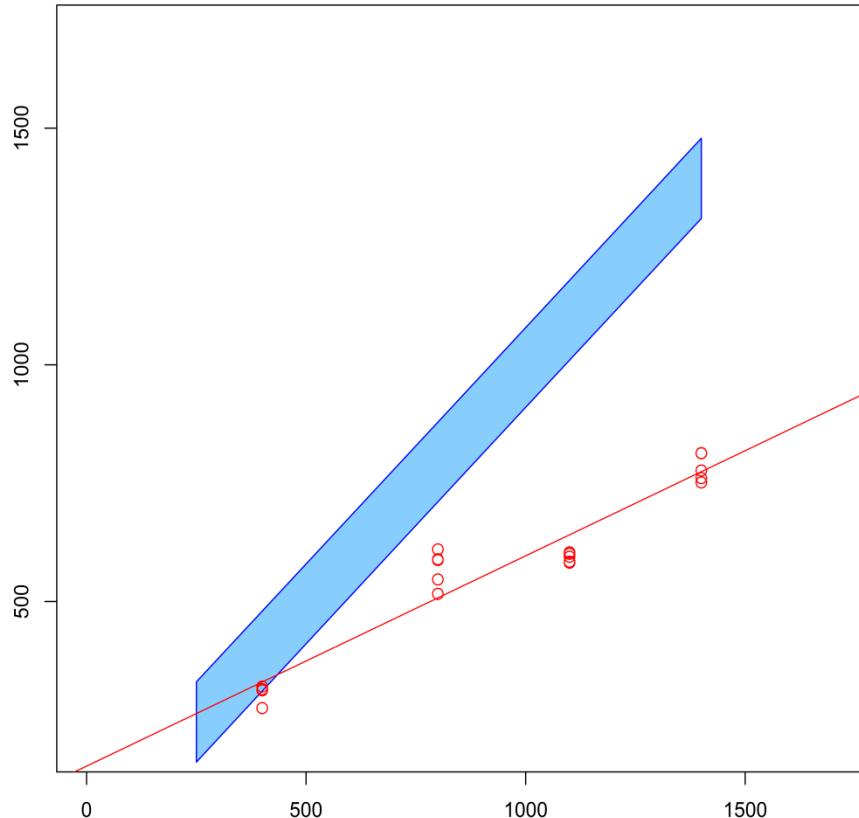
COD\_11P - R2



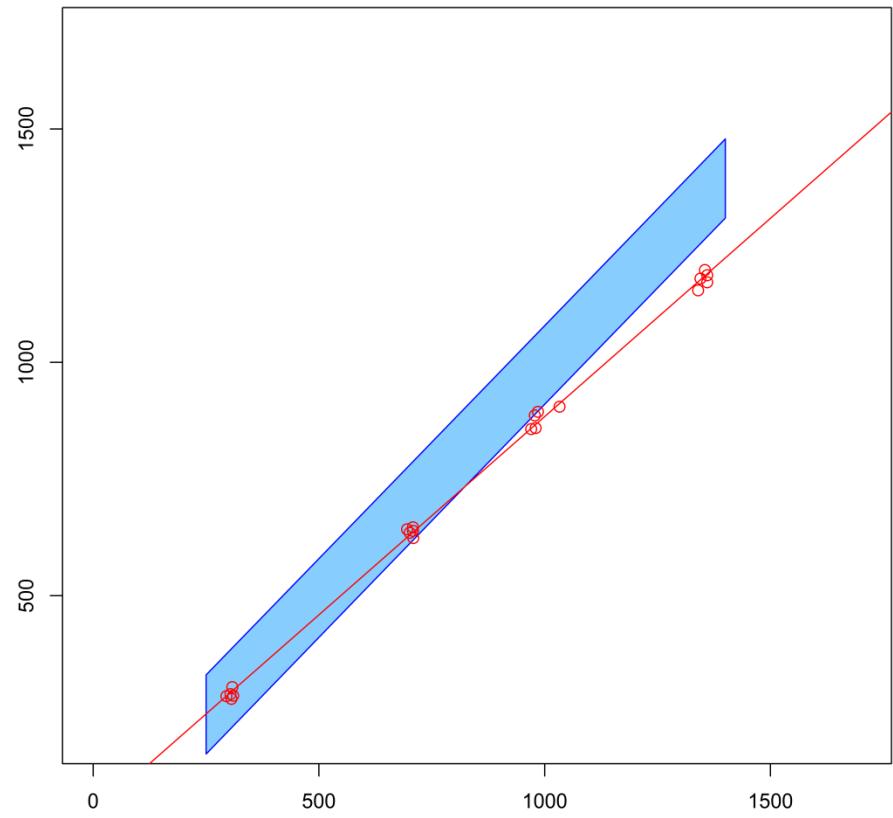
# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

Não passaram

COD\_12L - R2



COD\_17L - R2



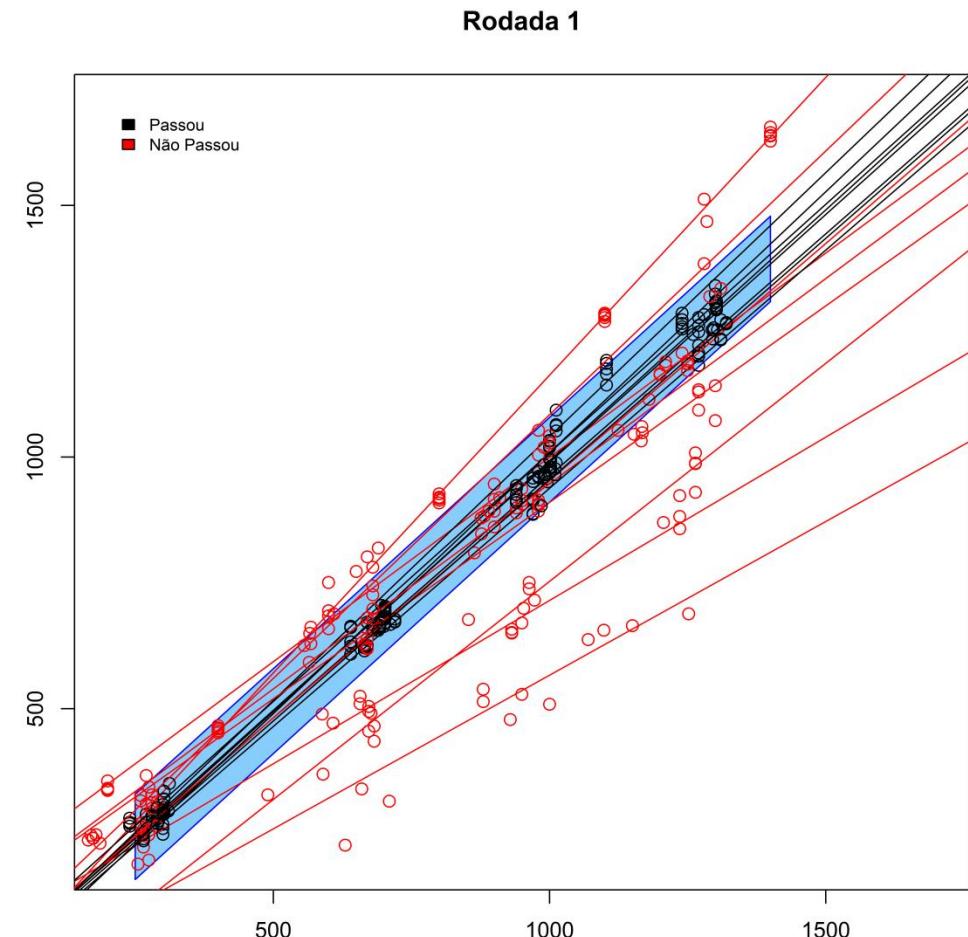
# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

Dados da 1<sup>a</sup> Rod. tratados seguindo a mesma estratégia da 2<sup>a</sup> Rod. e foram testados na (RA) definida a partir dos dados da 2<sup>a</sup> Rodada.

Região de Aceitação (RA), em azul, com os participantes do consenso (2<sup>a</sup> Rod.);

Pontos pretos: medições de fabricantes cujas medições (todas) estiveram dentro da RA;

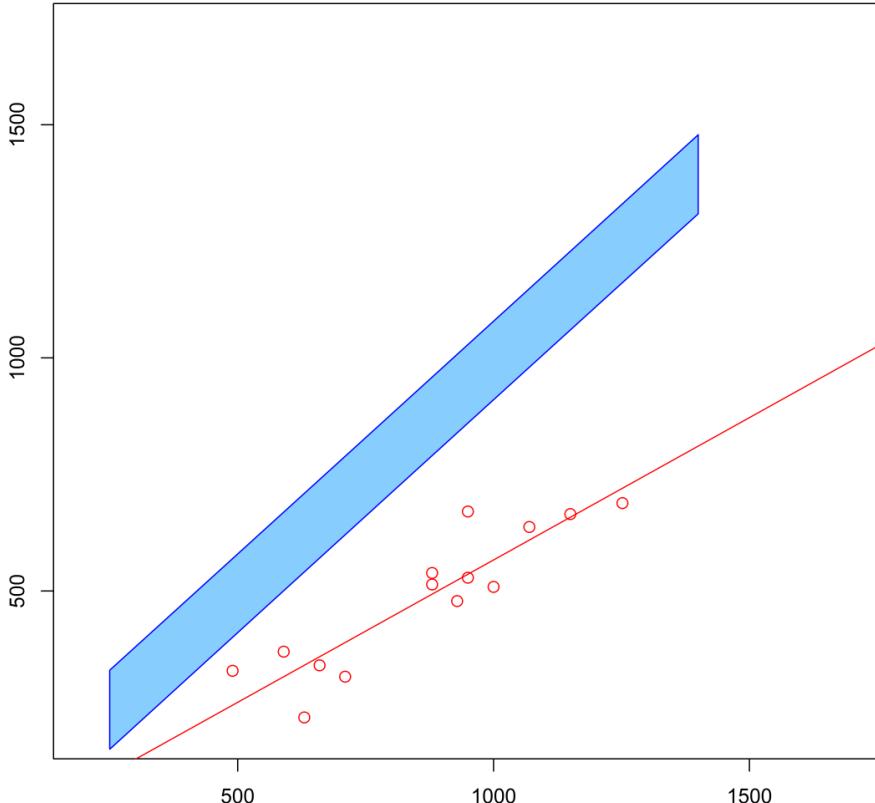
Pontos vermelhos: medições de fabricantes cujas medições (todas) estiveram fora da RA;



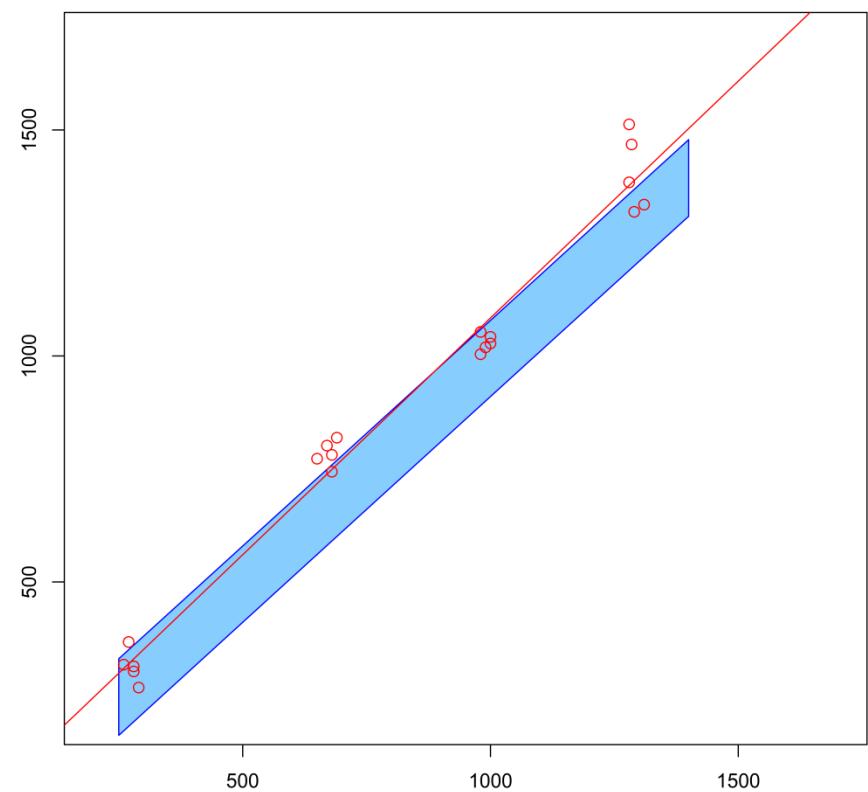
# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

Não passaram (1 Rod. Testados no modelo 2)

COD\_04M - R1

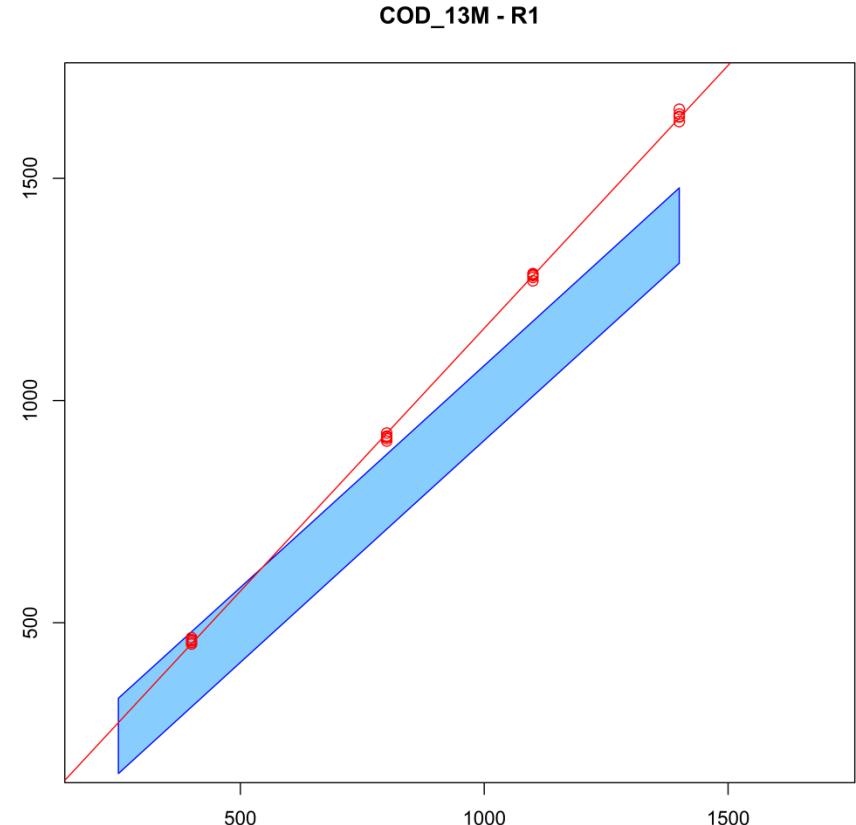
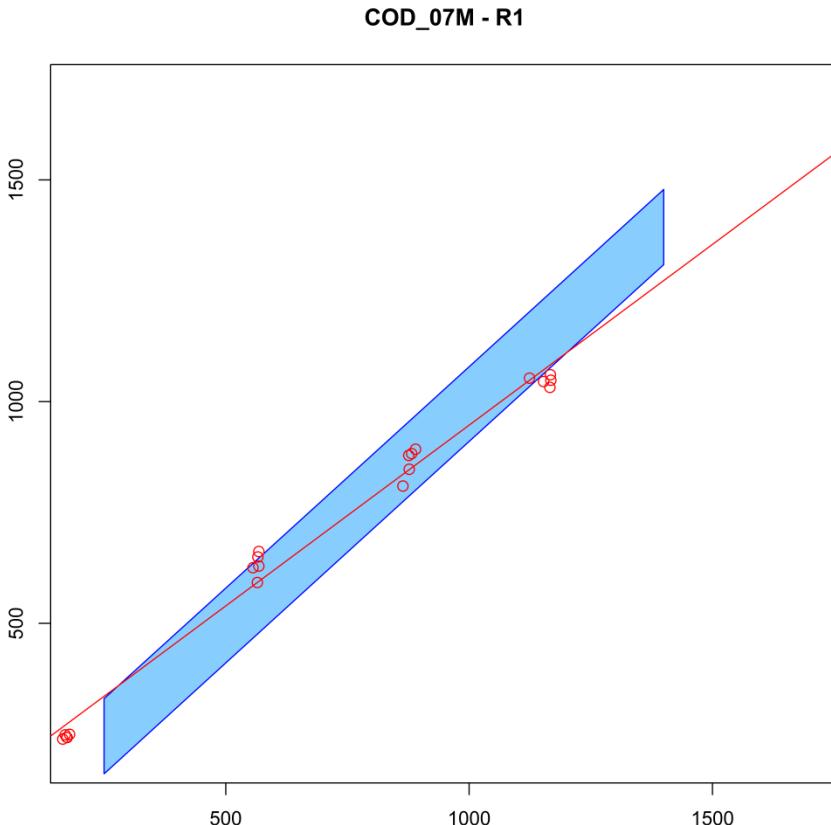


COD\_05L - R1



# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

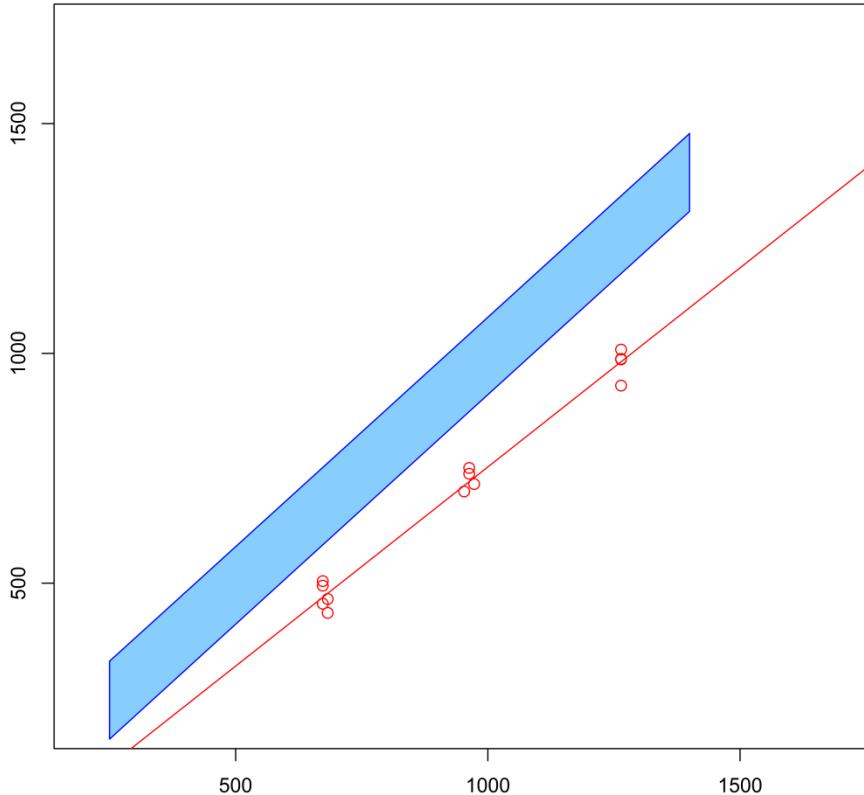
Não passaram (1 Rod. Testados no modelo 2)



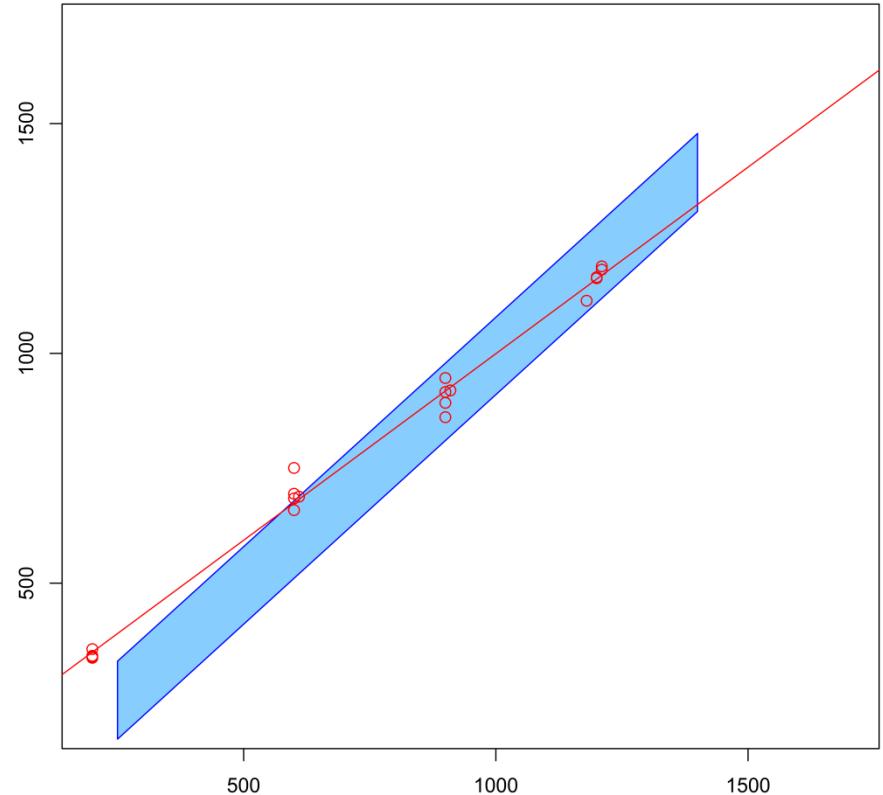
# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

Não passaram (1 Rod. Testados no modelo 2)

COD\_15M - R1



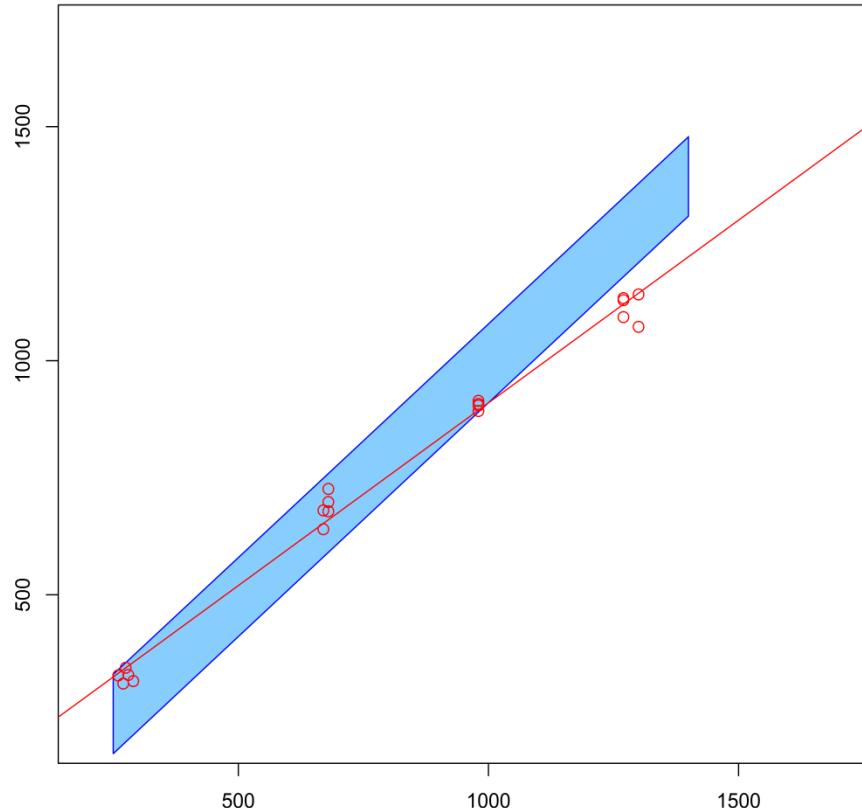
COD\_16M - R1



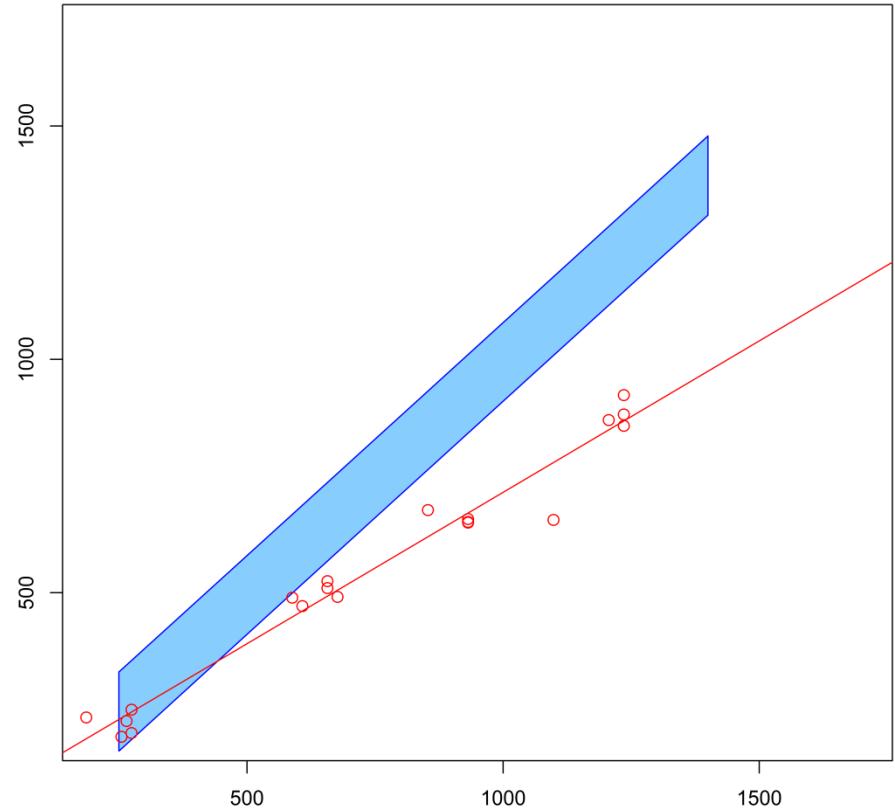
# Resultados 2<sup>a</sup> rodada de ensaios dinâmicos

Não passaram (1 Rod. Testados no modelo 2)

COD\_18M - R1



COD\_29M - R1



# Resultados 2ª rodada de ensaios dinâmicos

## Análise de Covariância (ANCOVA)

fabricante	p.valor	Teste Ancova	mesma linha	interv. Signf
COD_02L	0,196183189	As curvas NÃO são diferentes	NÃO	-
COD_03L	9,34E-06	As curvas DIFEREM	SIM	-
COD_04M	4,91E-15	As curvas DIFEREM	SIM	HOUVE
COD_05L	0,94685336	As curvas NÃO são diferentes	SIM	-
COD_06L	1,01E-12	As curvas DIFEREM	SIM	-
COD_07M	0,996433956	As curvas NÃO são diferentes	NÃO	-
COD_08M	6,48E-16	As curvas DIFEREM	NÃO	-
COD_09P	0,82962063	As curvas NÃO são diferentes	SIM	-
COD_10L	0,236461036	As curvas NÃO são diferentes	SIM	-
COD_11P	3,48E-06	As curvas DIFEREM	SIM	-
COD_13M	2,66E-17	As curvas DIFEREM	SIM	HOUVE
COD_14P	6,39E-11	As curvas DIFEREM	SIM	-
COD_15M	3,74E-19	As curvas DIFEREM	SIM	-
COD_16M	0,266537178	As curvas NÃO são diferentes	SIM	-
COD_17L	3,77E-07	As curvas DIFEREM	SIM	-
COD_18M	0,149034415	As curvas NÃO são diferentes	SIM	-

# Muito Obrigado!

## Contatos:

**Tiago Dantas** – [tdoliveira@inmetro.gov.br](mailto:tdoliveira@inmetro.gov.br)

**Guilherme Pedrosa** – [gcpedrosa@inmetro.gov.br](mailto:gcpedrosa@inmetro.gov.br)

**Paulo Lyra** – [plferreira@inmetro.gov.br](mailto:plferreira@inmetro.gov.br)

**Gabriel Sarmanho** – [gfsarmanho@inmetro.gov.br](mailto:gfsarmanho@inmetro.gov.br)