

Nº176367

Aprimoramento de uma bancada de teste acelerado de durabilidade para máquinas agrícolas

Rynaldo Zanotele Hemerly de Almeida

Luiz Eduardo Lopes

João Carlos Savio Cordeiro

José Gabriel Vicente

Sergio Francisco Dela Antonio

Claudio Massumi Oda Nishimura

Palestra apresentada no Congresso SAE do Brasil, 2019.

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

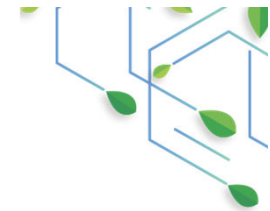
Congresso **2019**
SAE DDASIL
SAE BRASIL

VEÍCULOS E VIAS INTELIGENTES -
O CAMINHO PARA A MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

HOST



SCANIA



Aprimoramento de uma bancada de teste acelerado de durabilidade para máquinas agrícolas

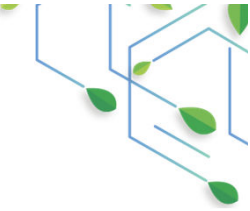


Rynaldo Z. H. de Almeida
Luiz Eduardo Lopes*
João Carlos S. Cordeiro
José Gabriel Vicente
Sérgio F. Dela Antonio
Cláudio Oda Nishimura

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
LEME – Laboratório de Equipamentos Mecânicos e Estruturas (leme@ipt.br)

* POLI-USP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo





Introdução

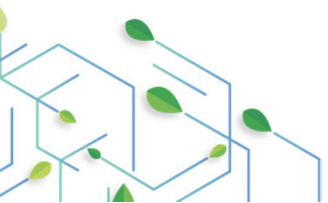
Motivação

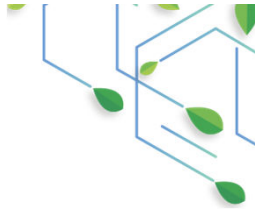
Aumentar a disponibilidade das máquinas em campo

- Área plantada em SP: 23% da área total do estado
- Safra (6 meses): 3000 a 4000 horas de operação das máquinas

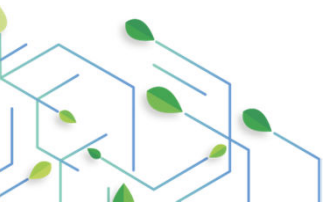
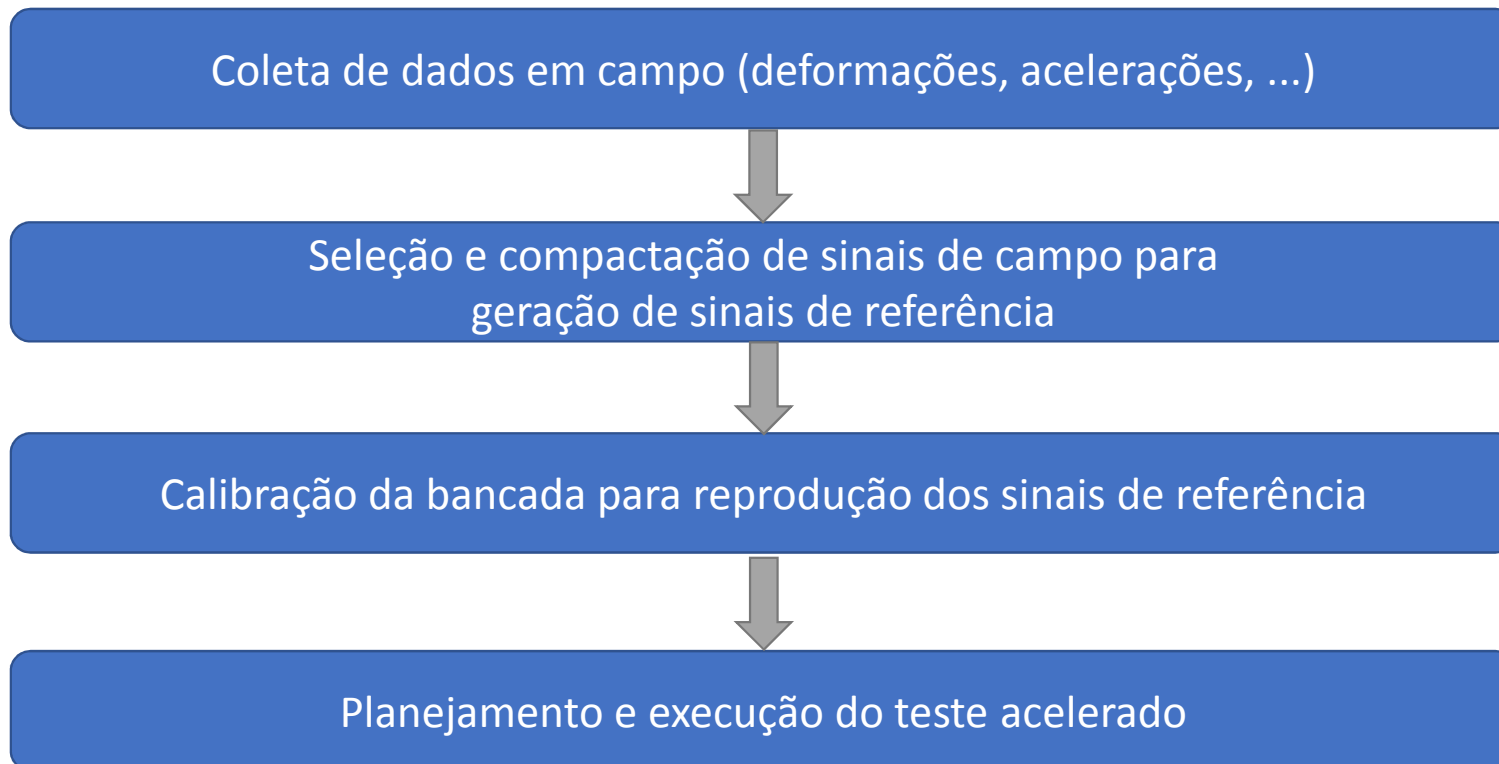
Necessidade de teste de durabilidade

Ferramentas de projeto possuem limitações para predição de vida em fadiga, principalmente quanto a efeitos de processos de fabricação.



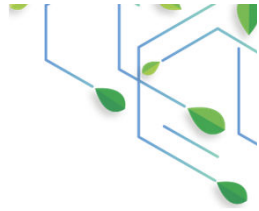


Etapas do teste acelerado de durabilidade

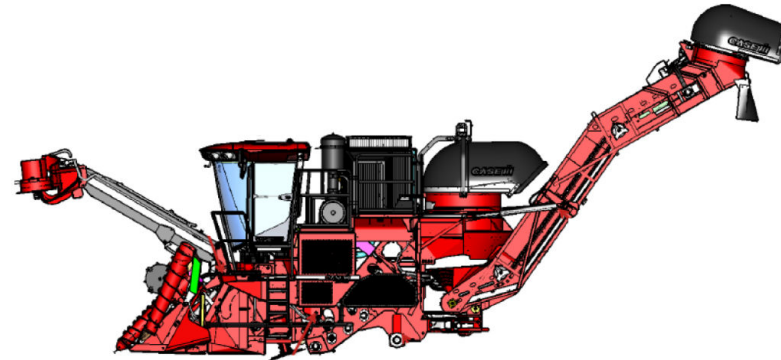


Bancada calibrada



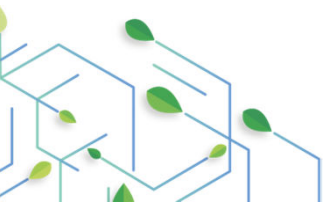


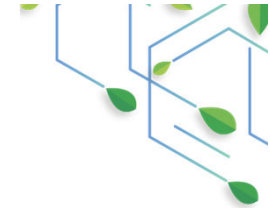
Objeto de teste e requisitos para a bancada



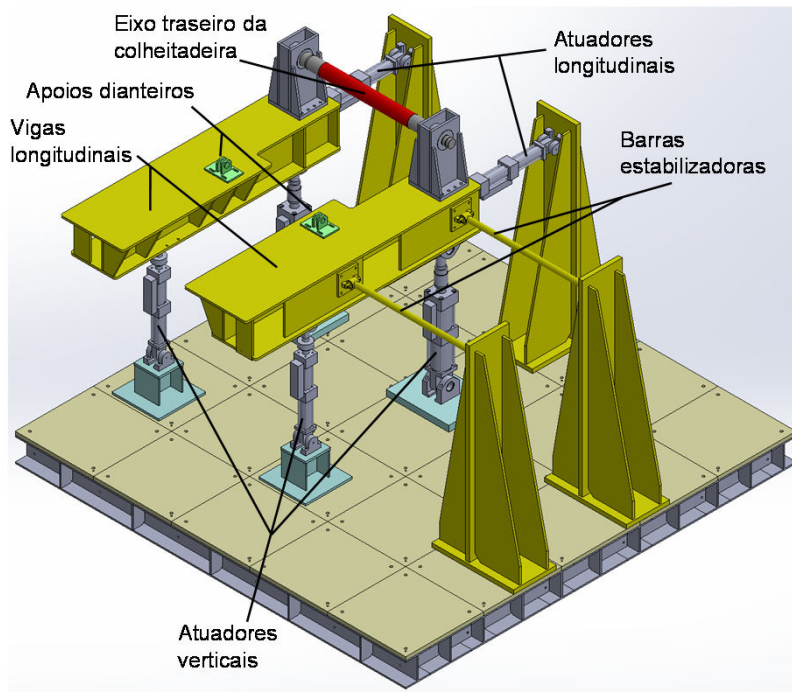
- Foco: **chassi**
- Máquina sobre esteiras (não sobre pneus);
- Massa total ≈ 15.000 kg;
- Concentração do peso nos apoios traseiros (aproximadamente 75 %);

- Acelerações (pico) ≈ 2 g;
- Velocidades (pico) ≈ 1 m/s;
- Deslocamentos verticais (curso total) ≈ 200 mm;
- Deslocamentos longitudinais (curso total) ≈ 200 mm;
- Deslocamentos laterais desprezíveis;
- Conteúdo em frequências $\approx 0,5$ Hz a 30 Hz.

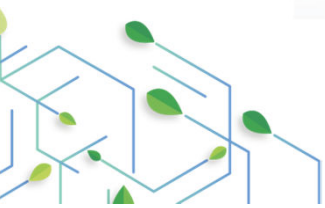


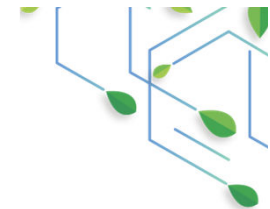


Primeira versão do mecanismo da bancada

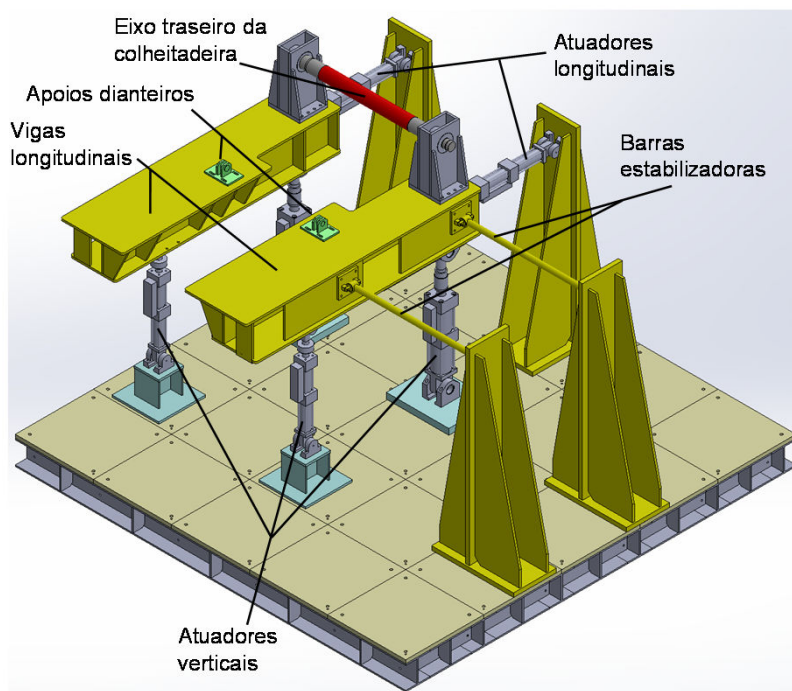


Concepção (não utilizada devido à torção e ao afastamento das vigas longitudinais)

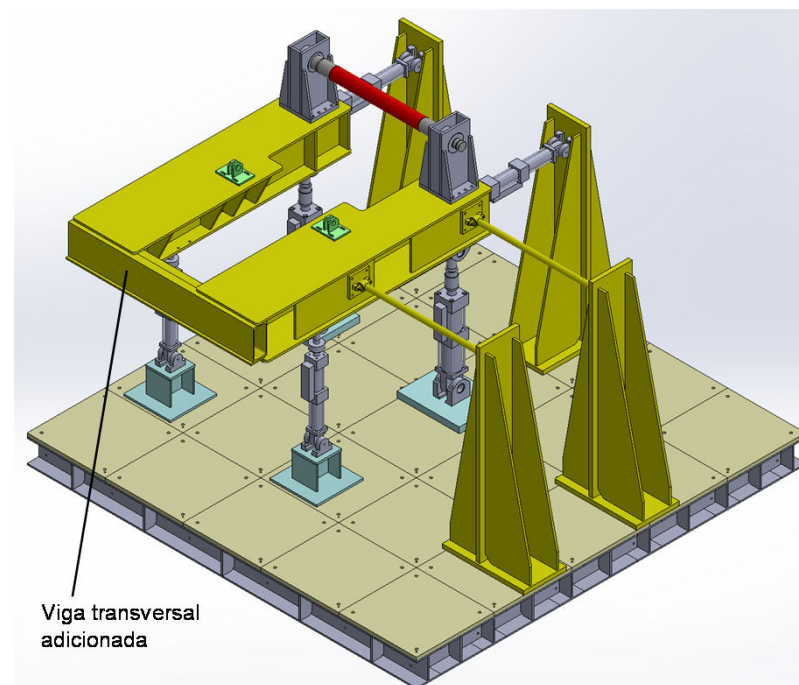




Primeira versão do mecanismo da bancada

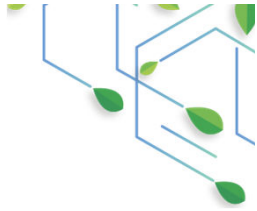


Concepção (não utilizada devido à torção e ao afastamento das vigas longitudinais)



Primeira versão (solução de compromisso entre representação e exequibilidade)

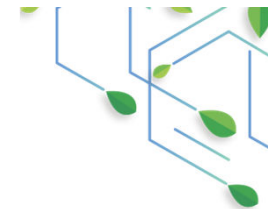




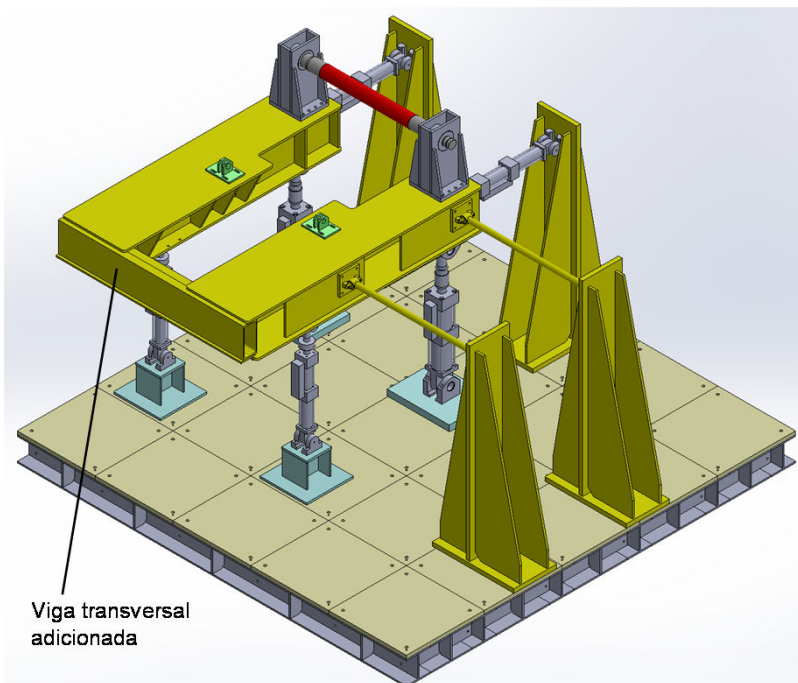
Resumo de resultados da primeira versão

- Sucesso na execução da calibração da bancada e do teste acelerado de durabilidade
- Razoável uniformidade de dano estrutural ao longo do chassi, exceto por uma região específica com solicitações maiores que o desejado (causou falhas em acessório fora do foco da análise e aumentou tempo total de teste devido a paradas para manutenção corretiva)

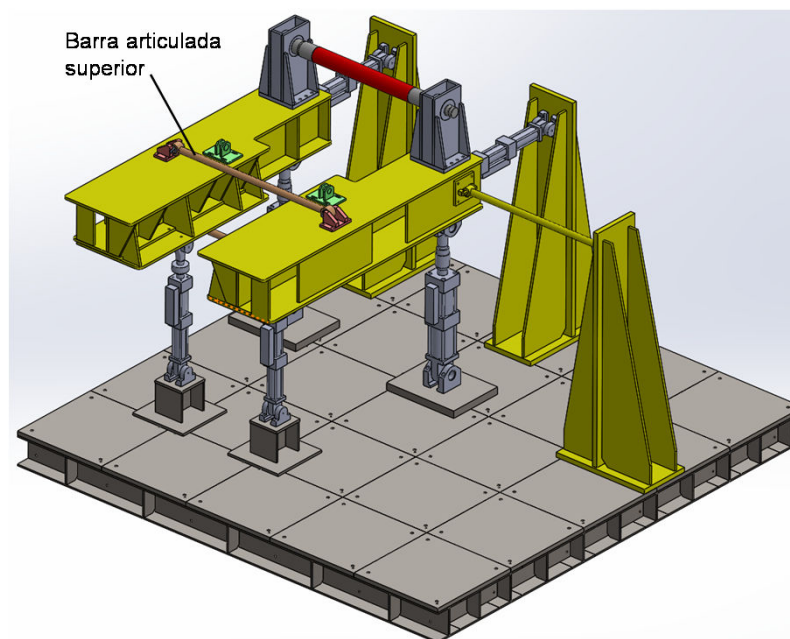




Aprimoramento do mecanismo da bancada

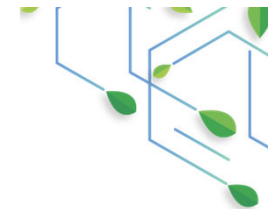


Primeira versão (solução de compromisso entre representação e exequibilidade)



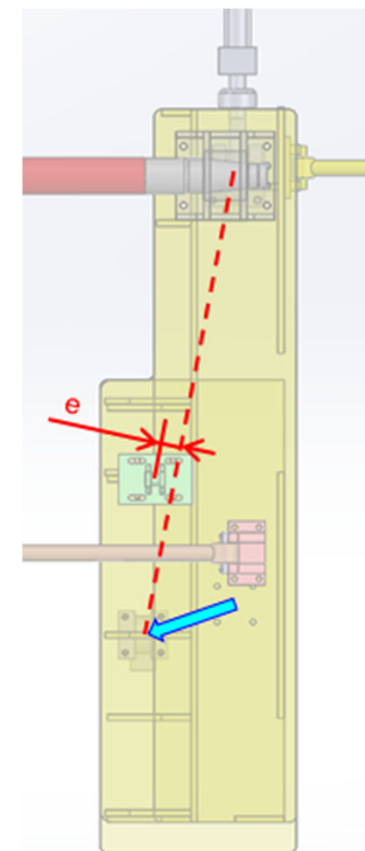
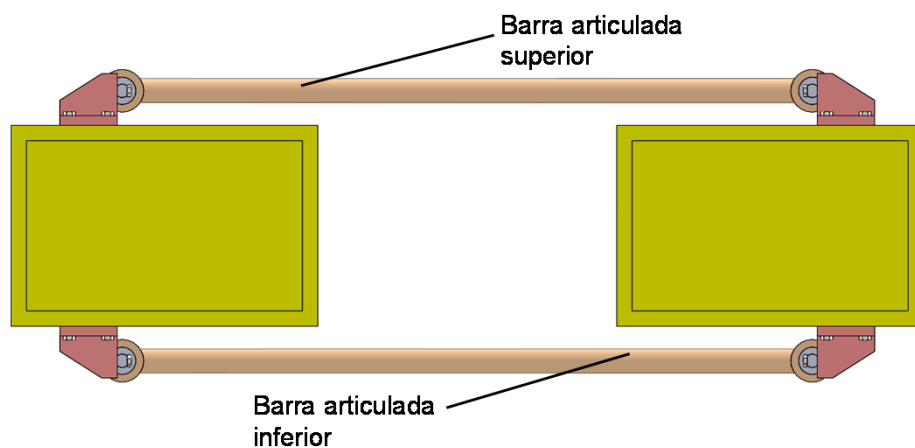
Mecanismo aprimorado (possibilidade de movimento relativo entre vigas longitudinais)

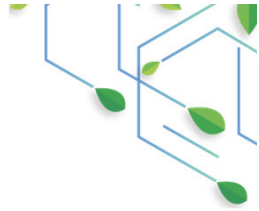




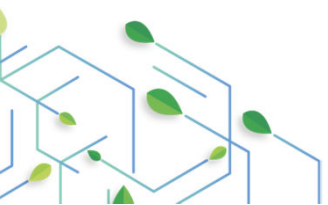
Aprimoramento do mecanismo da bancada

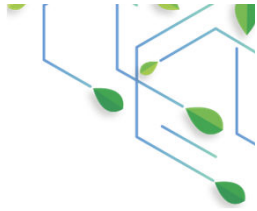
- Adição de barras articuladas formando paralelogramo articulado
- Reposicionamento de atuadores dianteiros
- Remoção de uma das barras estabilizadoras laterais





Montagem final da bancada

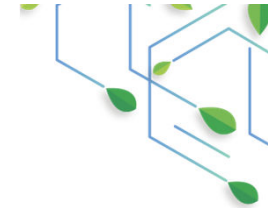




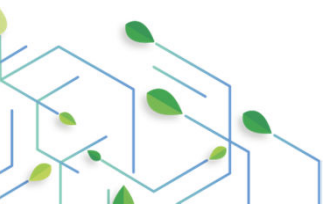
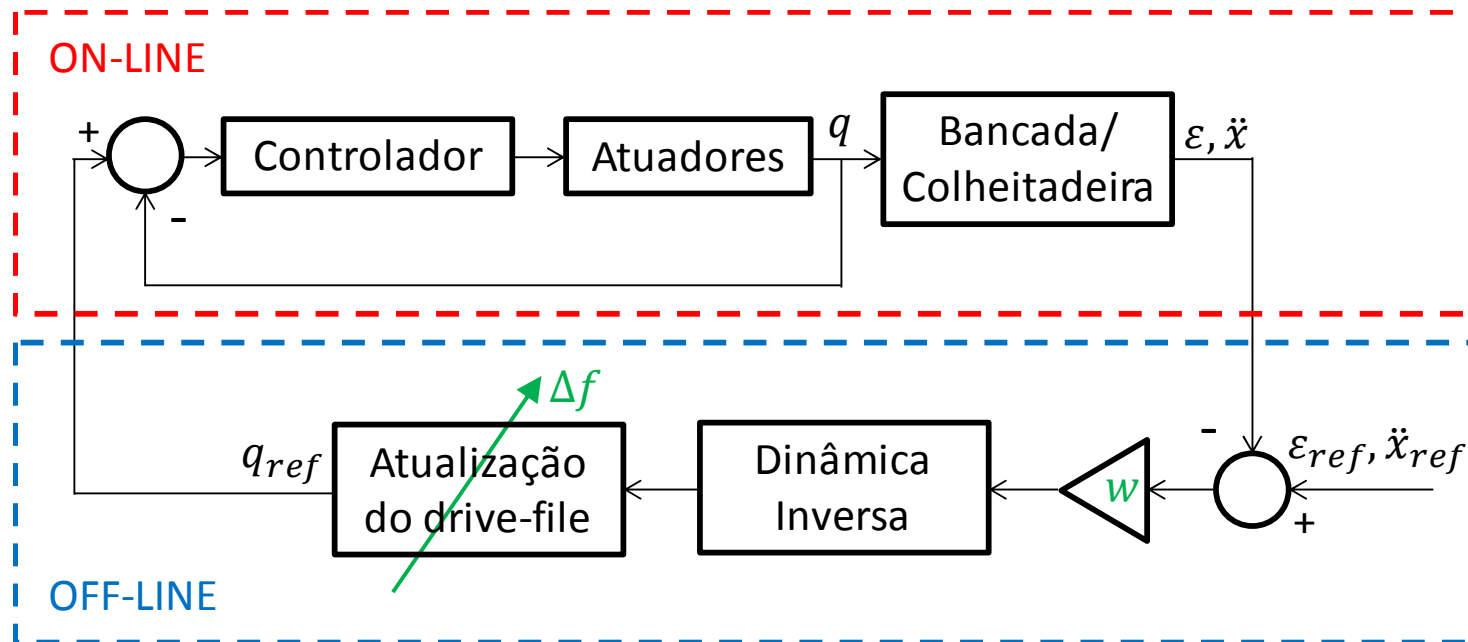
Sistema de controle e processo de calibração da bancada

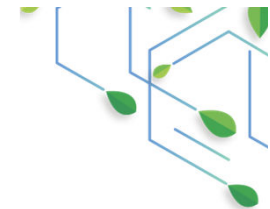
- **Objetivo:** obter deformações e acelerações mais próximas possíveis dos sinais de referência (sinais de campo compactados)
- **Problema:** fechamento da malha nessas variáveis pode resultar em solicitações estruturais não desejadas (complexidade dinâmica)
- **Calibração:** identificação dos deslocamentos dos atuadores (*drive-files*) necessários para se obter as respostas desejadas
 - 1ª Etapa: Identificação da dinâmica entre atuadores e sensores
 - 2ª Etapa: Execução de processo iterativo para obtenção dos *drive-files*





Sistema de controle e processo de calibração da bancada





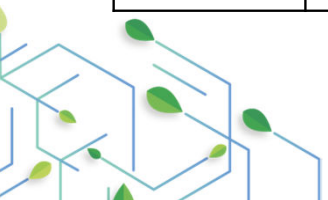
Resultados - Razões entre RMS dos sinais obtidos e referências

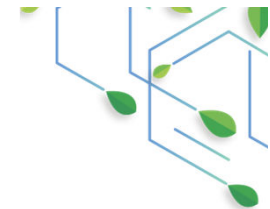
Strain Gage	Bancada Anterior r_{RMS}	Bancada Aprimorada r_{RMS}
G01	0,98	1,30
G02	0,93	1,19
G03	1,08	0,99
G04	1,80	1,06
G05	0,77	0,94
G06	0,83	0,90
G07	0,89	0,97
G08	0,75	1,01

Condição de Operação 1

Strain Gage	Bancada Anterior r_{RMS}	Bancada Aprimorada r_{RMS}
G01	0,83	0,66
G02	0,86	0,60
G03	1,14	1,12
G04	1,31	1,12
G05	0,97	1,20
G06	1,09	1,20
G07	0,89	1,28
G08	1,00	1,24

Condição de Operação 2





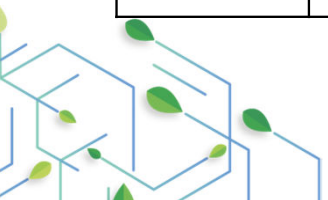
Resultados - Razões entre RMS dos sinais obtidos e referências

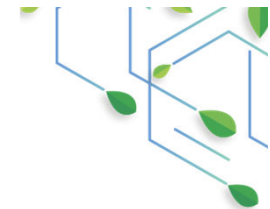
Strain Gage	Bancada Anterior r_{RMS}	Bancada Aprimorada r_{RMS}
G01	0,84	1,03
G02	0,83	1,08
G03	0,83	0,83
G04	1,80	0,37
G05	1,14	0,93
G06	1,32	0,91
G07	0,81	1,08
G08	0,72	1,03

Condição de Operação 3

Strain Gage	Bancada Anterior r_{RMS}	Bancada Aprimorada r_{RMS}
G01	1,11	1,05
G02	1,02	0,86
G03	1,15	0,97
G04	2,73	0,40
G05	0,99	1,07
G06	0,91	1,04
G07	0,64	0,90
G08	0,81	1,03

Condição de Operação 4

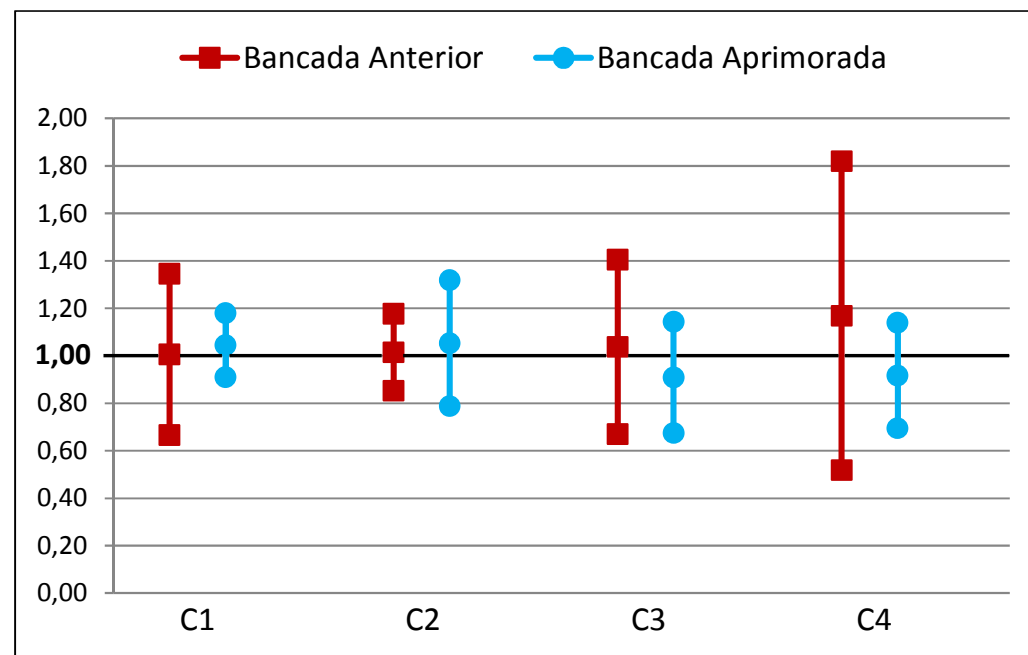


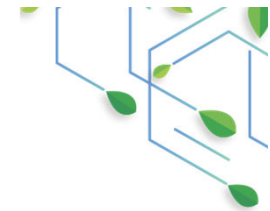


Média e desvio padrão dos resultados

Condição	Bancada Anterior Média	Bancada Aprimorada Média
1	1,01	1,04
2	1,01	1,05
3	1,04	0,91
4	1,17	0,92

Condição	Bancada Anterior Desvio Padrão	Bancada Aprimorada Desvio Padrão
1	0,34	0,13
2	0,16	0,27
3	0,37	0,23
4	0,65	0,22

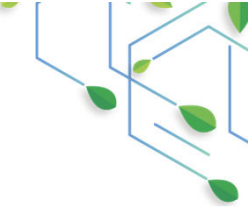




Convergência do processo de calibração

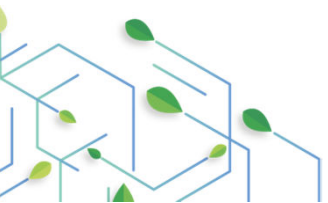
Condição	Bancada Anterior Iterações	Bancada Aprimorada Iterações
1	10	24
2	9	64
3	7	14
4	7	13





Conclusões

- Mecanismo aprimorado melhor se aproxima das condições reais da máquina original
- Melhoria de resultados da bancada aprimorada:
 - Solicitações excessivas foram evitadas (menor tempo total de teste)
 - Obteve-se maior uniformidade nas solicitações estruturais ao longo do chassi
- Aumento da complexidade dinâmica → mais iterações no processo de calibração



Obrigado!

rynaldo@ipt.br

