



Laboratório de Tecnologia em Atrito e Desgaste

Prof. Dr.-Ing. Sinésio D. Franco
Telefone: 034-3239-4555



us Santa Mônica

DESENVOLVIMENTO DE COMPONENTES RESISTENTES AO DESGASTE

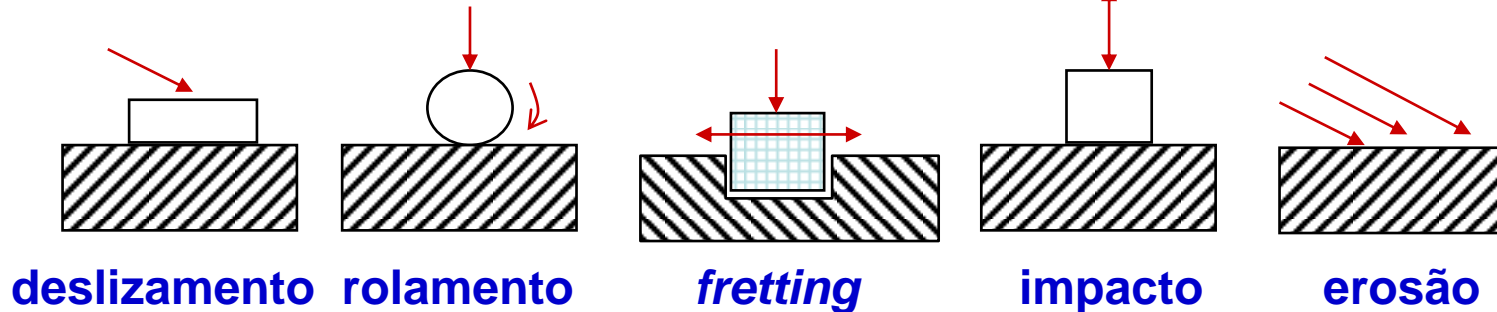
SUMÁRIO

1. TIPOS DE DESGASTE
2. ALGUNS EXEMPLOS DE DESENVOLVIMENTO DE COMPONENTES RESISTENTES AO DESGASTE NO LTAD

1 - INTRODUÇÃO

TIPOS DE DESGASTE:

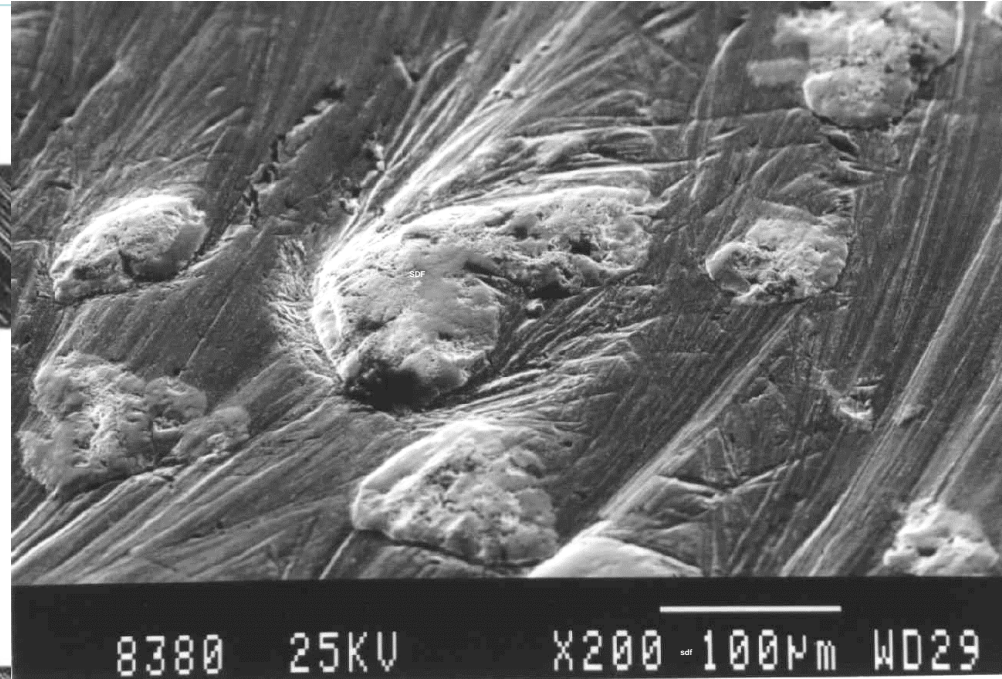
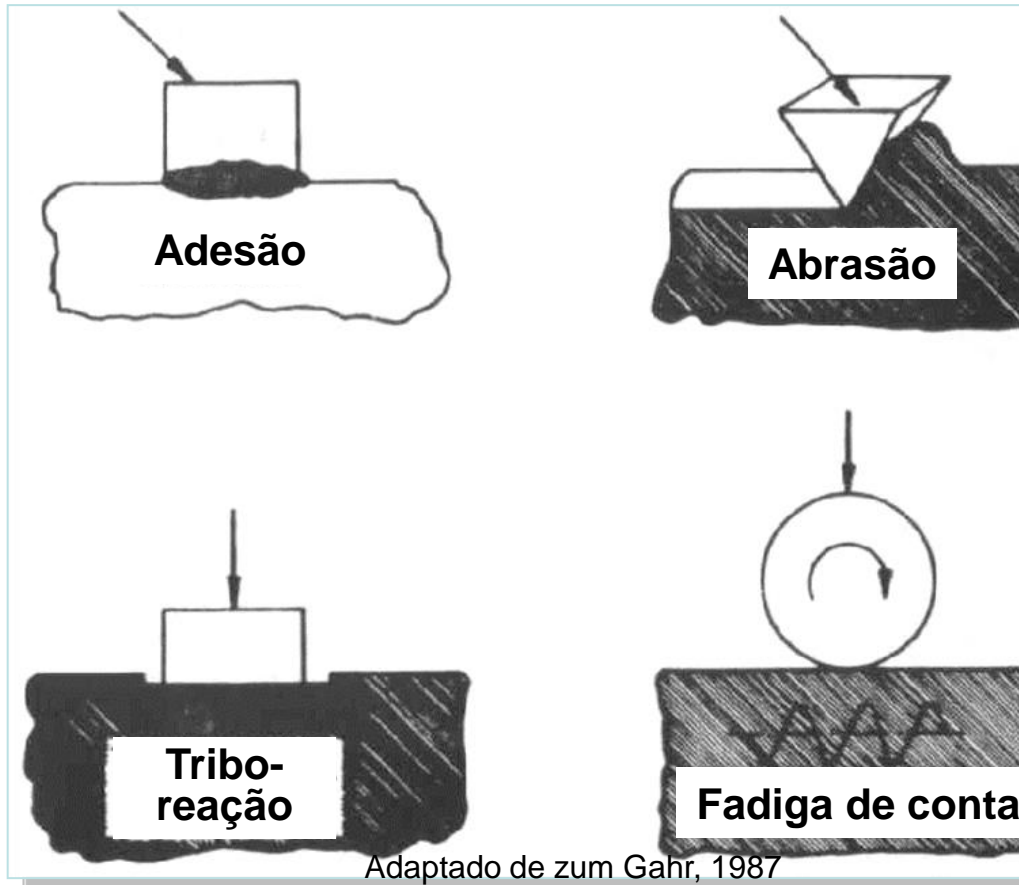
➔ SEGUNDO A CINEMÁTICA



➔ NATUREZA DOS ELEMENTOS INTERFACIAIS Seco e lubrificado

➔ MECANISMOS DE DESGASTE (DIN 50 320)

- ✓ Adesão
- ✓ Reação Triboquímica
- ✓ Fadiga de Contato
- ✓ Abrasão

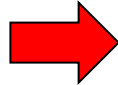


Material de alta resistência
à abrasão (WC/W₂C em matriz de aço
martensítico); abrasivo: SiO₂

ABRASÃO – causa de cerca de 50% das falhas

Exemplos de partículas duras (HP): SiO₂ , Al₂O₃ , fragmentos de desgaste, etc..

COMO PODEMOS CHEGAR A
PRODUTOS DE MELHOR
DESEMPENHO TRIBOLÓGICO?



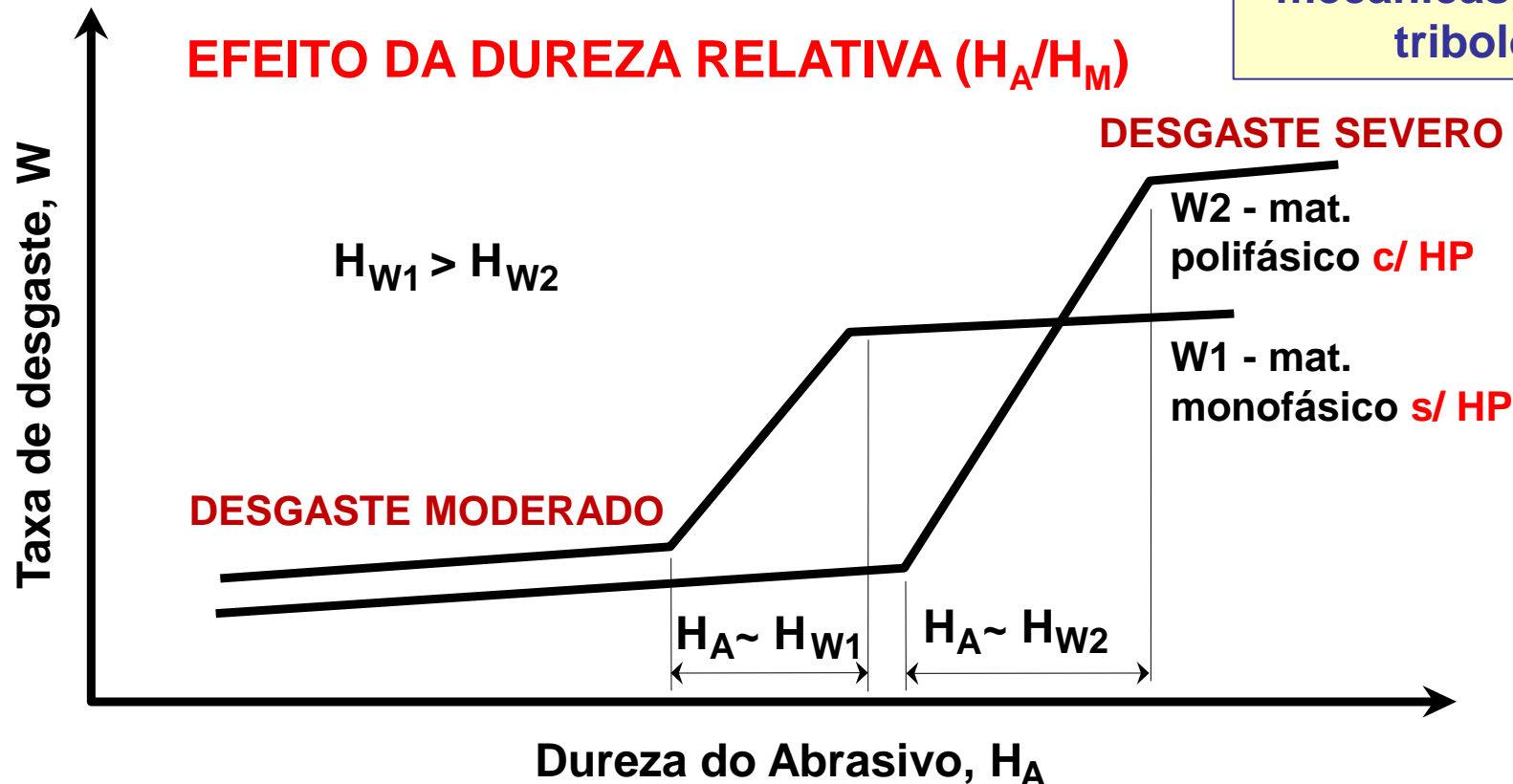
Avaliação sistêmica
dos processos



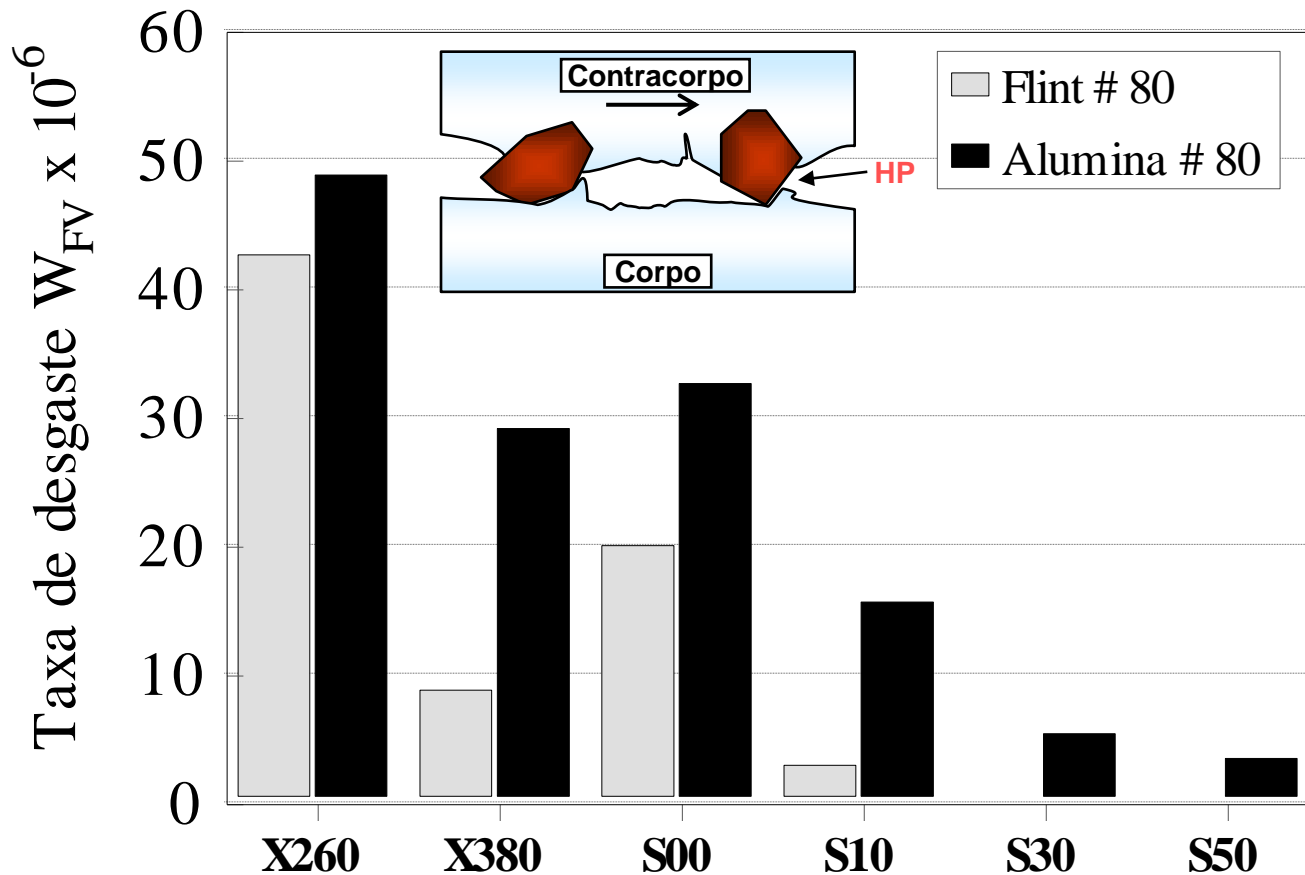
Desenvolvimento
de novos materiais
e revestimentos



Avaliando propriedades:
mecânicas, químicas e
tribológicas



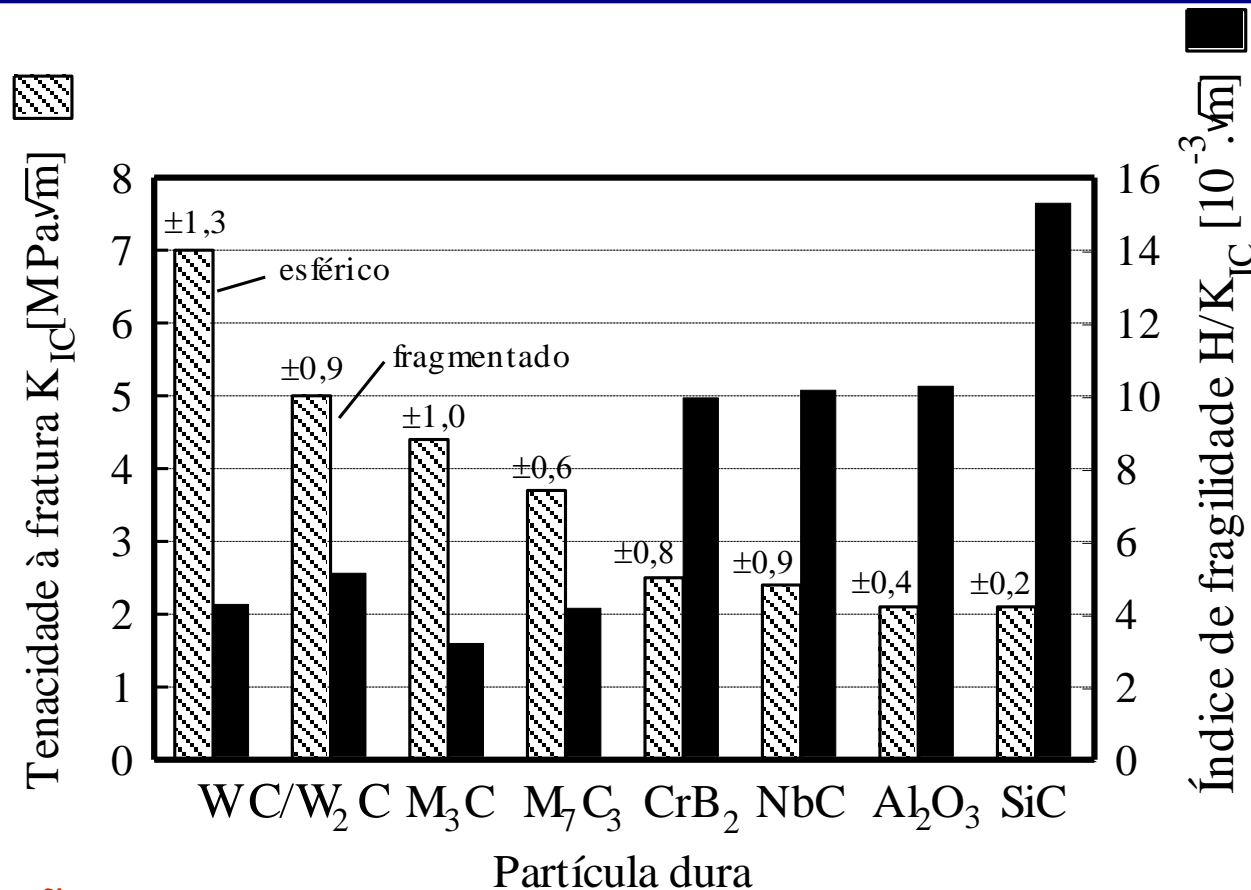
EFEITO DA QUANTIDADE DE FASE DURA (HP)



X260 - X260CrNiSi 20

X380 - X380CrMoNiSi 20 7

SXX - matriz de S 6-5-3 (equivalente ao aço-rápido M2) + WC/W₂C



RECOMENDAÇÕES

GERAIS NA ABRASÃO :

- ✓ Aumentar a dureza
- ✓ Usar materiais com fase dura ($H_{HP} > H_{AB}$)
- ✓ Evitar abrasão frágil (materiais c/ razoável K_{IC})
- ✓ Usar revestimentos duros c/ razoável “suporte mecânico”

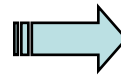
INFRAESTRUTURAS DISPONÍVEIS NO LTAD:

- ✓ **APRESENTADAS PELO ENG. JULIANO O. DE MORAIS**
- ✓ **VISITA AO LTAD, À TARDE**



2. ALGUNS EXEMPLOS DE DESENVOLVIMENTO DE COMPONENTES RESISTENTES AO DESGASTE NO LTAD

A – DESENVOLVIMENTO DE FERROS FUNDIDOS BRANCOS DE ALTO Cr (FFBACR) COM Nb PARA A INDUSTRIA MINERADORA



Óxidos observados no minério de cassiterita de Pitinga/AM e suas durezas (* - Uetz (1986))

	SnO₂	Fe₂O₃	ZrO₂	U₃O₈	Nb₂O₅	Ta₂O₅	SiO₂	Pb
% peso	3,20	5,30	1,62	0,04	0,42	0,07	76,77	0,03
HV0,1*	1017-1491	818-1097	≅ 1200	637-803	700-740	600-1030	800-1100	

Composição química dos FFBACr estudados (porcentagem em peso).

Base ⇒

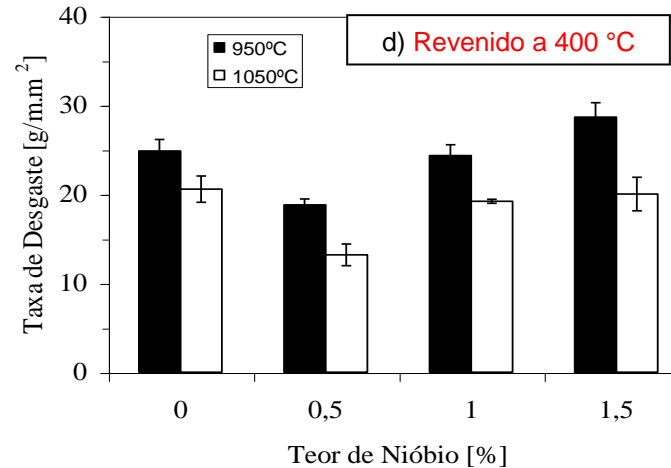
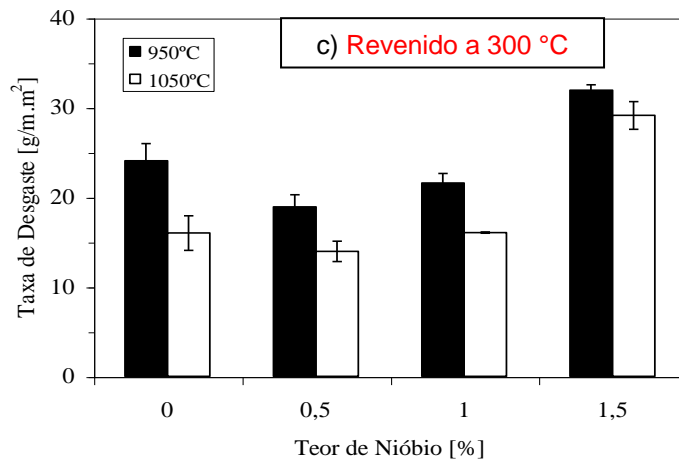
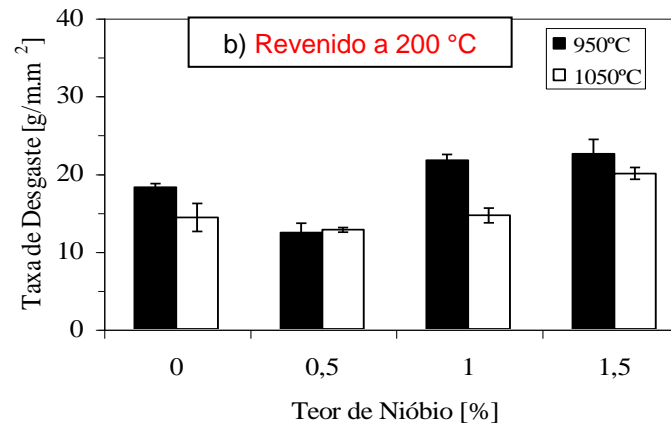
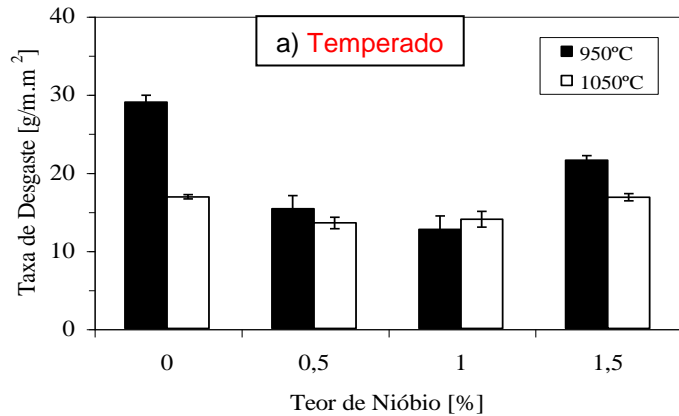
Liga	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Nb	Cu	S	P
15Cr2Mo	2,70	0,72	0,99	16,17	1,10	2,24	0,05	0,02	0,015	0,024
15Cr2Mo0,5Nb	2,94	0,71	0,97	16,04	1,10	2,24	0,51	0,03	0,017	0,022
15Cr2Mo1,0Nb	2,84	0,74	1,00	15,99	1,09	2,19	0,96	0,03	0,015	0,023
15Cr2Mo1,5Nb	2,86	0,73	1,11	16,34	0,70	1,86	1,49	0,02	0,010	0,030
15Cr1Mo1,0Nb	2,50	0,67	0,90	14,01	0,10	0,94	0,97	0,03	0,012	0,019

Tratamentos térmicos:

- ↻ Desestabilização - 950 e 1050°C/2h
- ↻ Têmpera - resfriamento c/ ar forçado
- ↻ Revenimento - 200, 300, 400 e 500°C/2 h

Ensaio de desgaste abrasivo:

- ↻ Pressão - 0,48 MPa
- ↻ Abrasivo - flint (SiO₂), 80 mesh (180 μm)

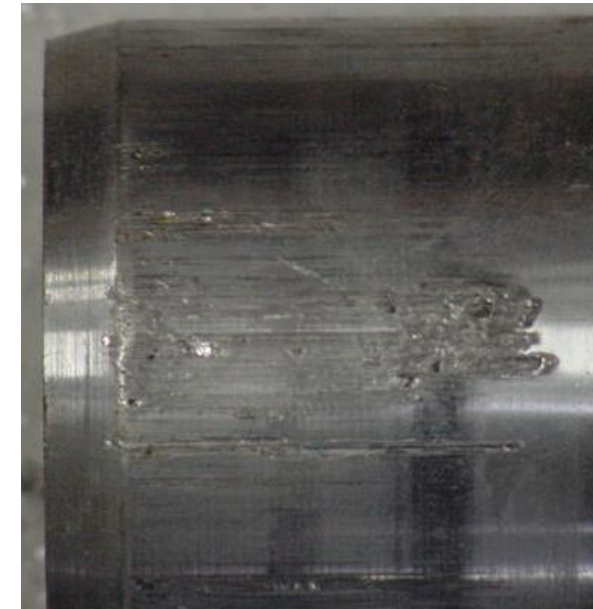


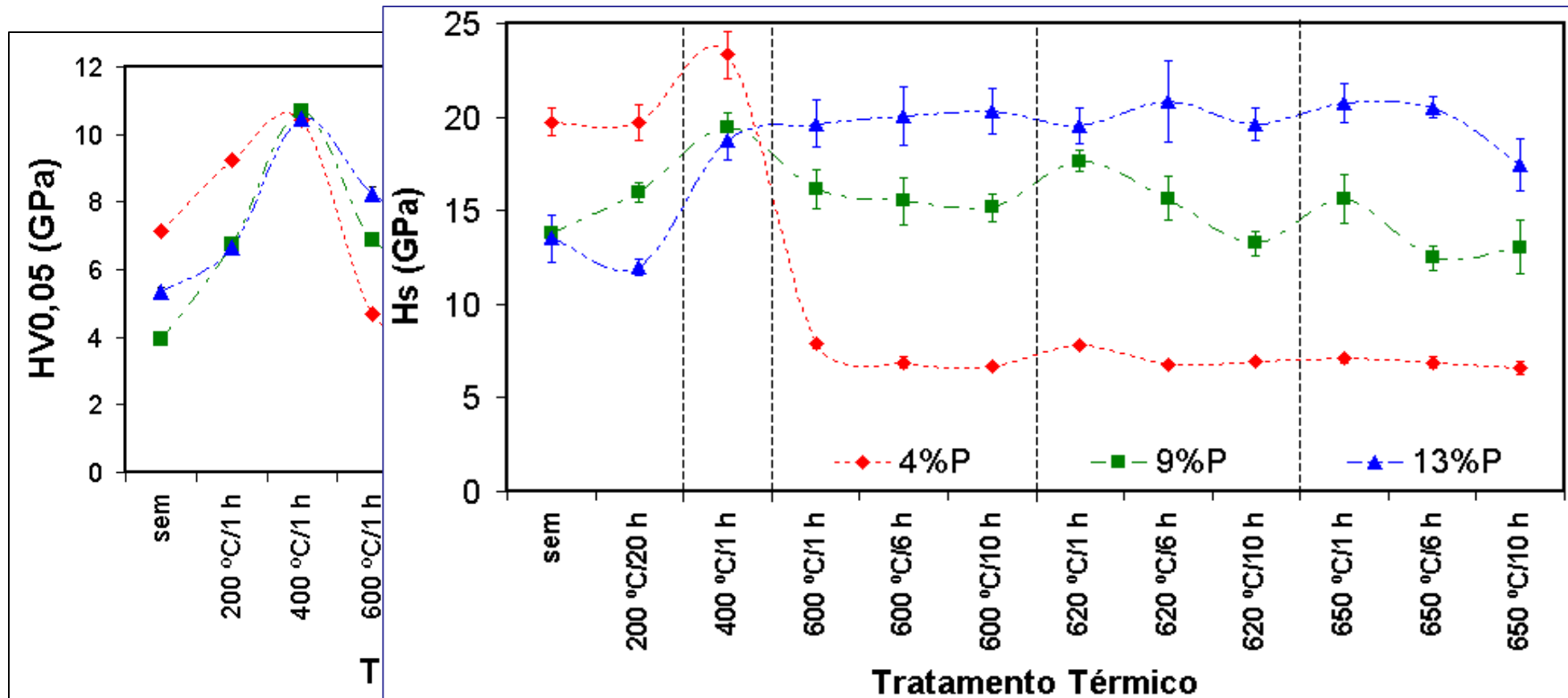
Adição de 0,5% Nb ⇒
significativa redução da
taxa de desgaste em
FFBACr

Adição de 0,5% Nb ⇒
significativa redução do
desgaste erosivo (não
mostrada aqui)

B - DESENVOLVIMENTO DE REVESTIMENTOS DE NI QUÍMICO PARA COMPONENTES DA ÁREA DE ÓLEO E GÁS

APLICAÇÕES: ponteiros de *risers* de completação, conectores de DF, etc.

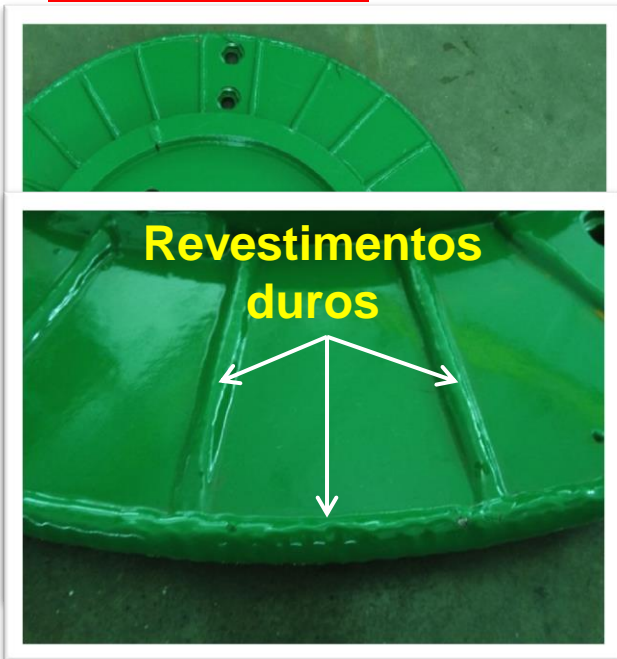




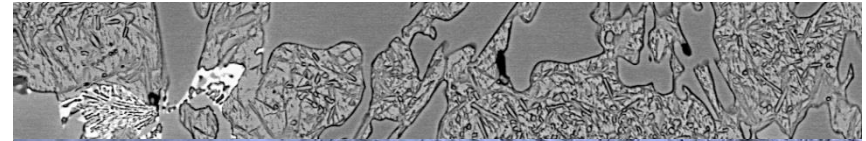
HV_{0,05} de revestimentos
 tratamentos térmicos de e
 espessura do revestimento de

Dureza ao risco H_s de revestimentos Ni-P *versus*
 tratamentos térmicos e teores de fósforo do revestimento,
 obtidos em esclerometria com carga de 2,0 N

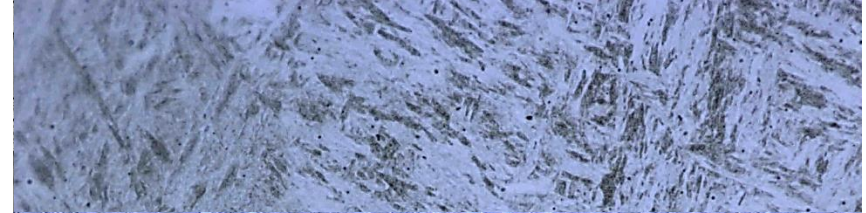
C - DESENVOLVIMENTO DE COMPONENTES P/ MÁQUINAS AGRÍCOLAS



FFBACr



Aços de médio
C e Cr

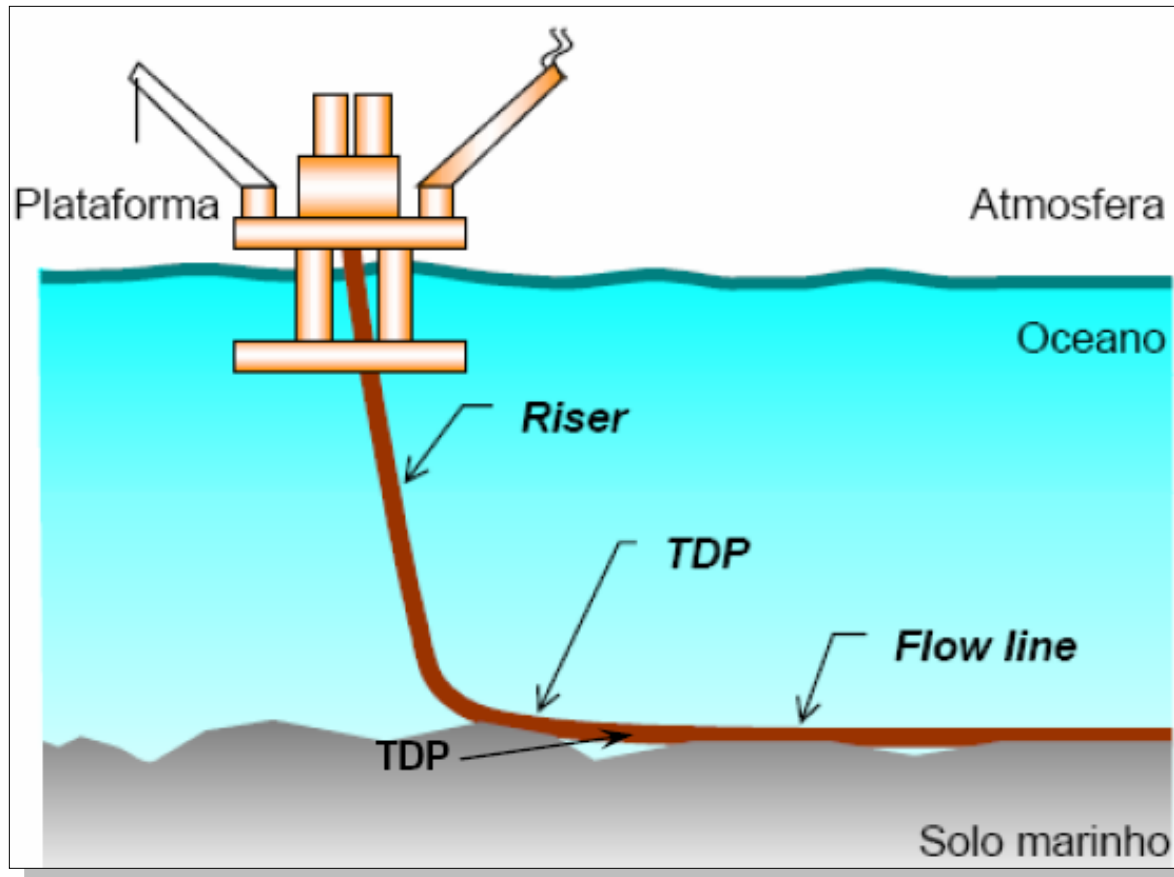


Aços de médio
C, temperados
e revenidos



**Desafio: melhor microestrutura
e propriedades para cada
aplicação específica!**

D - DESENVOLVIMENTO DE CALHAS PROTETORAS DE DF

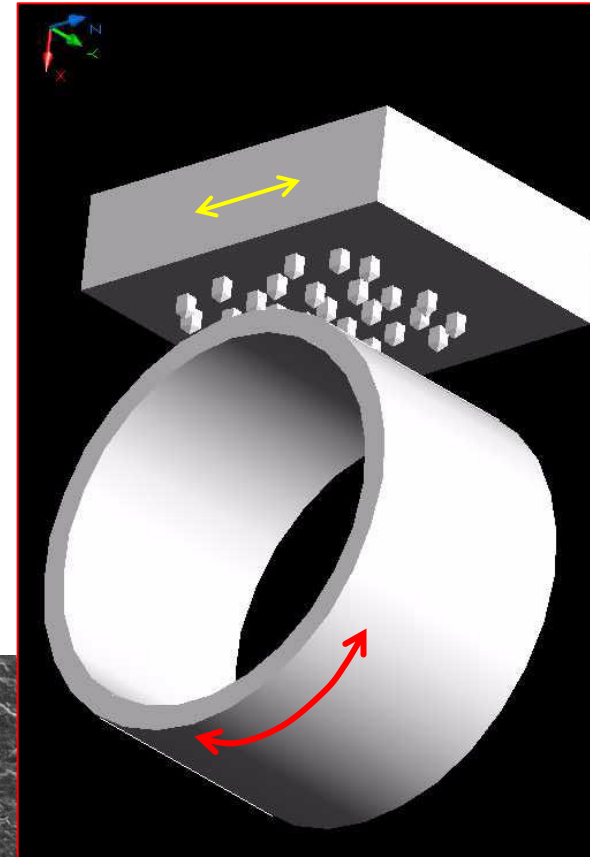


Interação dos *risers* na região do (*TouchDown Point*) TDP devido às correntes marinhas:

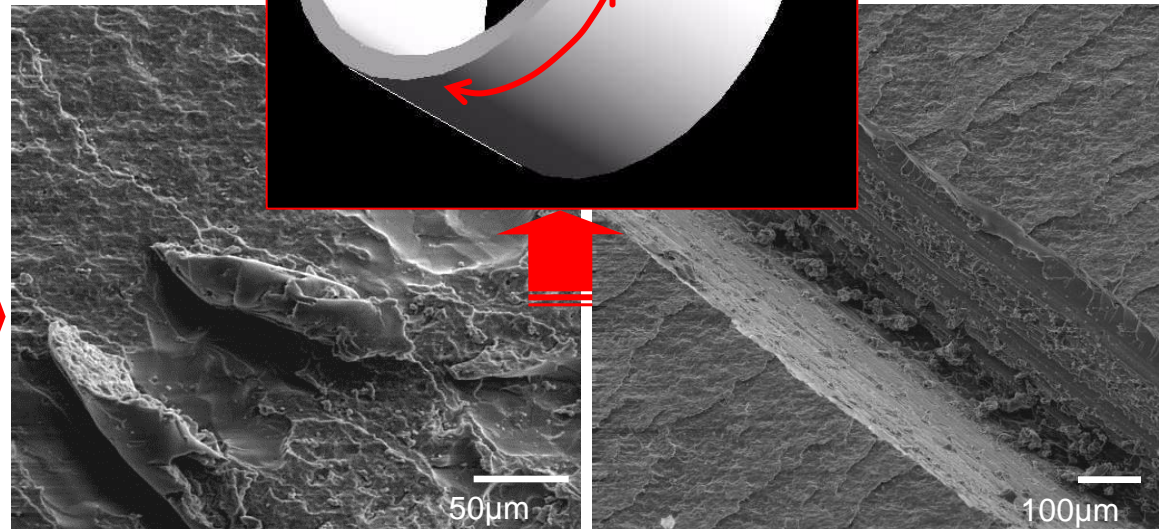
- Rochas
- Areia
- Fragmentos diversos

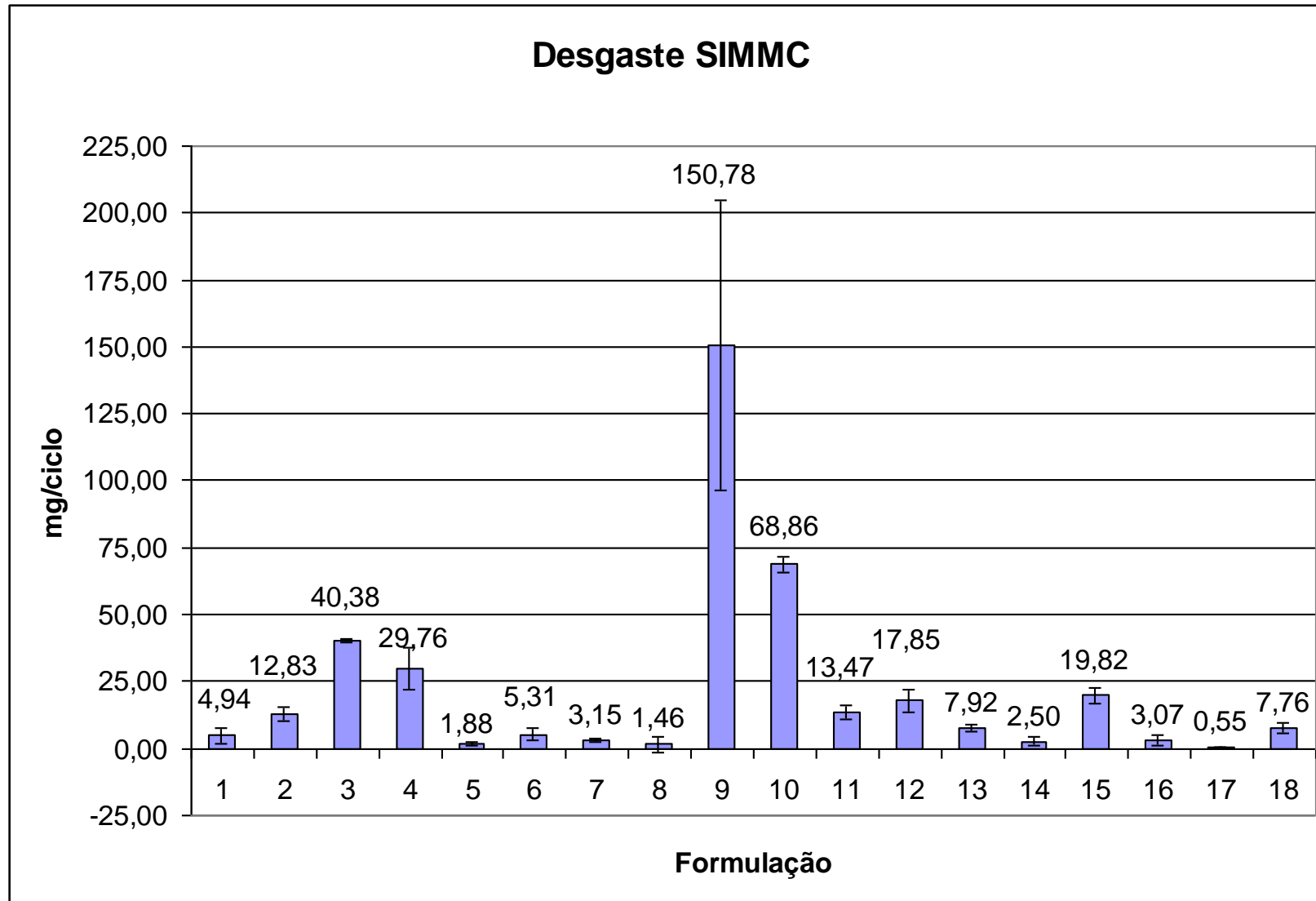
PASSOS:

- ❑ Identificação dos **mecanismos de degradação** (amostras de campo);
- ❑ Desenvolvimento de metodologia de teste capaz de **reproduzir as condições de campo**;
- ❑ Avaliação de **novas formulações** de PU.



Desgaste:
Perda de massa
e/ou espessura







Abrasômetro Portátil: vista geral do dispositivo de teste
e do módulo de controle (**patente requerida**)

Muito obrigado pela atenção!

e-mail: embrapii@femec.ufu.br

Telefone: (34)3239-4555



embrapii@femec.ufu.br

Laboratório de Tecnologia em Atrito e Desgaste

Prof. Dr.-Ing. Sinésio D. Franco
Telefone: 034-3239-4555

Avaliação de Propriedades Mecânicas em Campo e em Amostras de Dimensões Reduzidas

SUMÁRIO

1. Determinação de Propriedades Mecânicas *in Situ*
2. Propriedades Mecânicas em Amostras de Dimensões Reduzidas e com Assistência do Meio

1.DETERMINAÇÃO DE PROPRIE- DADES MECÂNICAS *IN SITU*

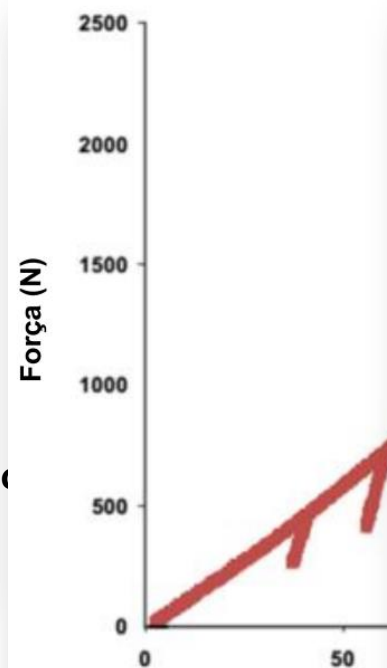
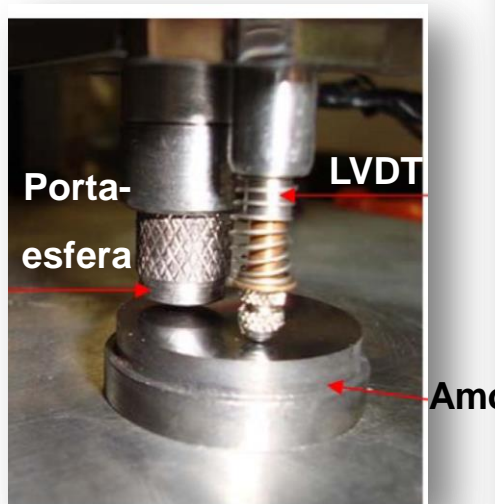


Componentes c/ composição e processo
de fabricação desconhecidos!

Não conhecimento de propriedades: execução de reparos excessivos

Conhecendo as propriedades do duto: redução de custos de manutenção

DETERMINAÇÃO DE PROPRIEDADES MECÂNICAS *IN-SITU*, USANDO MACROINDENTAÇÃO INSTRUMENTADA



Entrada de dados | Análises

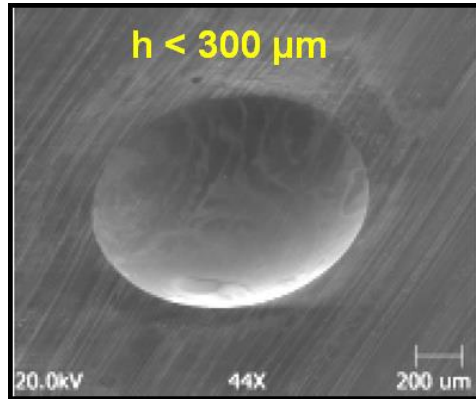
MIP2005 - Análises

Constantes	
Módulo de elasticidade da amostra (MPa)	2,10E+5
Módulo de elasticidade da esfera (MPa)	6,45E+5
Diâmetro da esfera (mm)	1,50
α_m - Sensibilidade à taxa de deformação	1,200
β_m - Coeficiente de deformação	0,2285

Arquivo HTML: C:\Flávia\LabView\MIP_2004\relatorio.html

Tipo de Relatório: HTML Gerar relatório

Propriedades Mecânicas	
HB - Dureza (Brinell)	164
σ_e - Limite de escoamento (MPa)	353
σ_r - Limite de resistência (MPa)	481
n - Expoente de encruamento	0,1072
K - Coeficiente de resistência	679,9



Ensaio pode ser considerado como não destrutivo em várias aplicações!

$$d_t = 2 \cdot \sqrt{h_t \cdot D - h_t^2}$$

d_t : diâmetro da indentação
 h_t : prof. de indentação
 D : diâmetro da esfera

$$\frac{F}{d_t^2} = A \cdot \left(\frac{d_t}{D}\right)^{m-2}$$

F : força de indentação
 A : cte. do material
 m : coeficiente de Meyer

O parâmetro "A" é obtido da regressão de d_t/D versus P/d_t^2 .

$$\sigma_{YS} = \beta_m \cdot A + b_m$$

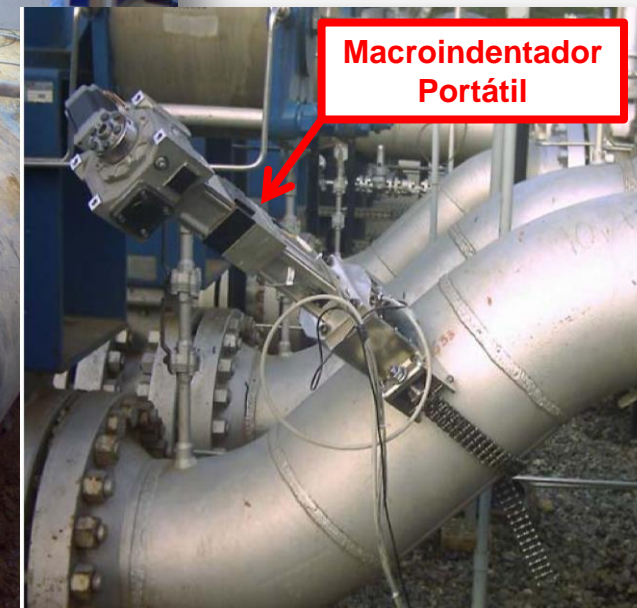
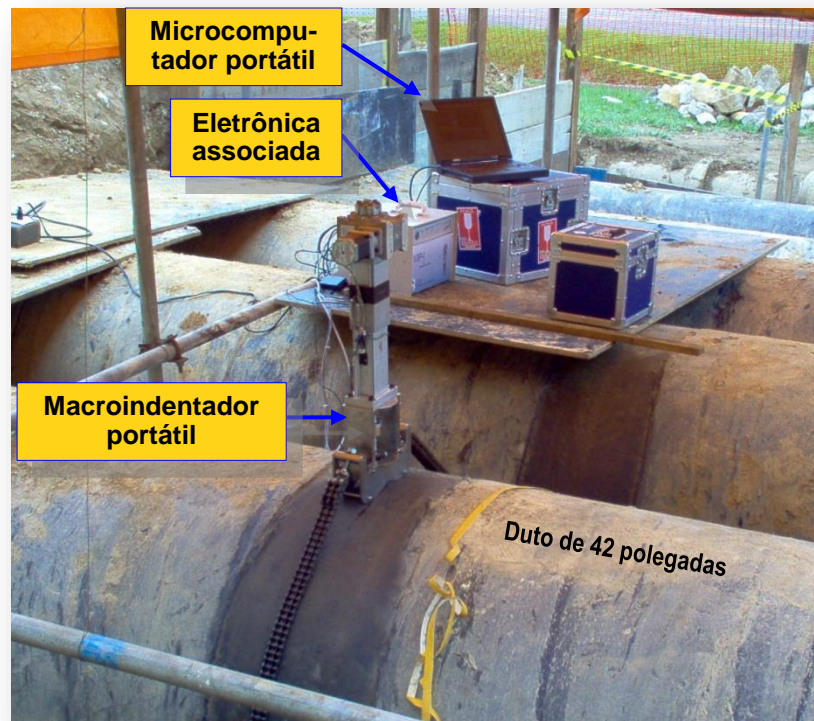
b_m : offset

β_m : constante do material

OUTRAS PROPRIEDADES MECÂNICAS:

- ✓ **H** - dureza de indentação;
- ✓ σ_{UTS} - limite de resistência;
- ✓ **K** e **n** - coeficiente de resistência e expoente de encruamento;
- ✓ **Outras.**

AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES MECÂNICAS *IN SITU* EM DUTOS DE ÓLEO E GÁS



APLICÁVEL A UMA AMPLA FAIXA DE AÇOS

Material (Steel)	Yield Strength (MPa)	Microstructure
A	300	Ferrite + Pearlite
B	462	Ferrite + Pearlite
C	473	Ferrite + Fine Carbides
D	586	Tempered Martensite + Ferrite
E	736	Tempered Martensite + Retained Austenite
F	779	Tempered Martensite + Ferrite
G	896	Tempered Martensite + Ferrite

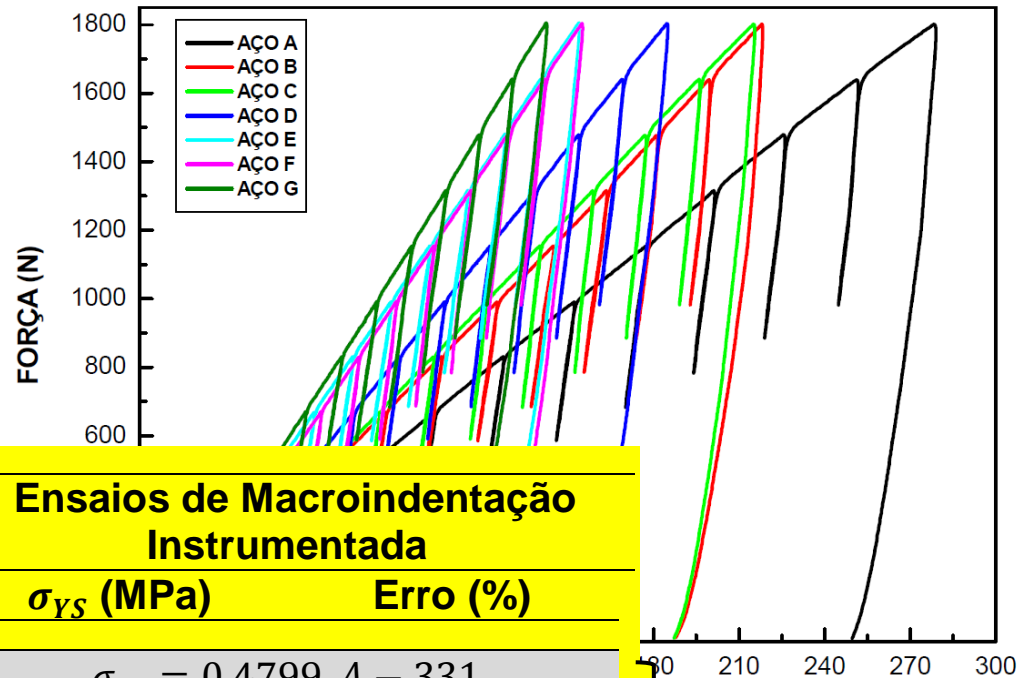
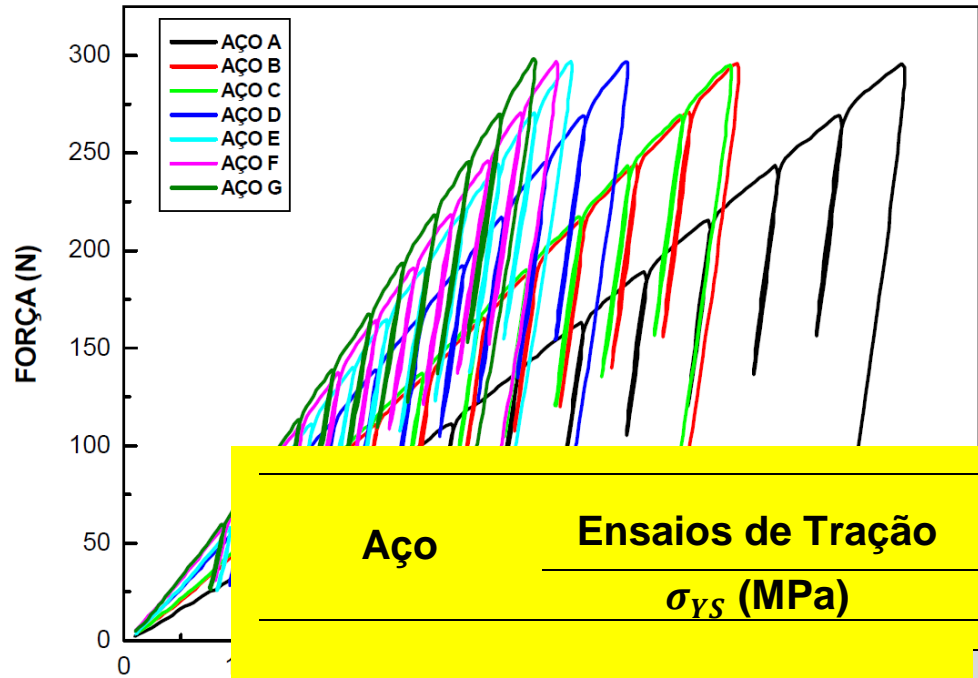
Steel	C	S	P	Mn	Si	Cu	Cr	Ni	Mo	Al	V	Ti	Nb	W
A	0,205	0,019	0,012	0,828	0,274	0,180	0,117	0,088	0,027	0,028	0,001	0,019	0,003	0,006
B	0,194	0,015	0,011	1,596	0,228	-	0,165	0,020	0,035	0,002	0,002	0,001	-	-
C	0,079	0,012	0,014	1,513	0,295	-	0,059	-	0,074	0,024	0,040	0,002	0,031	0,018
D	0,268	0,010	0,013	1,088	0,240	-	0,346	0,007	0,030	0,026	0,004	0,030	0,006	0,017
E	0,004	-	0,021	0,477	0,324	0,060	11,900	6,670	2,056	0,005	0,047	0,157	0,024	0,155
F	0,335	0,017	0,015	0,445	0,329	0,014	0,943	0,020	0,865	0,027	0,053	0,017	0,033	0,023
G	0,375	0,011	0,016	0,376	0,375	0,044	0,999	0,017	1,300	0,024	0,068	0,004	0,085	0,029

A – Aço de baixo Carbono

E - Aço inoxidável supermartensítico

D = 1,0 mm Fmax = 294 N

D = 1,5 mm Fmax = 1800 N



Aço	Ensaio de Tração		Ensaio de Macroindentação Instrumentada	
	σ_{YS} (MPa)		σ_{YS} (MPa)	Erro (%)
			$\sigma_{YS} = 0,4799 \cdot A - 331$	
API 5L X65	473 ± 42		467 ± 10	-1,3
			$\sigma_{YS} = 0,4551 \cdot A - 346$	
L80	514 ± 33		547 ± 12	6,4
			$\sigma_{YS} = 0,4543 \cdot A - 308$	
P110	857 ± 15		853 ± 6	-0,5

(μm)

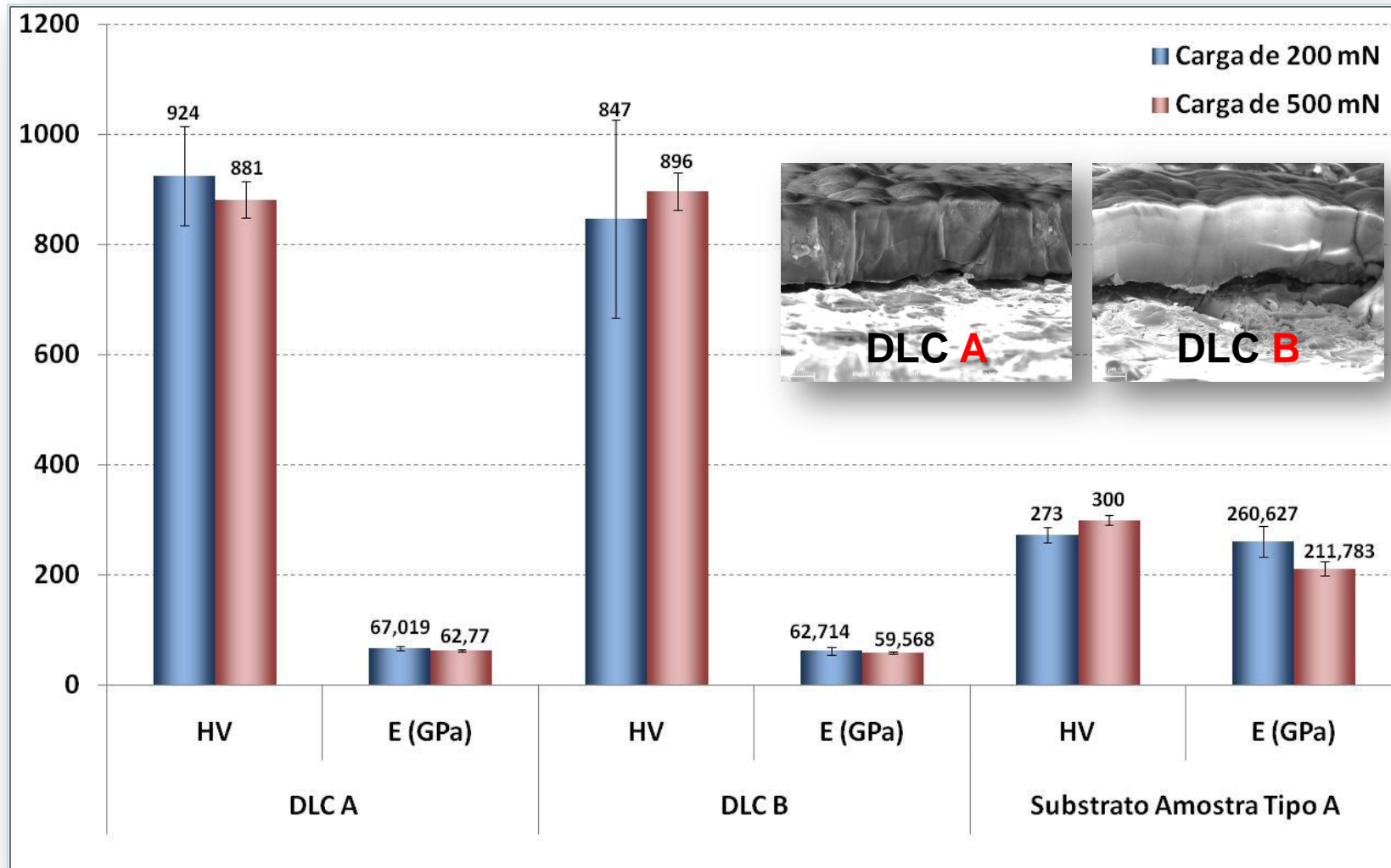
Erro < 10%

PROPRIEDADES MECÂNICAS EM MICROCONSTITUINTES

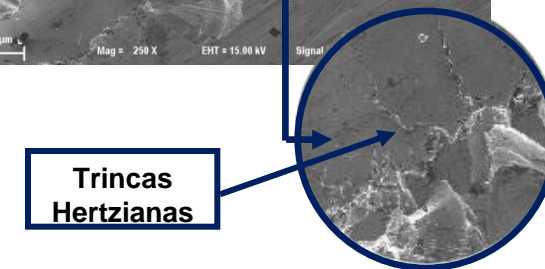
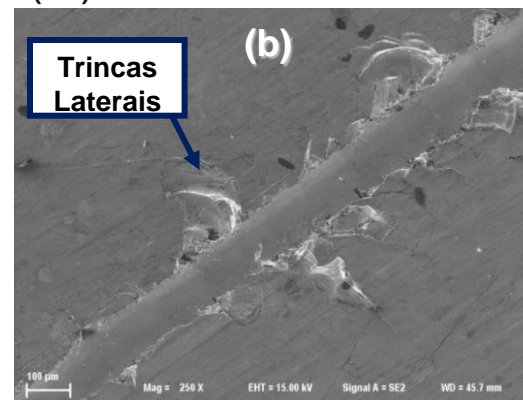
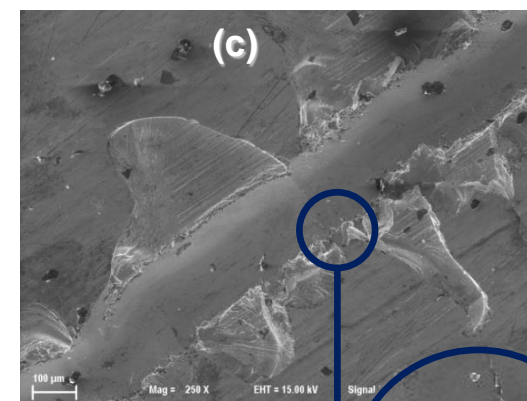
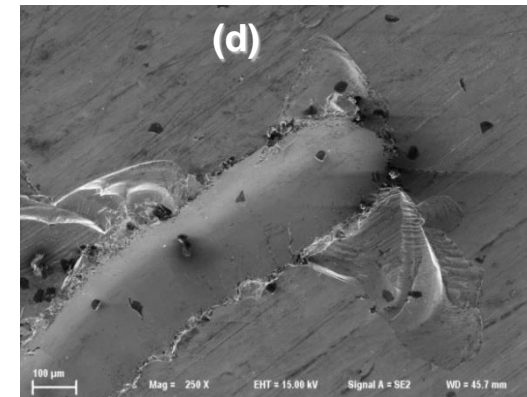
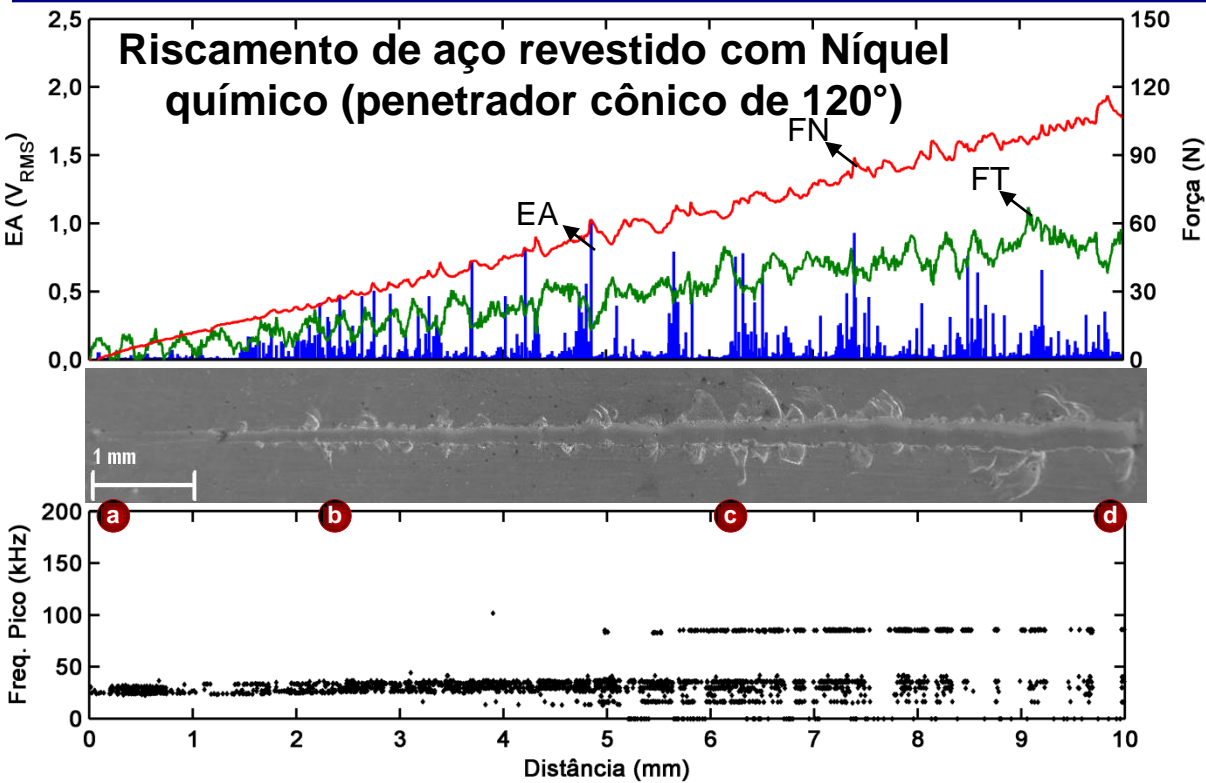


- Ensaios de **microindentação** instrumentada e microrriscamento
- **Nanoindentação** instrumentada, inclusive com assistência do meio





Propriedades mecânicas de DLCs e substrato de aço beneficiado, obtidas por microindentação instrumentada



2. PROPRIEDADES MECÂNICAS EM AMOSTRAS DE DIMENSÕES REDUZIDAS E COM ASSISTÊNCIA DO MEIO

- ✓ **Envelhecimento natural de equipamentos de determinados processos fabris:** potencial cenário de falhas ou de redução inesperada da vida útil
- ✓ **Mecanismos de falha** - bastante variados, em meios corrosivos contendo contaminantes, tais como: CO_2 e H_2S

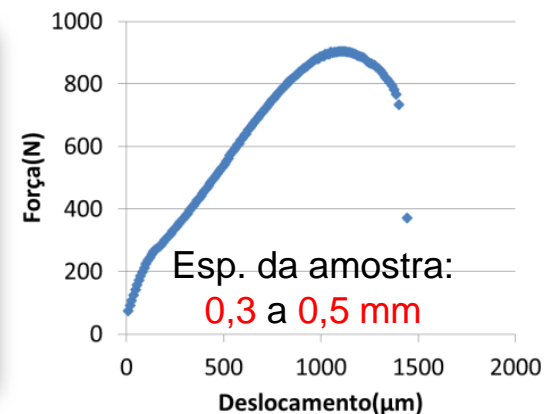
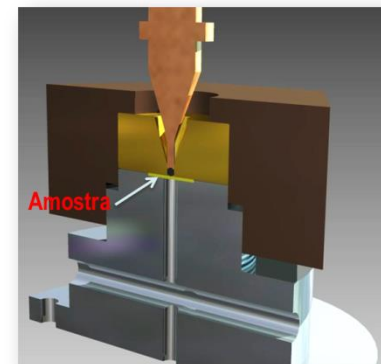
RETIRADA DE AMOSTRAS P/ ENSAIOS CONVENCIONAIS E ACESSO – FORTES RESTRIÇÕES

ENSAIOS DE IMPACTO MINI-CHARPY

Características básicas:

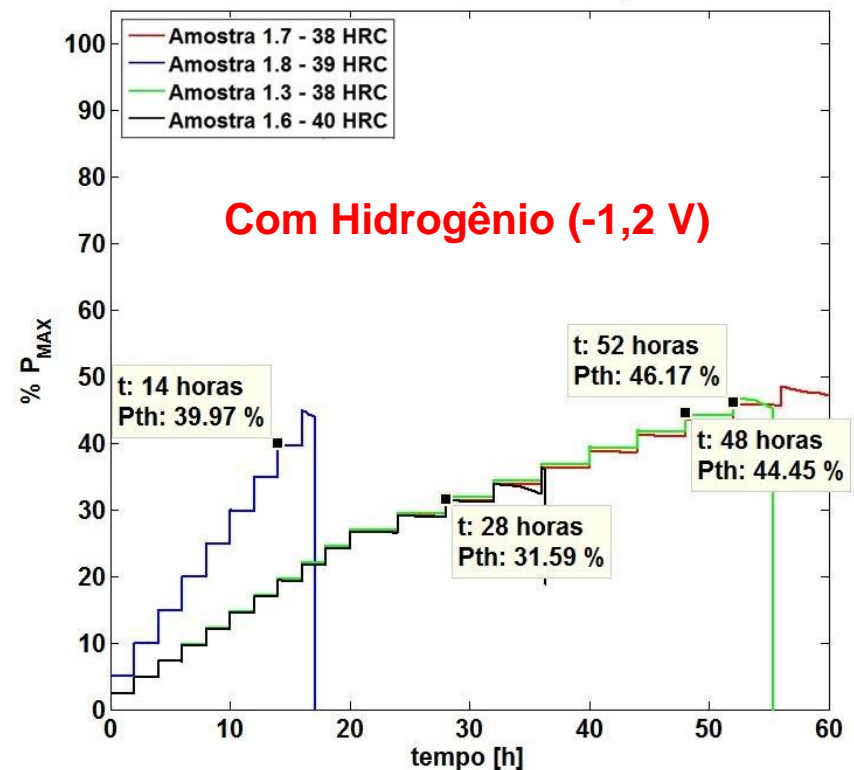
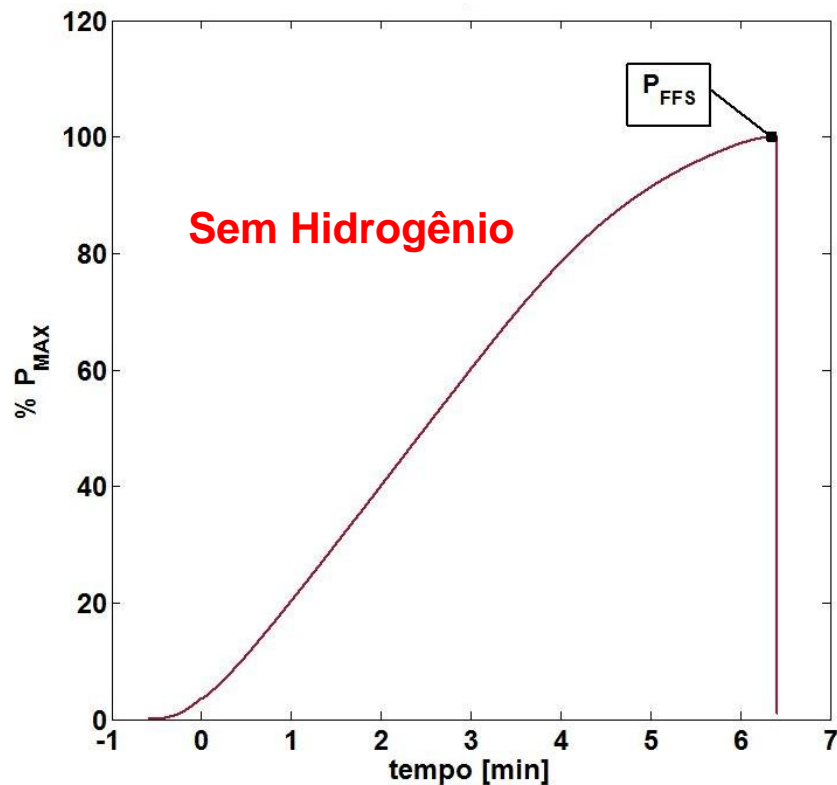
- Instrumentação: energia e força;
- Resolução do equipamento: 0,01 J;
- Amostras: seção de $1,5 \times 1,5 \times 22 \text{ mm}^3$

PUNÇONAMENTO INSTRUMENTADO



CARREGAMENTO PROGRESSIVO EM MEIO ASSISTIDO

FINALIDADE: det., de forma relativamente rápida, dos **efeitos do Hidrogênio** proveniente de processos de fabricação ou de proteção catódica, no comportamento mecânico dos materiais.



Muito obrigado pela atenção!

e-mail: embrapii@femec.ufu.br

Telefone: (34)3239-4555



embrapii@femec.ufu.br

Laboratório de Tecnologia em Atrito e Desgaste

Eng. M.Sc. Raphael R. Pires
Telefone: 034-3239-4555

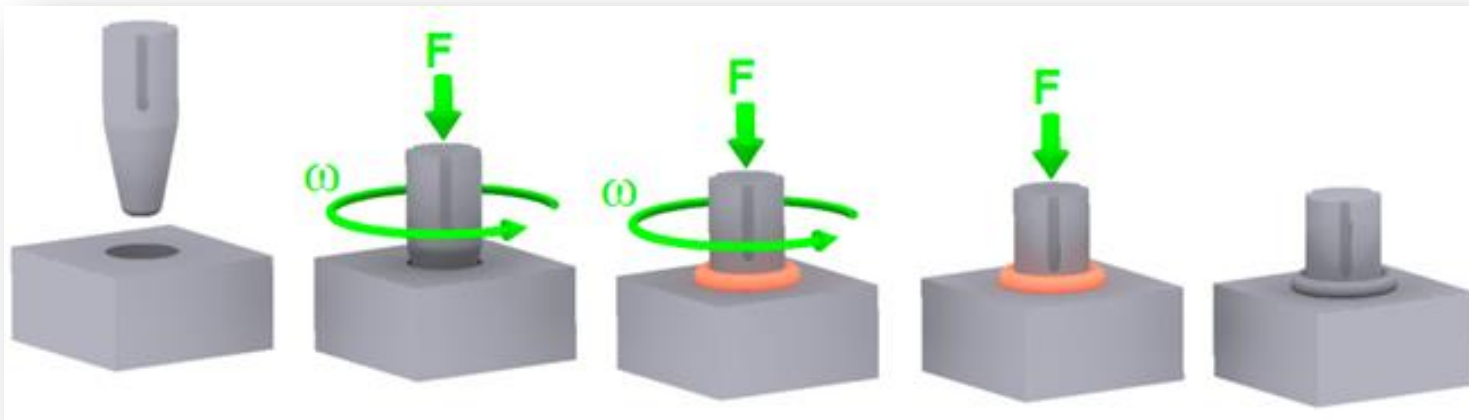
DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS DE REPARO POR ATRITO

SUMÁRIO

1. Princípio do processo
2. Possíveis aplicações
3. Projetos desenvolvidos (LTAD)

1- PRINCÍPIO DO PROCESSO

Friction Tapered Plug Welding (FTPW)

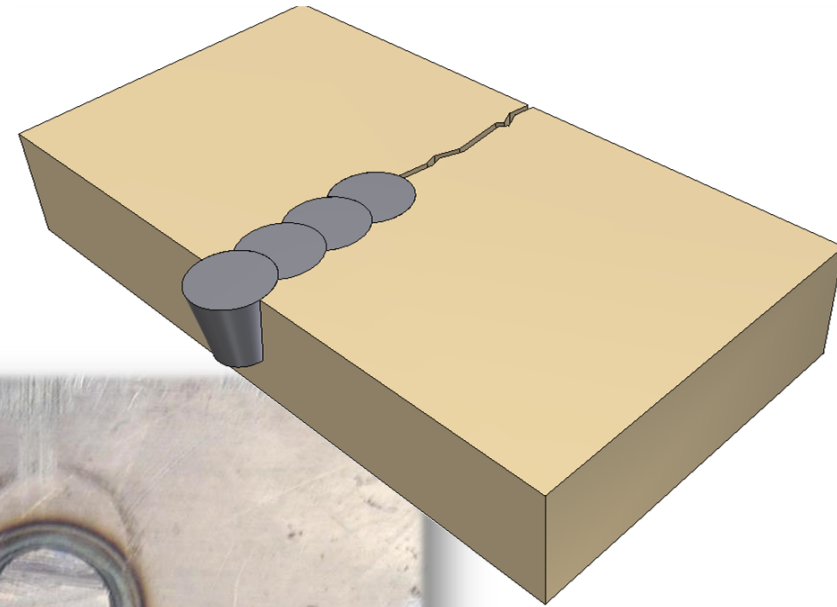


Parâmetros do Processo

1. Força Normal
2. Velocidade de Rotação
3. Comprimento de Queima
4. Força e Tempo de Forjamento



Stitch Welding – Reparo por Costura

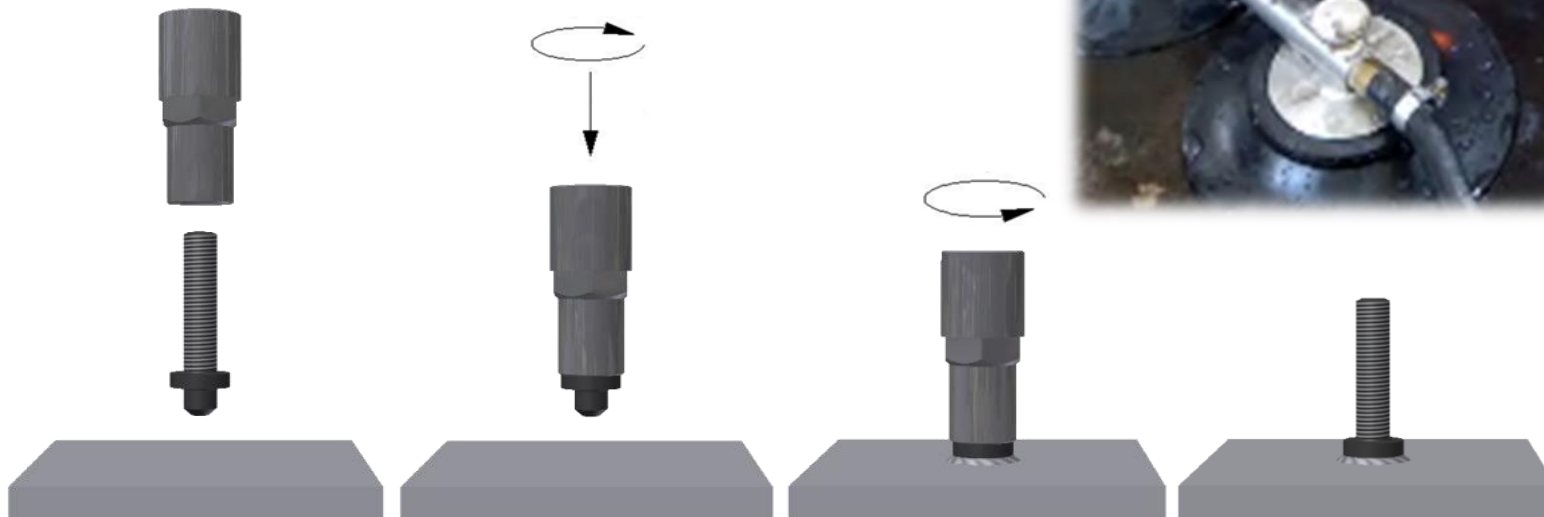


2 – POSSÍVEIS APLICAÇÕES

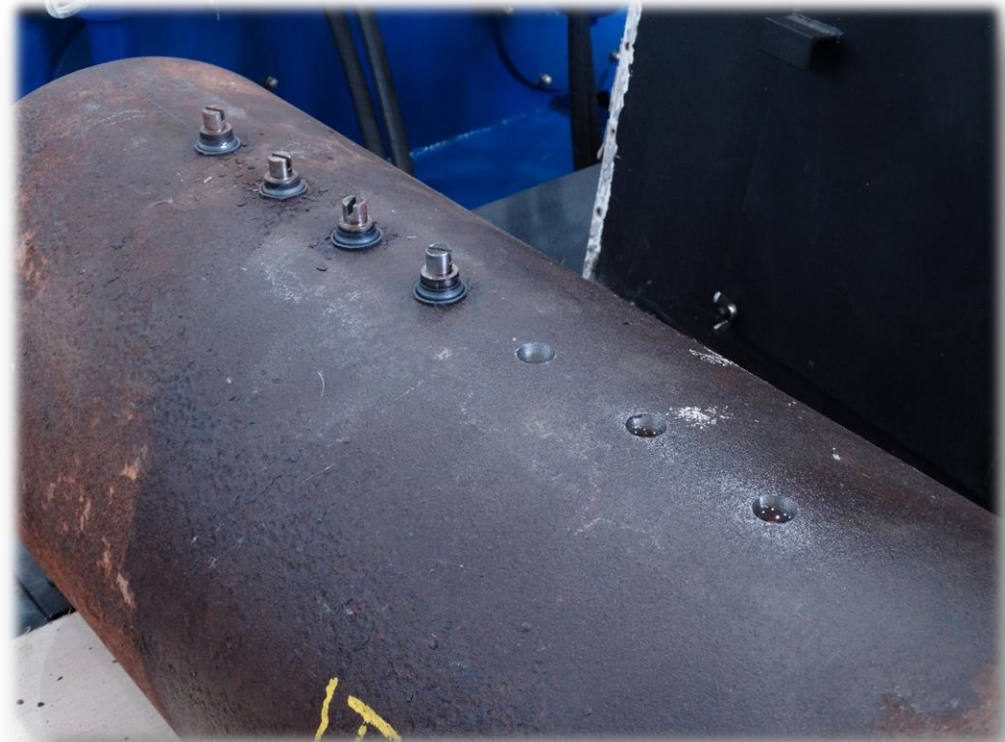
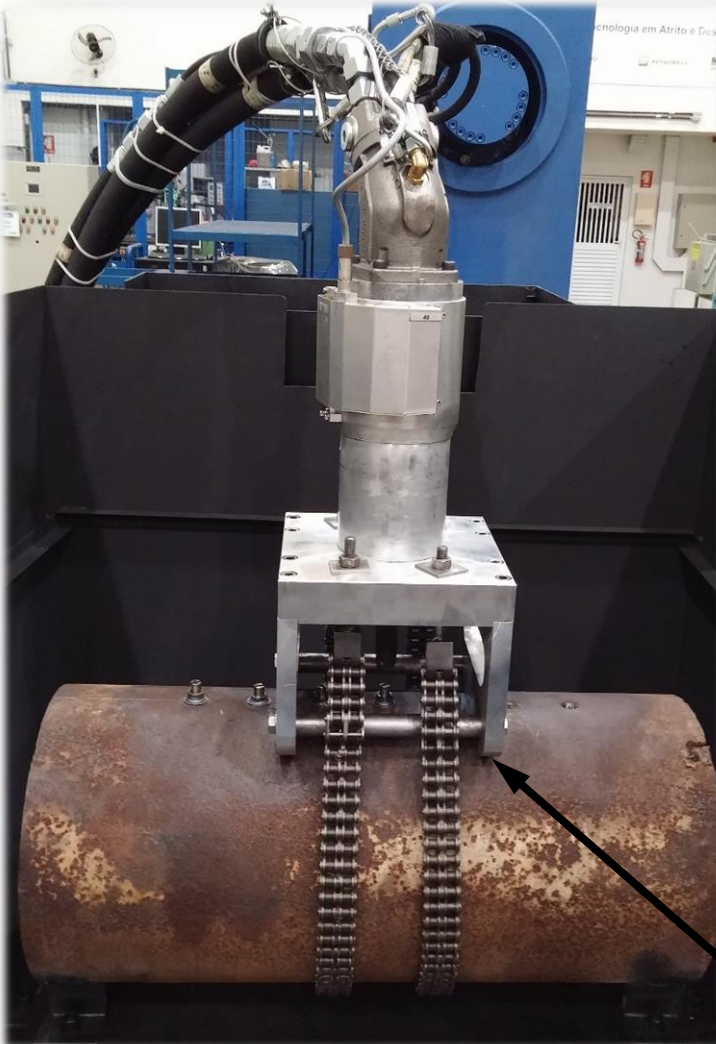
- Reparo em estruturas offshore



➤ Instalação de Fixadores

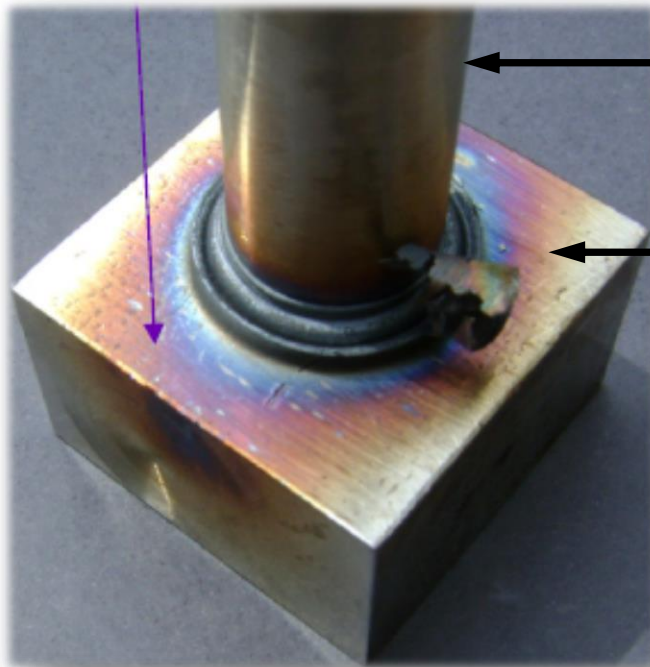


➤ **Reparo por atrito em dutos**



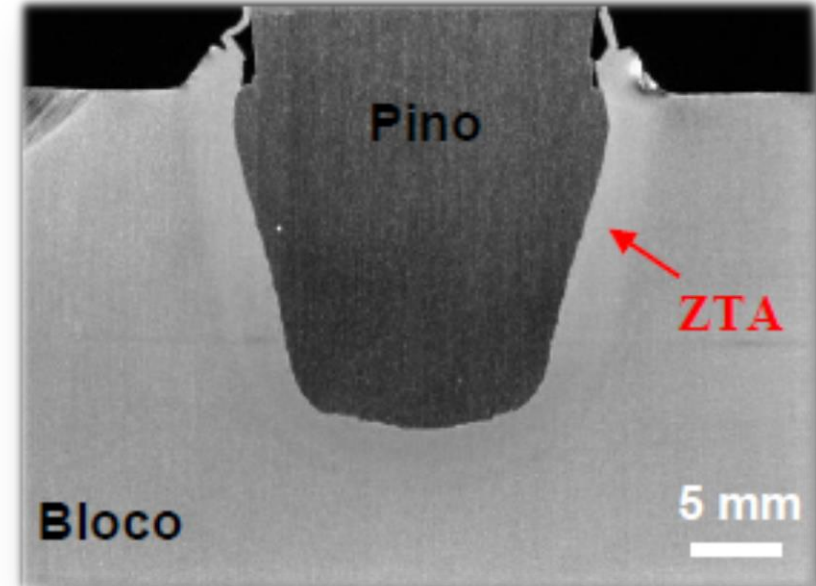
Sistema de atracamento em dutos

➤ **Reparo com materiais dissimilares e de difícil soldagem**



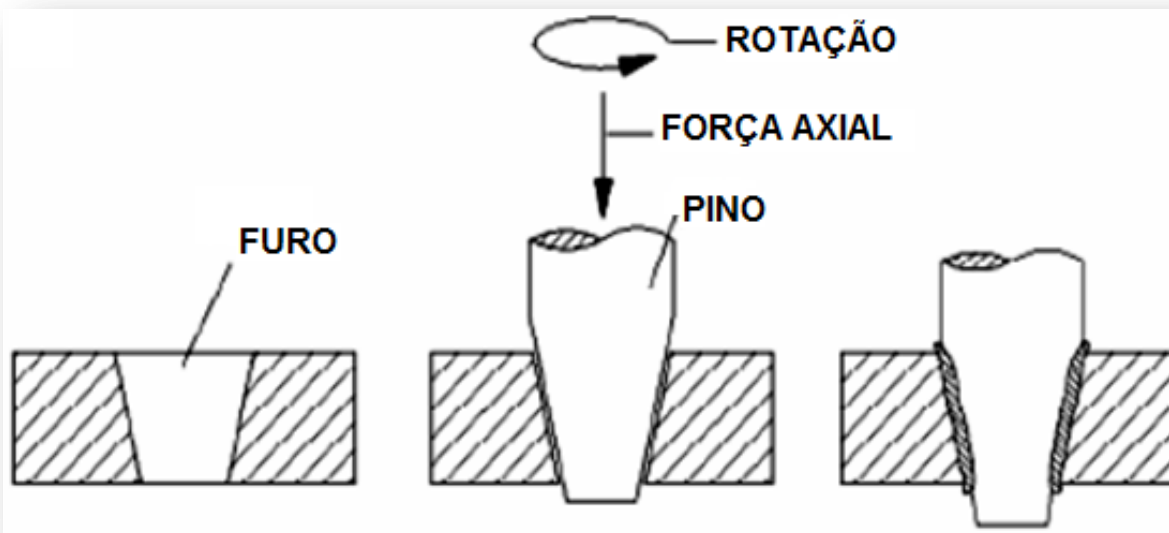
Pino aço inoxidável
AISI 316L

Aço carbono
ASTM A36

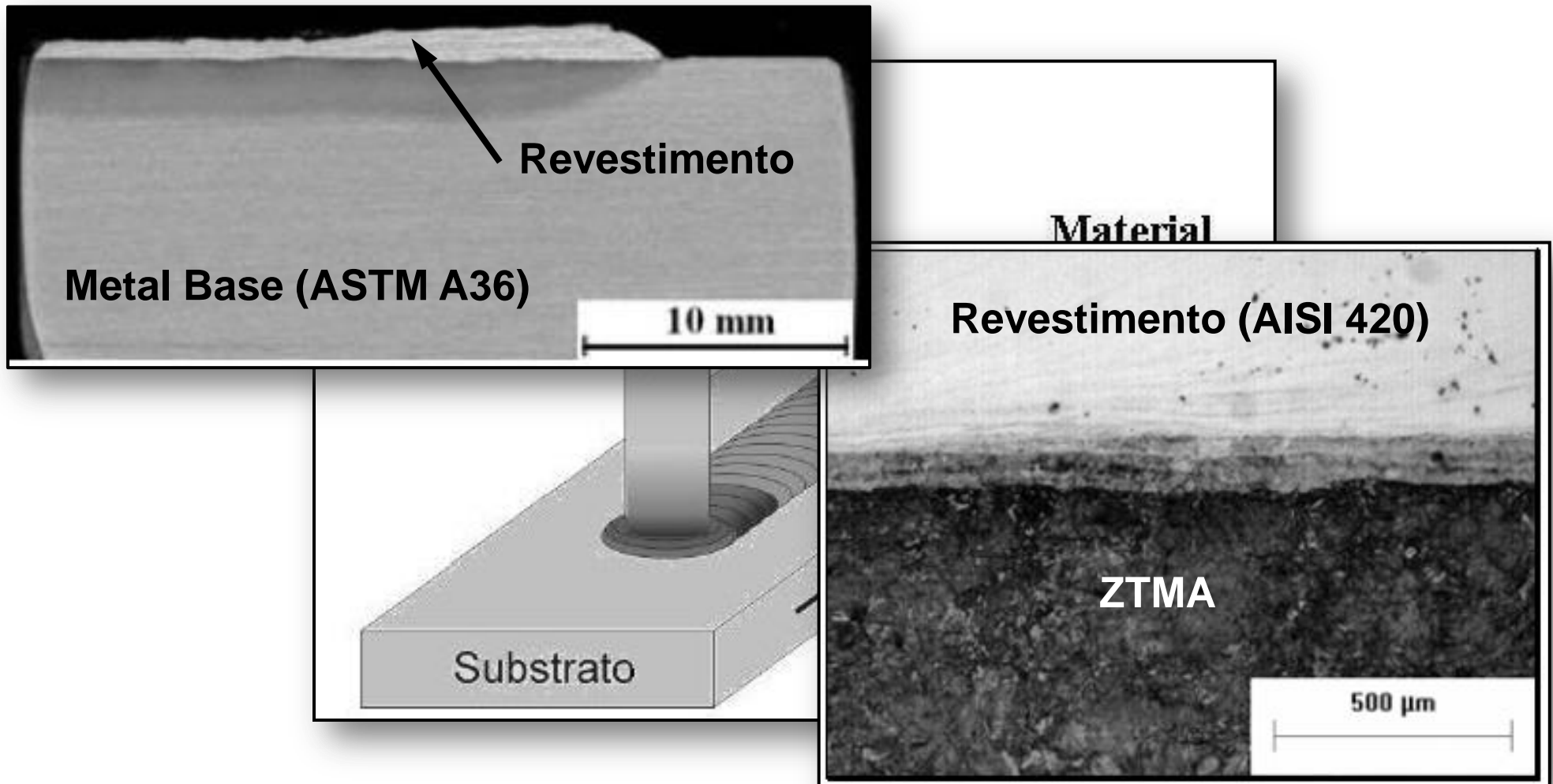


➤ **Reparo em cavidades passantes**

- ✓ **Reparo em trincas passantes**



➤ **Recobrimento por atrito (friction surfacing)**



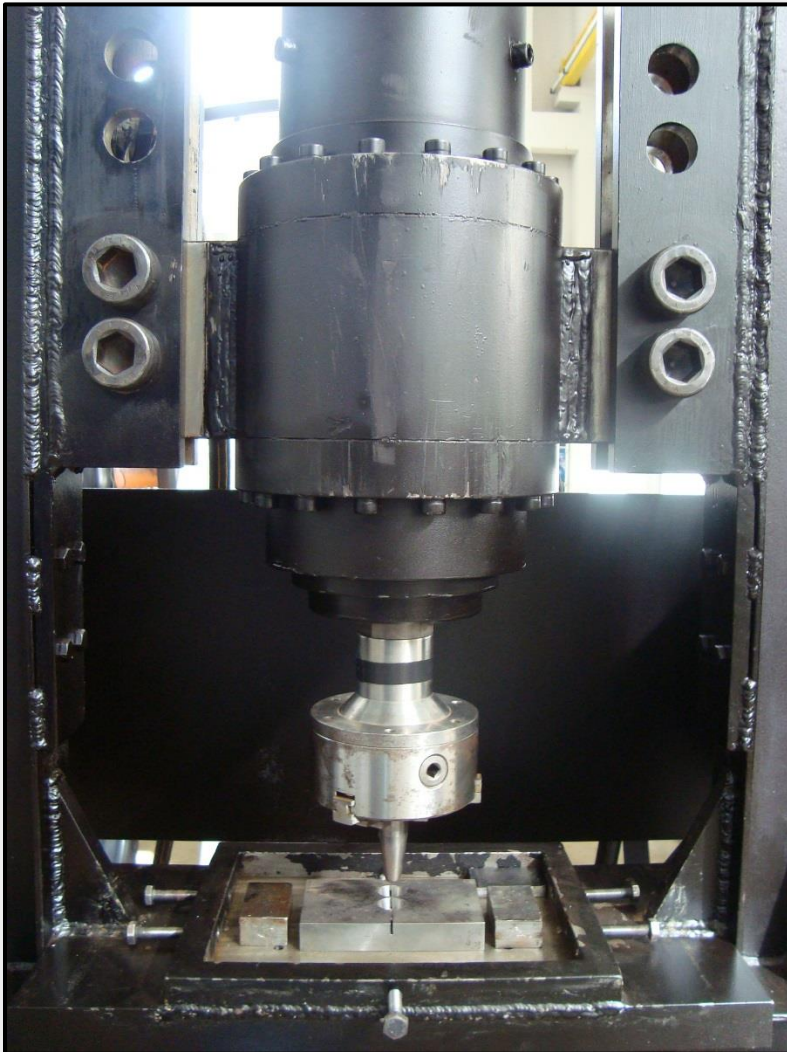
3 – PROJETOS DESENVOLVIDOS (LTAD)

- a)** Desenvolvimento de infraestrutura e processo de reparo por atrito aplicados a diferentes materiais (aços API e aços liga);

- b)** Avaliação de propriedades mecânicas desses reparos;

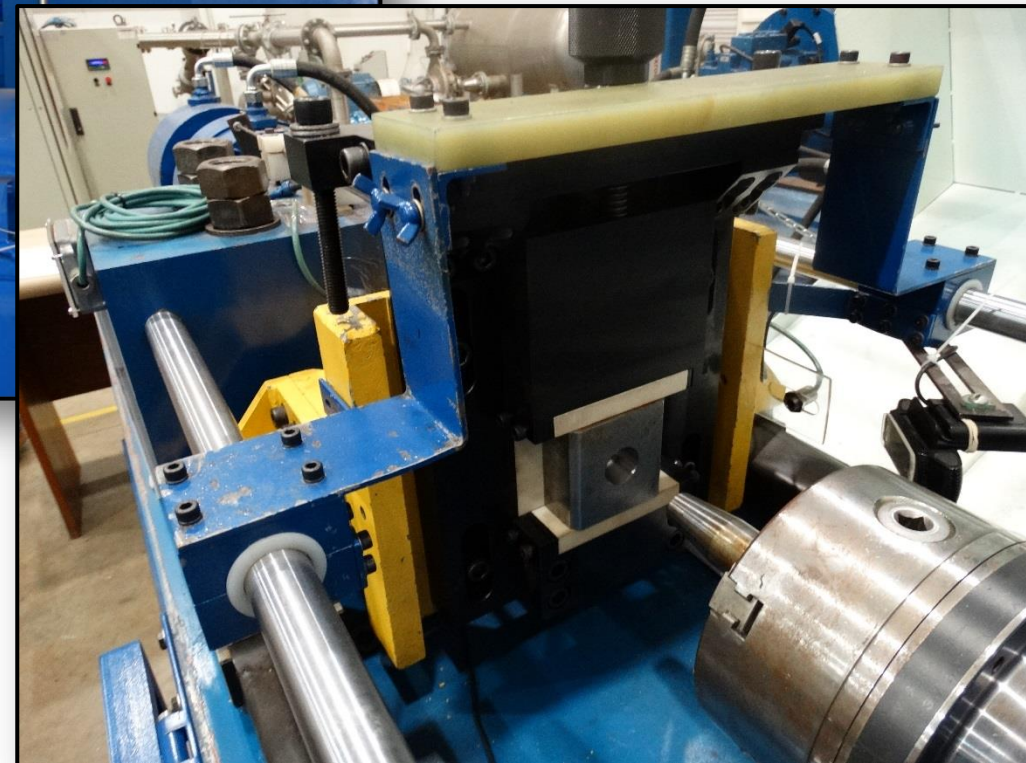
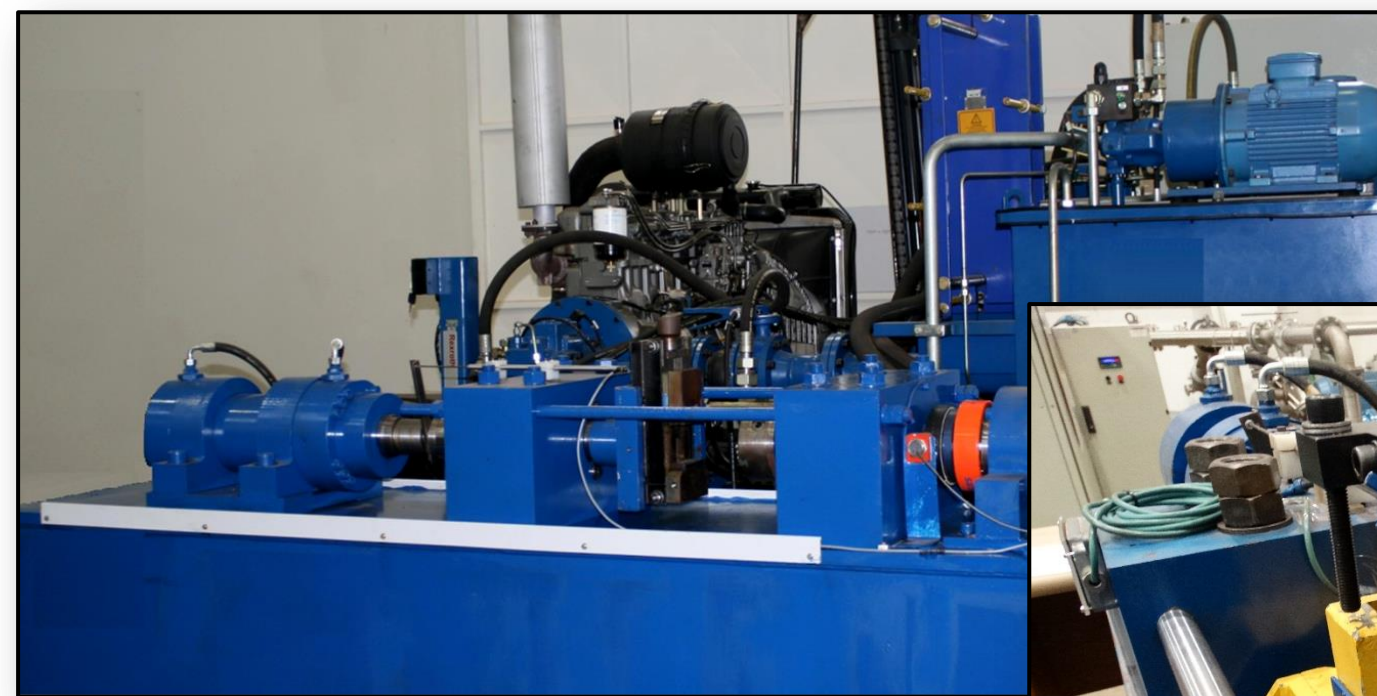
- c)** Desenvolver automatização aplicada ao reparo por atrito.

➤ **UNIDADE DE PROCESSAMENTO DE PINOS POR ATRITO 2 – UPPA2**



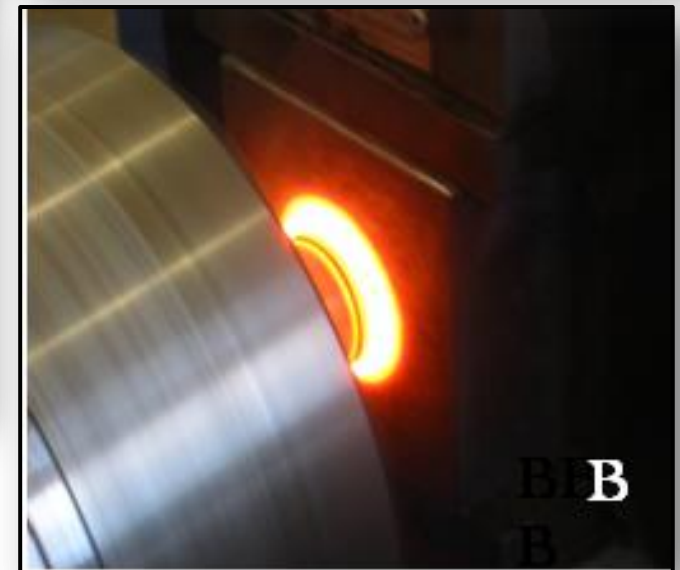
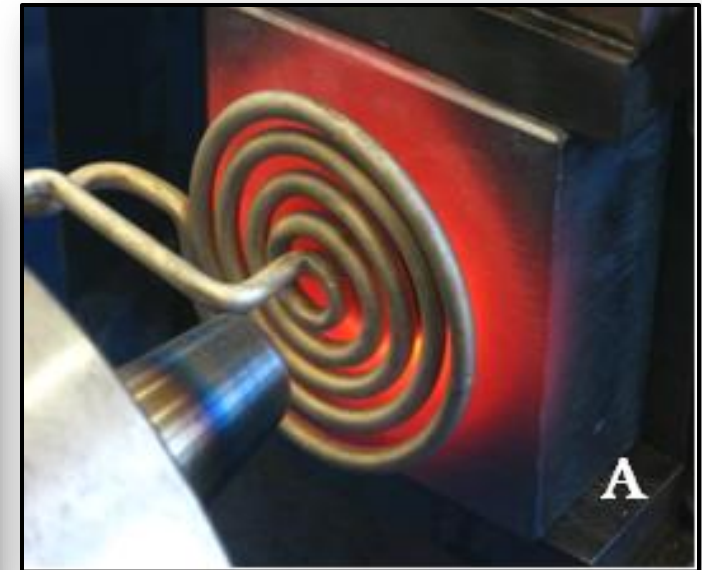
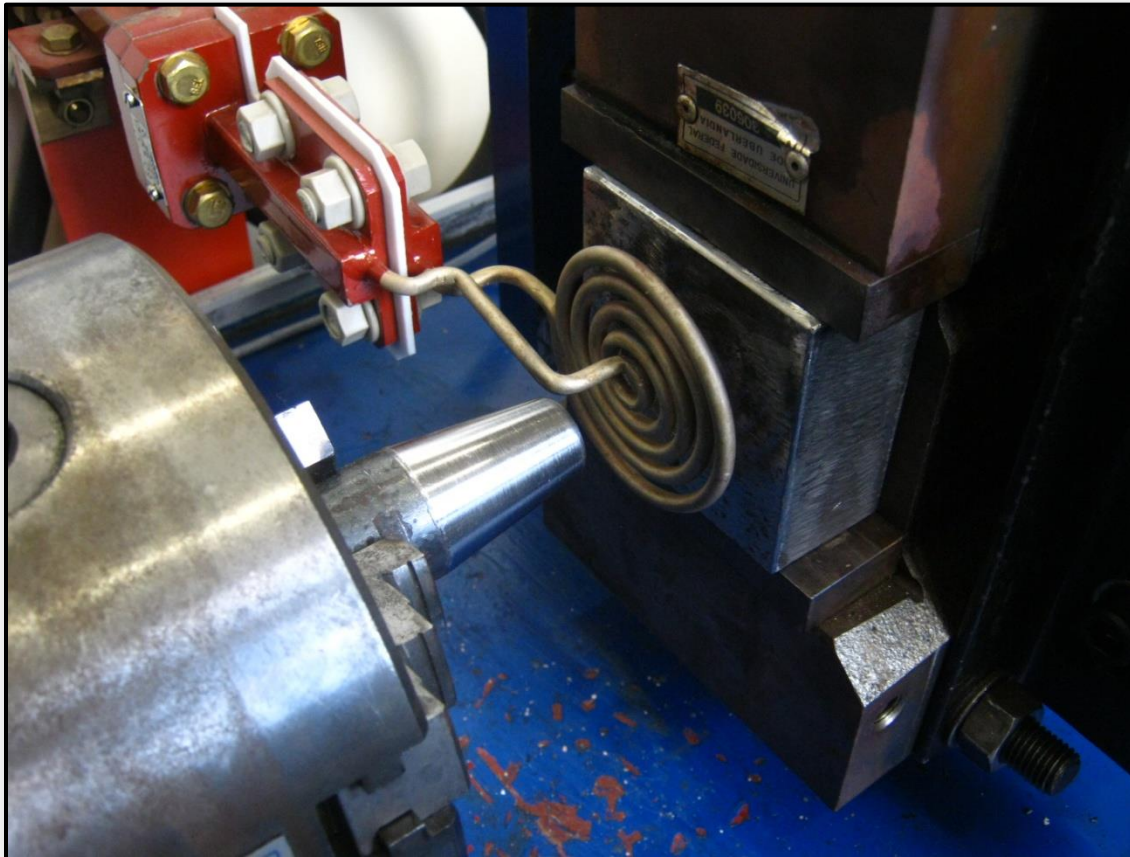
Força: 250 kN
Rotação: 2500 rpm

➤ UNIDADE DE PROCESSAMENTO DE PINOS POR ATRITO 3 – UPPA3



Força: 400 kN
Rotação: 1800 rpm

➤ **Reparo por atrito com pré-aquecimento**

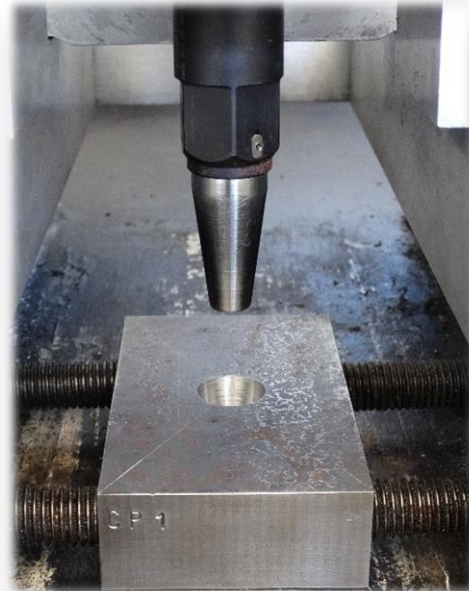


➤ UNIDADE DE PROCESSAMENTO DE PINOS POR ATRITO X – UPPAX



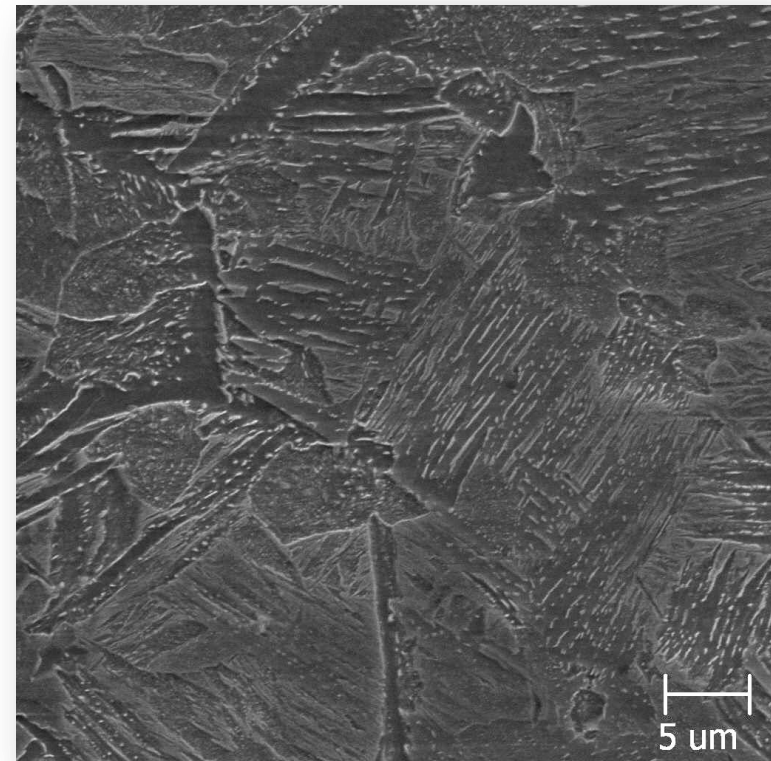
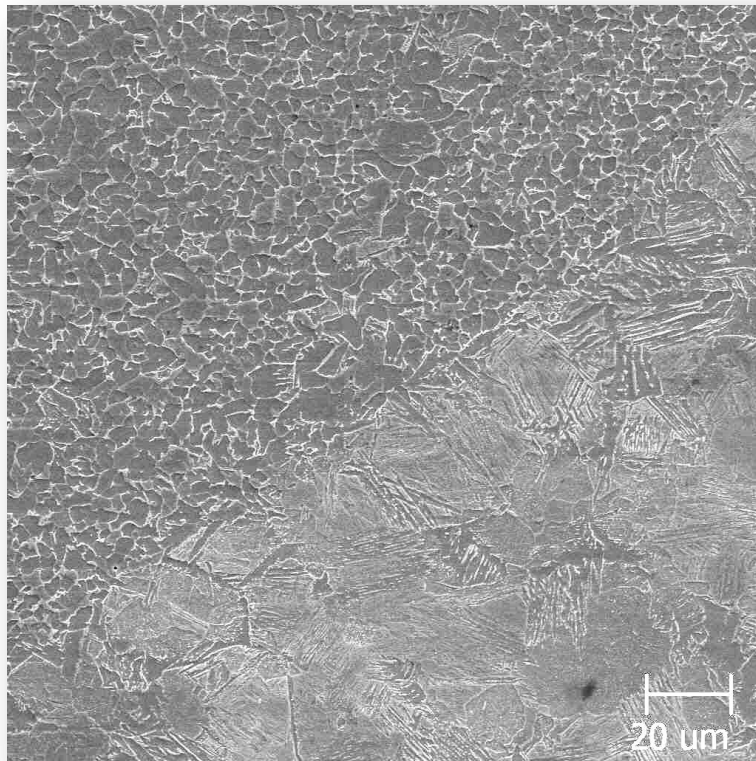
República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0704190-0 A2**
(22) Data de Depósito: 27/11/2007
(43) Data da Publicação: 21/07/2009
(RPI 2011)



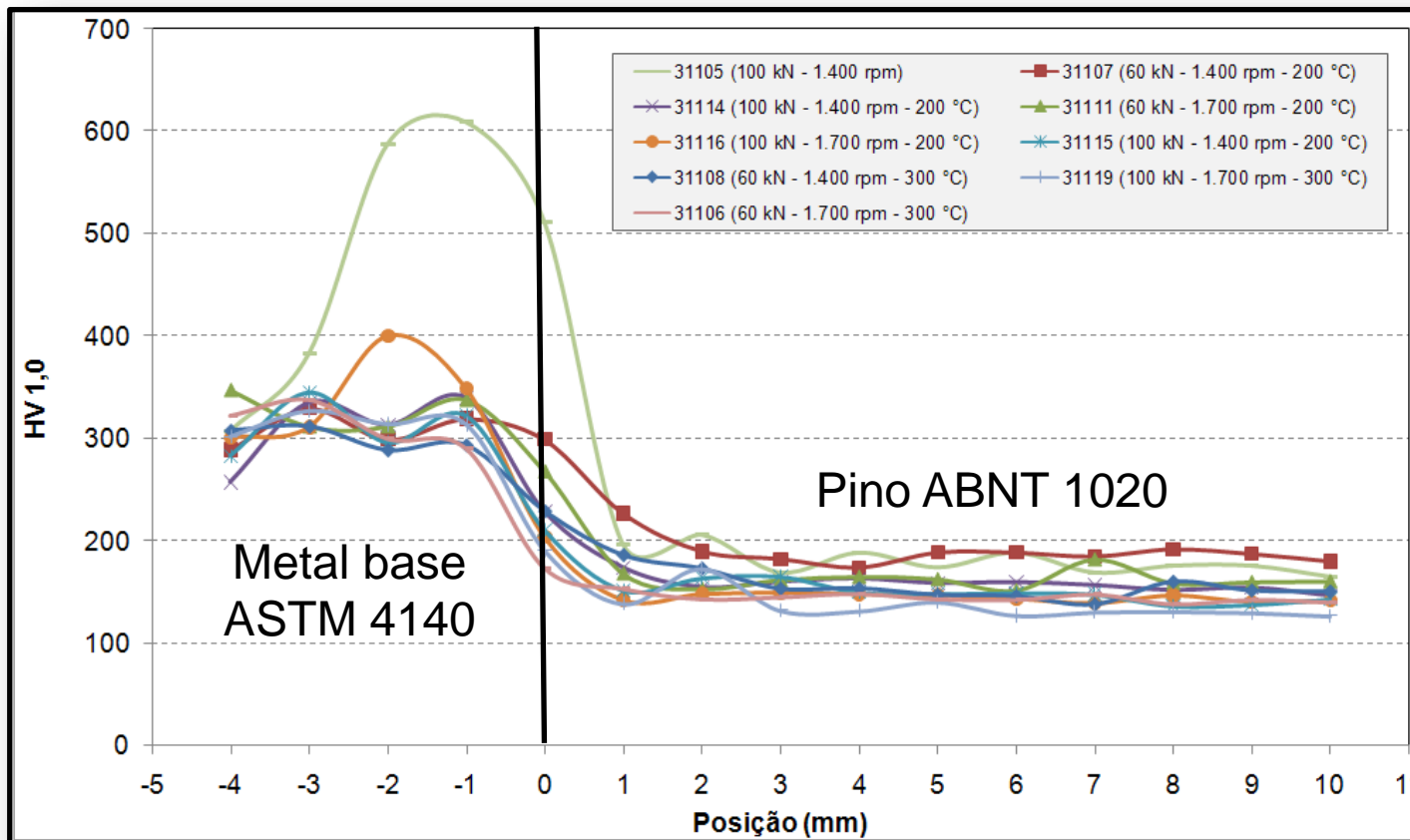
➤ **Caracterização dos reparos**

✓ **Análise microestrutural**



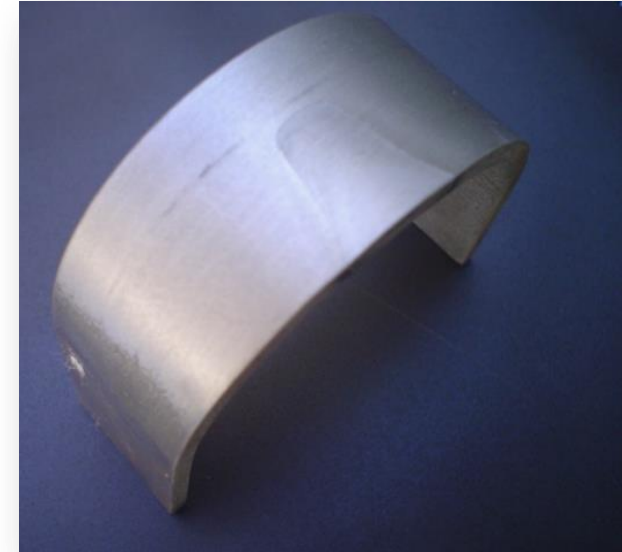
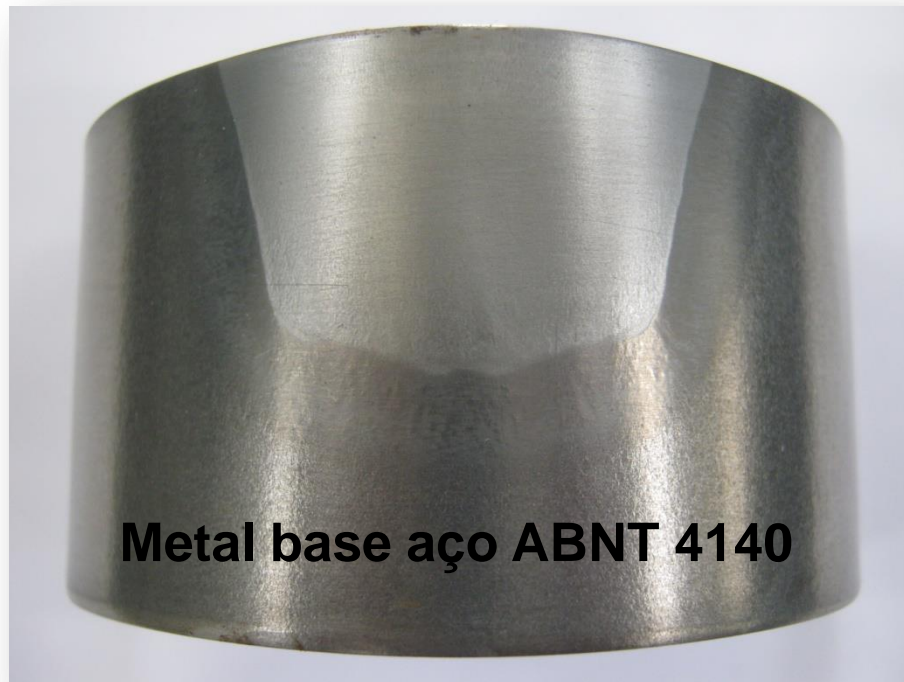
➤ Caracterização dos reparos

✓ Medições de dureza



➤ **Caracterização dos reparos**

- ✓ Ensaio de dobramento



Muito obrigado pela atenção!

e-mail: embrapii@femec.ufu.br

Telefone: (34)3239-4555

Laboratório de Tecnologia em Atrito e Desgaste

Eng. M.Sc. Juliano Oséias de Moraes
Telefone: 034-3239-4555



embrapii@femec.ufu.br

**SOLUÇÕES DE PROBLEMAS EM TECNOLOGIAS METAL-
MECÂNICAS COM BASE EM ABORDAGENS
MULTIDISCIPLINARES**

SUMÁRIO

- 1. NATUREZA MULTIDISCIPLINAR DOS PROBLEMAS EM METAL-MECÂNICA**
- 2. INFRAESTRUTURA E COMPETÊNCIAS DISPONÍVEIS**

NATUREZA MULTIDISCIPLINAR DOS PROBLEMAS EM METAL-MECÂNICA

- Falha
- Novos produtos
- Novos processos
- Otimização de processos
- Redução de custos
- Implantação de qualidade
- Mudanças normativas
- ...

Demanda de desenvolvimento

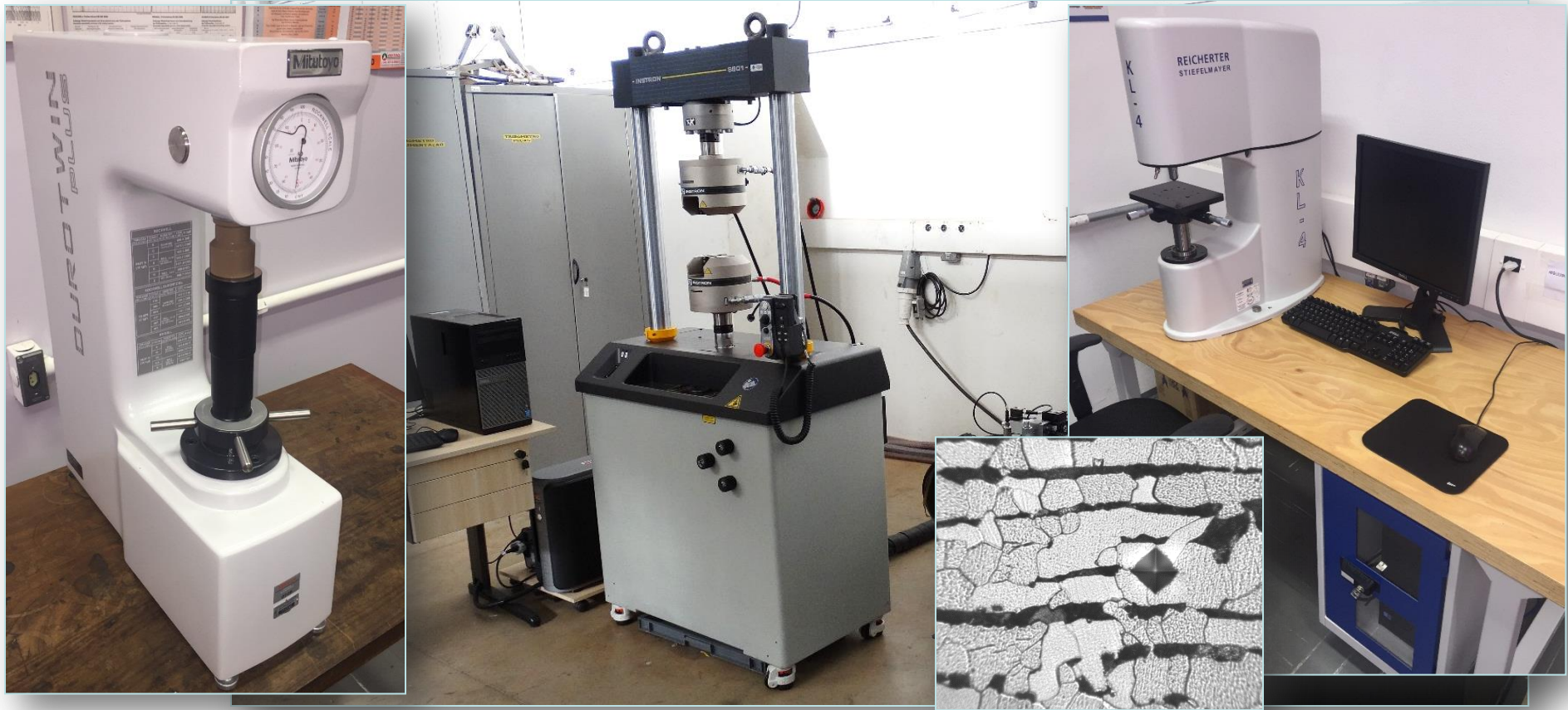


- Química
- Física
- Materiais
- Simulação/Programação
- Termodinâmica
- Eletrônica e controle
- Acústica e ótica
- ...

Solução

INFRAESTRUTURAS PARA AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E MECÂNICAS:

- Máquina de tração, dureza, microdureza, dobramento, fadiga, etc.



INFRAESTRUTURAS PARA AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E MECÂNICAS:

- Máquinas de medir por coordenadas



Máquina de Medição por Coordenadas (MMC)

Resolução = 0,2 μm

Capacidade de medição:

X = 1000 mm

Y = 1200 mm

Z = 600 mm

INFRAESTRUTURAS PARA AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E MECÂNICAS:

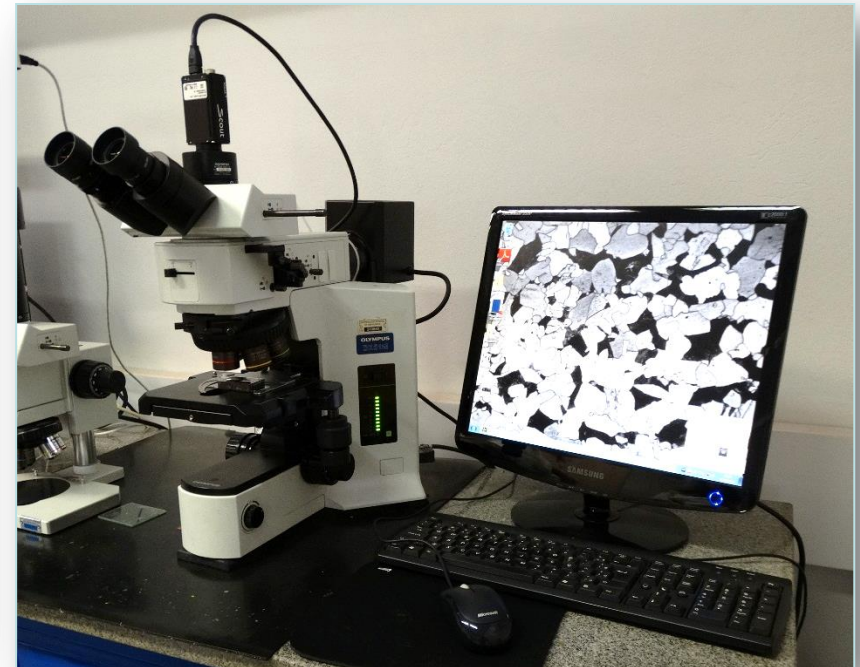
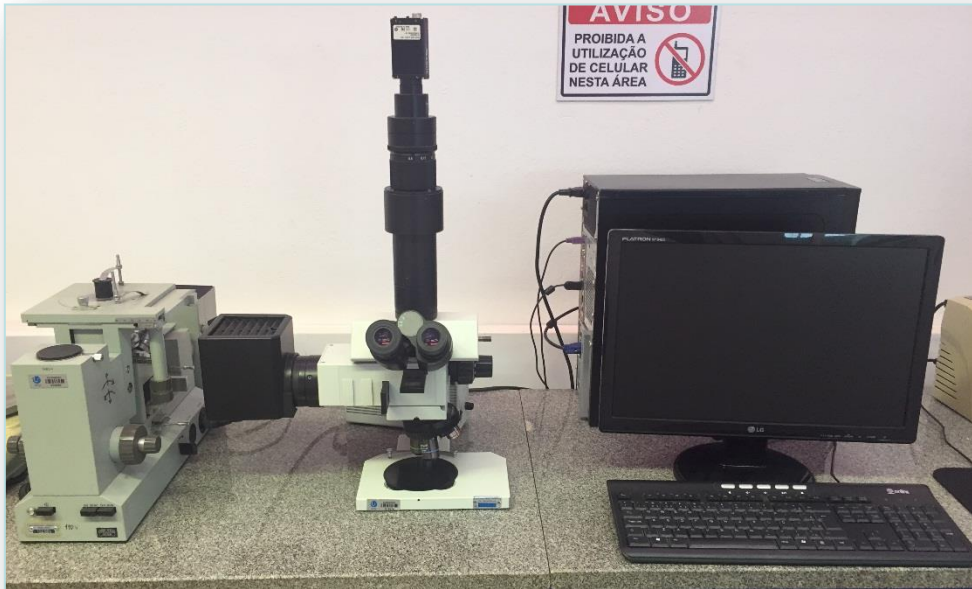
- Caracterização microestrutural



Preparação e análise metalográfica

INFRAESTRUTURAS PARA AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E MECÂNICAS:

- Caracterização microestrutural



Microscópios óticos com análise de imagem

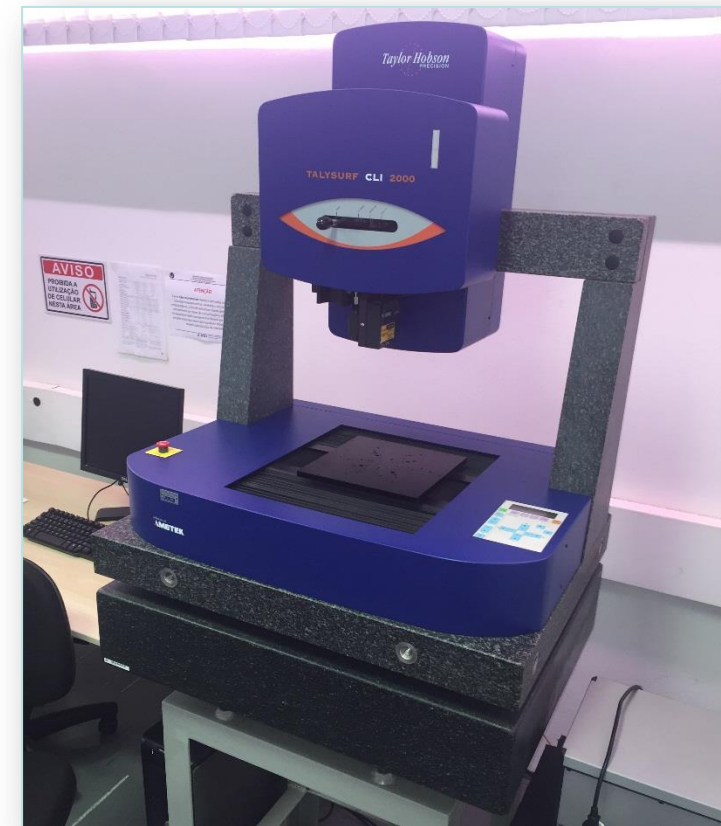
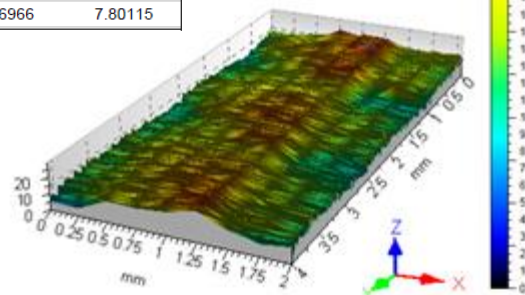
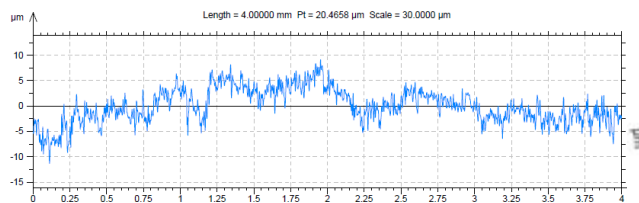
INFRAESTRUTURAS PARA AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E MECÂNICAS:

- Caracterização topográfica

Interferometria laser, luz branca e contato

- Perfis e superfícies
- Medição de rugosidade

ISO 4287						
		Context	Mean	Std dev	Min	Max
Amplitude parameters - Roughness profile						
Rp	µm	Gaussian filter, 0.8 mm	5.75728	0.557521	5.07695	6.72684
Rv	µm	Gaussian filter, 0.8 mm	6.32950	1.01170	5.00023	8.00493
Rz	µm	Gaussian filter, 0.8 mm	12.0868	1.29347	10.0901	14.6697
Rc	µm	Gaussian filter, 0.8 mm	4.13876	0.141382	3.94843	4.44413
Rt	µm	Gaussian filter, 0.8 mm	15.8769	3.06768	12.3398	23.0881
Ra	µm	Gaussian filter, 0.8 mm	1.38565	0.0496054	1.27546	1.45941
Rq	µm	Gaussian filter, 0.8 mm	1.78176	0.0786686	1.60634	1.86476
Rsk	µm	Gaussian filter, 0.8 mm	-0.0524264	0.260671	-0.402572	0.567218
Rku	µm	Gaussian filter, 0.8 mm	4.83636	1.32462	3.26966	7.80115



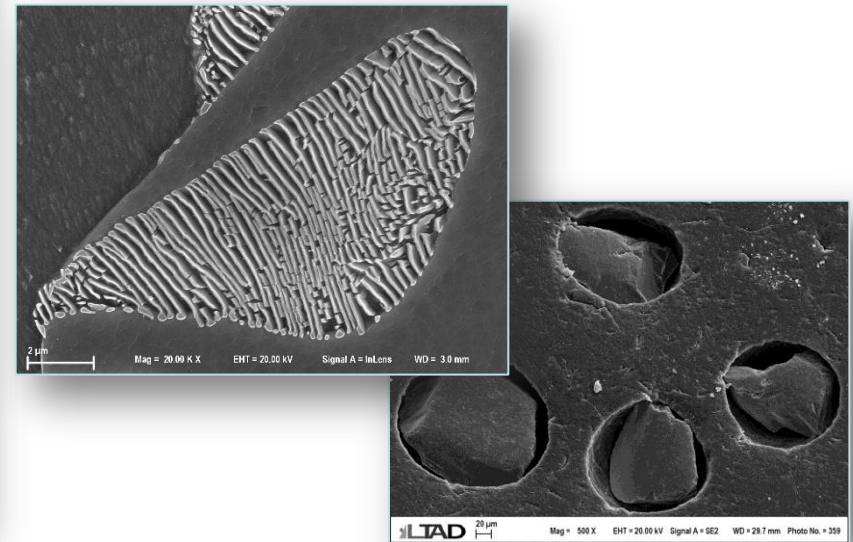
INFRAESTRUTURAS PARA AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E MECÂNICAS:

- Caracterização topográfica e química



Microscópio Eletrônico de Varredura de Alta Resolução (FEG)

- Equipado com: SE, EDS e BSE



INFRAESTRUTURAS PARA AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E MECÂNICAS:

- Avaliação de composição química em ligas metálicas

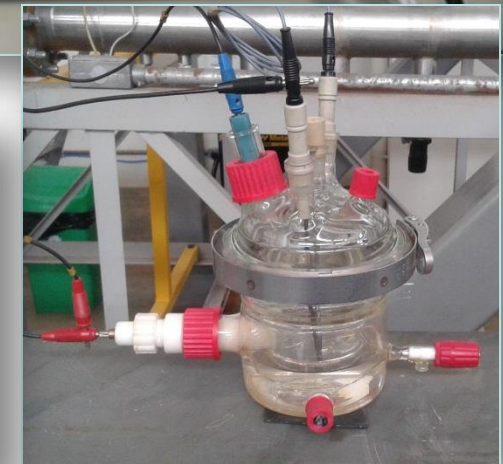
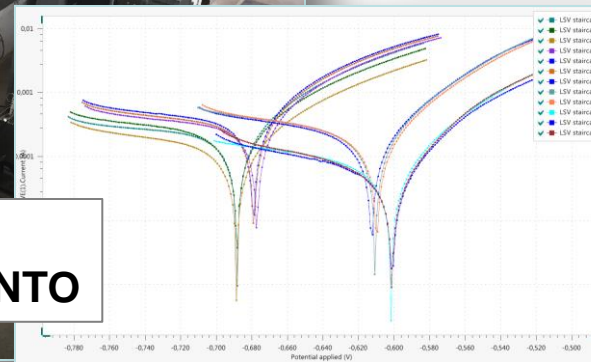
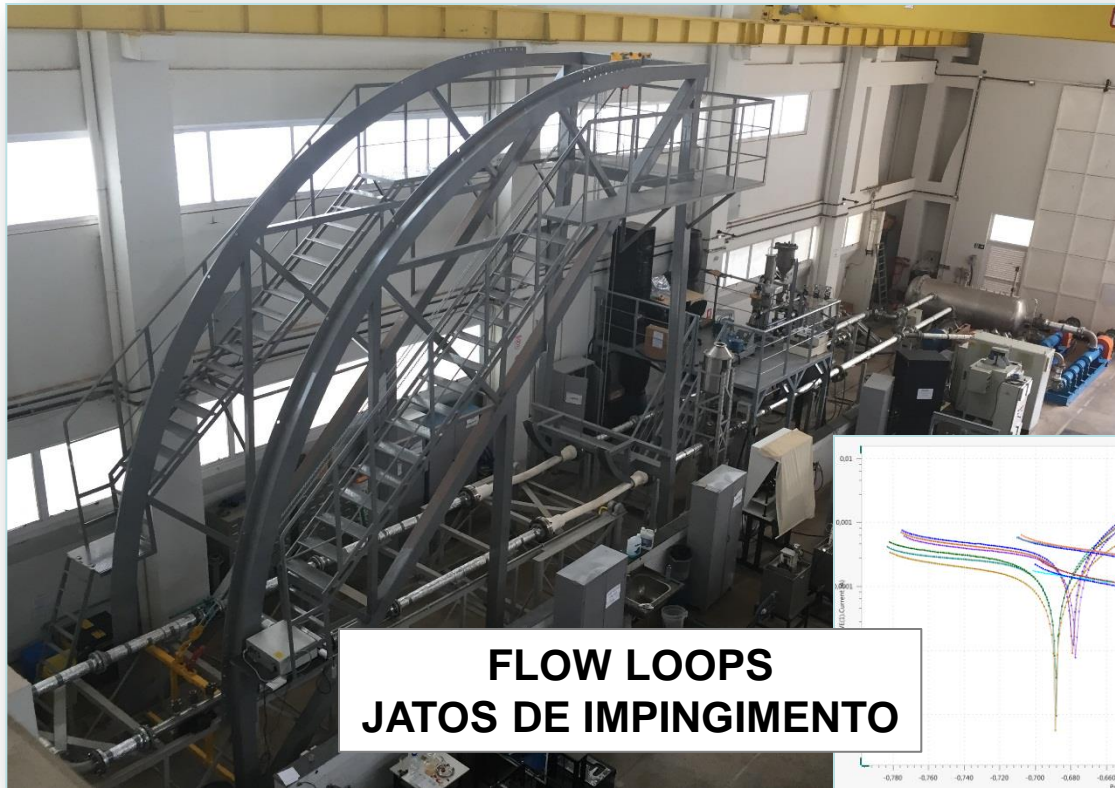


Espectrômetro de emissão óptica com plasma induzido GD-OES

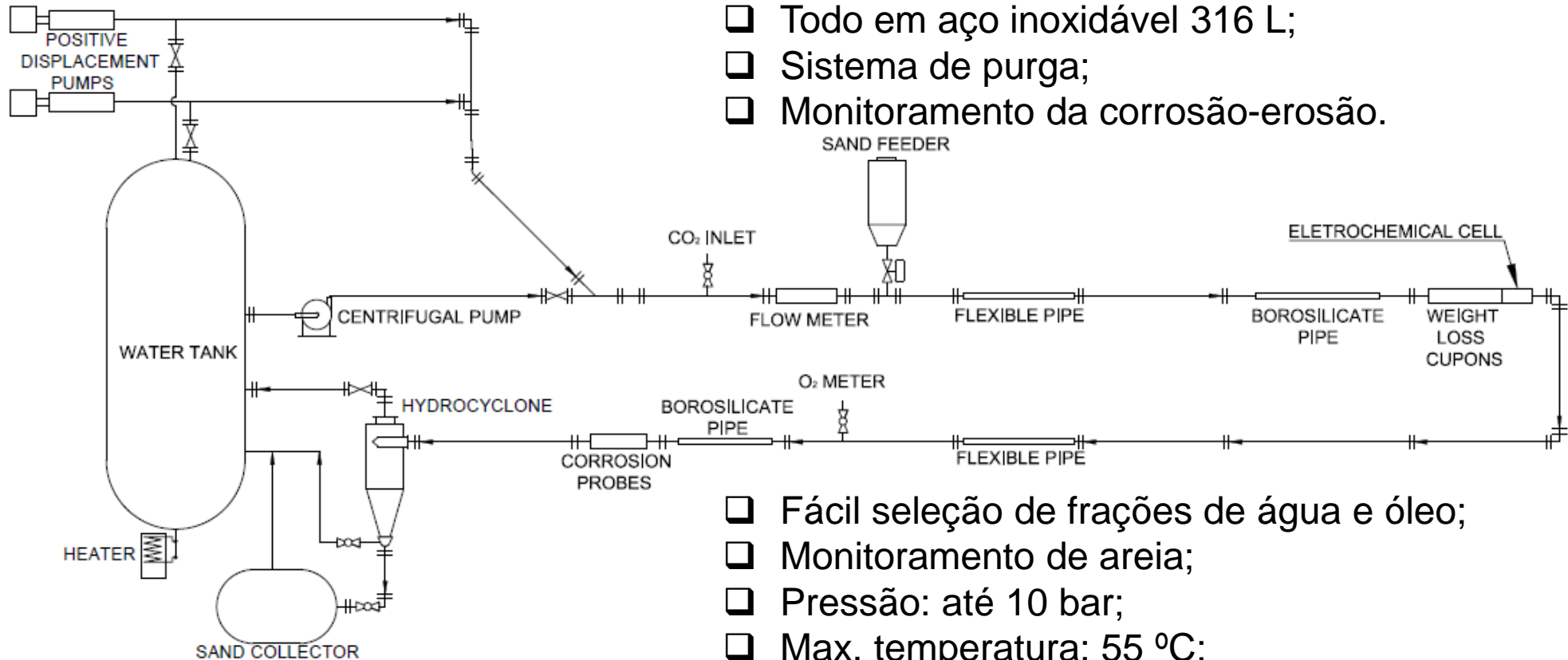
Método para análise de aços de baixa liga, aços inoxidáveis e superligas de Níquel

INFRAESTRUTURAS PARA AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E MECÂNICAS:

- Equipamentos para ensaios de erosão, corrosão e corrosão-erosão



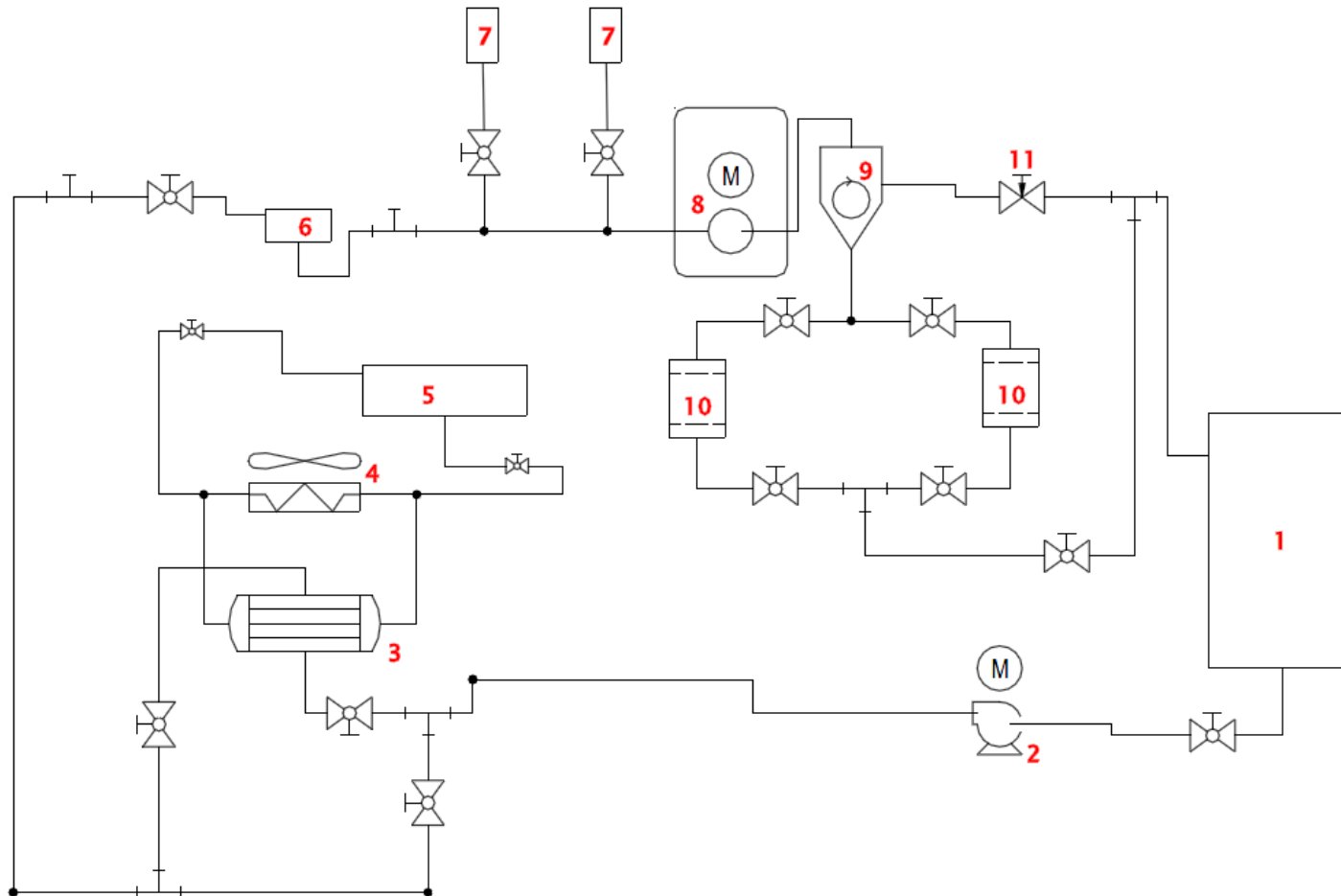
FLOW LOOP PARA ENSAIOS DE CORROSÃO-EROSÃO



- Diâmetro interno: **100 mm**;
- Comprimento total: 60 m;
- Todo em aço inoxidável 316 L;
- Sistema de purga;
- Monitoramento da corrosão-erosão.

- Fácil seleção de frações de água e óleo;
- Monitoramento de areia;
- Pressão: até 10 bar;
- Max. temperatura: 55 °C;
- Velocidade: até 5 m/s;
- Vazão máx. = 150 m³/h.

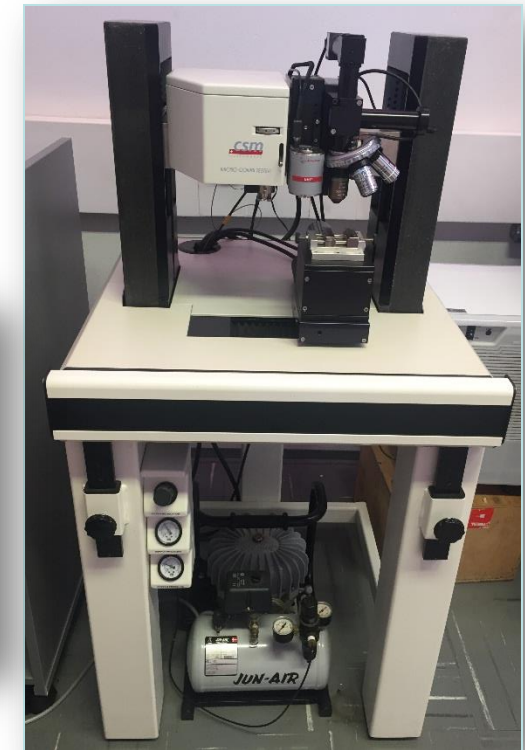
FLOW LOOP PARA ENSAIOS DE BOMBAS BCS



- 1 - Tanque
- 2 - Bomba *booster*
- 3 - Trocador de calor
- 4 - *Chiller*,
- 5 - Tanque *chiller*
- 6 - Medidor de vazão
- 7 - Dosadores de Abrasivo
- 8 - Unidade de teste (BCS, motor, torquímetro, *encoder*, sensores de pressão, temperatura e vibração)
- 9 - Hidrociclone
- 10 - Coletor de areia
- 11 - Válvula de restrição

INFRAESTRUTURAS PARA AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E MECÂNICAS:

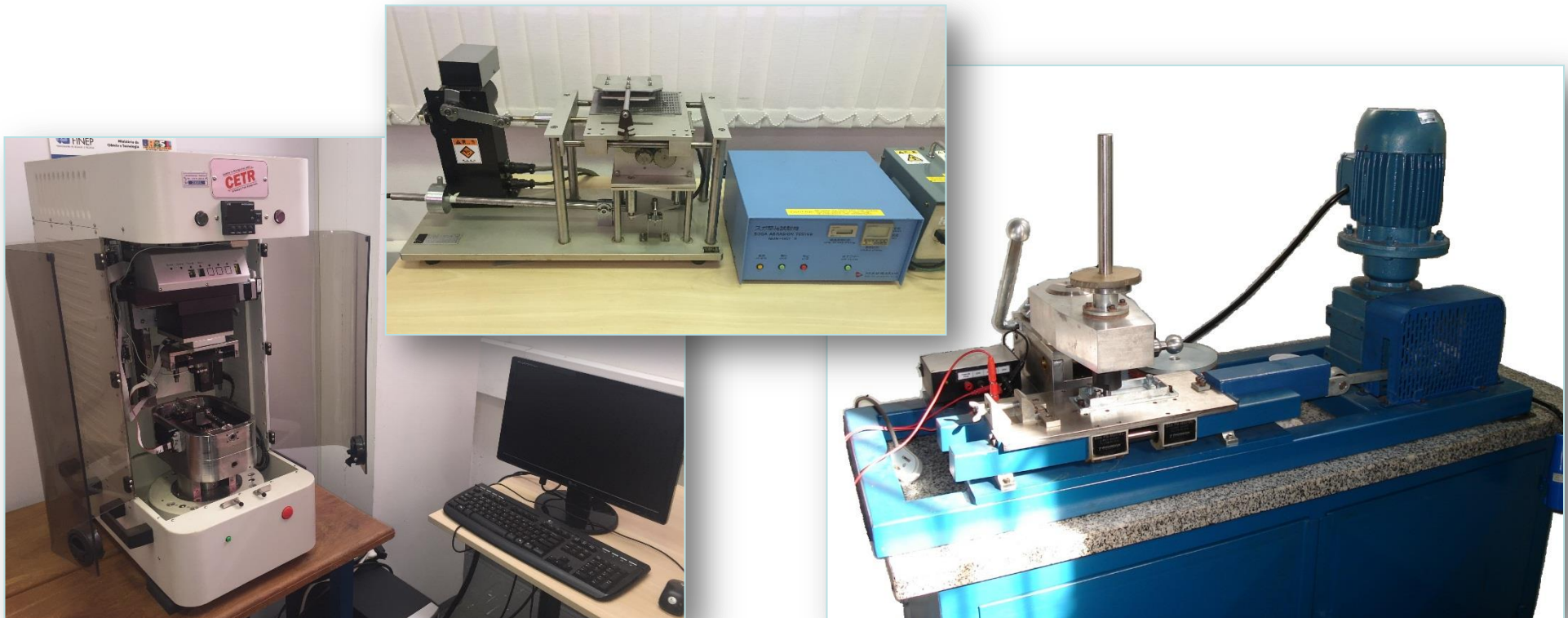
- Equipamentos para ensaios tribológicos diversos



Esclerômetros macro e micro

INFRAESTRUTURAS PARA AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E MECÂNICAS:

- Equipamentos para ensaios tribológicos diversos



Tribômetros de bancada

INFRAESTRUTURAS PARA AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E MECÂNICAS:

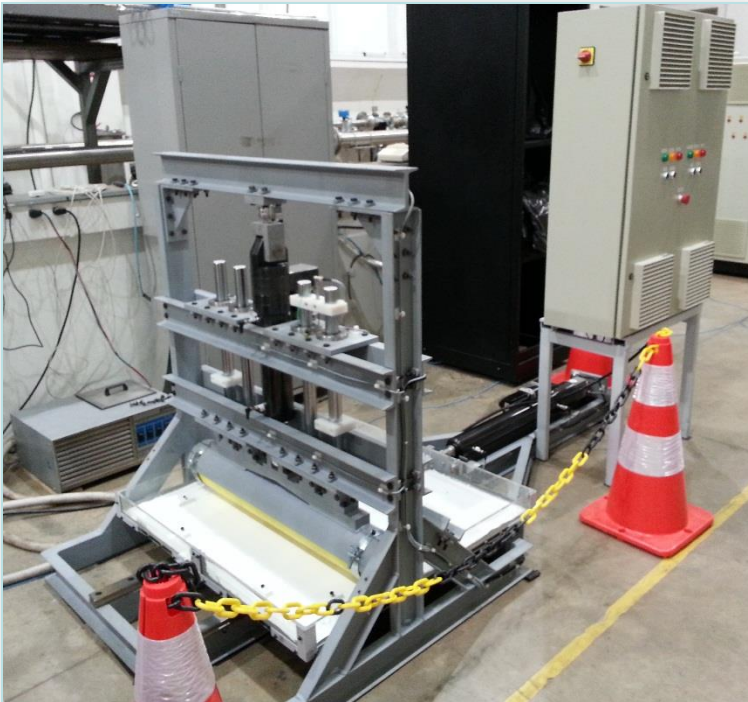
- Equipamentos para ensaios tribológicos diversos



Ensaio de desgaste normalizados

INFRAESTRUTURAS PARA AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E MECÂNICAS:

- Equipamentos para ensaios tribológicos diversos



Tribômetros em escala real



INFRAESTRUTURAS PARA AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E MECÂNICAS:

- Oficina mecânica de apoio e Laboratório de eletrônica



Torno, fresa, eletro-erosão a fio, retífica de topo, furadeira, ...



- Estação de solda;
- Osciloscópios;
- Multímetros de precisão.

EQUIPE TÉCNICA:

- **Professores de tribologia, projetos mecânicos, instrumentação e controle, usinagem, metrologia e corrosão eletroquímica;**
- **Engenheiros mecânicos, eng. mecatrônicos e eng. eletricitistas;**
- **Técnicos;**
- **Estudantes de graduação**
- **Estudantes de pós-graduação (mestrado e doutorado).**

ÁREAS DE PESQUISA:

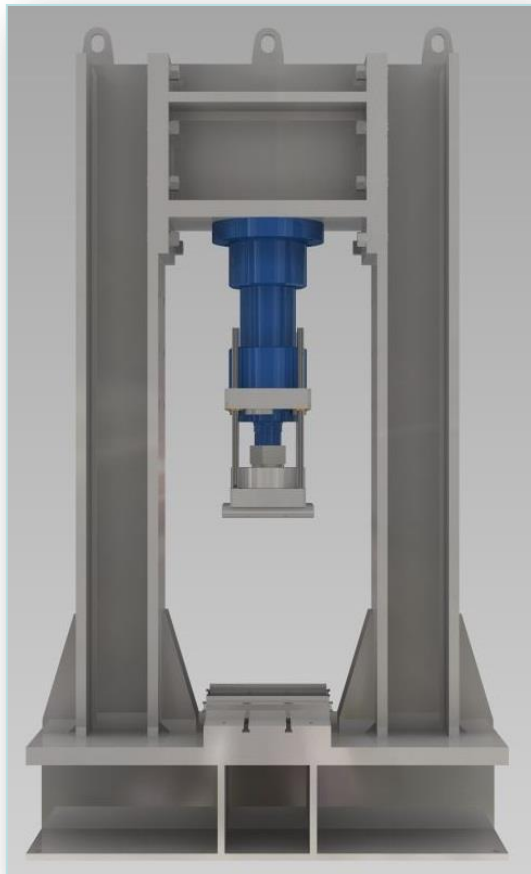
- **Avaliação do desempenho tribológico dos materiais aplicados na indústria de petróleo e gás;**
- **Erosão, corrosão e corrosão / erosão;**
- **Avaliação das propriedades mecânicas *in situ*;**
- **Processamento por atrito;**
- **Análises de falhas.**

EXPERIÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE PD&I USANDO:

- 1. Modelagem CAD 3D;**
- 2. Elementos finitos (projeto mecânico);**
- 3. Controladores PID e inteligência artificial;**
- 4. Projetos de equipamentos de teste de bancada e campo;**
- 5. Desenvolvimento de software e tratamento de dados;**
- 6. Unidades hidráulicas especiais;**
- 7. Cálculo de incertezas de medição;**
- 8. Técnicas eletroquímicas aplicadas à corrosão;**
- 9.**

EXPERIÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE PD&I

- Modelagem CAD 3D e elementos finitos (projeto mecânico)



ANALISE DE FALHAS

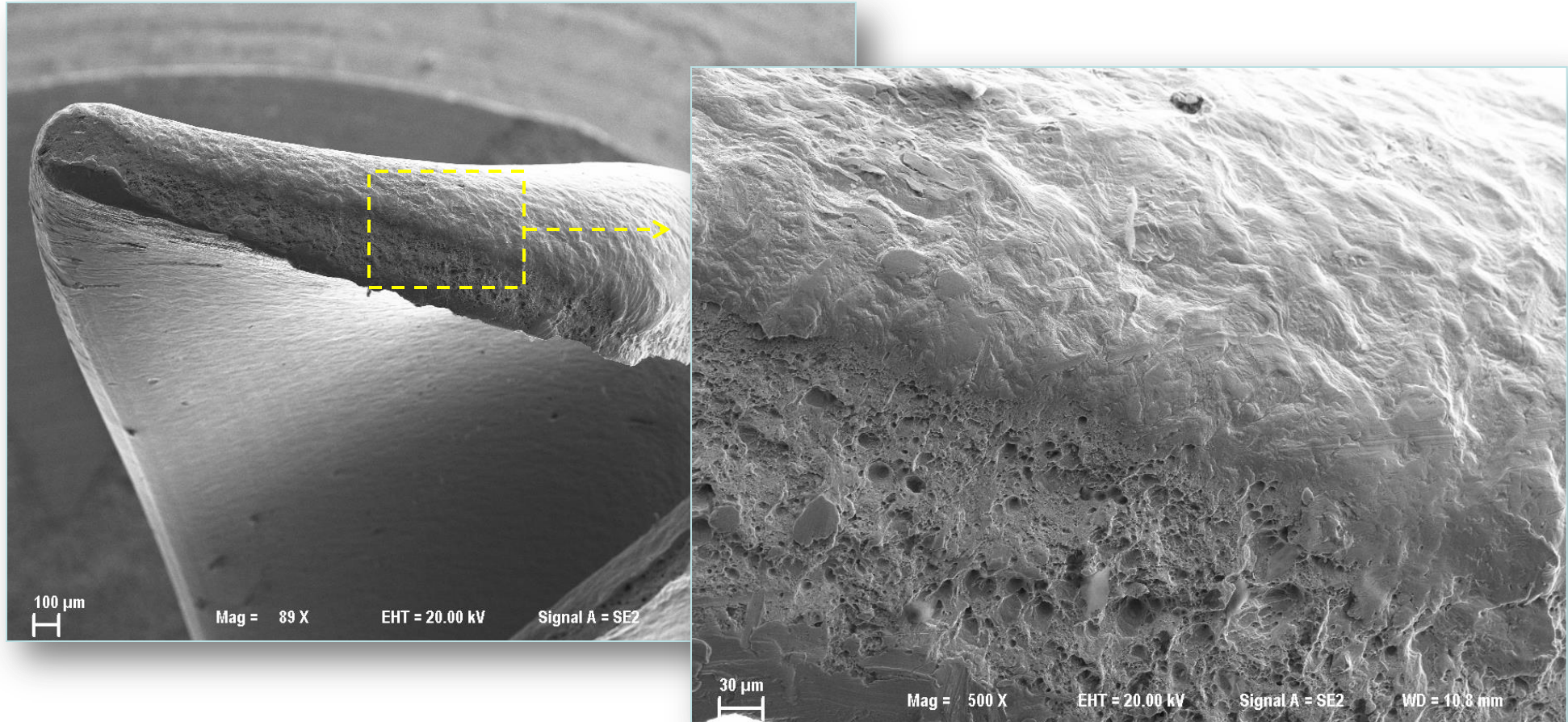


**Análise de falha em pista
interna de rolamento**



**Análise de falha em tubo oscilante
de máquinas pesadas**

ANALISE DE FALHAS

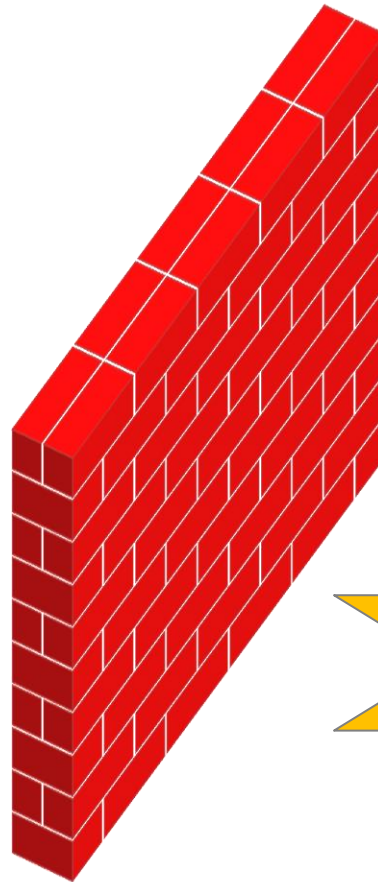


Análise de falha em mangueira de umbilical da exploração de petróleo *offshore*

VISÃO TRADICIONAL

UNIVERSIDADES E CENTROS TECNOLÓGICOS

- Burocracia
- Lentidão no processo
- Projetos fomentados principalmente com recursos do Governo



- Pouco investimento em pesquisa
- Solução de problemas por tentativa e erro

EMPRESAS E INDÚSTRIAS

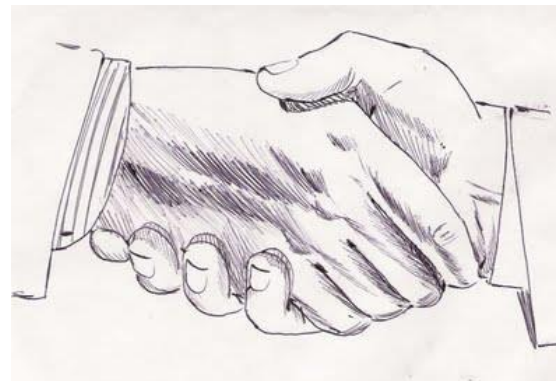
VISÃO PARA O FUTURO DAS PARCERIAS

**UNIVERSIDADES E
CENTROS
TECNOLÓGICOS**

**EMPRESAS E
INDÚSTRIAS**

- **Agilidade**
- **Incentivo Financeiro**
- **Recursos de contratos**

 **EMBRAPII**



- **Conectadas às Universidades e Centros Tecnológicos**
- **Aumento de competitividade**
- **Melhoria da qualidade**

Muito obrigado pela atenção!

e-mail: embrapii@femec.ufu.br

Telefone: (34)3239-4555