

AÇOS COM CAMADAS OBTIDAS POR TRATAMENTOS TERMOQUÍMICOS E COM DEPOSIÇÃO DE FILMES

UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina

➤ 7 Campus

- Campus I – Grande Florianópolis;
- **Campus II – Norte Catarinense;**
- Campus III – Planalto Serrano;
- Campus IV – Oeste Catarinense;
- Campus V – Vale do Itajaí;
- Campus VI – Sul Catarinense;
- Campus VII - Meio Oeste.

UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina

- Campus II - Norte Catarinense
 - **Centro de Ciências Tecnológicas – CCT**
Joinville
 - Centro de Educação do Planalto Norte –
CEPLAN
São Bento do Sul



CCT – Centro de Ciências Tecnológicas

- **Eng. Mecânica;**
- Eng. Elétrica;
- Eng. Civil;
- Eng. Produção;
- Ciência da Computação;
- Física;
- Química;
- Matemática.



- Maior cidade do estado de SC
- Cerca de 560.000 hab.
- 3º centro industrial da região Sul

DEM – Departamento de Engenharia Mecânica

- **PGCEM** – Programa de pós graduação em Ciência e Engenharia de Materiais;
 - Mestrado (1995);
 - Doutorado (2010).
- PPGEM - Programa de pós graduação em Ciência e Engenharia Mecânica.

GRUPO DE PESQUISA:
METALURGIA DO PÓ E MATERIAIS PARTICULADOS

LINHAS DE PESQUISA:

- **TRATAMENTOS TÉRMICOS E TERMOQUÍMICOS**
- **TRIBOLOGIA**

EQUIPE (22 Pessoas):

Prof. Cesar Edil da Costa;



Metalurgia do pó
Tratamentos térmicos

Prof. Júlio Cesar G. Milan.



Tribologia

EQUIPE (22 Pessoas):

Prof. Cesar Edil da Costa;
Prof. Júlio Cesar Giubilei Milan.

07 Doutorandos:

Anael Preman Krelling;
Elisangela Aparecida dos Santos Almeida;
Everton Rafael Breitenbach;
Flávia Costa da Silva;
Alexandre Galiotto;
Ivandro Bonetti;
Kamila Kazmierkzac.

EQUIPE:

06 Mestrandos:

Leonardo Pinez Fernandes;

Mateus Leal Arcego;

Bruna de Freitas Zappelino do Nascimento;

Fernando Rodrigues Demboski;

Rodrigo Krauss Salvador;

Fernanda Brietzig.

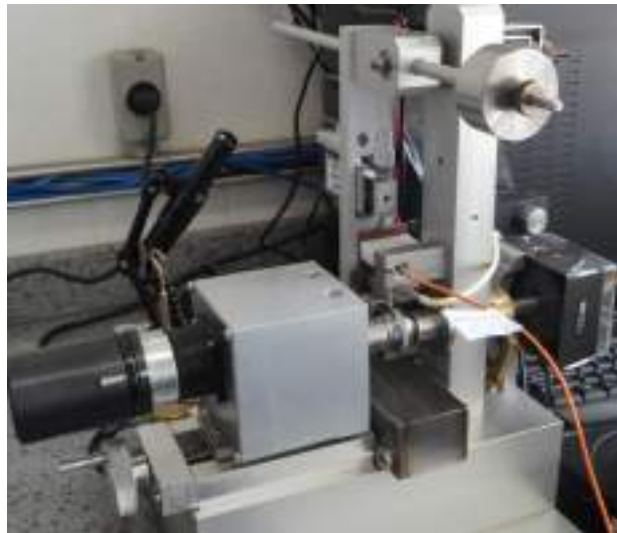
Alunos de IC e TCC

7 alunos.

ESTRUTURA DE TRABALHO:

Tribômetros:

- Pino sobre disco;
- Micro abrasão esfera fixa;
- Roda de borracha.



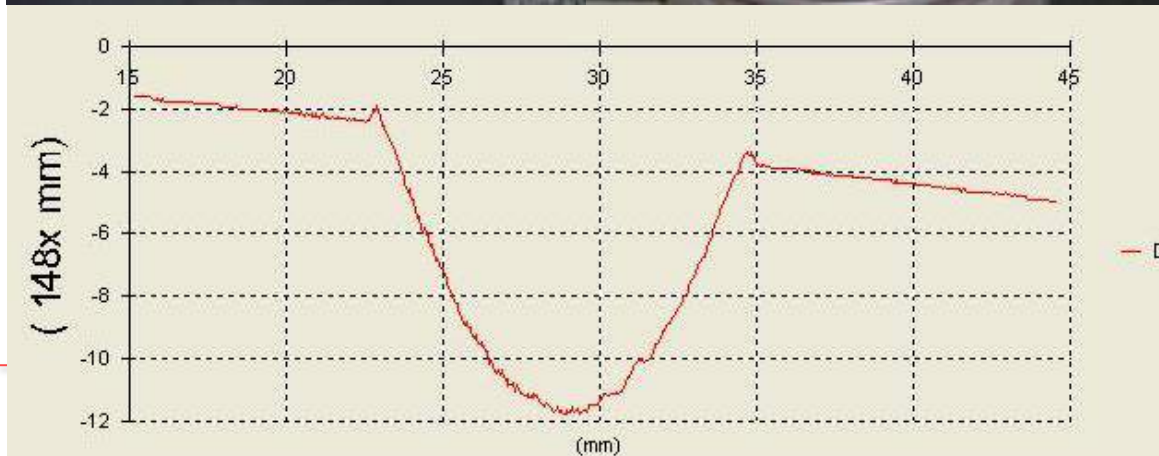
ESTRUTURA DE TRABALHO:

Equipamentos de apoio:

Para quantificação do desgaste:



Perfilômetro CV
2000 Contrace –
Mitutoyo



ESTRUTURA DE TRABALHO:

Equipamentos de apoio:

Para quantificação do desgaste:



Microscópio Confocal – Leica DCM 3D

ESTRUTURA DE TRABALHO:

Principais equipamentos de apoio:

- Microscópio Eletrônico de Varredura, Zeiss;
- Microscópio de Emissão de Campo, FEG, Jeol;
- Microscópios Ópticos;
- Microdurômetro Shimadzu;
- Difratorômetro de raios X;
- Fornos mufla;
- Forno tubular com atmosfera controlada;
- Analisador de partículas a laser.

Primeiros Trabalhos ligados a tratamentos termoquímicos e caracterização tribológica :

NITRETAÇÃO SÓLIDA, PLASMA E GASOSA EM AÇOS FERRAMENTA: ANÁLISE MICROESTRUTURAL E COMPORTAMENTO AO DESGASTE

Dissertação de mestrado

Elisangela A. dos Santos de Almeida

NITRETAÇÃO SÓLIDA, PLASMA E GASOSA EM AÇOS FERRAMENTA: ANÁLISE MICROESTRUTURAL E COMPORTAMENTO AO DESGASTE

Nitretação

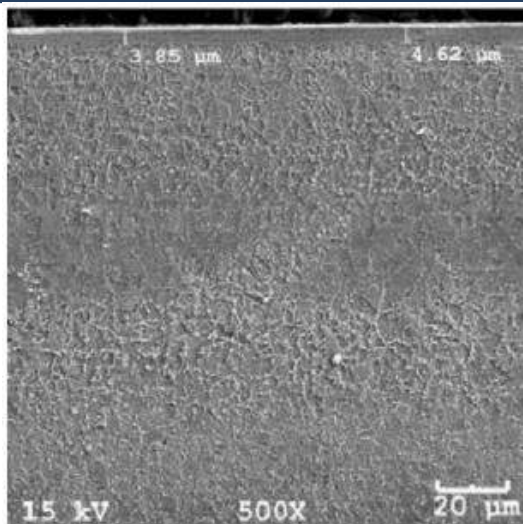
- Gasosa,
- Plasma,
- **Sólida.**



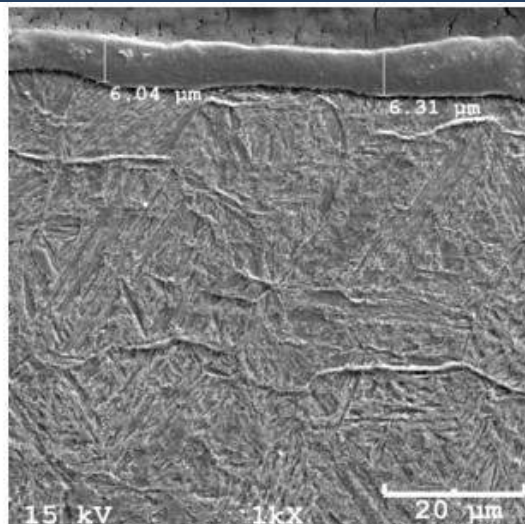
Materiais:

- AISI H13,
- AISI P20,
- N 8550.

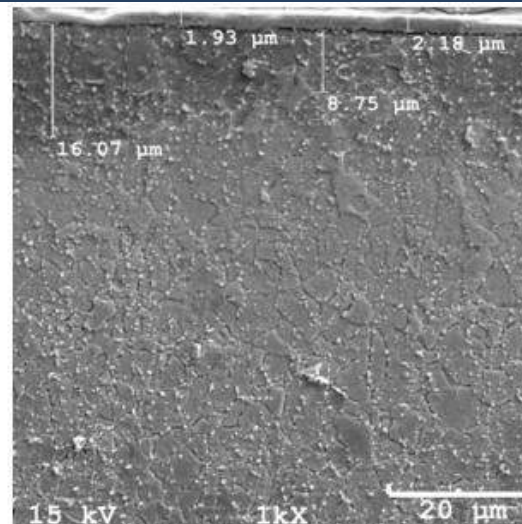
Desgaste por deslizamento do tipo pino sobre disco



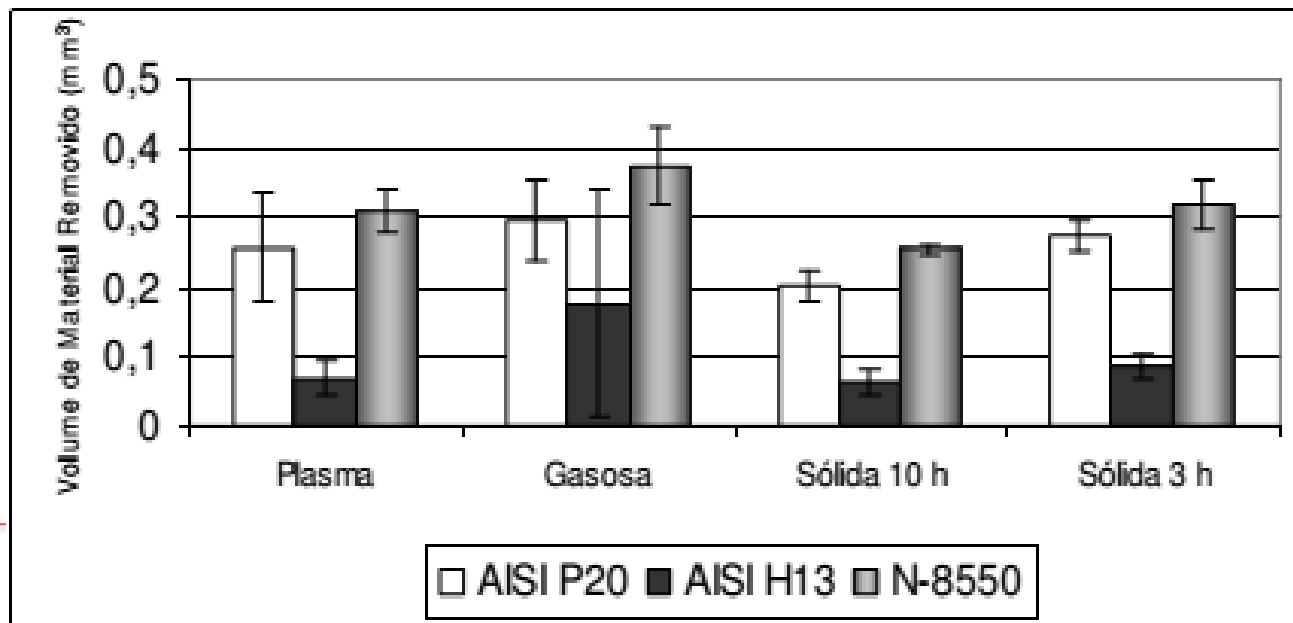
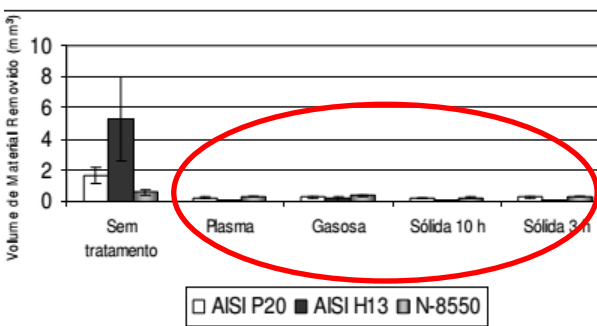
AISI H13 - Gás

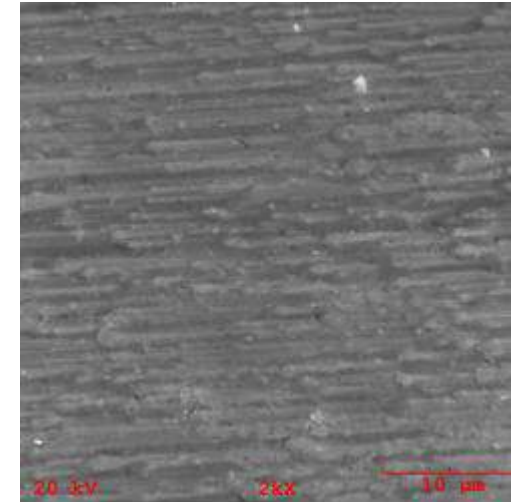
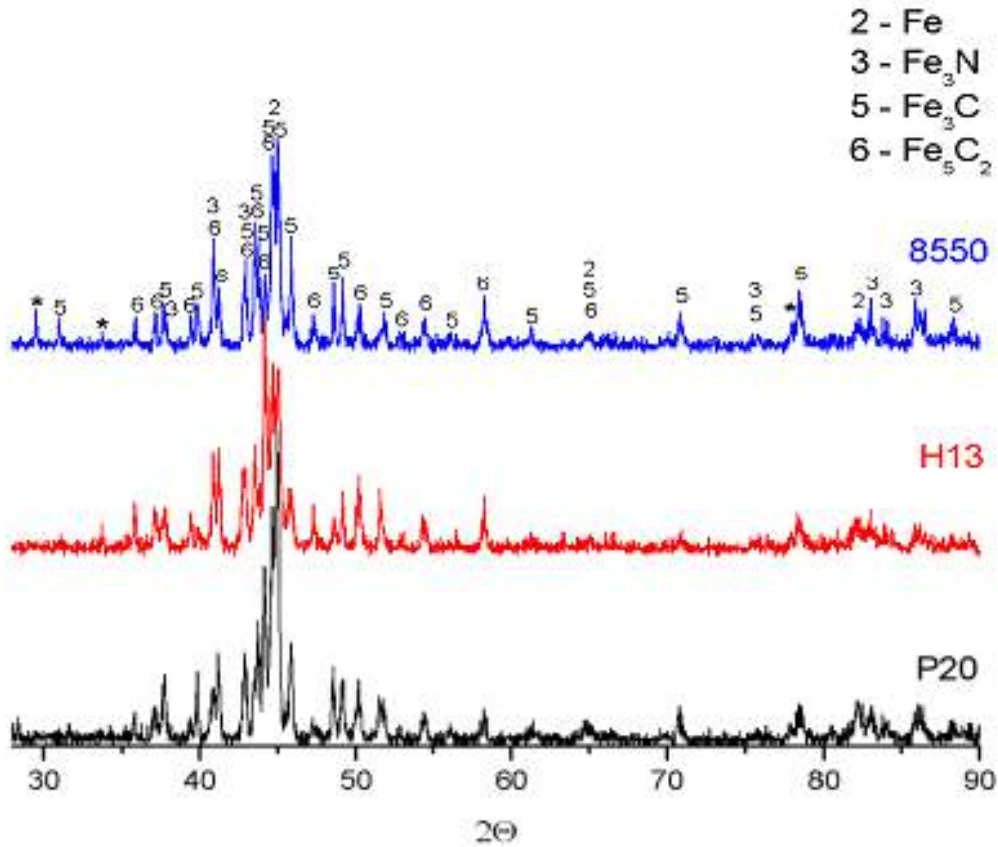


Sólida

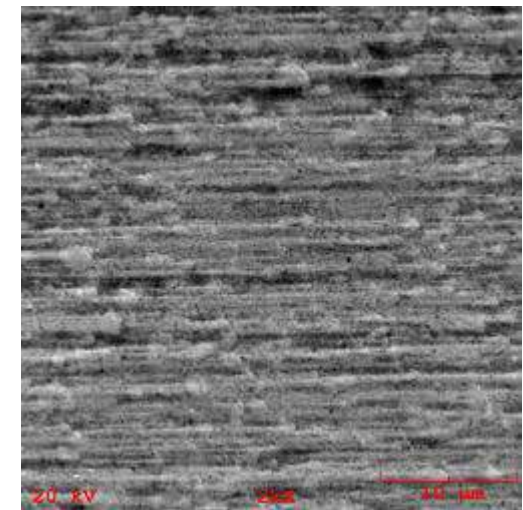


Plasma





Plasma



Sólida

Difração de Raios-X obtida para as amostras submetidas à nitretação sólida.

ESTUDO DO COMPORTAMENTO TRIBOLÓGICO DO AÇO AISI H13 SUBMETIDO A TRATAMENTO TERMOQUÍMICO DE BORETAÇÃO

Dissertação de mestrado

Anael Preman Krelling

NITRETAÇÃO SÓLIDA, PLASMA E GASOSA EM AÇOS FERRAMENTA: ANÁLISE MICROESTRUTURAL E COMPORTAMENTO AO DESGASTE

Boretação em caixa

- Ekabor[®] 1-V2,



Material:

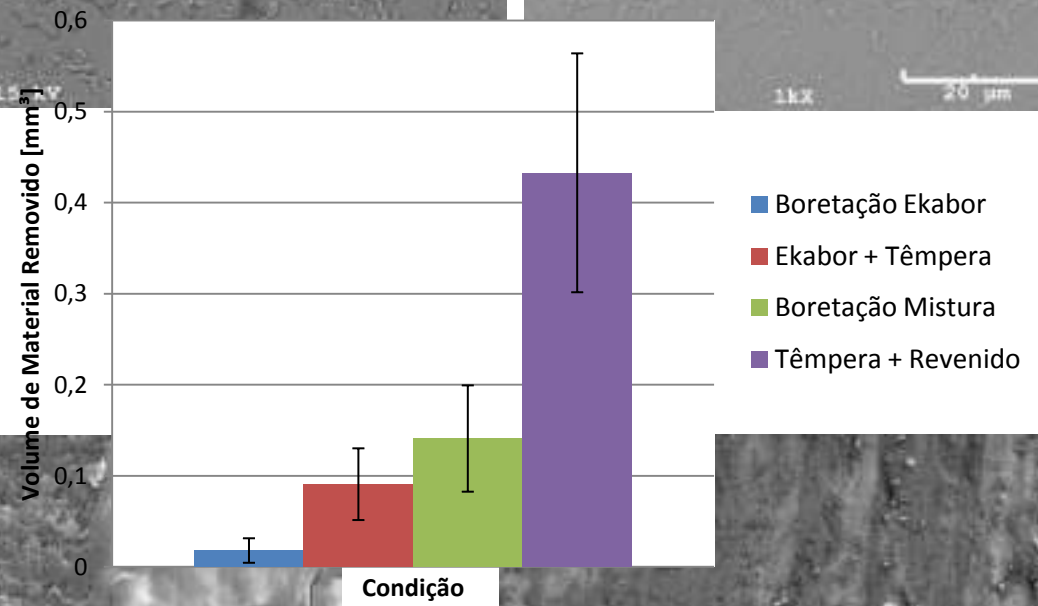
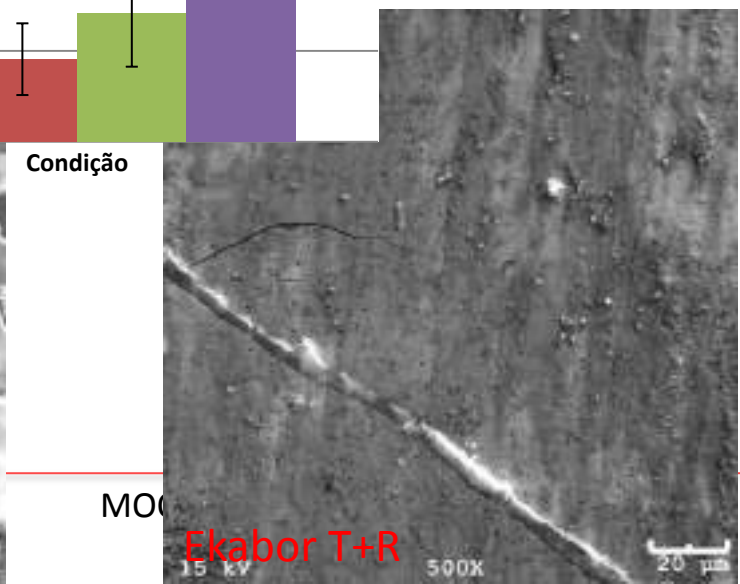
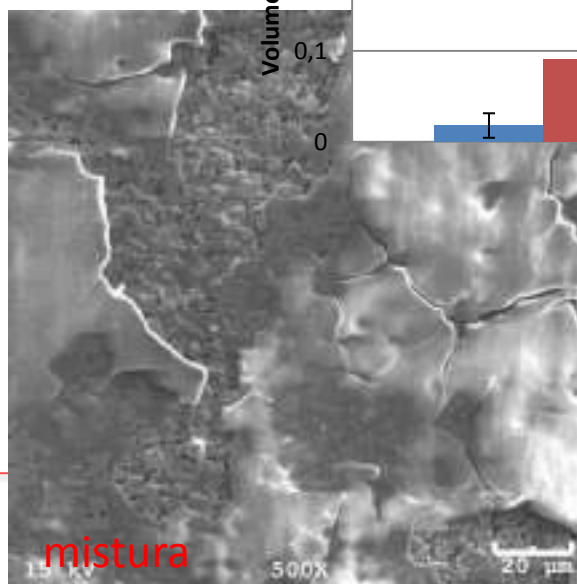
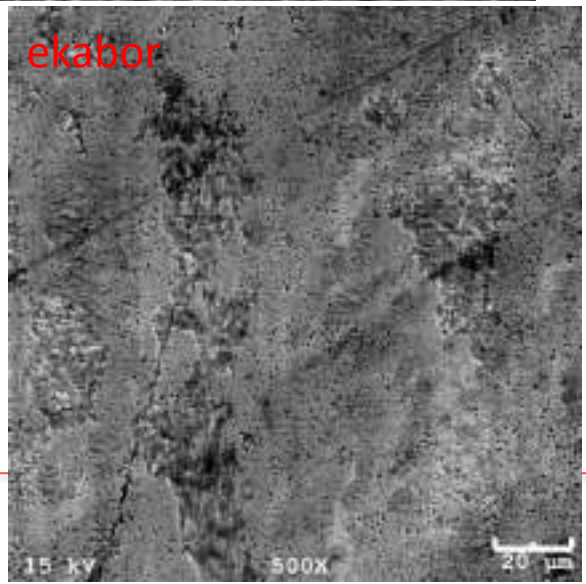
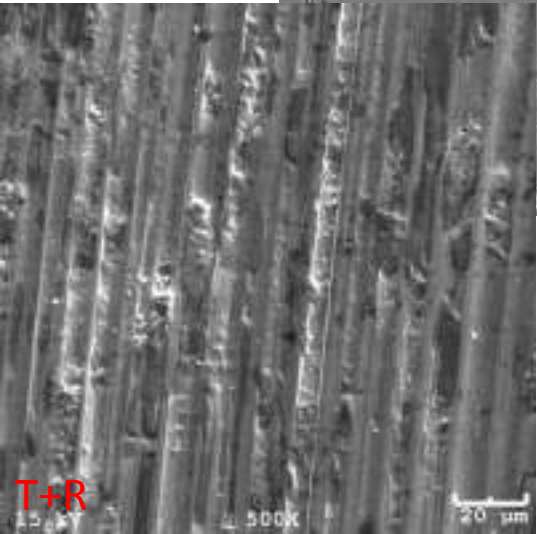
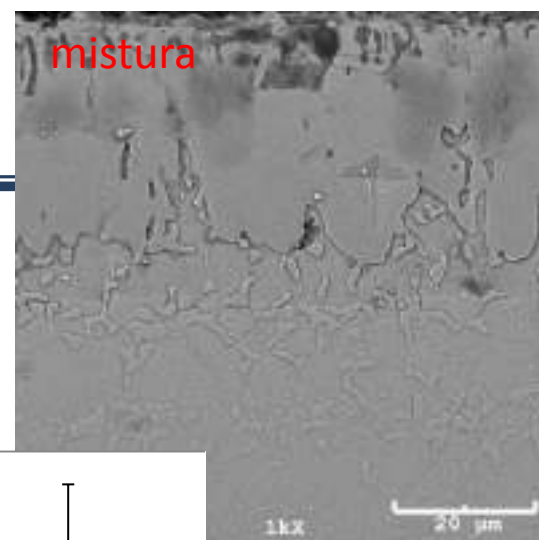
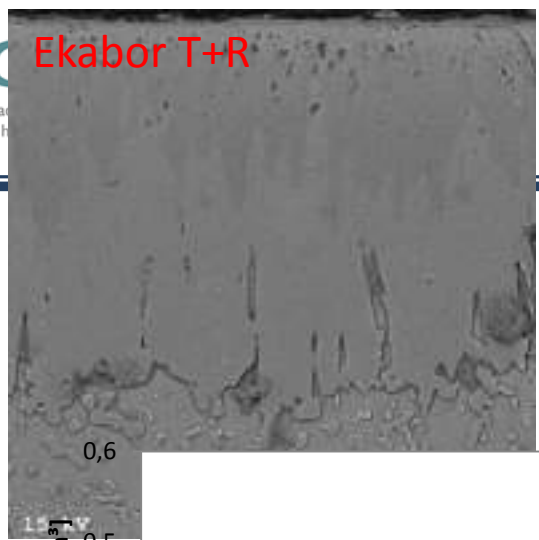
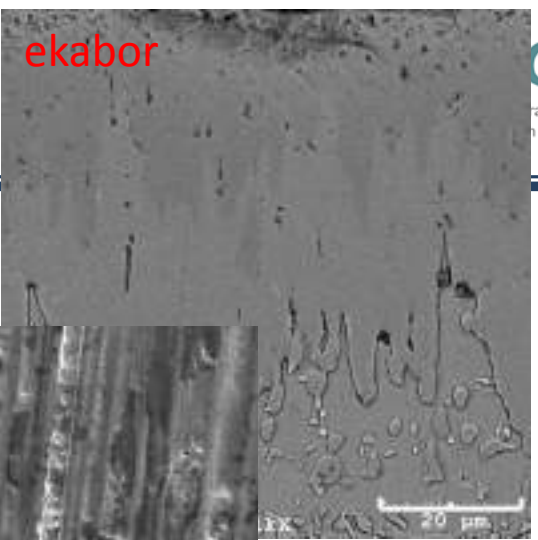
- AISI H13,

- Ekabor[®] + Têmpera + Revenimento,

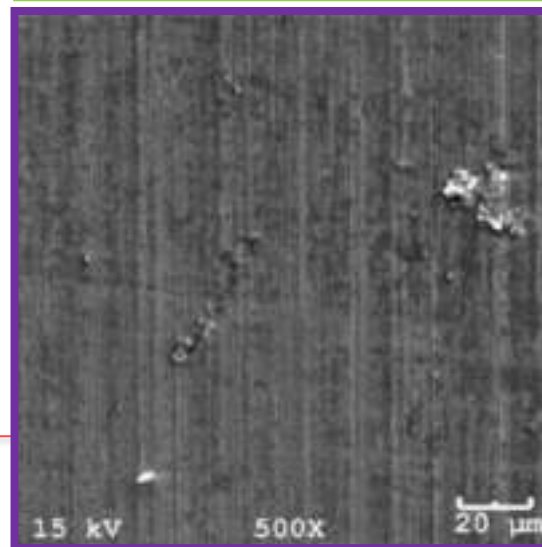
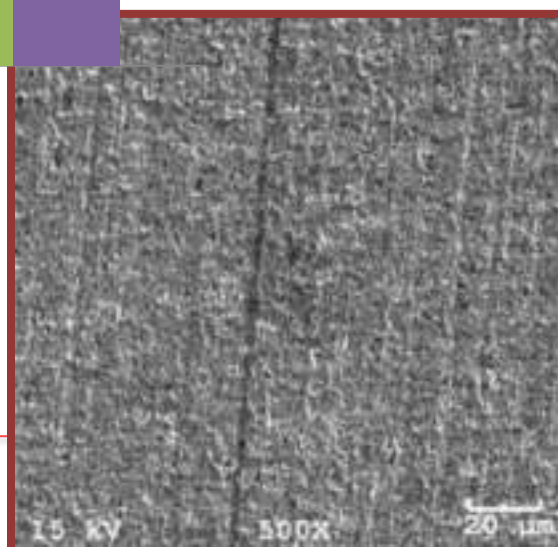
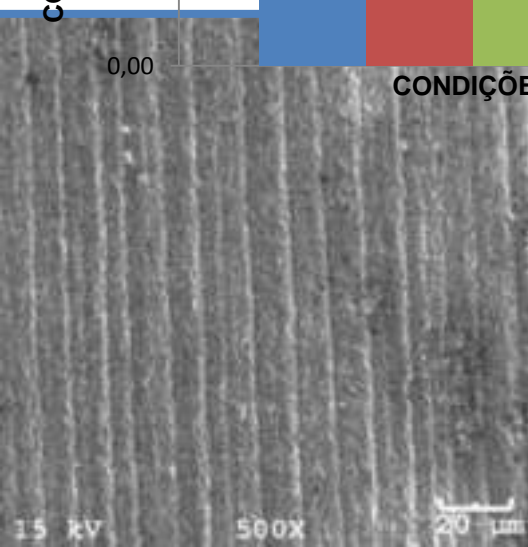
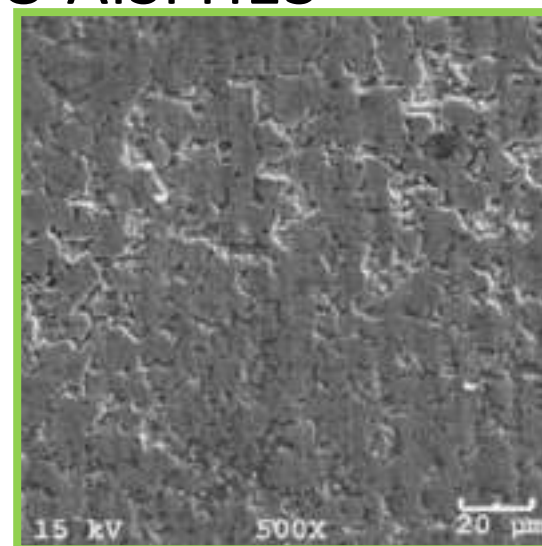
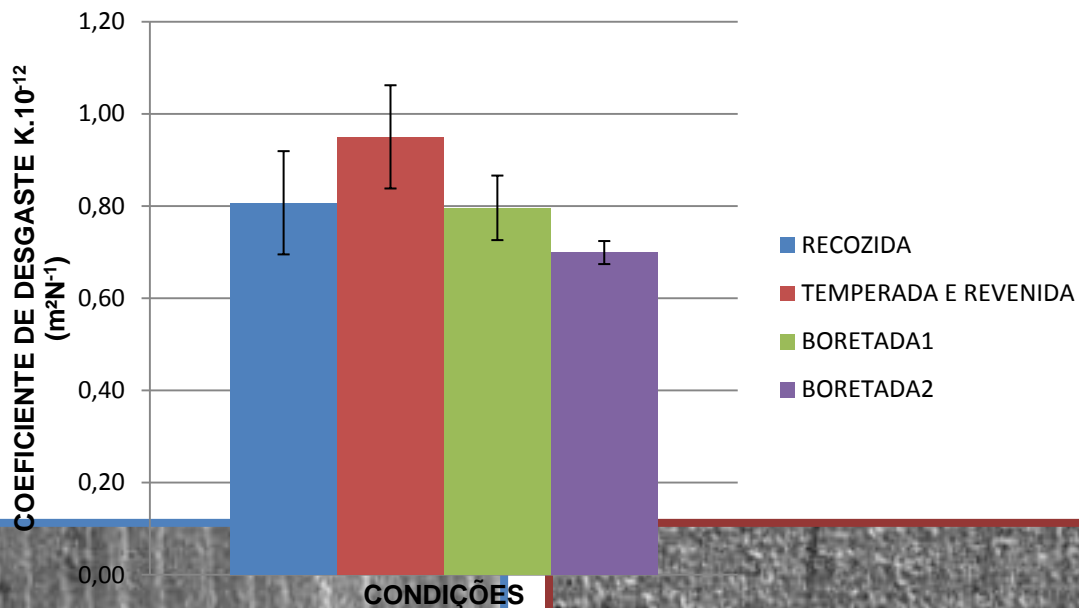
- Mistura

73,26% Bórax, 24,06% SiC,
1,22% NH₄Cl e 1,46% NaCl





INFLUÊNCIA DA CONDIÇÃO SUPERFICIAL NA RESISTÊNCIA AO DESGASTE MICROABRASIVO DO AÇO AISI H13



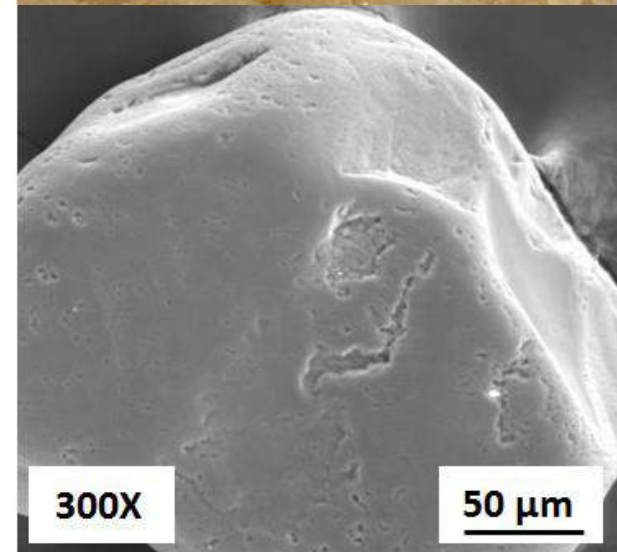
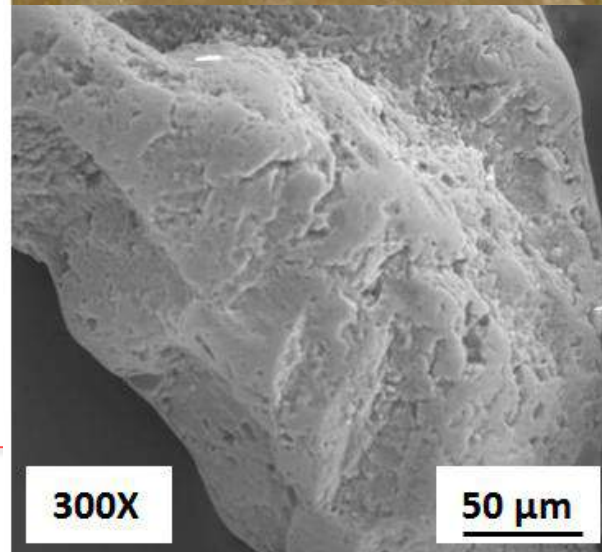
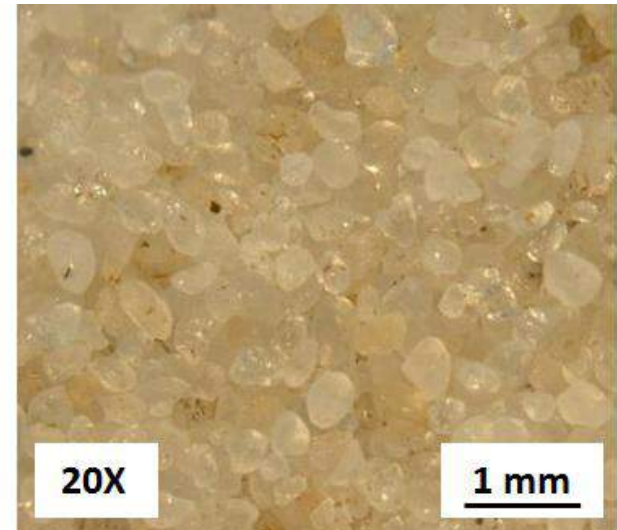
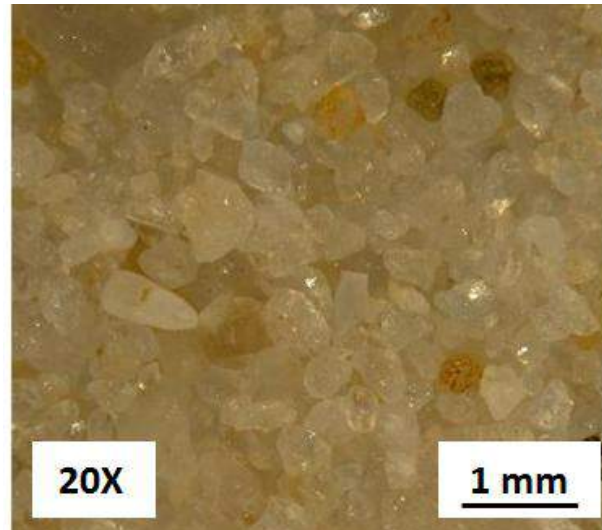
AÇOS RESISTENTES AO DESGASTE PARA FERRAMENTAIS DE MACHARIA COLD BOX

Dissertação de mestrado

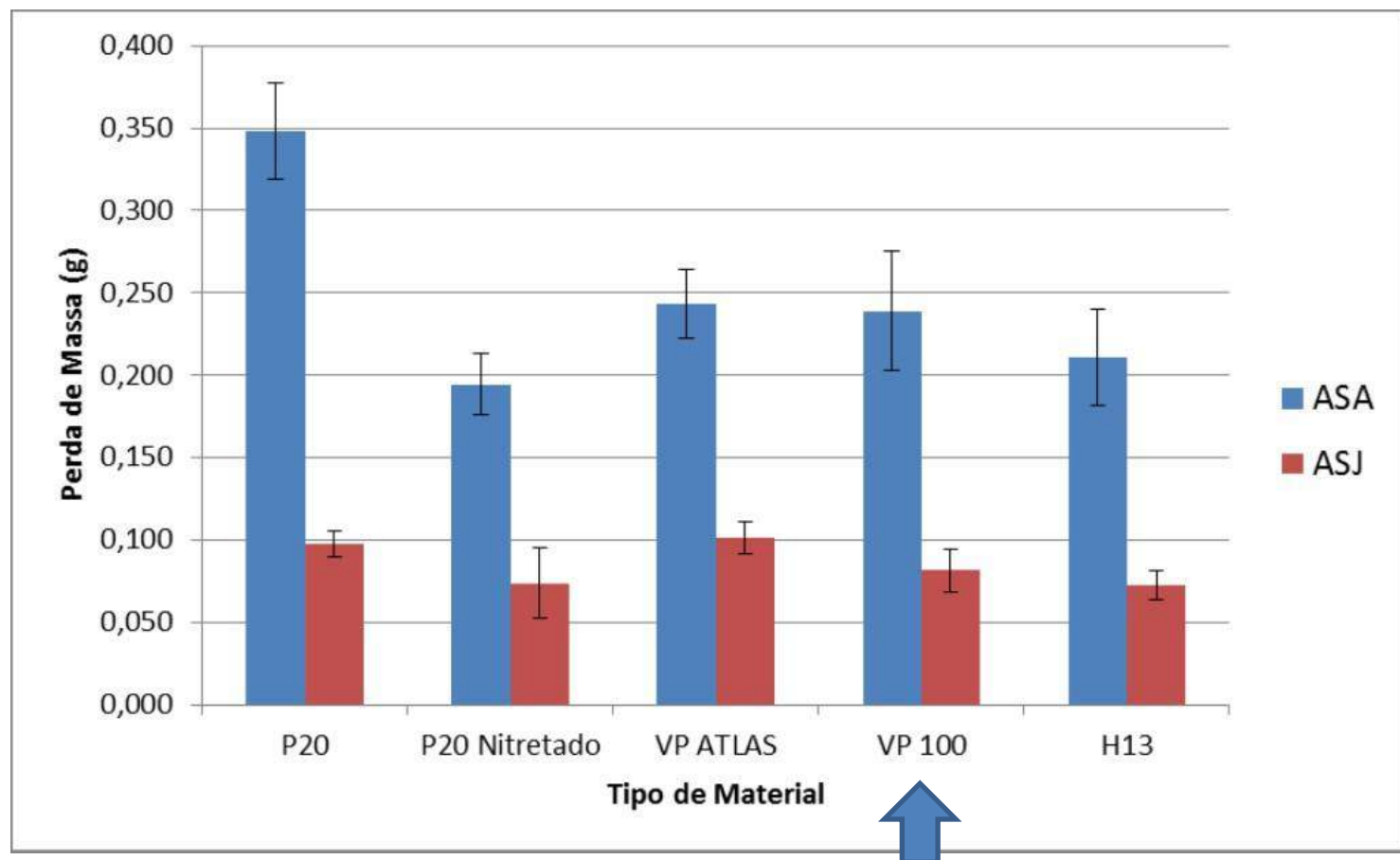
Rafael Luís da Silva

AÇOS RESISTENTES AO DESGASTE PARA FERRAMENTAIS DE MACHARIA COLD BOX

AISI P20 (utilizado)
VP ATLAS
VP 100
AISI H13



AÇOS RESISTENTES AO DESGASTE PARA FERRAMENTAIS DE MACHARIA COLD BOX



GRUPO DE METALURGIA DO PÓ

ESTUDOS EM TRIBOLOGIA

SUBGRUPO: MATERIAIS FERROSOS

1. INTRODUÇÃO

- Tratamentos de alteração de superfície – processos nos quais a superfície é alterada para apresentar propriedades que não possuía anteriormente.
- Aumento da qualidade dos moldes e ferramentas representa 5% do custo e tempo de preparação – viável considerar qualquer tratamento superficial como um investimento.
- Pequena vida útil e grande quantidade de peças – pequenas melhorias tribológicas resultam em grande efeito econômico.
- Atualmente o subgrupo de tratamentos superficiais em materiais ferrosos está direcionado em estudos de boretação, nitretação, boro-nitretação, boro-niobização, filmes finos e comportamento tribológico.

2. BORETAÇÃO

- Boretação – tratamento termoquímico no qual átomos de boro se difundem para o interior da matriz metálica. Metais ferrosos, ligas de Ni e Co, ligas refratárias, materiais sinterizados, etc.
- Geralmente aplicado em ligas ferrosas para aumentar dureza superficial e resistência ao desgaste.
- Tipicamente ocorre entre 840°C e 1050°C em uma variedade de meios (pós, sais, óxidos fundidos, gases e pastas). Agentes sólidos têm vantagens em termos econômicos e toxicológicos.
- Pós – substância responsável pelo fornecimento de boro (B_4C , ferro-boro, boro amorfo ou bórax), diluentes (SiC ou Al_2O_3) e um ativador (NH_4Cl). Existem marcas comerciais de pós para boretação.

3. NITRETAÇÃO

- Processo de introdução superficial de nitrogênio no aço, pelo aquecimento dele entre 500 e 570°C para formar uma camada dura de nitretos.
- Por utilizar temperaturas menores que a cementação, a nitretação produz menor distorção e tem menor tendência a causar trincas no material.
- Não necessita têmpera para produzir o endurecimento da camada nitretada.
- Pode ser realizada por meios diferentes como nitretação sólida, gasosa e plasma.

4. BORO-NITRETAÇÃO

- Tratamento termoquímico no qual átomos de boro e nitrogênio se difundem para o interior da matriz metálica.
- Utiliza-se meios sólidos para promover a difusão de nitrogênio e boro, podendo ser a difusão simultânea ou não.
- Temperatura utilizada no processo de 560°C (nitretação) e 1000°C (boretção) em patamar.

5. BORO-NIOBIZAÇÃO

- Objetivo: formação de camada superficial de boreto de nióbio.
- Tratamento Termo-reativo por Deposição e Difusão (TRD).
O Tratamento Termorreativo por Deposição e Difusão (TRD) é um método de recobrimento de aços com camadas duras de carbonetos, nitretos, carbonitretos e boretos. Neste processo, o carbono, nitrogênio ou boro contido no substrato difunde até a superfície e reage com uma camada depositada de algum elemento formador de carboneto, nitreto ou boreto como vanádio, nióbio, tântalo, cromo, molibdênio ou tungstênio.
- Difusão de boro e posterior difusão de nióbio.
- Boretção: 1000°C, 4 horas, forno mufla.
- Niobização: 1000°C, 6 horas, forno tubular com atmosfera de argônio.

6. FILMES FINOS

- Sua aplicação exige superfície livre de impurezas para que a aderência do filme não seja prejudicada.
- É necessário que o conjunto apresente boa capacidade de carregamento aliada a boa aderência do filme ao substrato.
- Melhoram a habilidade do aço de suportar condições severas e tensões mecânicas promovendo maior resistência ao desgaste, reduzindo o desgaste abrasivo, protegendo o material base contra corrosão e erosão, aumentando assim o tempo de vida da ferramenta.
- Filmes aplicados em estudos: TiN e multicamada AlTiN/CrN depositados por arco catódico em escala industrial.

7. PUBLICAÇÕES



- Acquired Properties Comparison of Solid Nitriding, Gas Nitriding and Plasma Nitriding in Tool Steels.
- Fator de impacto: 0,483 (JCR)-A2.
- Materials Research. 2015; 18(1): 27-35.
- DOI: 10.1590/1516-1439.255513.



- Study of the nitrated layer obtained by different nitriding methods.
- Fator de impacto: B2.
- Revista Matéria, v.20, n.2, pp. 460 – 465, 2015.
- DOI: 10.1590/S1517-707620150002.0046



Surface Engineering

Print ISSN: 0267-0844 | Online ISSN: 1743-2944

Journal Impact Factor: 1.197

Published on behalf of the Institute of Materials, Minerals and Mining

[About this journal](#) | [Editorial board](#) | [Journal news](#) | [Get TOC alerts](#)

[Access this journal](#) | [All content](#) | [Current issue](#)

- Tribological behaviour of borided H13 steel with different boriding agents.
- Fator de impacto: 1,51 (JCR)-B2.
- Surface Engineering. Volume 31, Issue 8 (August 2015), pp. 581-587.
- DOI:10.1179/1743294414Y.0000000423.

• CONGRESSOS:

- Comportamento tribológico de revestimentos TiN e AlTiCrN em P/M AISI M2. In: Congresso Nacional de Engenharia Mecânica-CONEM, 2014, Uberlândia. Congresso Nacional de Engenharia Mecânica-CONEM, 2014.
- Efeito de diferentes métodos de nitretação: sólida, gasosa e a plasma sobre o comportamento ao desgaste de aços ferramentas. In: 64 Congresso Anual da ABM, 2009, Belo Horizonte. 64 Congresso Anual da ABM, 2009.
- Avaliação tribológica do aço AISI 1045 submetido a tratamento termoquímico de boretação multicomponente.. In: 69 Congresso Anual da ABM, 2014, São Paulo. Anais do 69 Congresso Anual da ABM, 2014.
- Microabrasão do aço AISI H13 com e sem boretação. In: 68 Congresso Internacional da ABM, 2013, Belo Horizonte. Anais do 68 Congresso Anual da ABM, 2013.
- Estudo do comportamento tribológico do aço AISI H13 submetido a diferentes tratamentos superficiais.. In: 67º Congresso Anual da ABM, 2012, Rio de Janeiro. Anais do 67º Congresso anual da ABM, 2012.
- Avaliação tribológica do aço H13 com tratamento termoquímico de boretação sólida.. In: VII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2012, São Luis. Engenharia em Destaque, 2012.
- Estudo do comportamento tribológico do aço AISI H13 submetido a tratamento termoquímico de boretação sólida com diferentes agentes boretantes. In: 20º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais - CBECiMat, 2012, Joinville. Anais do 20º CBECiMat, 2012.

7. TESES EM ANDAMENTO

- Desenvolvimento de camada de suporte através de boretção sólida em aço rápido sinterizado M2 para deposição de revestimentos PVD – Comportamento tribológico.
- Comportamento em desgaste microabrasivo de aço AISI 1020 submetido a tratamento TRD de boro-niobização.