

ESTUDO DA OXIDAÇÃO DE
REVESTIMENTOS
NANOESTRUTURADOS DE SUPERLIGAS
NiCrAlY

Caroline Haas

Orientador: Prof. Dr Carlos Pérez Bergmann

Co-orientador: Antônio S. Takimi

LACER/UFRRGS

INTRODUÇÃO

NANOTECNOLOGIA E MATERIAIS NANOESTRUTURADOS

Definição: são materiais que possuem pelo menos um dos seus constituintes com dimensão inferior a 100 nm (100×10^{-9} m).

Crescente interesse tecnológico na aplicação destes materiais em engenharia devido a suas propriedades superiores como:

➔ Resistência mecânica

➔ Dureza

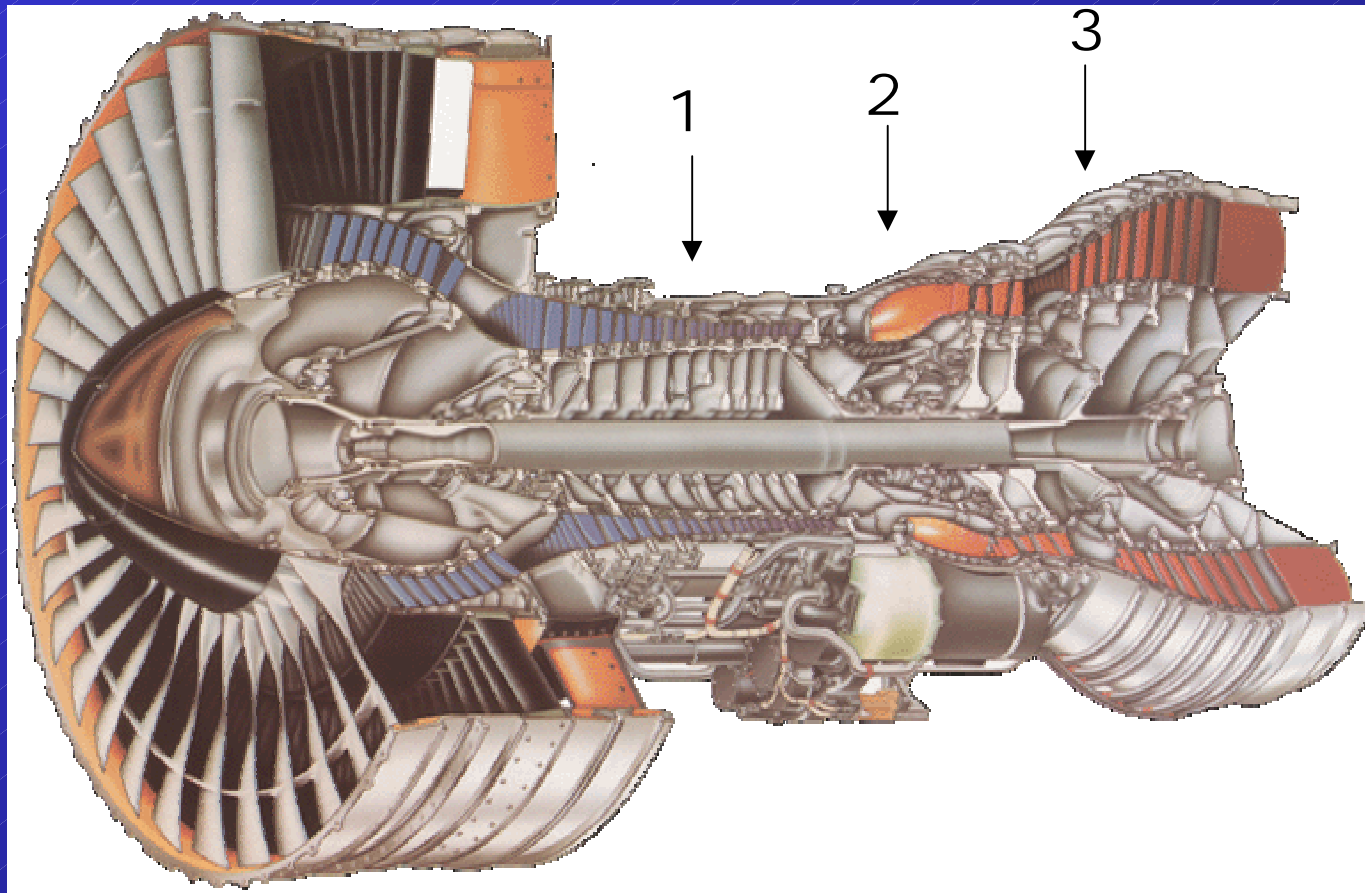
➔ Ductilidade

➔ Sinterabilidade

➔ Resistência à oxidação a altas temperaturas

INTRODUÇÃO

Principais componentes de uma turbina a gás:



1. Compressor
2. Sistema de combustão
3. Turbina

INTRODUÇÃO

Aplicações das turbinas a gás:

GERADORES ESTACIONÁRIOS

(Plataforma de petróleo e usinas termoelétricas a gás)



AVIÕES



INTRODUÇÃO

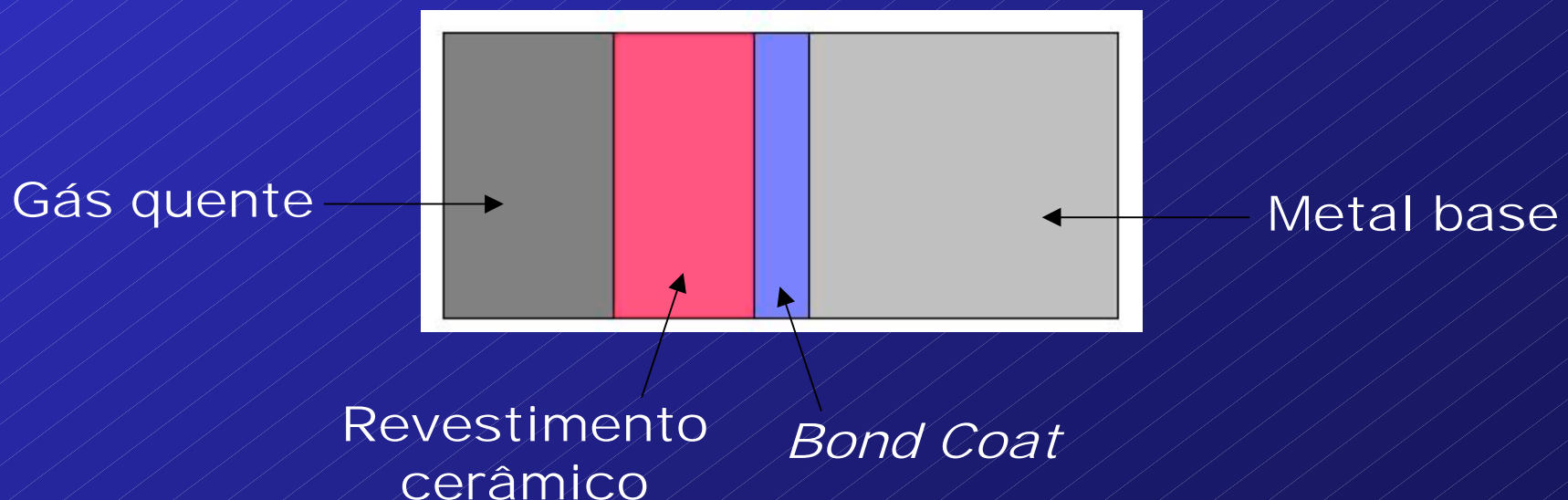
O aumento da eficiência das turbinas a gás pode ser obtido pelo aumento da temperatura de operação das mesmas. Logo, são utilizados revestimentos *duplex* :

1- Revestimento *bond coat* de uma superliga de MCrAlY

resistente à oxidação

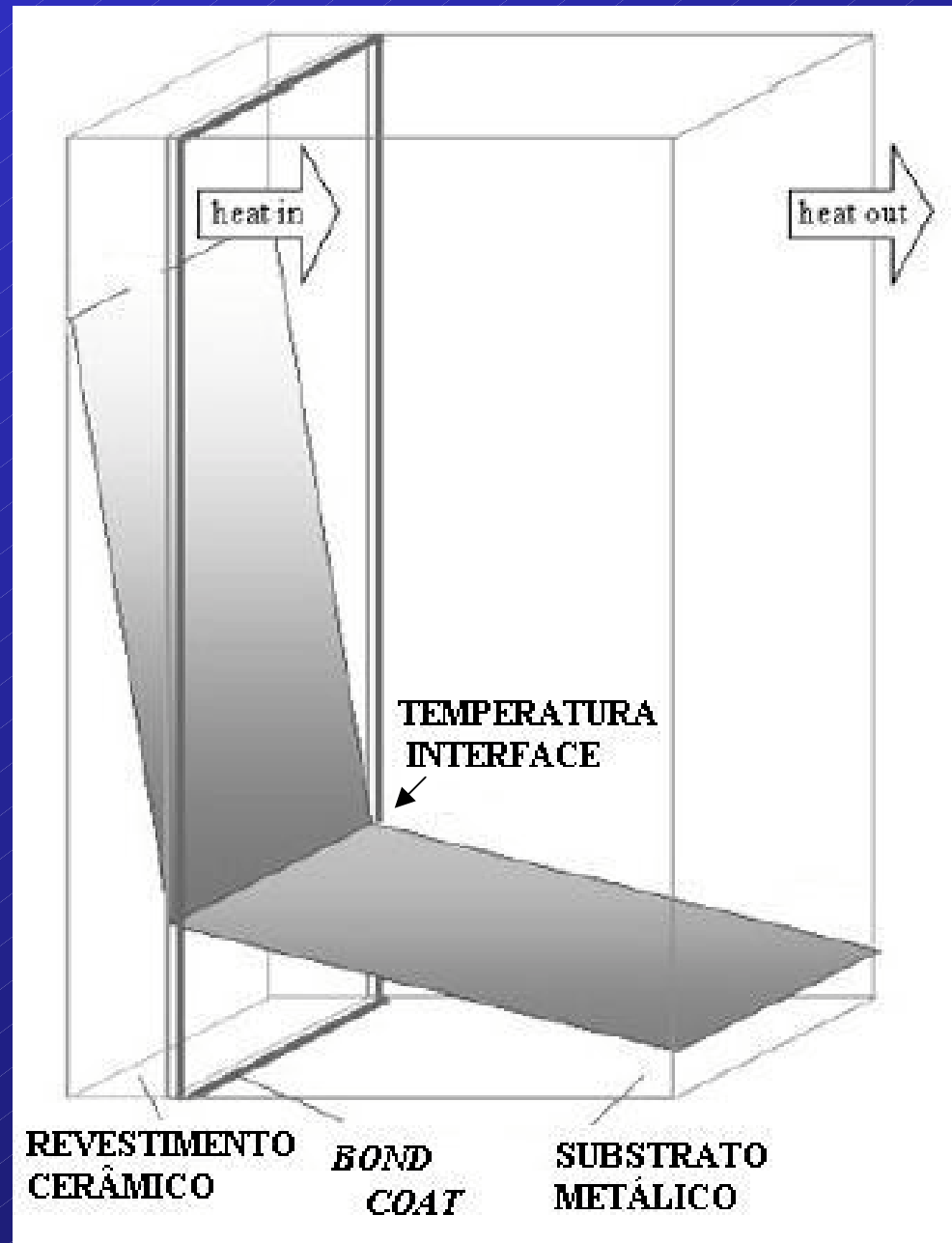
2- Revestimento cerâmico poroso

barreira térmica



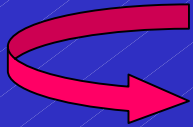
INTRODUÇÃO

O principal objetivo do revestimento duplex é permitir o aumento da temperatura no sistema combustor, aumentando assim o fator ΔT de temperatura e fazendo com que a temperatura no metal base não ultrapasse seu limite.



INTRODUÇÃO

PROBLEMA



O aumento da temperatura de operação das turbinas ocasiona uma degradação acelerada do revestimento cerâmico, cuja vida útil é determinada principalmente pela resistência à oxidação do *bond coat*.

SOLUÇÃO



Utilizar revestimentos nanoestruturados como *bond coat*, visto que estudos recentes mostram que eles possuem resistência à oxidação superior a dos revestimentos convencionais.

OBJETIVO

Avaliação da cinética e determinação dos mecanismos de oxidação de revestimentos nanoestruturados de superligas NiCrAlY depositados por aspersão térmica hipersônica(HVOF), comparando-se com o revestimento convencional.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

MATERIAIS:

1. Superliga de NiCrAlY

Ni	Cr	Al	Y
67 %	22 %	10 %	1 %

CONVENCIONAL

Tamanho de partícula =
14 - 44 μ m

NANOMÉTRICA

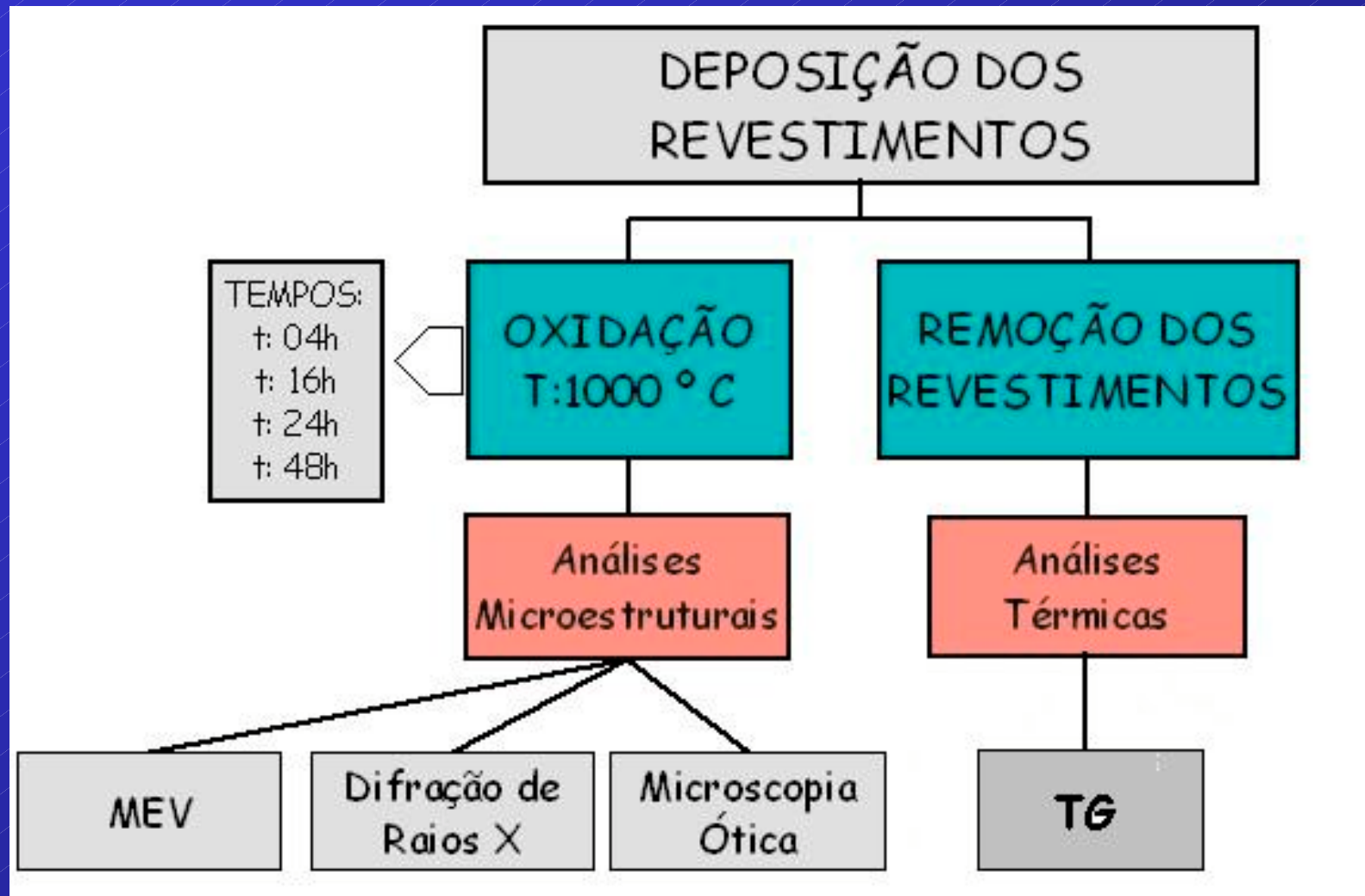
Tamanho de partícula =
4,56 - 32,67 μ m

Tamanho de cristalito =
30 nm

Após um tratamento de moagem de 24 horas no moinho atritor.

2. Substratos de aço AISI 310

PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análises Microestruturais

Microscopia Ótica dos revestimentos oxidados (magnificação de 200X):



CONVENCIONAL

Oxidado por 16 horas

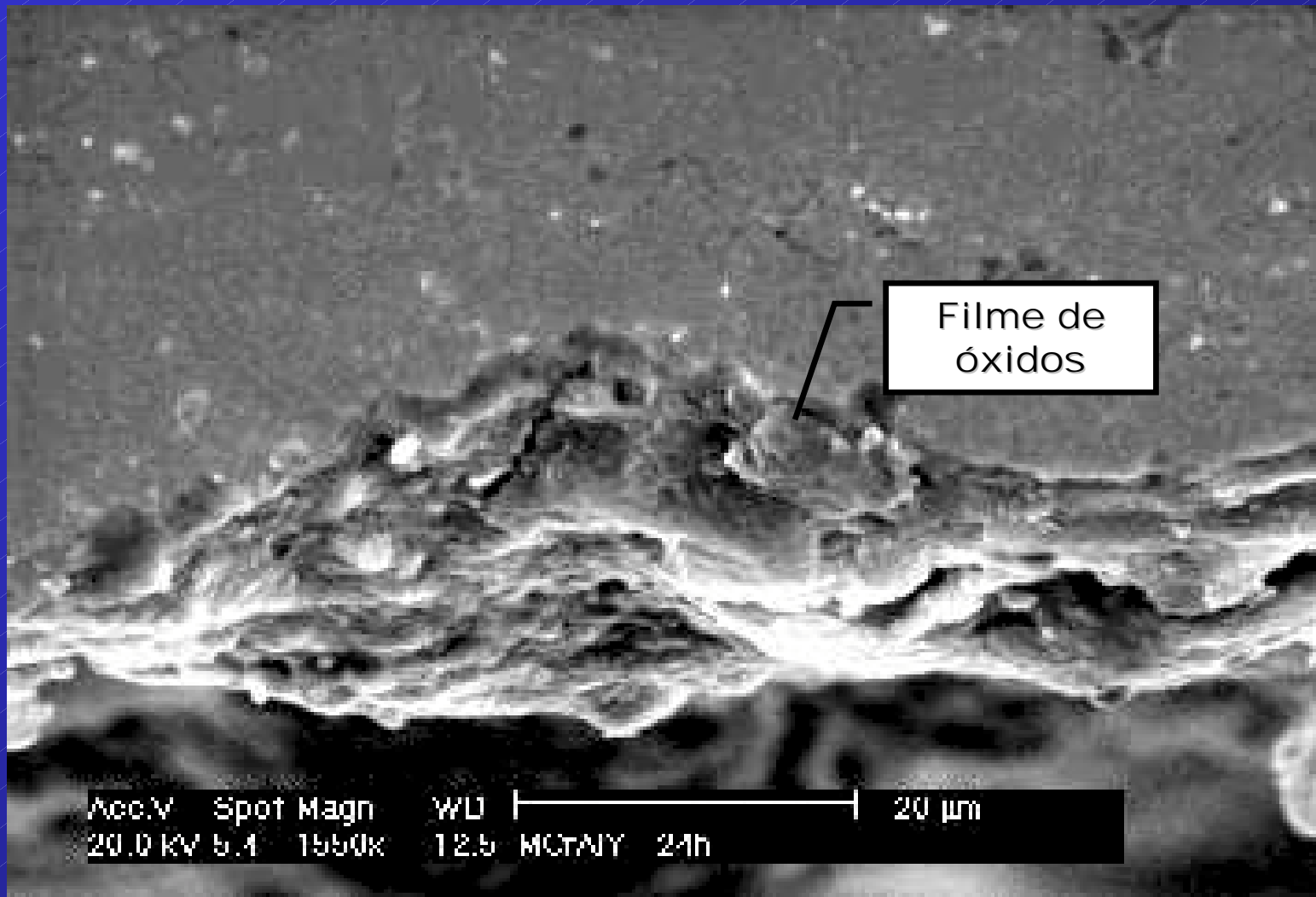


NANOMÉTRICO

Oxidado por 48 horas

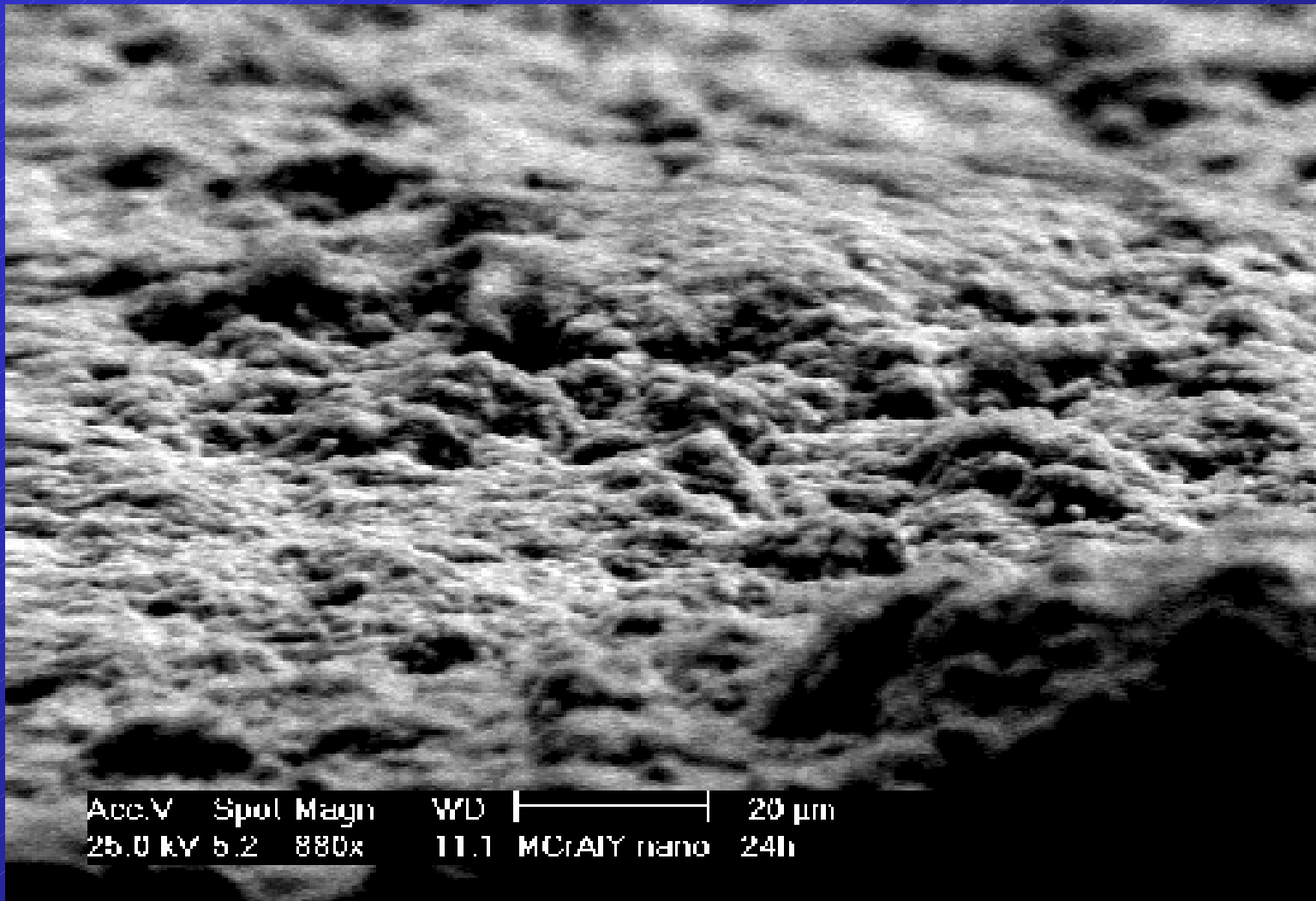
MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Revestimento Convencional Oxidado por 24 horas.



MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

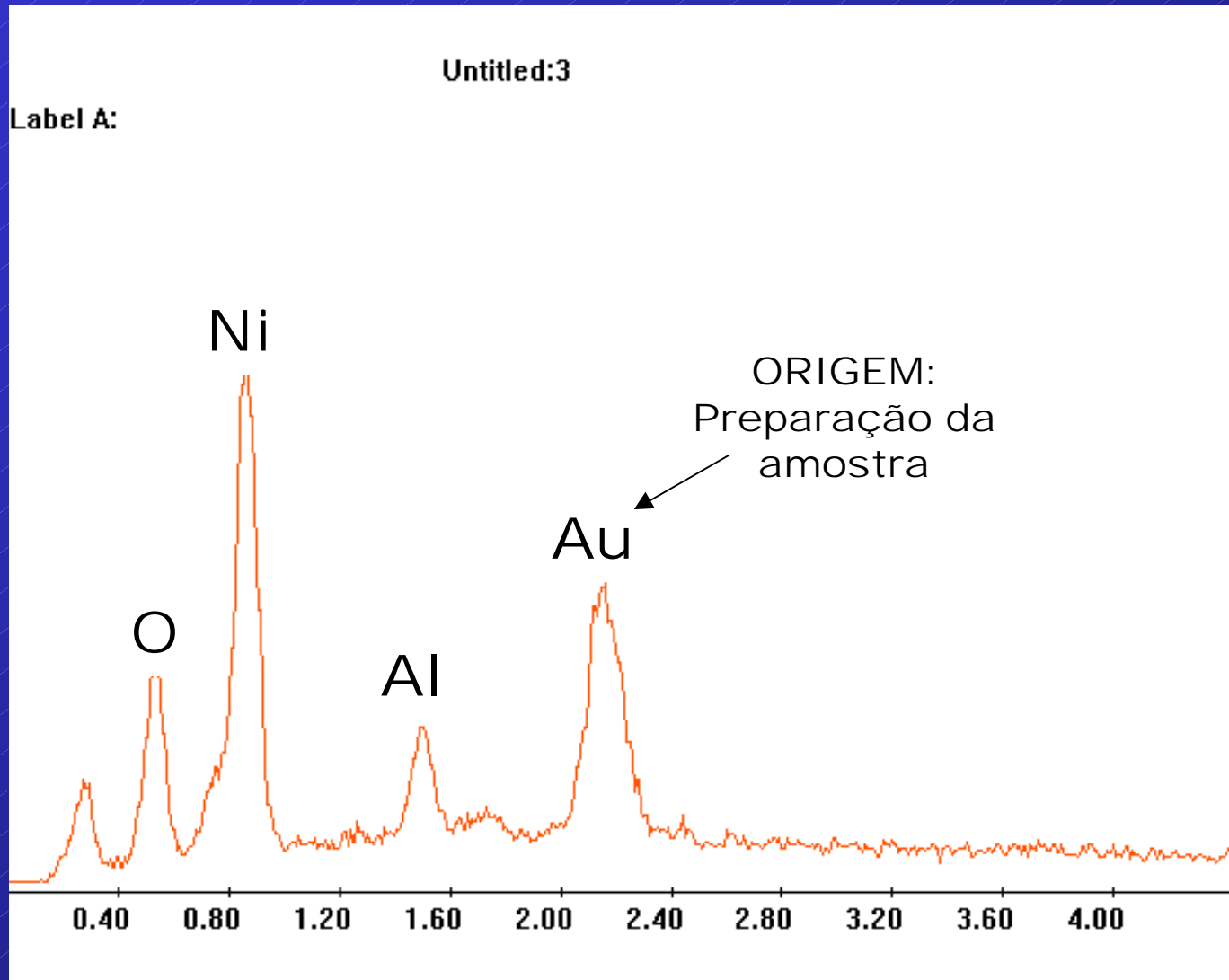
Revestimento Nanométrico Oxidado por 24 horas.



MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Análise química qualitativa

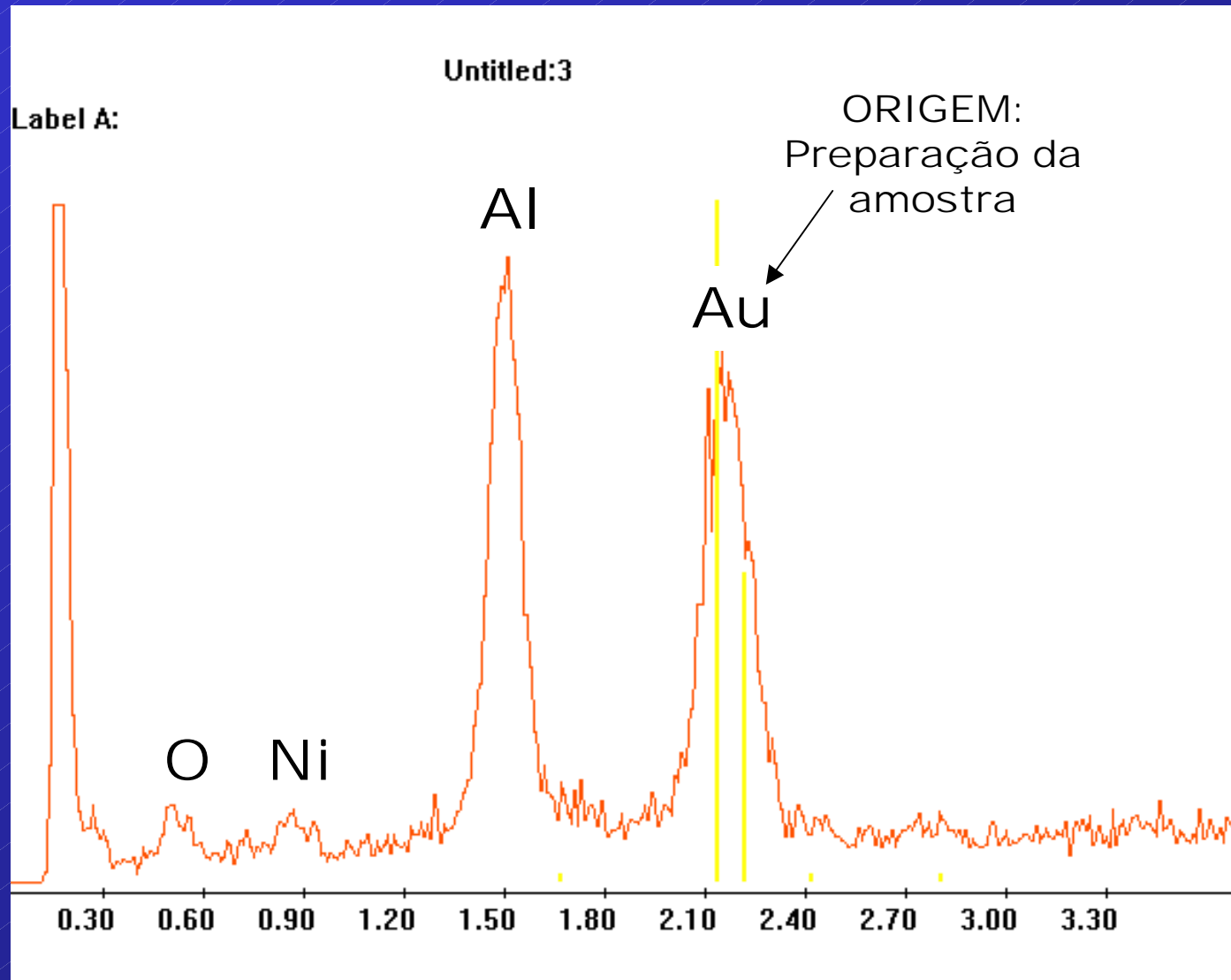
Revestimento Convencional Oxidado por 24 horas:



MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Análise química qualitativa

Revestimento Nanométrico Oxidado por 24 horas:




Resultados e discussões

CONVENCIONAL

 Formação de um filme de óxidos contendo provavelmente NiO , Al_2O_3 , NiAl_2O_4 entre outros.

NANOMÉTRICO

 Formação de um filme uniforme de óxido composto preponderantemente de Al_2O_3 .

Análises térmicas

Observou-se que o revestimento convencional adquiriu mais rapidamente e em maior quantidade massa em função da temperatura do que o revestimento nanoestruturado.

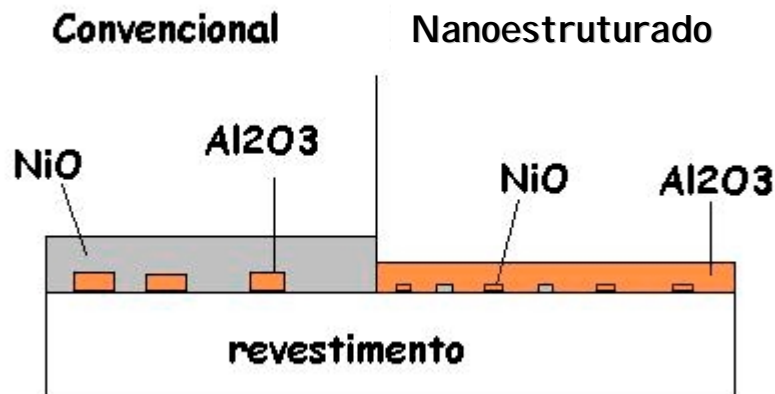
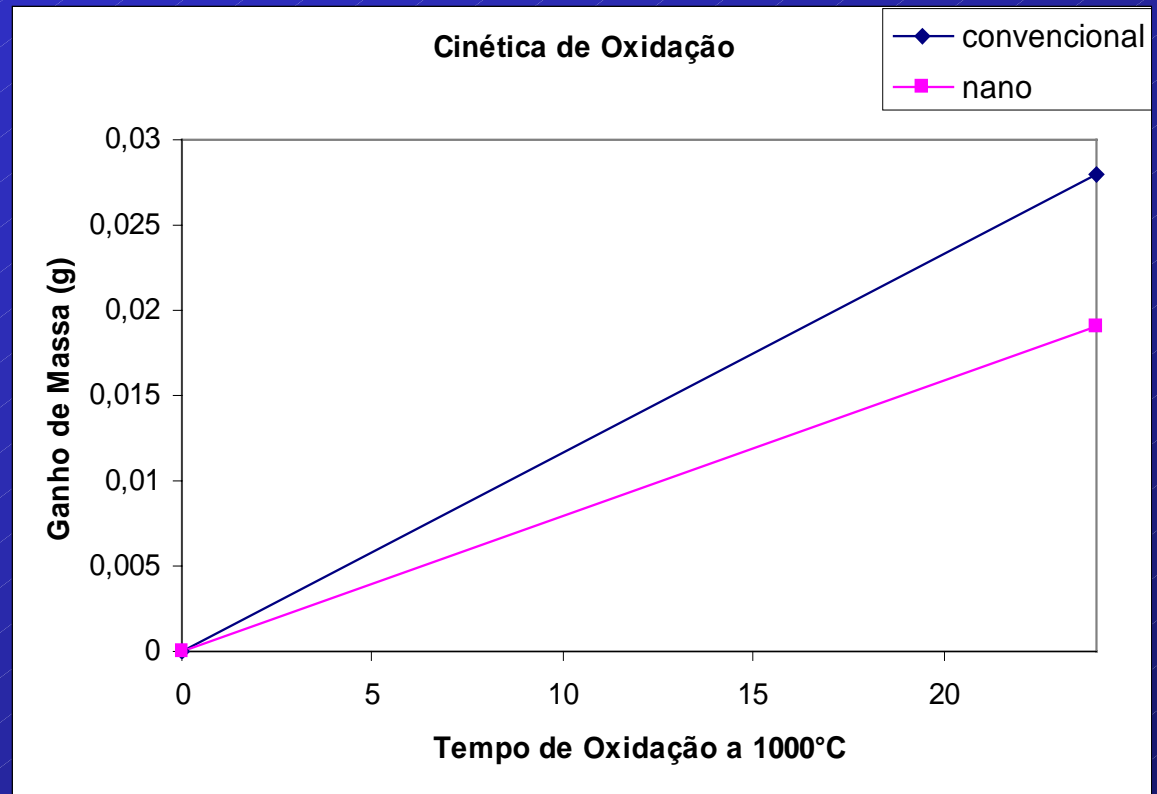


Figura esquemática do crescimento do filme de óxidos com a oxidação.

Mecanismo e Cinética de Oxidação



A formação e crescimento do filme de óxidos ocorre pela difusão do O^{2-} para dentro através da interface gás / filme e do Al^{+3} para o exterior através da interface metal / filme, formando a película de óxido que funciona como uma barreira à penetração de agentes oxidantes.



O maior número de contornos de grãos do revestimento nanoestruturado acelera a difusão do Al^{+3} e do O^{2-} para formação da película de Al_2O_3 protetora uniformemente aderida sobre o revestimento.

CONCLUSÕES

- ➔ Revestimentos nanoestruturados apresentam resistência à corrosão superior aos revestimentos convencionais;
- ➔ O filme de óxido protetor do revestimento nanoestruturado é mais uniforme que o do convencional, sendo composto preponderantemente por Al_2O_3 ;
- ➔ A utilização das superligas de NiCrAlY nanoestruturas podem ser uma ótima alternativa como *bond coat* em revestimentos para turbinas a gás, sendo possível aumentar a eficiência das turbinas a gás e sua vida útil.

ESTUDO DA OXIDAÇÃO DE
REVESTIMENTOS
NANOESTRUTURADOS DE SUPERLIGAS
NiCrAlY

Caroline Haas

Orientador: Prof. Dr Carlos Pérez Bergmann

Co-orientador: Antônio S. Takimi

LACER/UFRRGS