

# Microquímica e Formação de Filmes de Nanopartículas de Sílica

Apresentação na Reunião Anual da  
SBQ, 2000

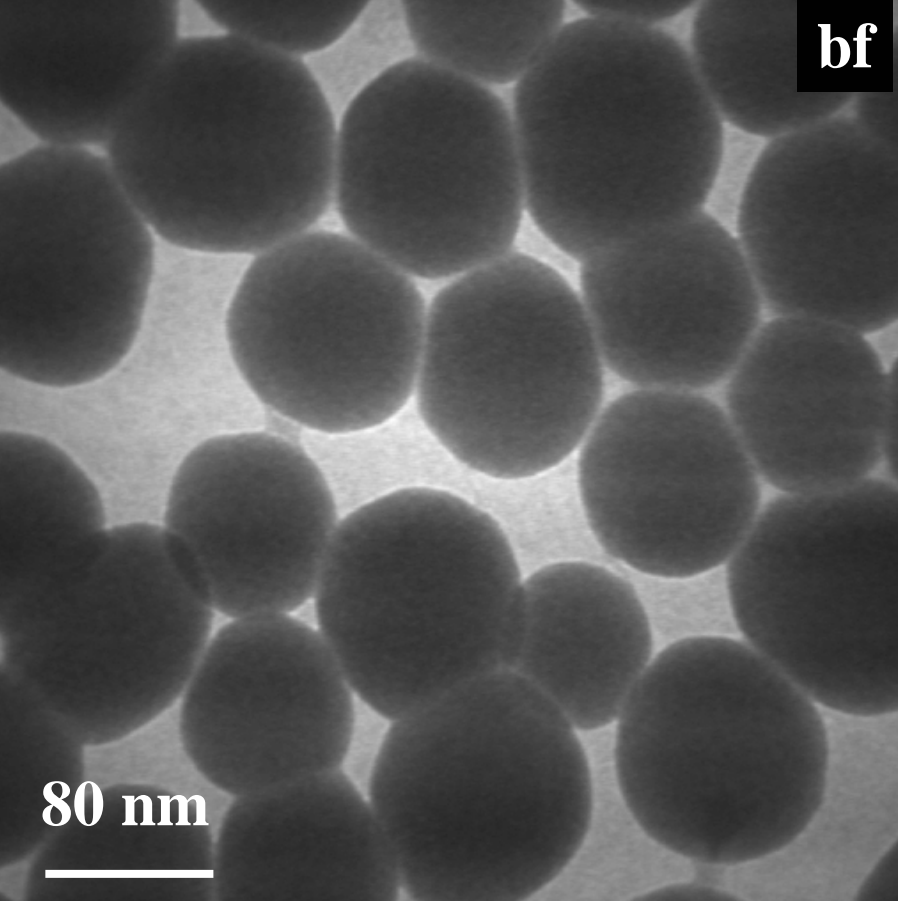
# Sílica

- Existe em muitas formas
- Um modelo bem sucedido: a sílica de Stöber
- Partículas de tamanhos diferentes, *mesma* composição química
- Iler: um caroço de sílica anidra e uma casca de sílica hidratada, de espessura monomolecular (*sabendo -se o raio, sabe-se o grau de hidratação*)

# Partículas coloidais

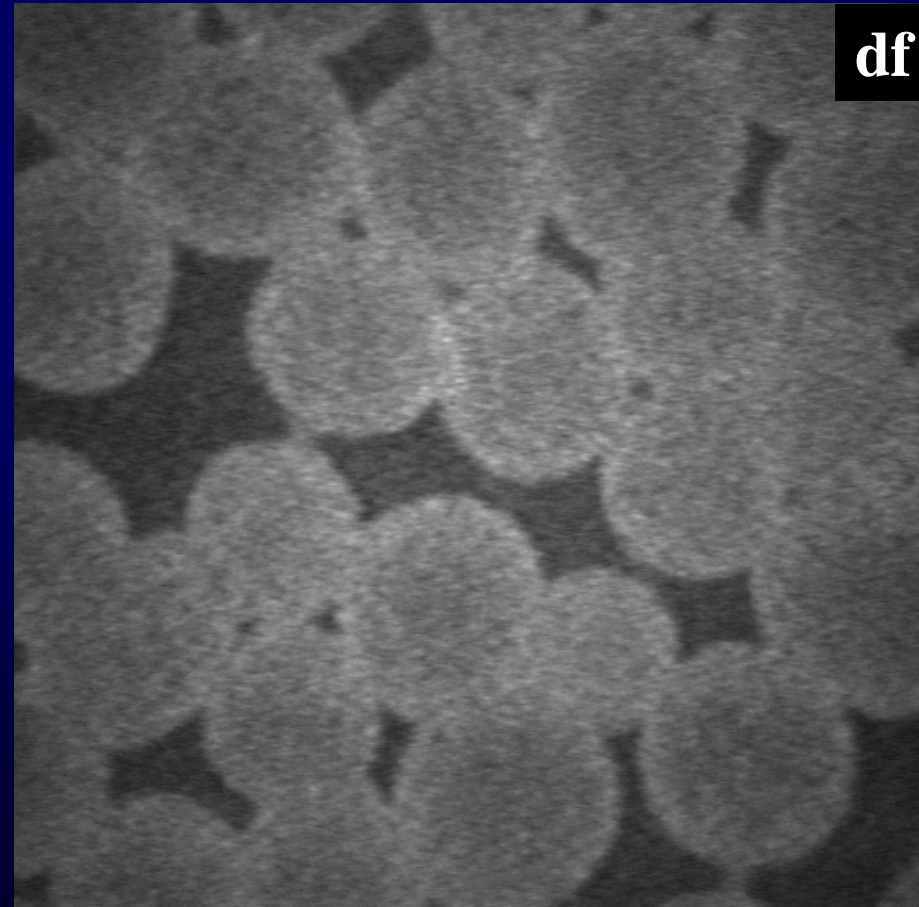
- **Cristalinas ou amorfas**
- **Dimensões micrométricas, nanométricas**
- **Estabilidade coloidal é cinética, não termodinâmica**
- **Composição química: média e local**
- **Hipótese usual: são iguais e homogêneas**
- **Provas da suposição (?)**

bf



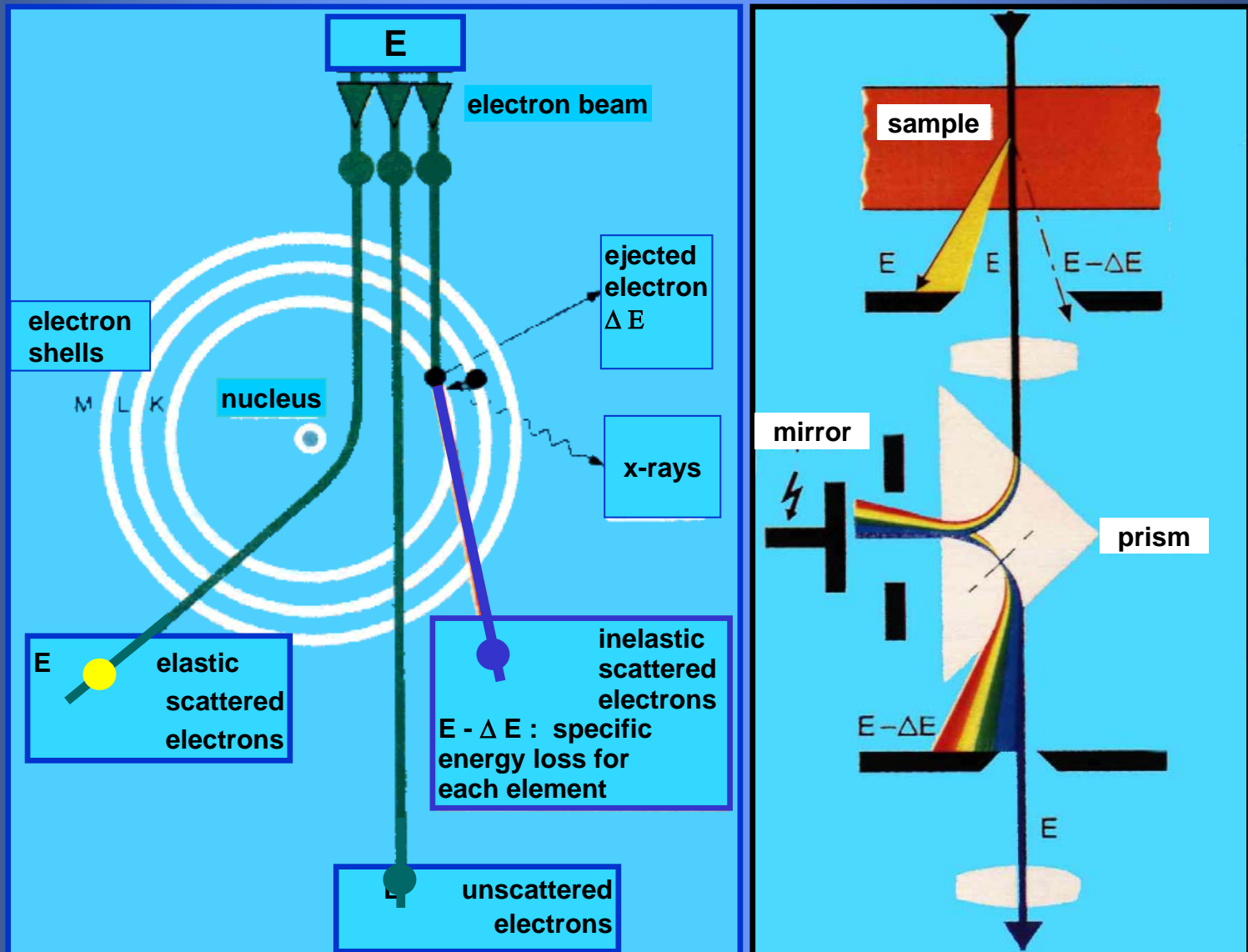
Imagens de campo-claro e de  
campo-escuro de sílica,  
 $\phi = 141$  nm

df



No ângulo escolhido, a borda  
das partículas espalha elétrons  
mais que o interior.  
O material intersticial espalha  
muito fortemente.

# Electron Spectroscopy Imaging



$\Delta E = 30 \text{ eV}$

# IMAGES ACQUIRED USING INELASTICALLY- SCATTERED ELECTRONS (plasmon region)

350 nm

$\Delta E = 50 \text{ eV}$

Scattering ability from  
particles core and shell  
is different

*Also, non-particulate material*

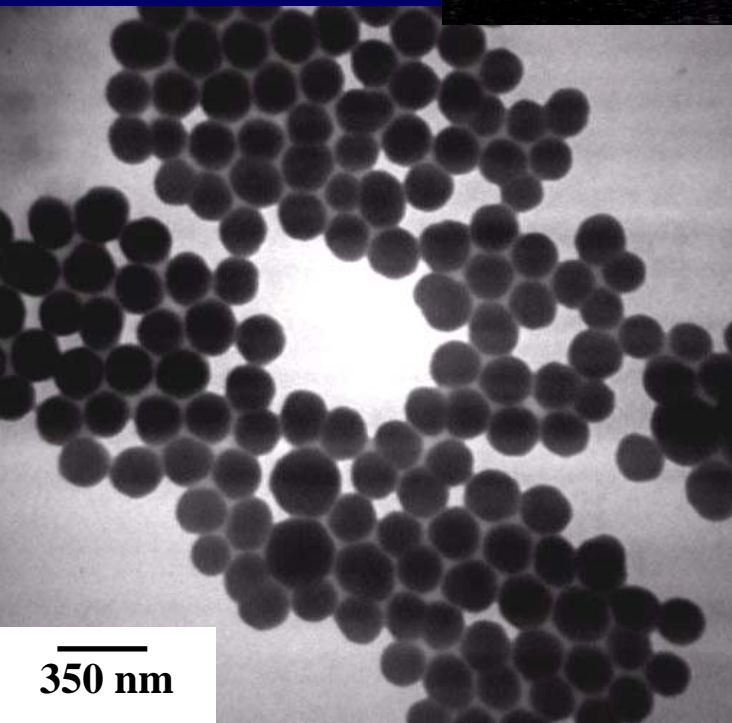




O

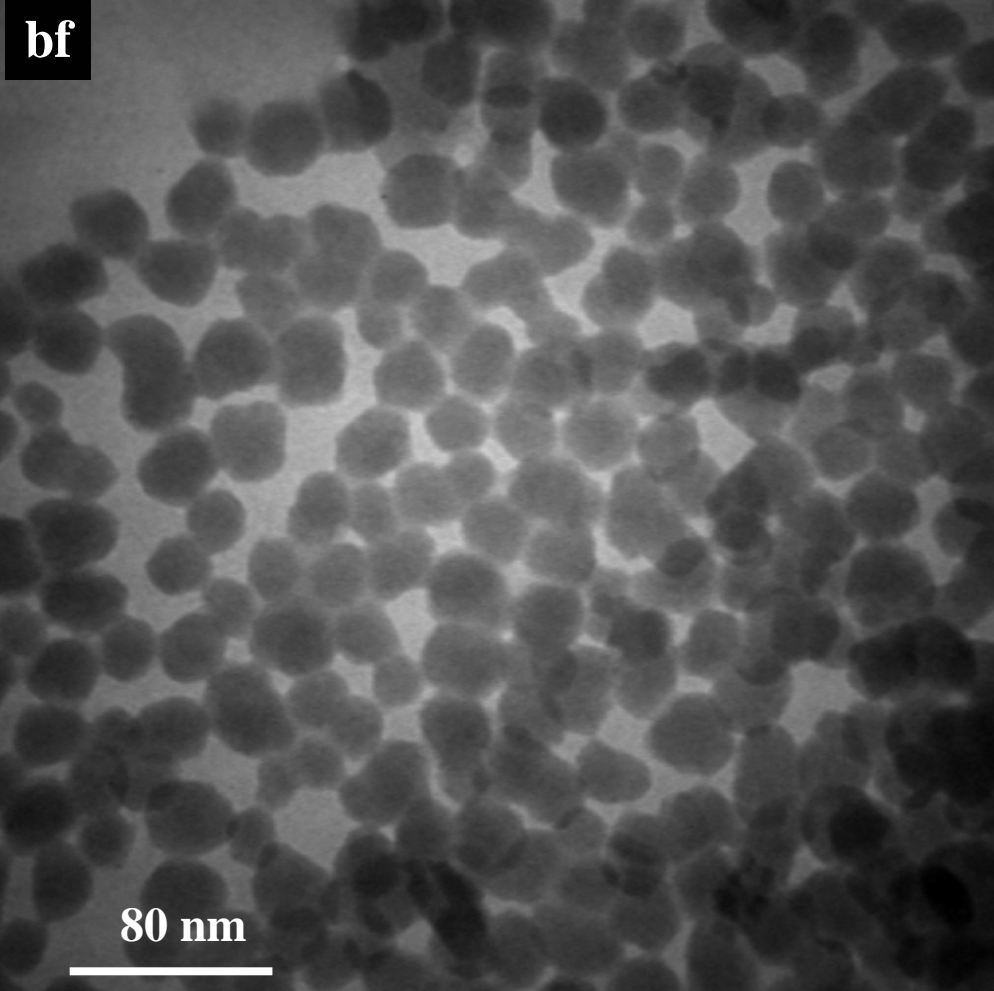


Si



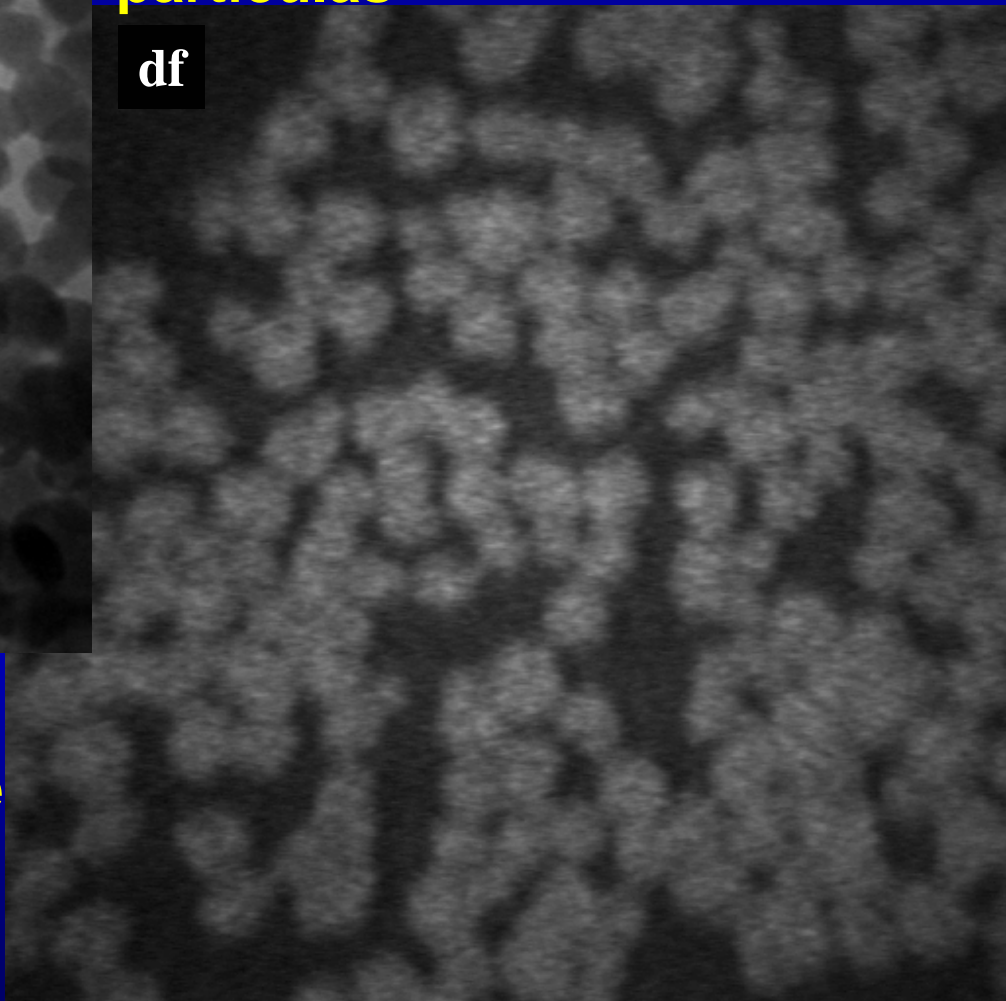
**STÖBER SILICA**  
effective diameter (PCS) = 141 nm  
*O/Si ratio is larger  
at the particle borders*

bf



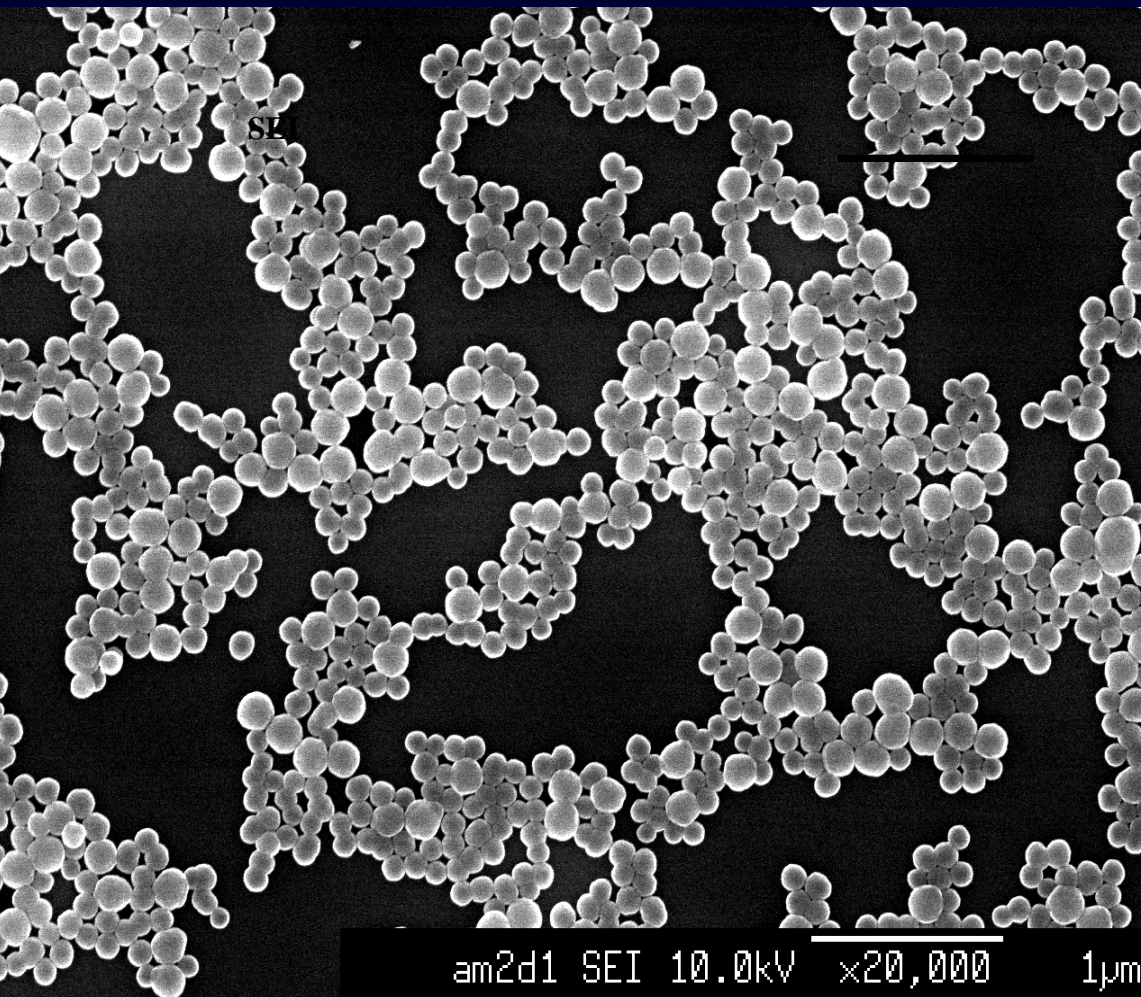
Não há espalhamento mais intenso, nas bordas ou no interior. Há domínios diferenciados, no interior das partículas

df



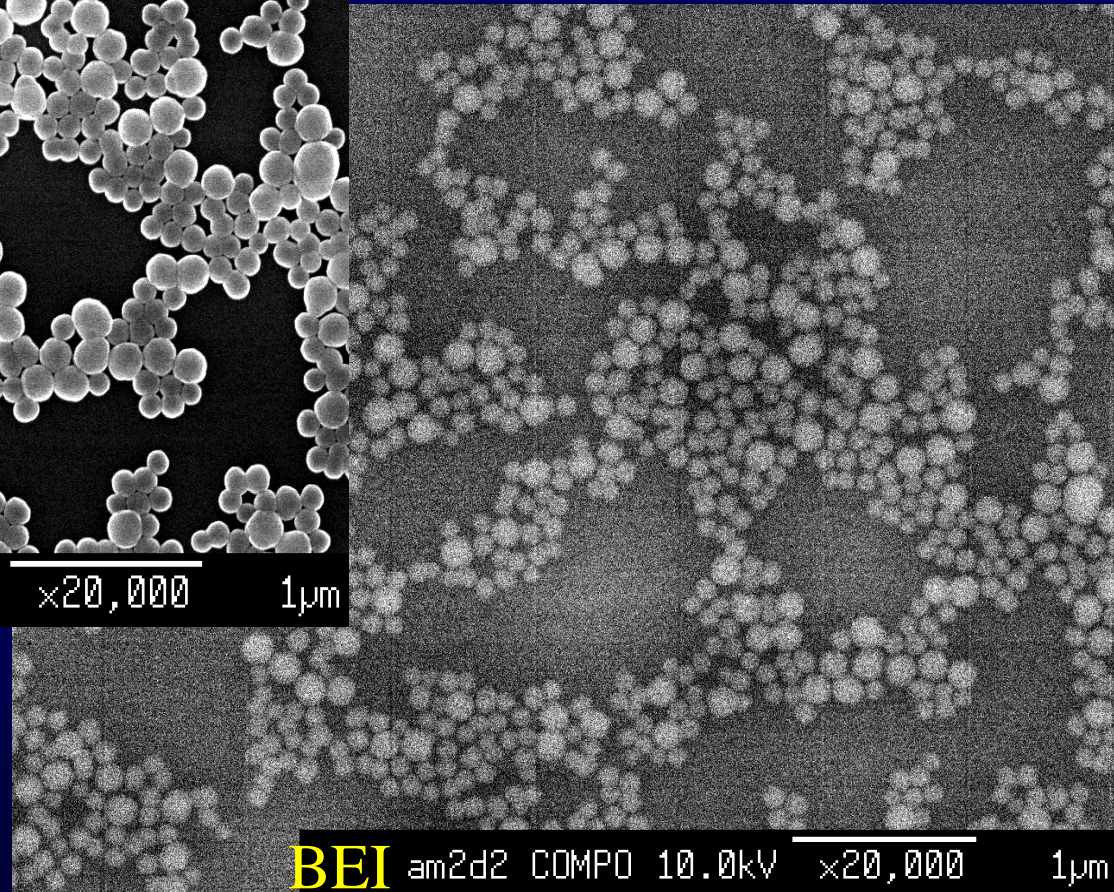
Imagens de campo-claro e de campo-escuro de sílica,  
 $\phi = 36.5 \text{ nm}$





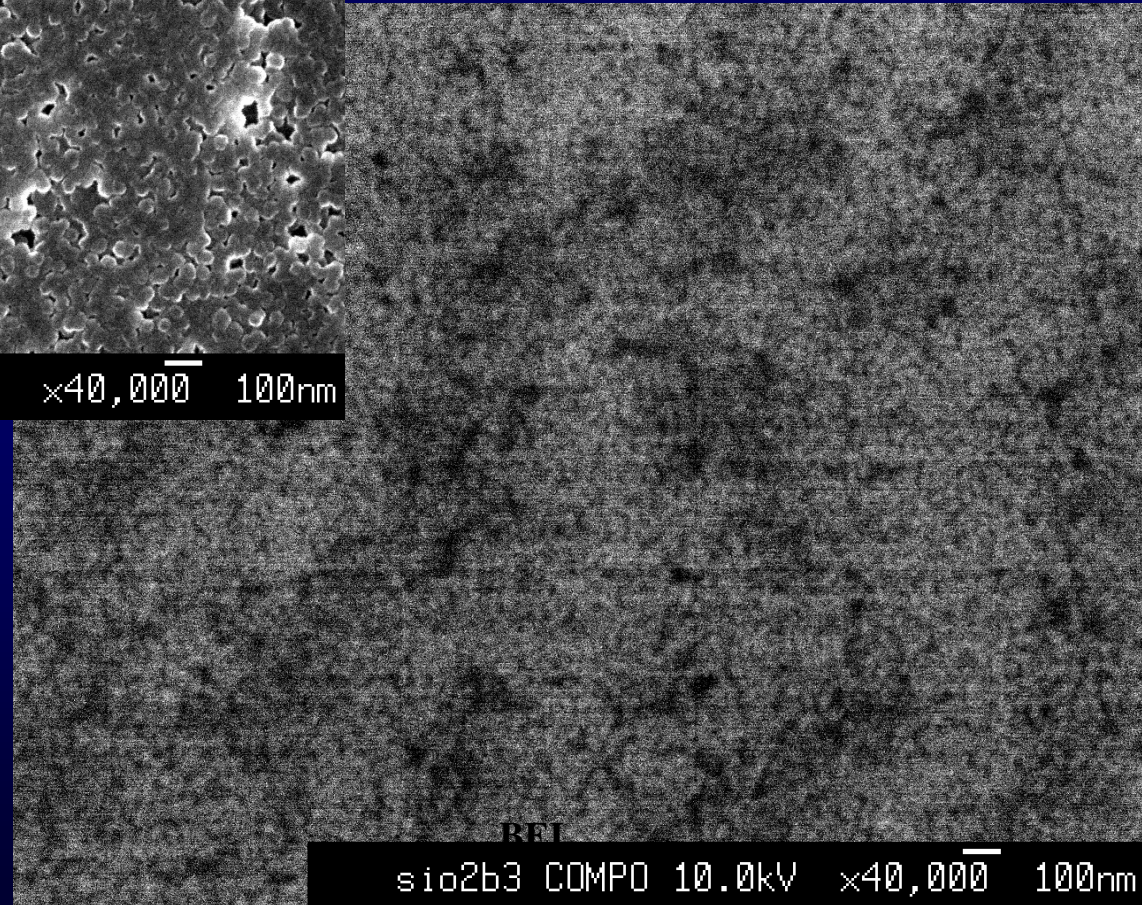
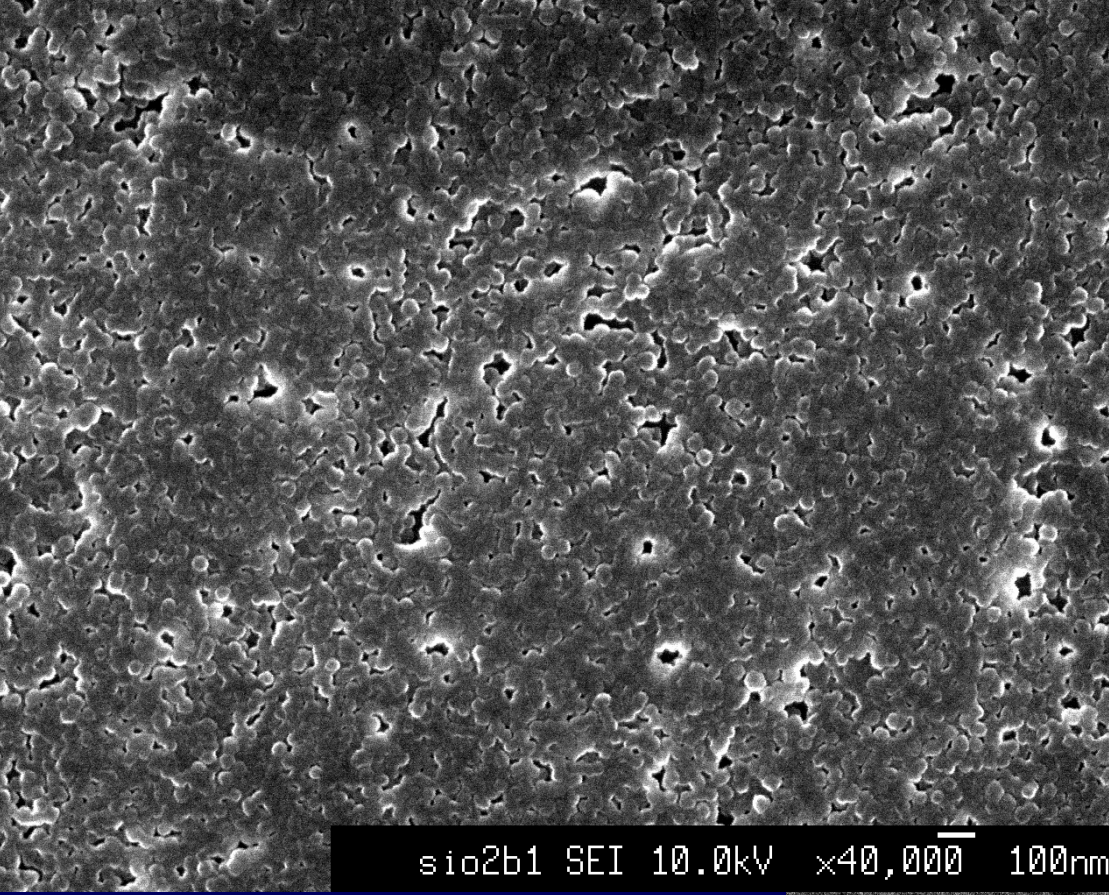
- O interior das partículas retroespalha elétrons mais que as suas bordas.
- Há material de fundo, não-particulado.

• **Conclusão:** o número atômico médio das bordas é menor que o do interior.

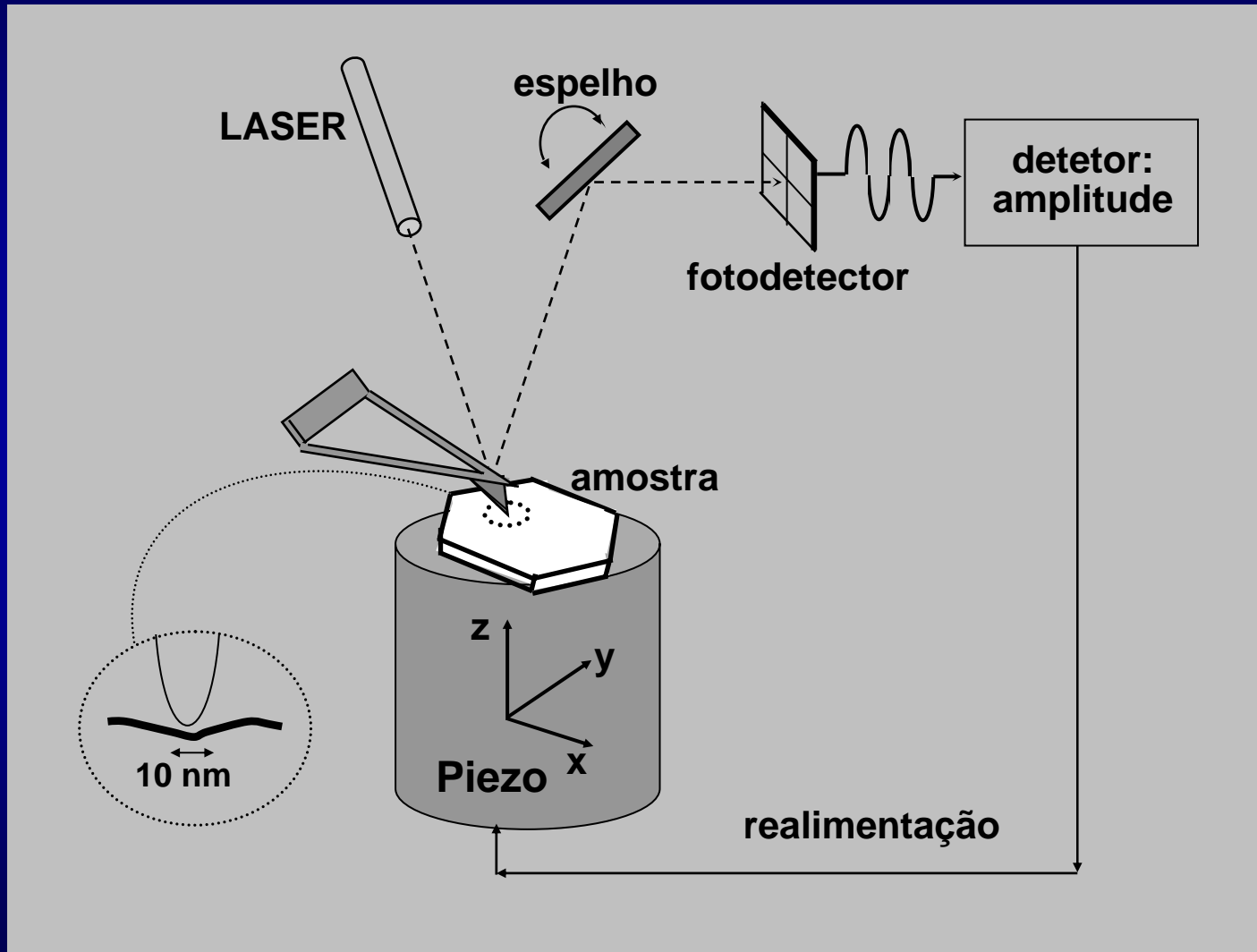




**As fronteiras entre as partículas são atenuadas ou imperceptíveis nas partículas menores: coalescência espontânea**

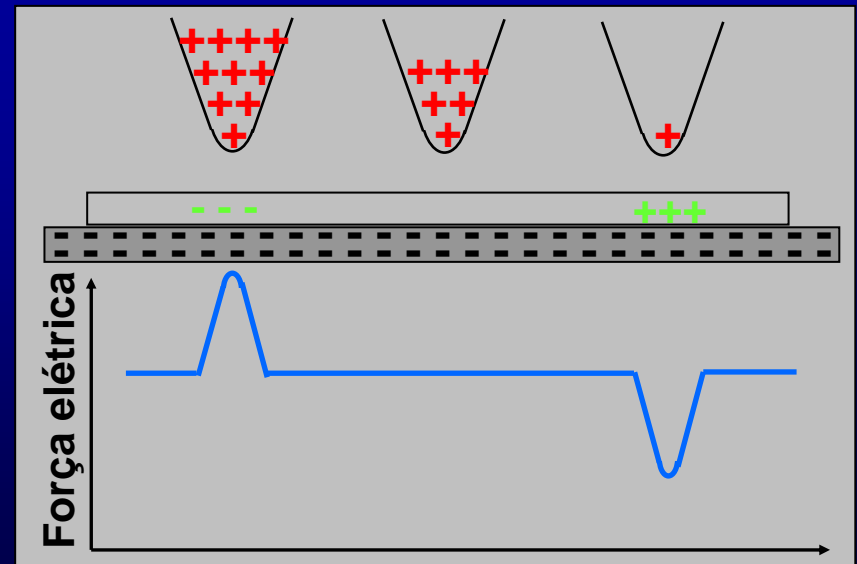
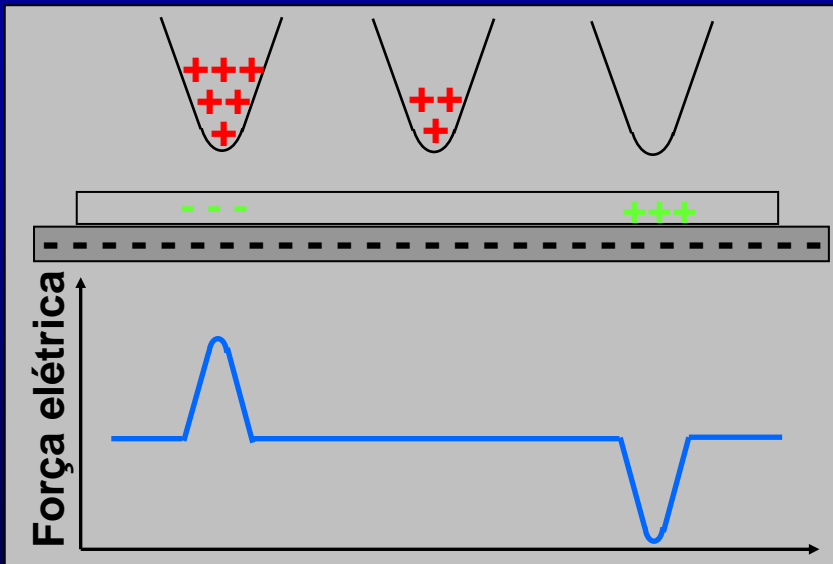
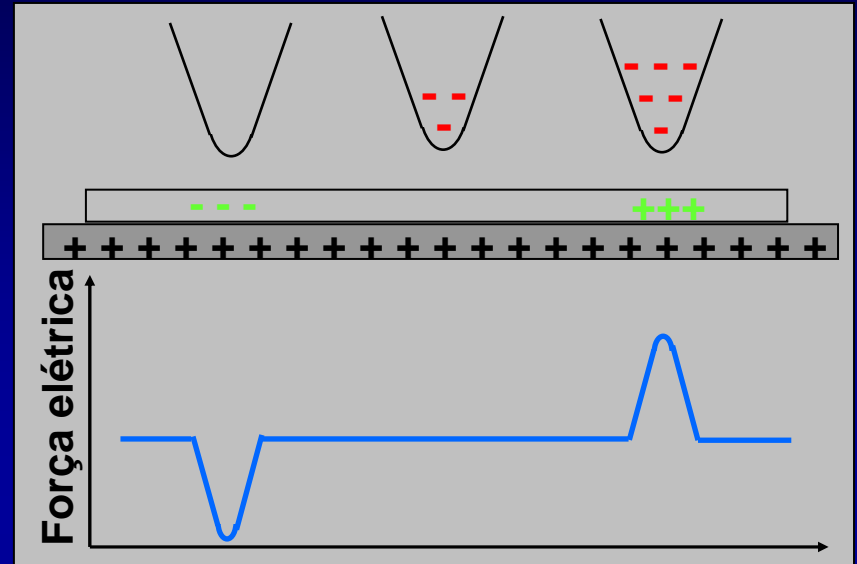
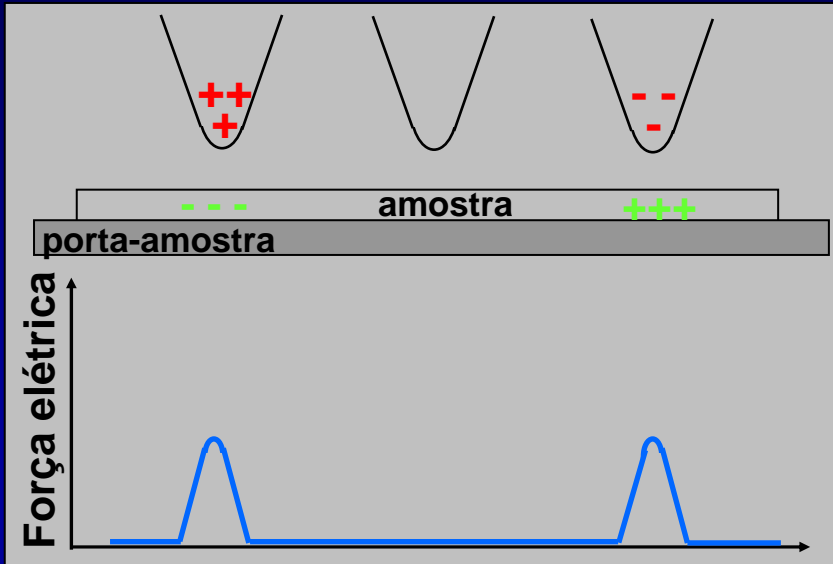


# AFM: Microscopia de força atômica

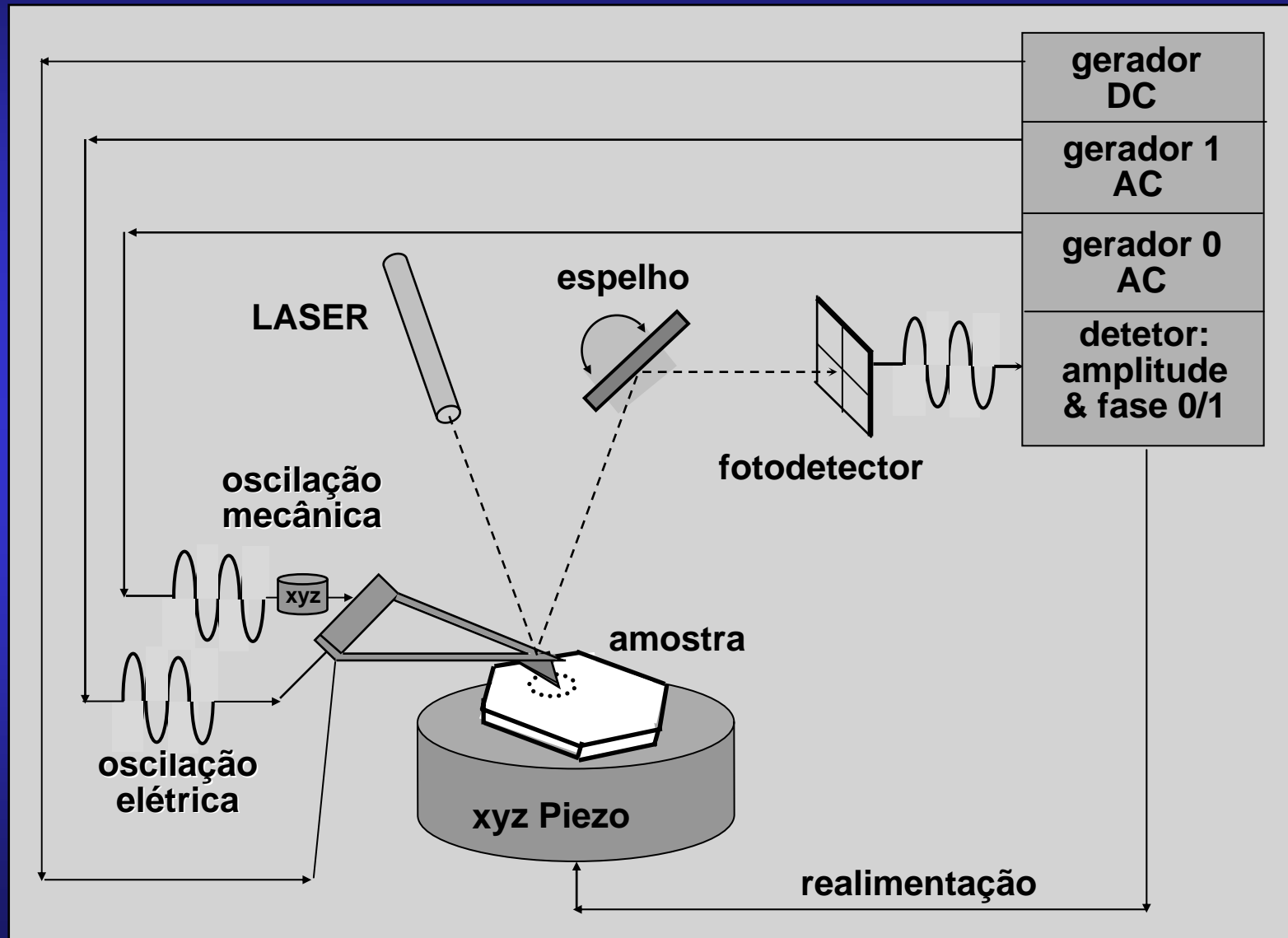




# Indução de cargas elétricas na sonda condutora

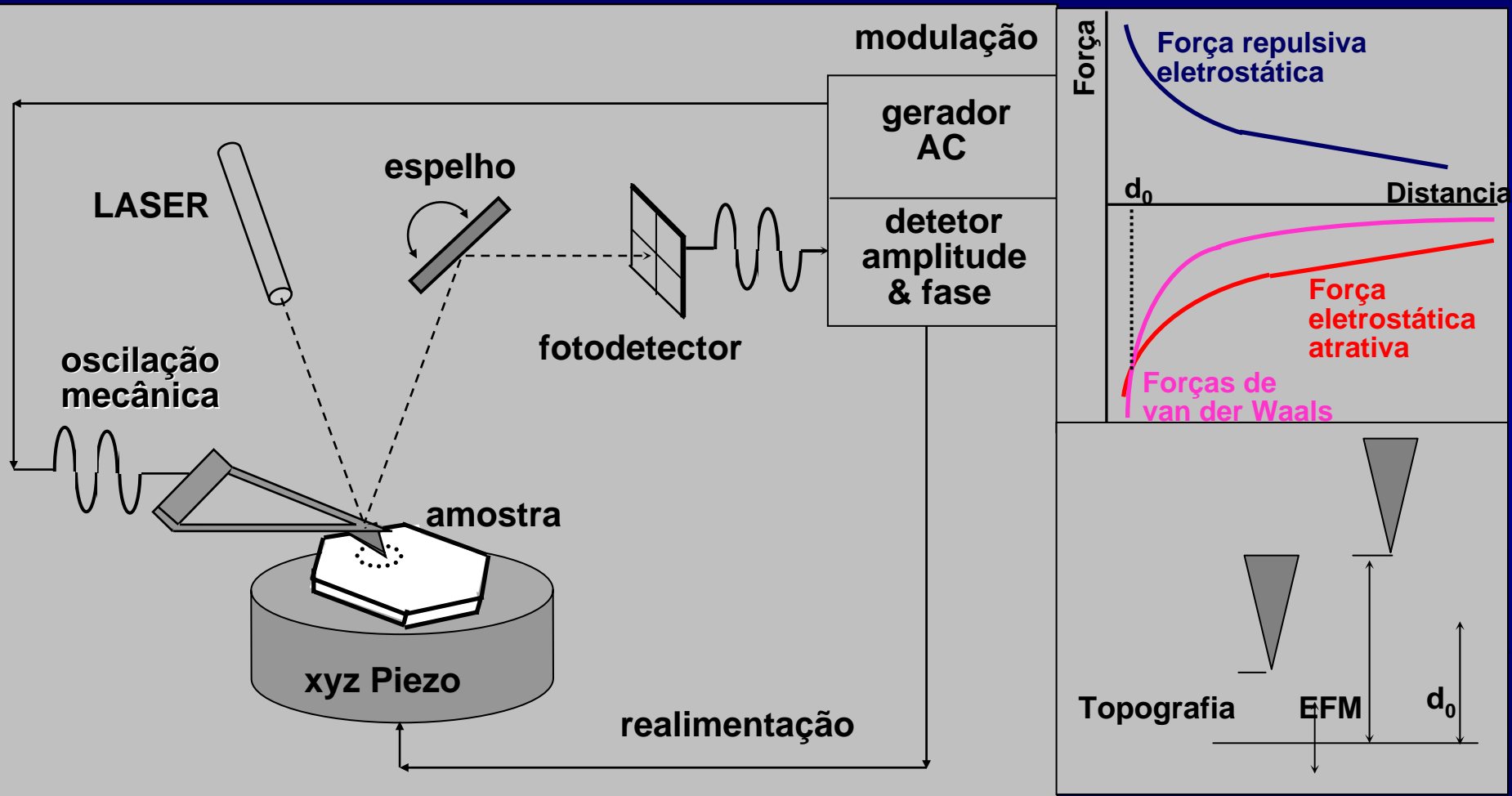


# SEPM: Microscopia de potencial elétrico

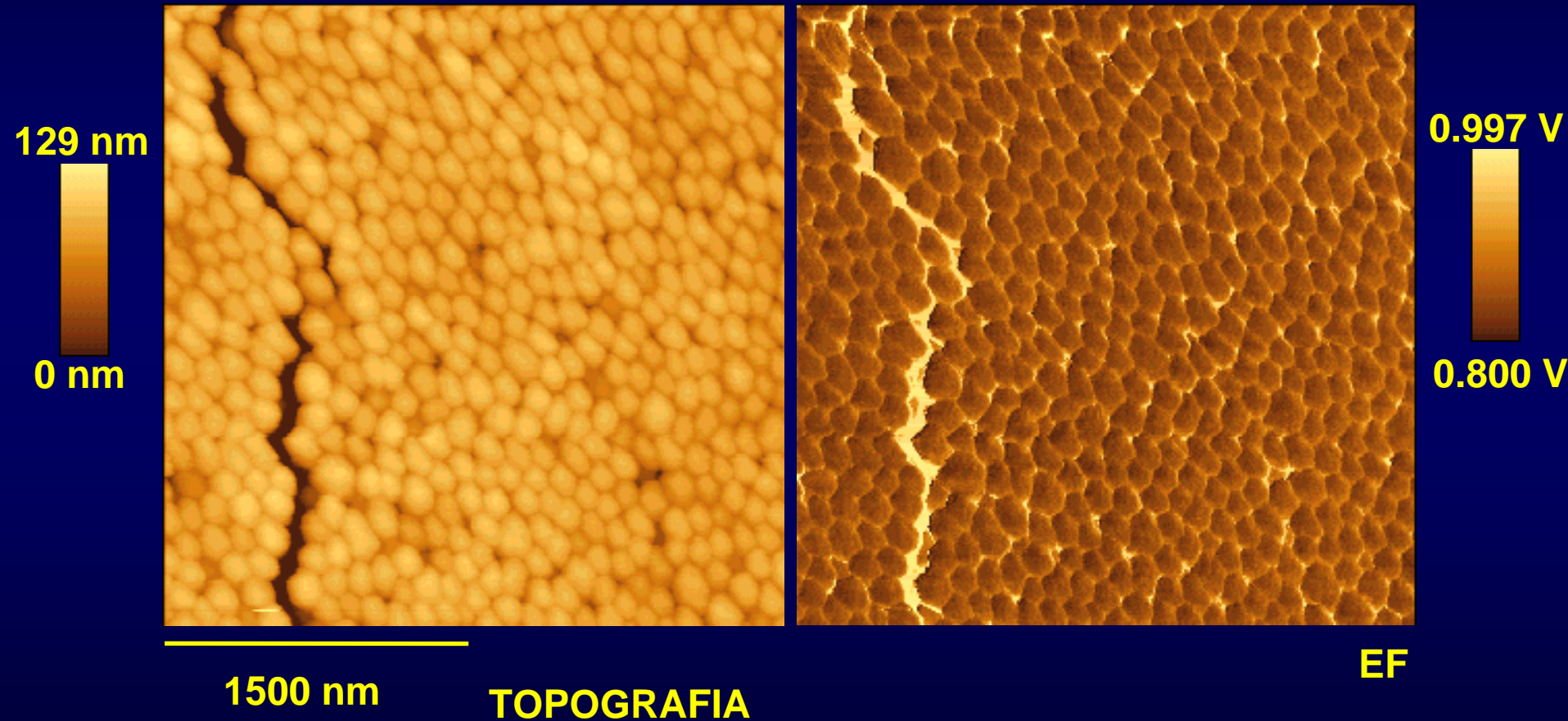




# EFM: Microscopia de força elétrica

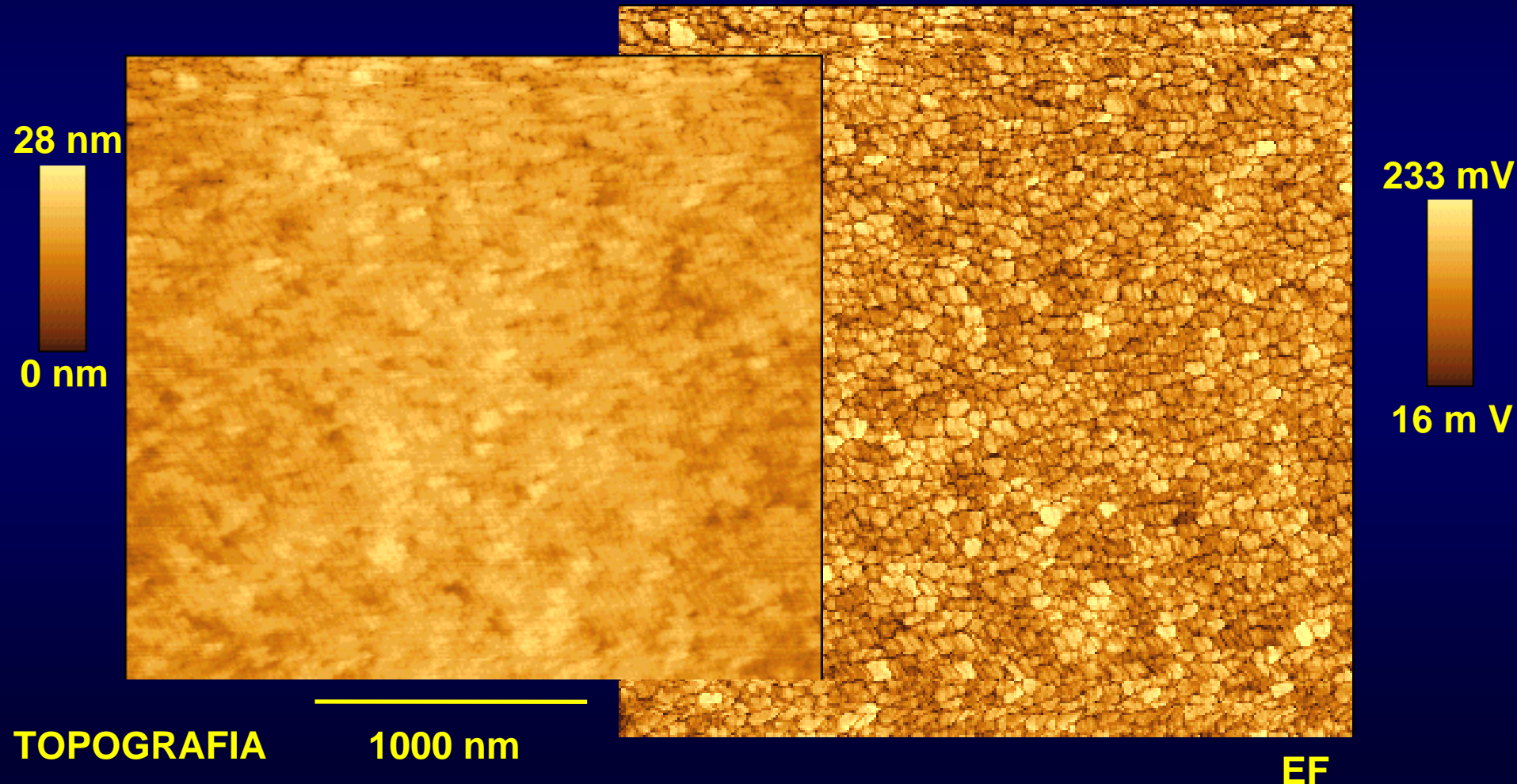


**As fronteiras entre as partículas grandes são nítidas. As partículas são eletricamente uniformes.**



As partículas são indistinguíveis na imagem de força atômica, mas os domínios de potenciais diferentes são nítidos na imagem de EFM.

Ocorre coalescência e formação de filmes, formando um mosaico elétrico.





# Agradecimentos

- **CNPq: bolsas**
- **Fapesp: Projeto temático e bolsas**
- **Pronex/Finep/MCT: Projeto de núcleo de excelência**
- **Serrana de Mineração S.A.**

**Dedico à memória de  
Pawel Krumholz,  
no ano do seu 90º aniversário**

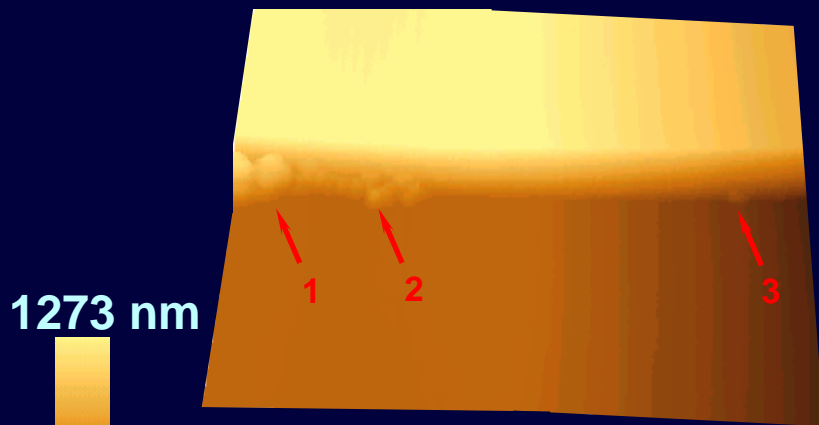


# Equipe

- **Drs. André Galembeck, Carlos Alberto Paula Leite, Elizabeth Fátima de Souza**
- **Carlos Alberto Rodrigues Costa, Maria do Carmo V. Medeiros da Silva**
- **Doutorandos Amauri José Keslarek, André Herzog Cardoso, Érico Teixeira Neto, Márcia Maria Rippel**
- **Melissa Braga (IC)**
- **Javier Amalvy (B.Aires) e José Maria Asua (San Sebastián)**

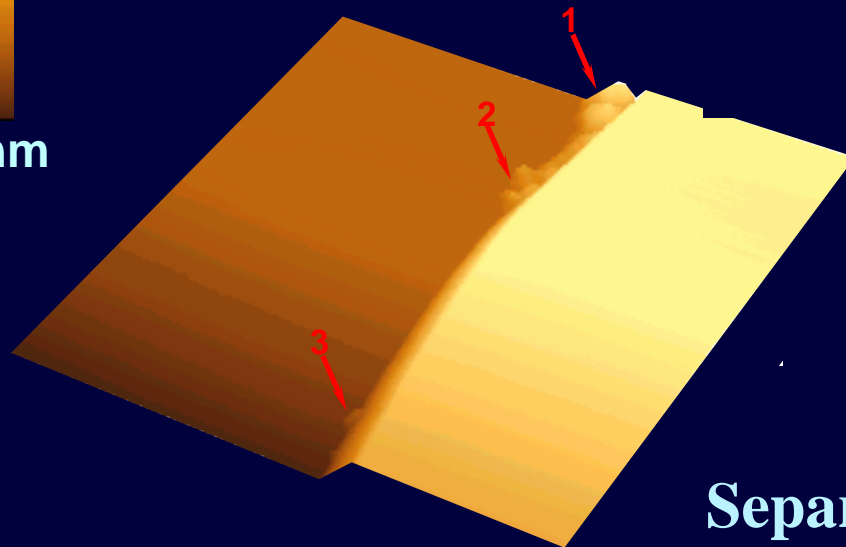


# Partículas de dióxido de titânio sobre mica

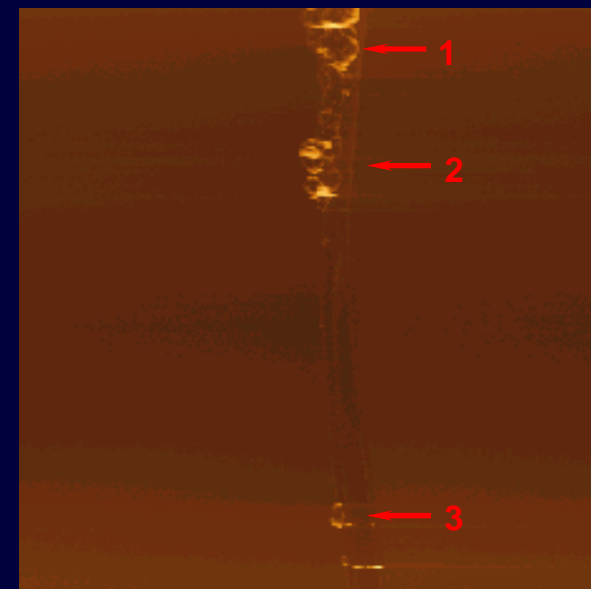


1273 nm

0 nm



TOPOGRAFIA



7.322 V

-1.991 V

5  $\mu$ m

SEP

Separação completa de  
contribuições  
de forças de van der Waals e  
eletrostáticas