

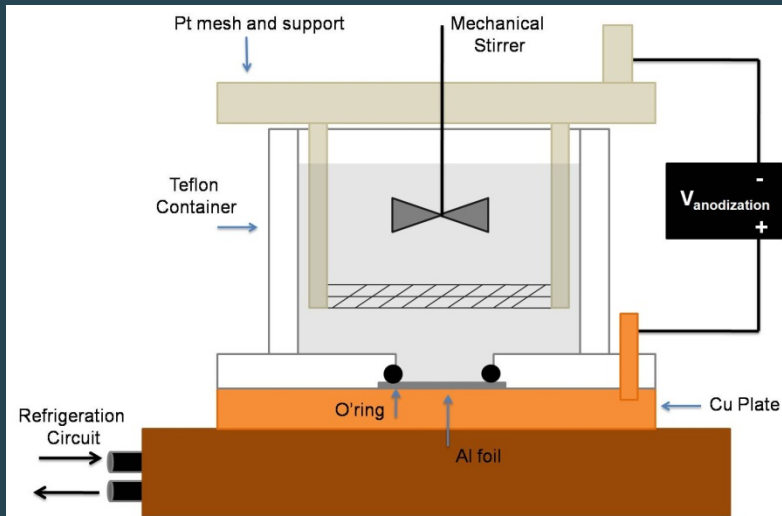
The background of the slide is a dense, repeating pattern of small, light-colored hexagons on a dark background, creating a textured, honeycomb-like appearance.

# **Matrizes Hexagonais para Gravação Magnética Perpendicular**

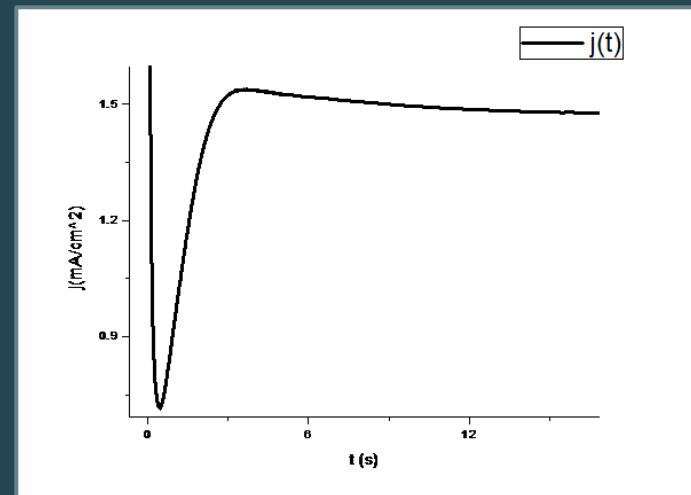
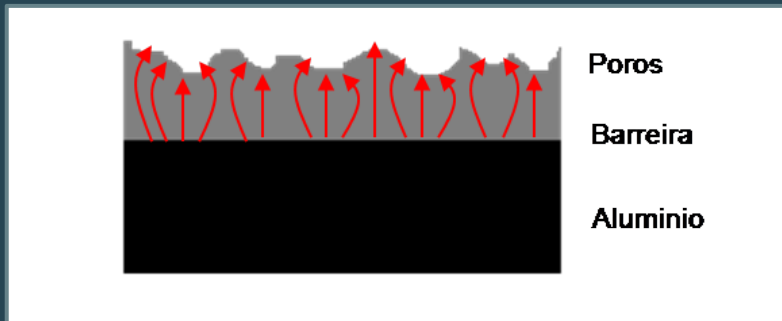
# Objetivos

- Utilizar técnicas de preparação e caracterização utilizadas dia-a-dia na investigação científica;
- Compreender e realizar o processo de preparação e caracterização de templates para gravação magnética com eficiência e baixo custo;
- Fazer crescer e caracterizar nanofios;
- Calcular a densidade de gravação obtida e comparar com a existente no mercado;
- Enumerar vantagens e desvantagens da utilização de matrizes hexagonais com empacotamento denso para armazenamento de informação;

# Anodização

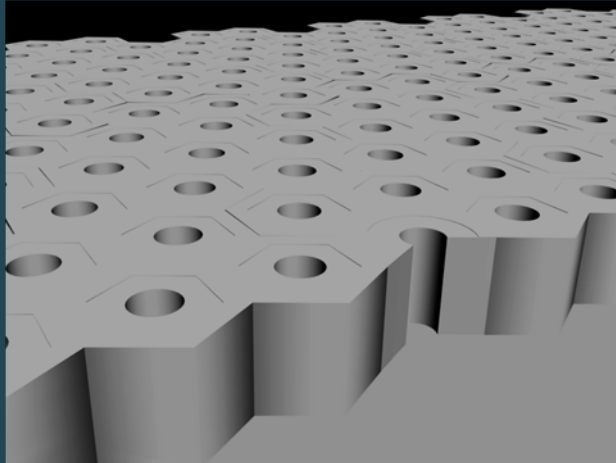


Forma-se alumina (óxido de alumínio), que posteriormente se dissolve formando os poros.



## Foram feitas duas amostras:

- A1- amostra tipo (com poros de diâmetro 35 nm)
- A2- amostra com poros alargados (50 nm)

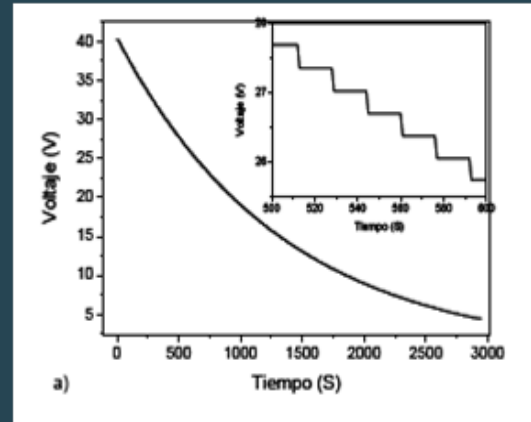
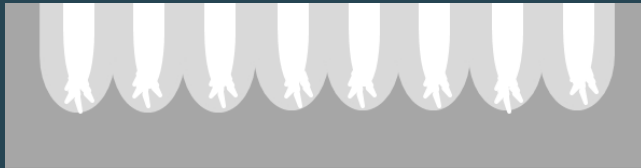


Usámos ácido fosforio durante 7 min  
para alargar os poros em A2.

# Electrodeposição

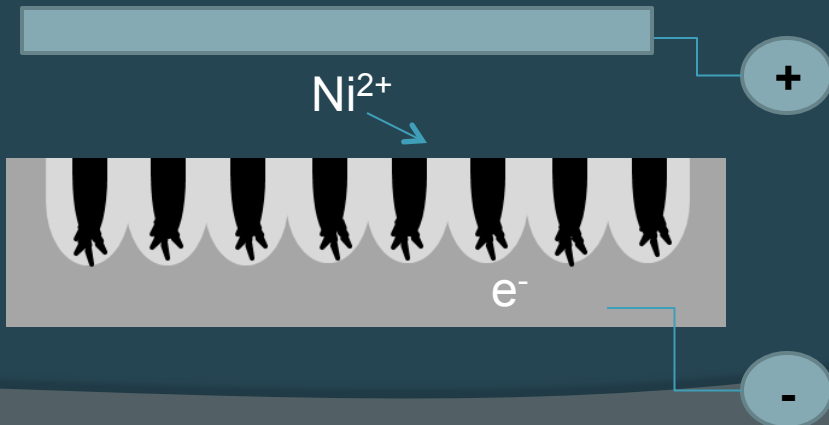
## Deposição de Níquel

1- Redução da barreira de óxido- dendrites



Anodização não estável

2- Deposição de níquel



Por efeito túnel, os elétrons passam do alumínio para as dendrites

São aplicados 3 pulsos de forma a promover a formação do níquel.

# ☐ Visualização em SEM (Scanning Electron Microscope)

## Microscópio ótico VS Microscópio eletrônico de varrimento



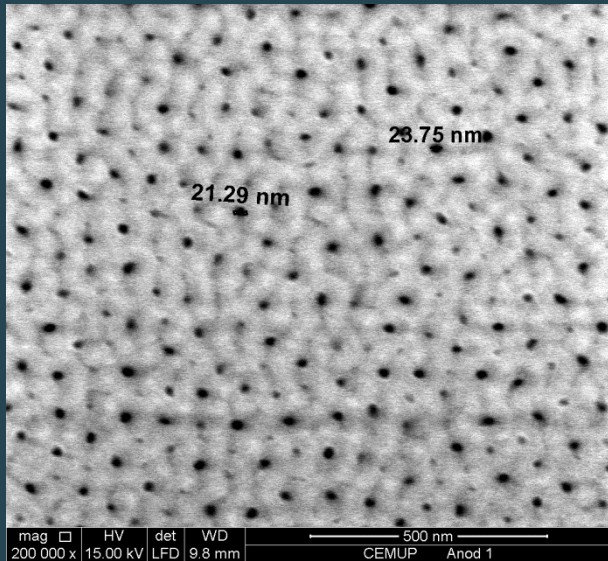
- Possui um conjunto de lentes de vidro ou quartzo;
- Emite um feixe de fótons sobre a amostra;
- O meio de propagação realiza-se na atmosfera;
- Possui uma resolução de  $0.2 \mu\text{m}$ .

- Possui um conjunto de lentes eletromagnéticas;
- Emite um feixe de elétrons sobre amostra;
- O material necessita de sofrer uma desidratação e metalização;
- O meio de propagação realiza-se em vácuo;
- Possui uma resolução de  $1.2\text{nm}$ ;
- Modos de imagem: elétrons secundários (ES) e retrodifundidos (ER).

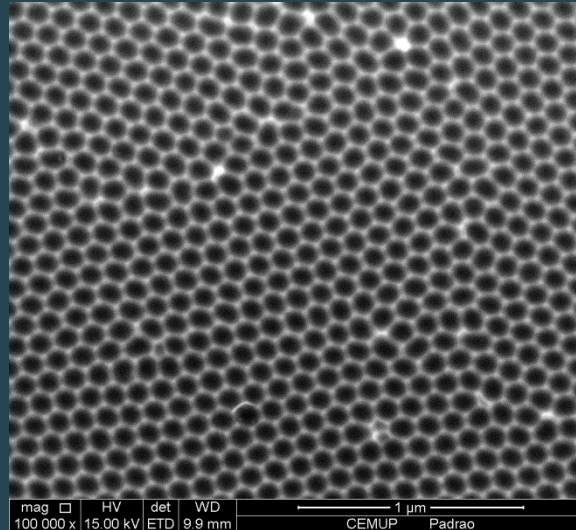




# ❑ Características das amostras



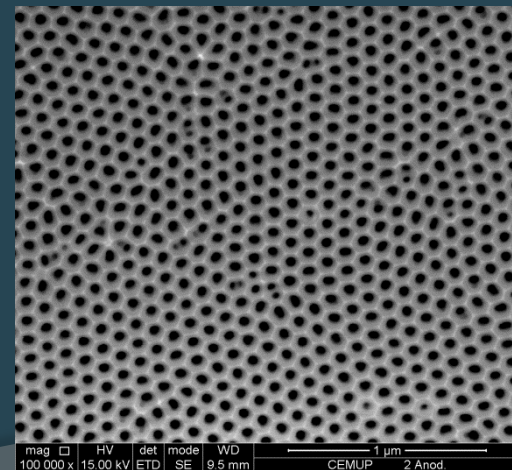
Amostra com 1<sup>o</sup>  
anodização (35 nm)

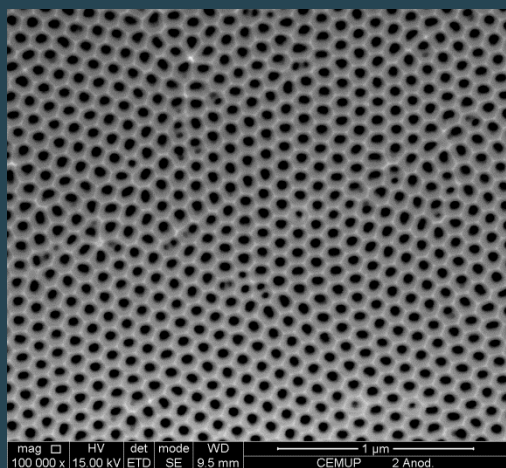


Após a remoção do óxido

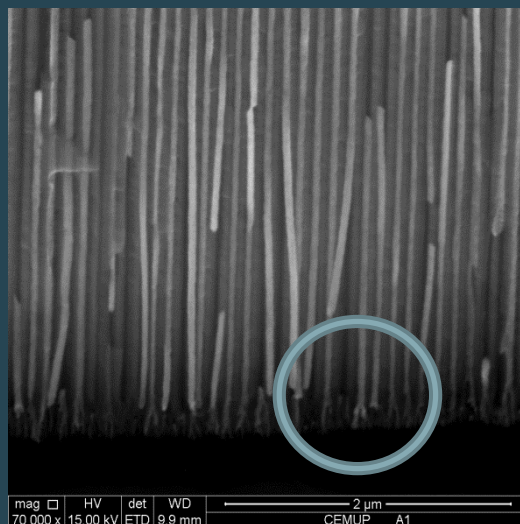


Amostra com a  
2<sup>a</sup> anodização

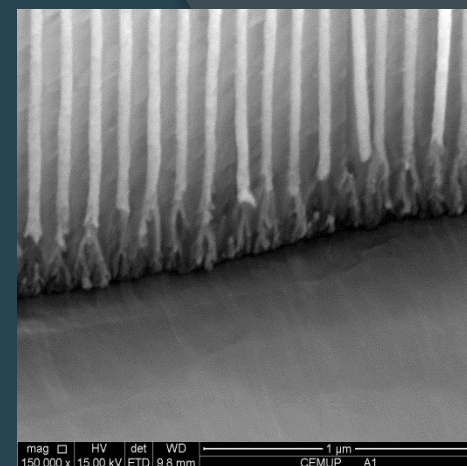




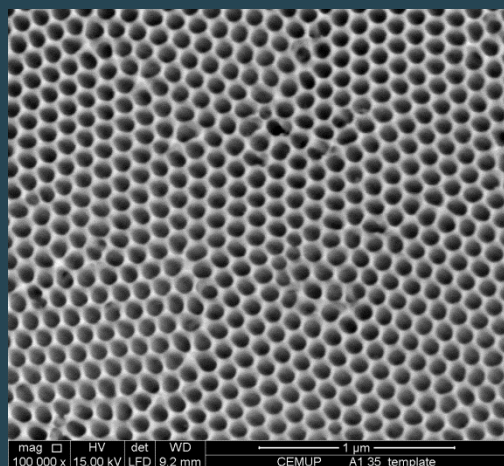
Amostra dos poros com diâmetro de 35 nm após a 2ª anodização



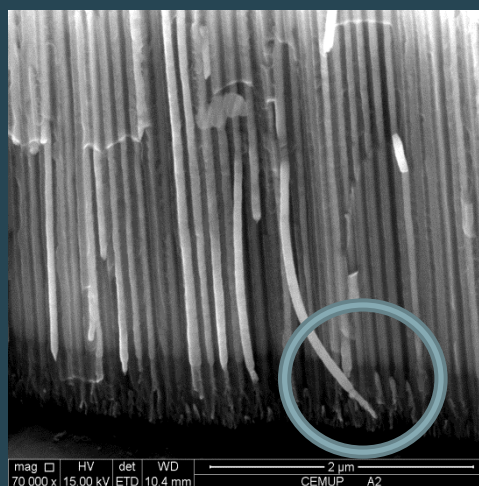
Nanofios com diâmetro de 35 nm



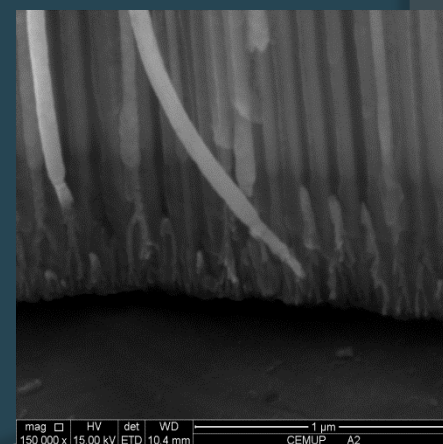
Dentrites produzidas nos nanofios



Amostra dos poros com diâmetro de 50 nm após a 2ª anodização e o alargamento



Nanofios com diâmetro de 50 nm



Dentrites produzidas nos nanofios



# CARACTERIZAÇÃO MAGNÉTICA

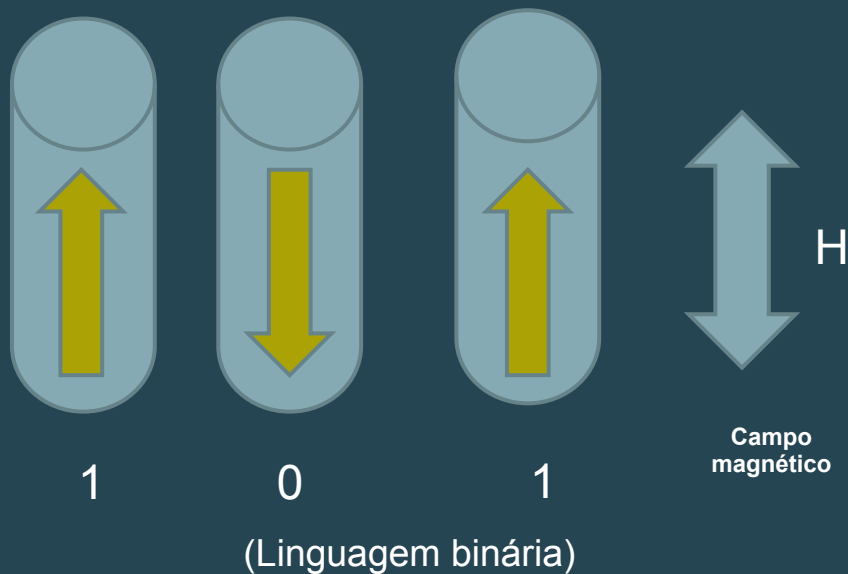
□ SQUID (Superconducting Quantum Interference Device)

▪ Características:

- Mede magnetização de materiais magnéticos
- Bobina supercondutora para produzir o campo magnético até 5 Tesla
- Sensibilidade de  $5 \times 10^{-7}$  emu
- Realiza medidas entre 2K a 400K.

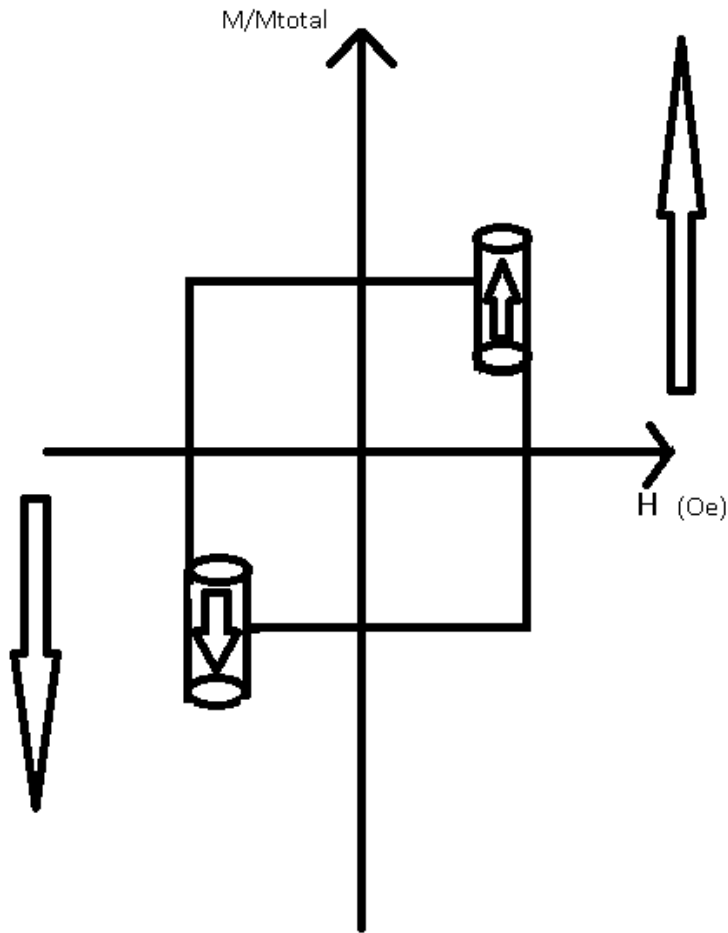


# BITS PARA GRAVAÇÃO MAGNÉTICA



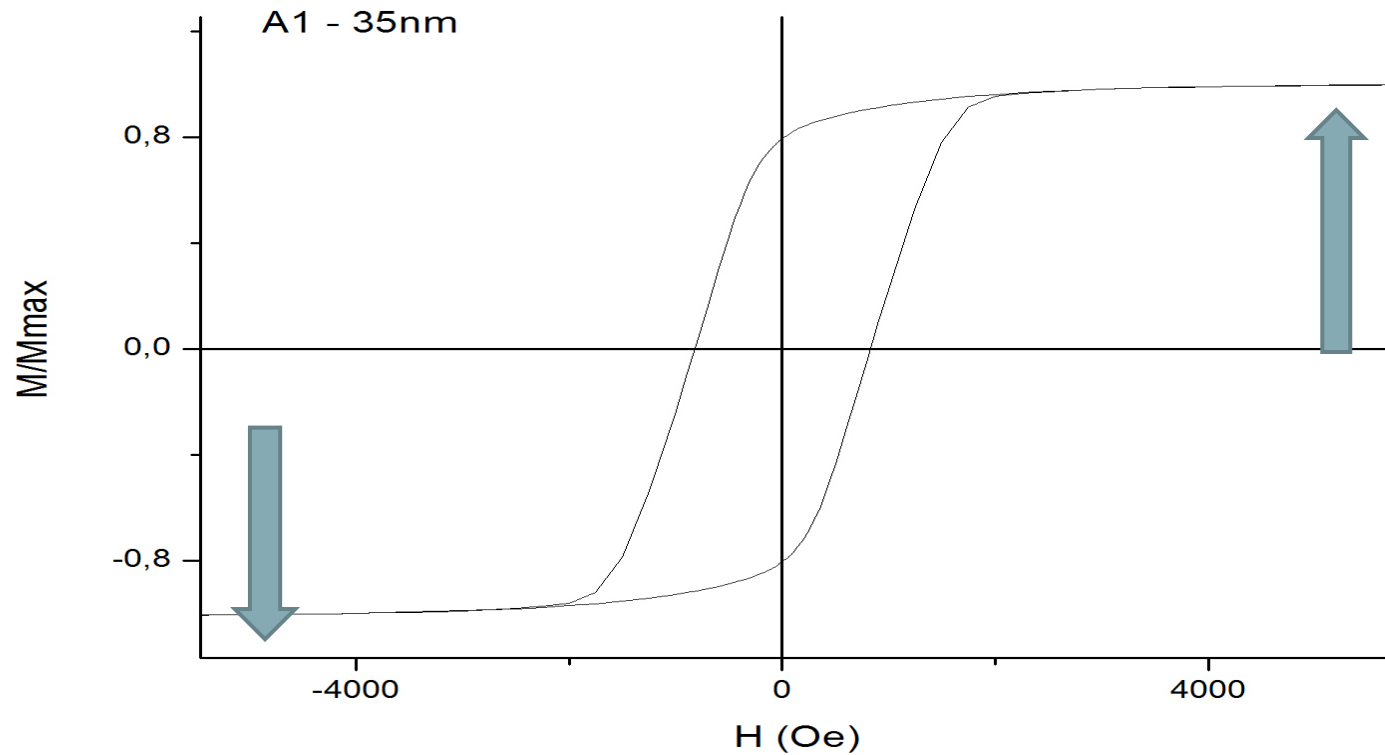
- Os bits magnéticos são definidos pela direcção da magnetização e dependendo dela podem estar direccionados para cima ou para baixo.

# Ciclos de Histerese



- O ciclo de Histerese tem memória magnética;
- Mesmo quando o campo aplicado tem intensidade zero, o estado anterior de magnetismo é retido;
- $H_c$  é o valor crítico para o qual ocorre a inversão da polarização magnética.

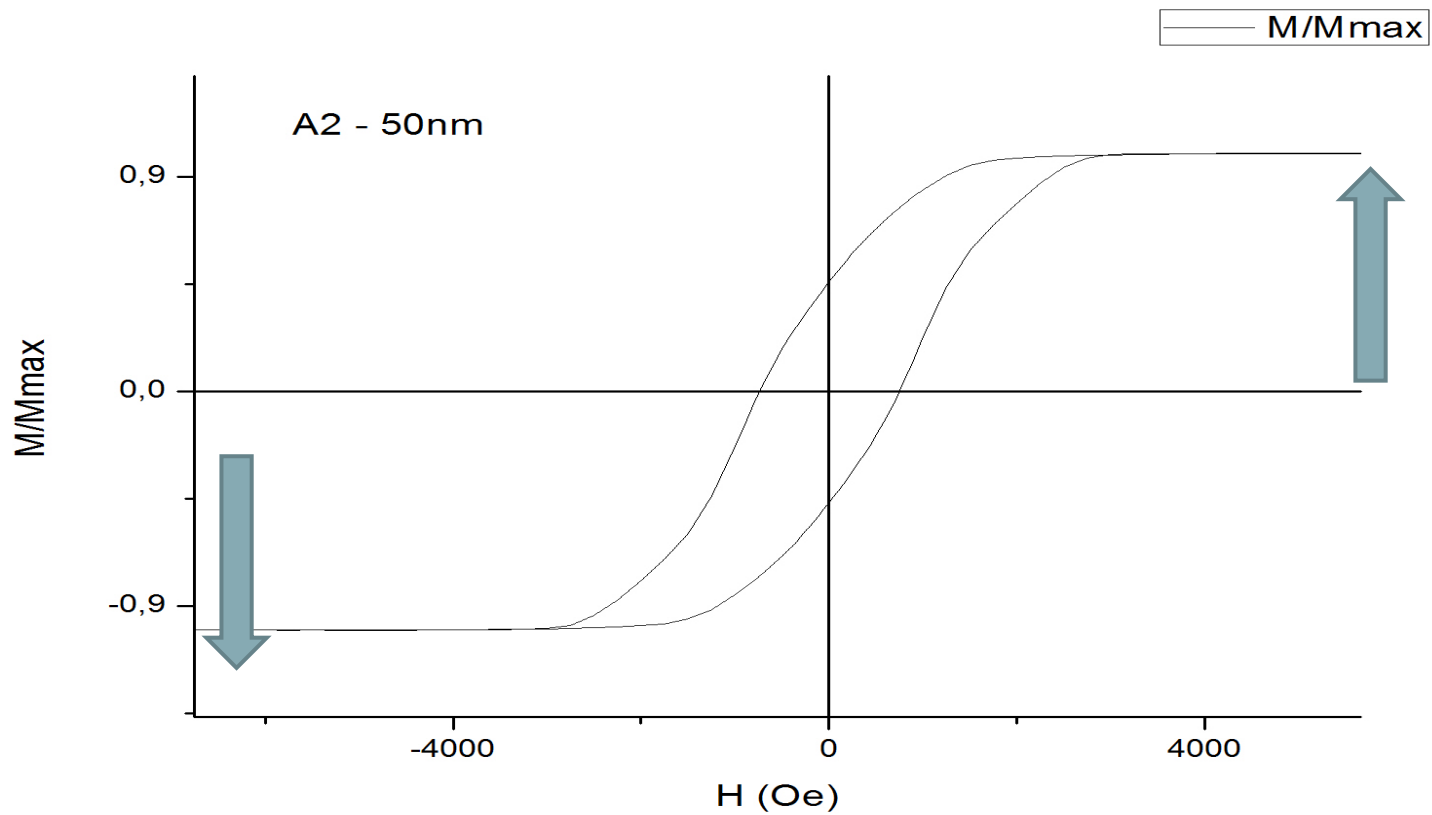
# Resultados do Squid



**$H_c = 835,64 \text{ Oe}$**



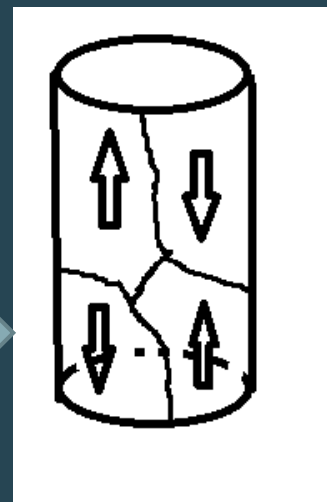
# Resultados do Squid



$H_c = 739,68 \text{ Oe}$

# Comparação

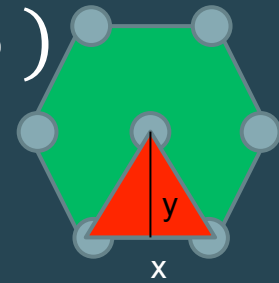
	Vantagens	Desvantagens
<b>Nanotubos de 35 nm</b>	Maior robustez; maior tolerância a interferências magnéticas	Menor Facilidade de gravação
<b>Nanotubos de 50 nm</b>	Maior facilidade de gravação	Menor resistência a perturbações e interferências magnéticas (maior risco de perda de dados); Risco de criação de domínios de diferente polarização



**Nanotubo com multidomínios**

# Cálculo da densidade máxima de informação armazenada

- ⦿ *Densidade = número de bits / área*
- ⦿ N° bits no triângulo:  $1/2 (3 \times 1/6)$
- ⦿ *Densidade =  $1/x \times y$*



# Aplicações

- ⦿ A tecnologia de nanofios pode ser aplicada na informática, nomeadamente, para armazenamento de dados.
- ⦿ De seguida, comparamos a densidade de armazenamento de informação entre um produto-líder do mercado com o que produzimos.



# Comparações

Dispositivo de armazenamento	Hitachi Ultrastar 7K4000	Nanofios 100nm distância interporo	Nanofios 5nm distância interporo
Capacidade	4TB	-	-
Tamanho	3,5"	-	-
Camadas	4	1	1
Densidade dos bits	$475\text{Gb}/\text{cm}^2$	$11,55\text{Gb}/\text{cm}^2$	$4620\text{Gb}/\text{cm}^2$
Espessura da camada	2,54cm	Variável (Controlável, na ordem dos microns)	

# Agradecimentos

- ◉ Gostaríamos de agradecer às seguintes pessoas pela sua contribuição:
- ◉ André Pereira, Director do SQUID do IFIMUP;
- ◉ Célia Sousa, do IFIMUP;
- ◉ À técnica Daniela do CEMUP;
- ◉ A toda a organização da Escola de Verão de Física e à Vértico;
- ◉ A todos os que fazem da Universidade do Porto a melhor do país;
- ◉ E um agradecimento especial...