



TE121

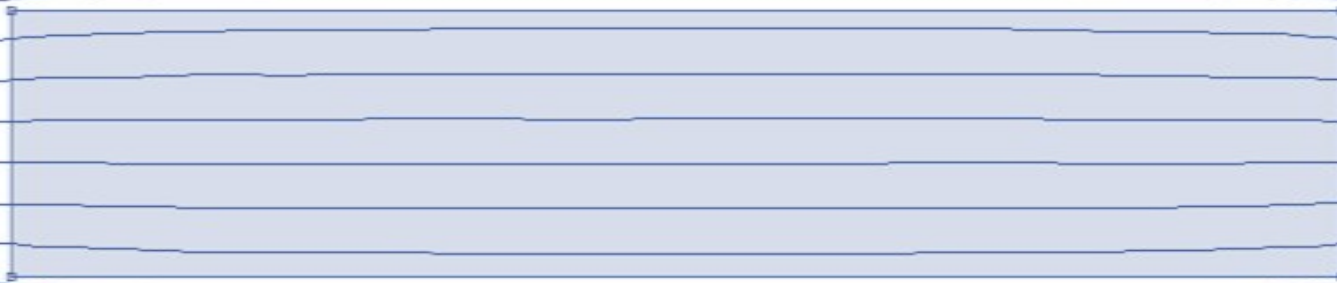
Interferência Eletromagnética

Materiais magnéticos e ímãs
permanentes

Prof^a Juliana L. M. Iamamura

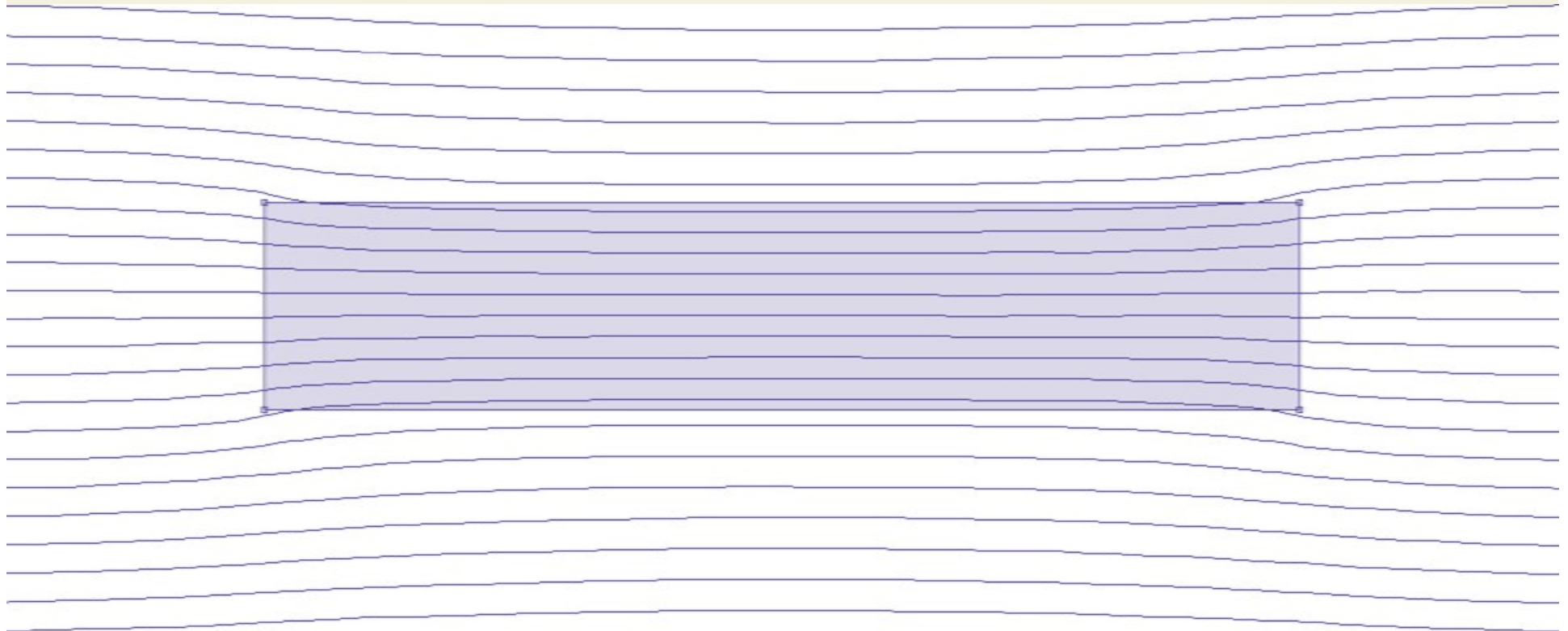
Materiais magnéticos

- Diamagnéticos: $\mu_r \leq 1$
 - Aparece, no material, um campo magnético de sentido oposto ao aplicado.
 - Exemplos: Cobre, bismuto, chumbo, gálio.



Materiais magnéticos

- Paramagnéticos: $\mu_r \geq 1$
 - Aparece, no material, um campo magnético no mesmo sentido que o aplicado.
 - Exemplos: manganês, alumínio, cromo, tungstênio, platina.



Materiais magnéticos

- Ferromagnéticos: $\mu_r \gg 1$
 - Os materiais magnetizam-se facilmente quando submetidos a um campo magnético externo, e alguns mantêm essa imantação mesmo depois que o H_{externo} desaparece, preferencialmente ao longo da chamada “direção de fácil imantação”, relacionada a sua estrutura cristalina.
 - A partir de uma determinada temperatura, a T_{Curie} , o material torna-se paramagnético (efeito reversível).
 - Exemplos: Ferro ($T_C = 770^\circ\text{C}$), níquel ($T_C = 354^\circ\text{C}$), cobalto ($T_C = 1115^\circ\text{C}$), terras raras (neodímio, samário...)
 - Podem ser divididos em materiais magnéticos moles e duros.

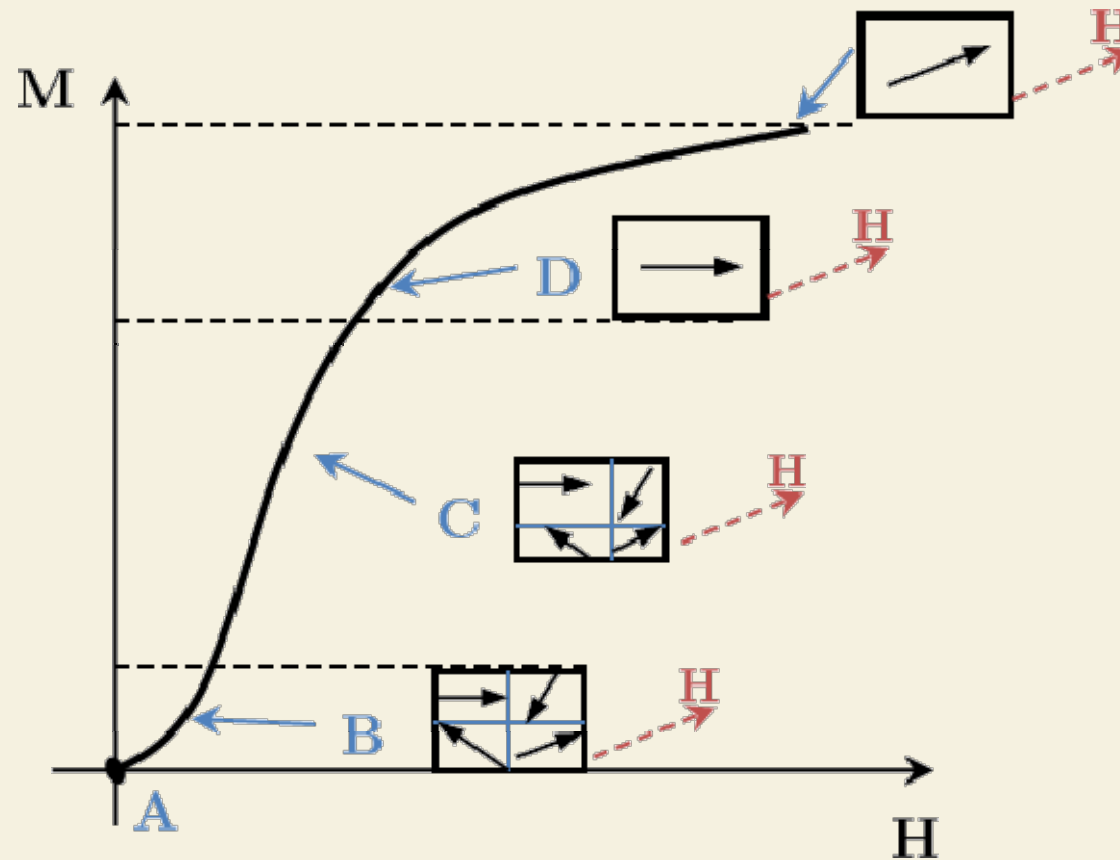
Materiais magnéticos

- Materiais magnéticos moles:
 - Podem ser facilmente imantados com $H < 10\text{kA/m}$.
 - Só apresentam propriedades magnéticas na presença de uma excitação magnética externa.

Materiais magnéticos

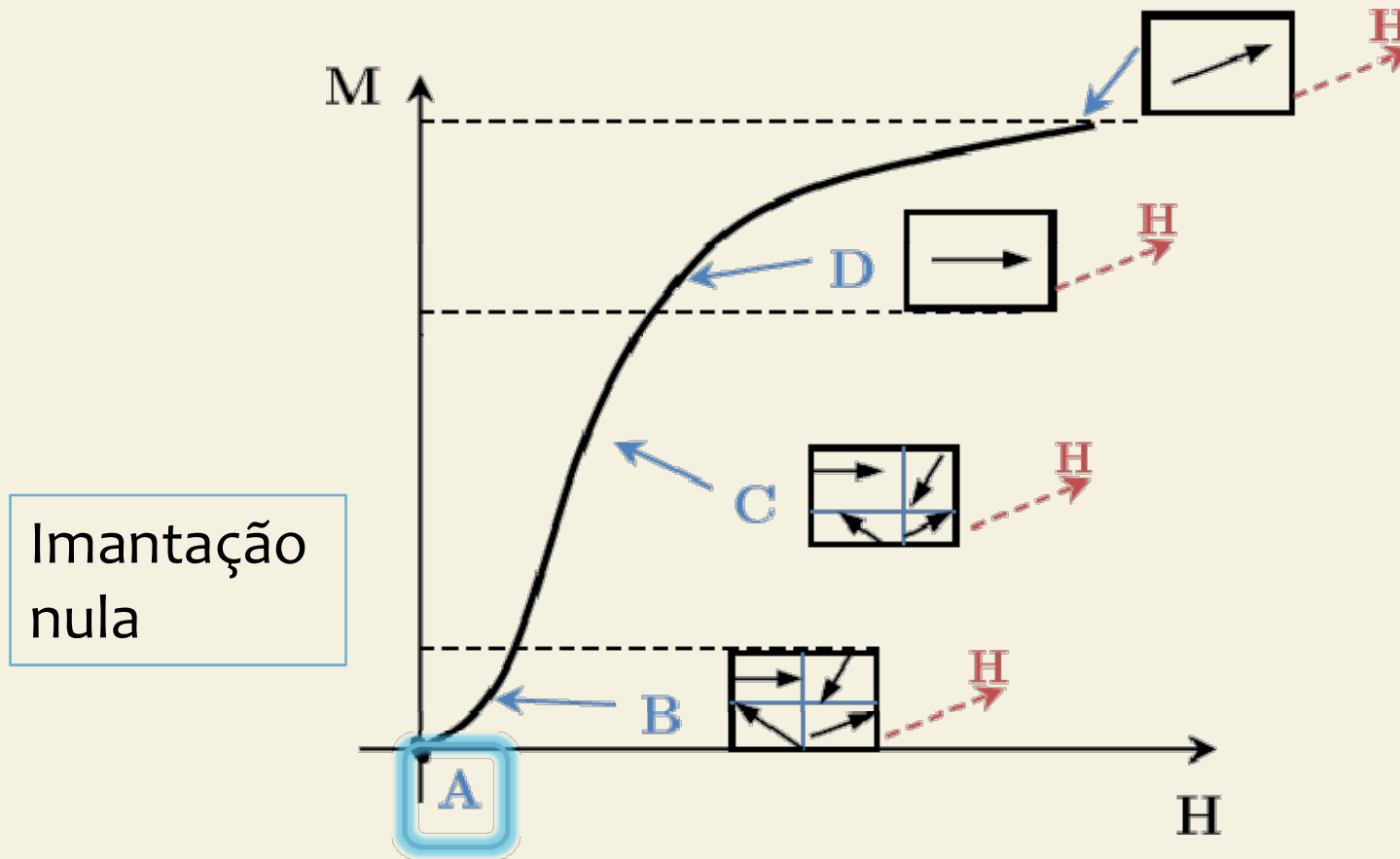
- Materiais magnéticos duros (ímãs permanentes):
 - Para serem magnetizados, necessitam de campos mais intensos, da ordem de 1MA/m (para ferrites) a 5MA/m (terras raras).
 - Uma vez imantados, suas propriedades permanecem mesmo sem excitação externa.

Processo de imantação



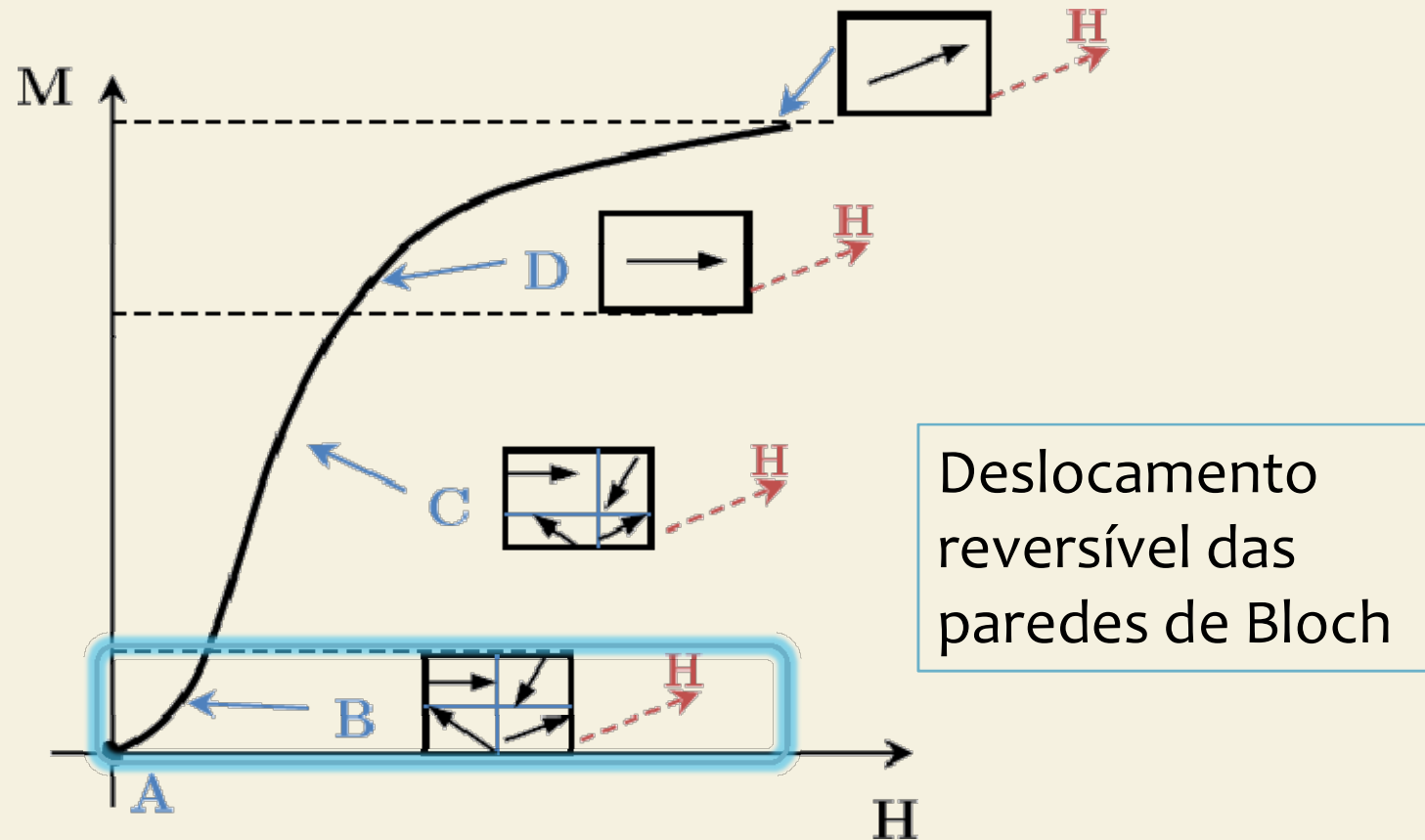
Fonte: Radu FRATILA , « Modélisation numérique de la perte d'aimants permanents sous les contraintes magnétique et thermique rencontrées dans les dispositifs électriques », tese de doutorado, L2EP – Université de Lille Nord de France, 2014

Processo de imantação

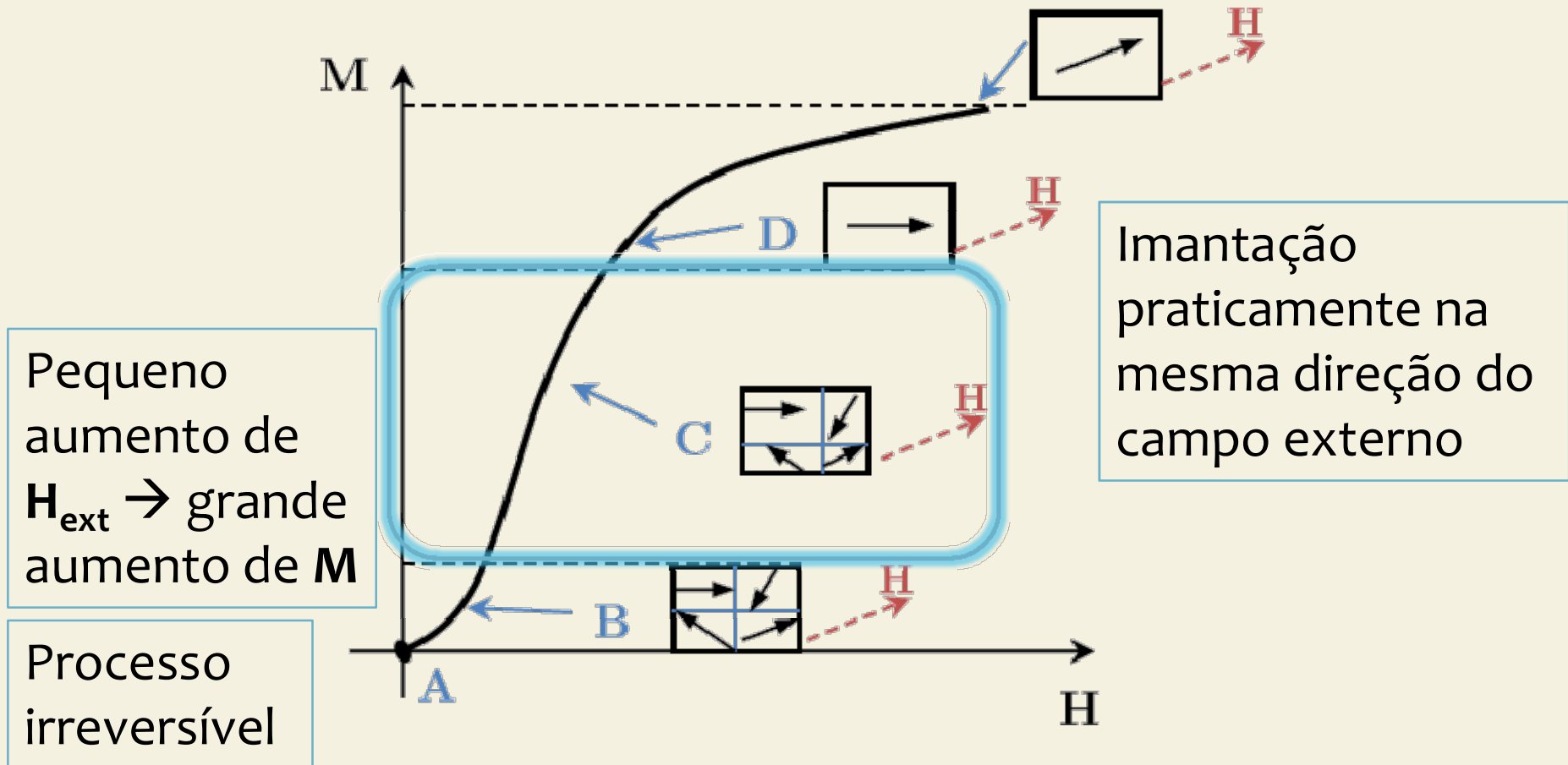


Fonte: Radu FRATILA , « Modélisation numérique de la perte d'aimants permanents sous les contraintes magnétique et thermique rencontrées dans les dispositifs électriques », tese de doutorado, L2EP – Université de Lille Nord de France, 2014

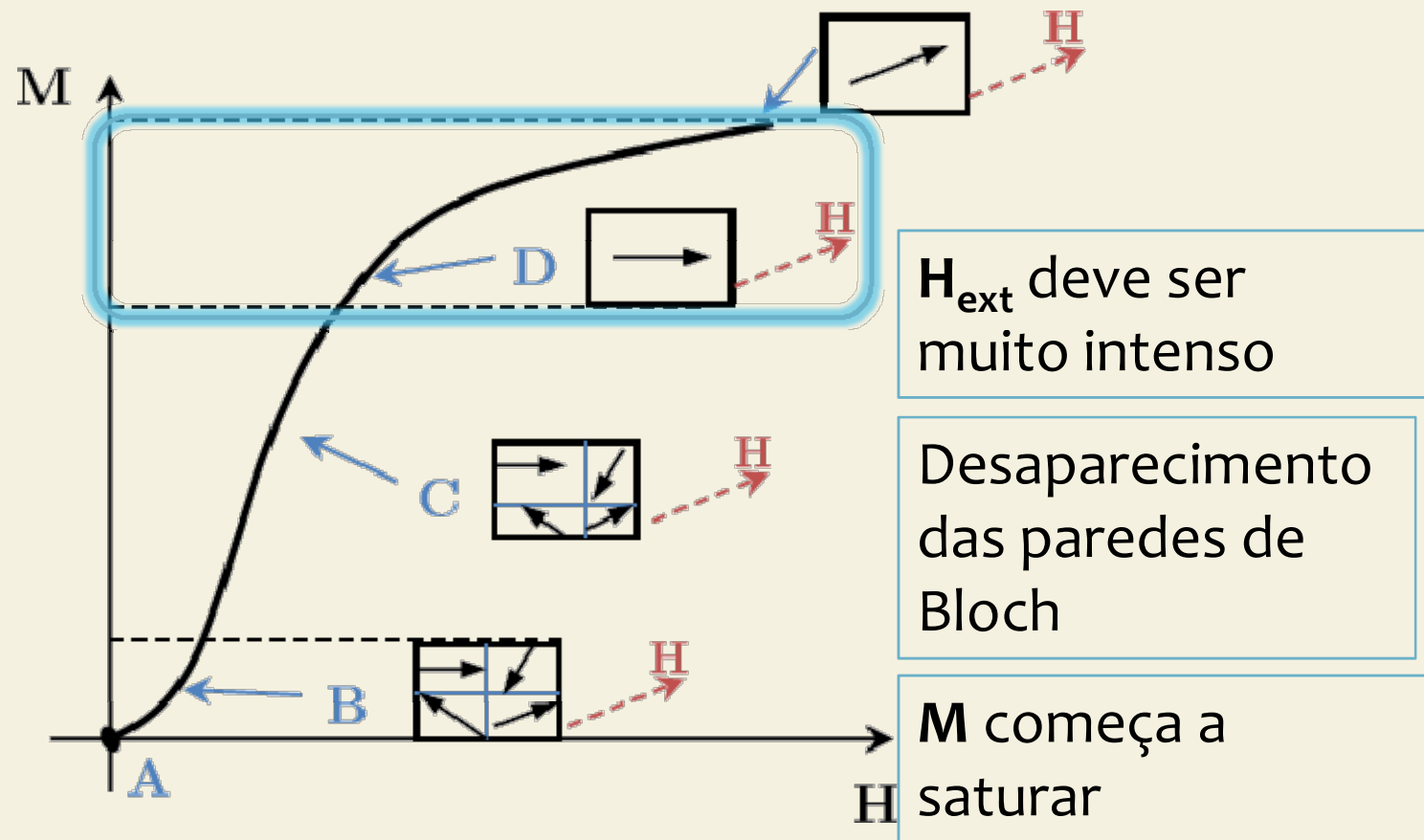
Processo de imantação



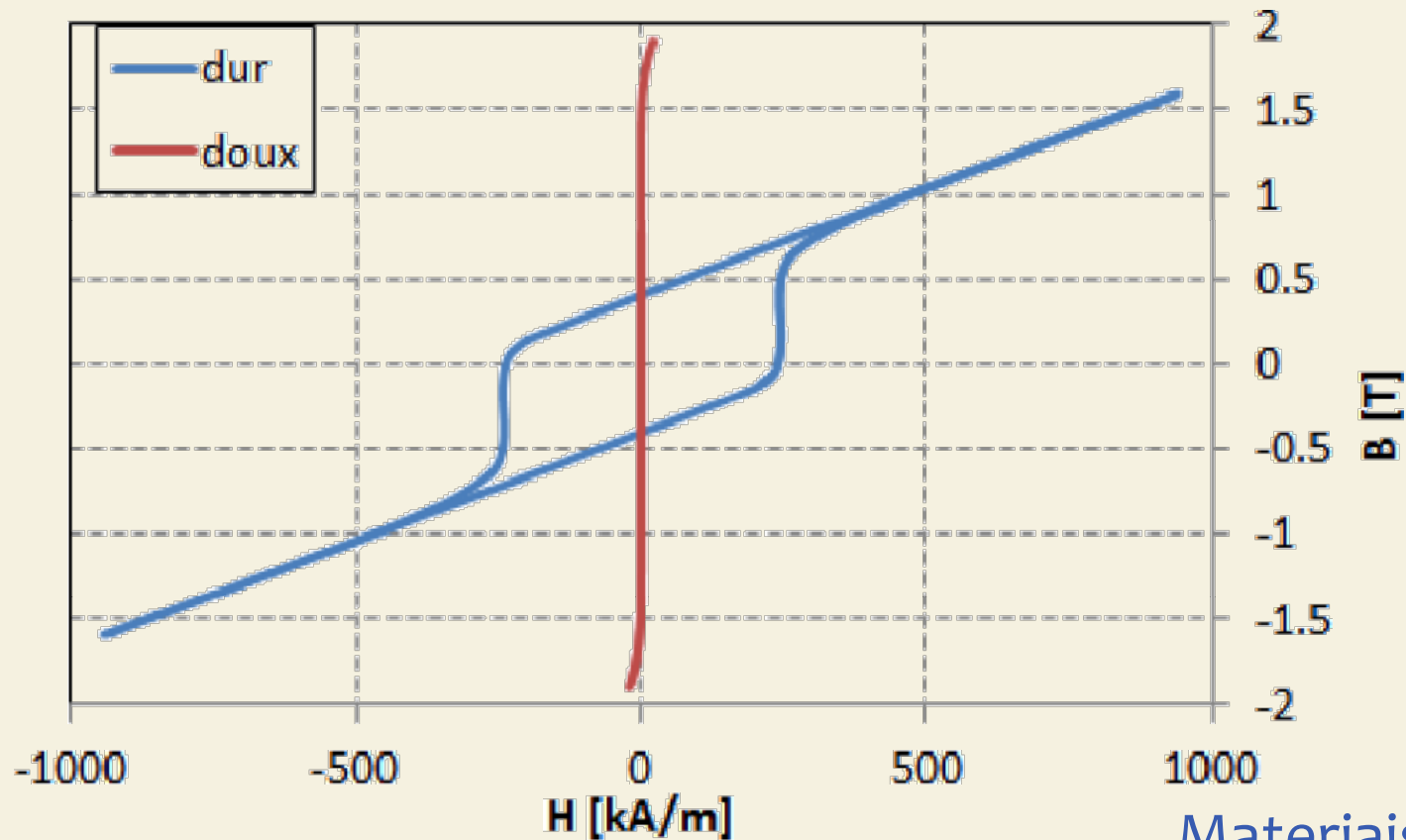
Processo de imantação



Processo de imantação



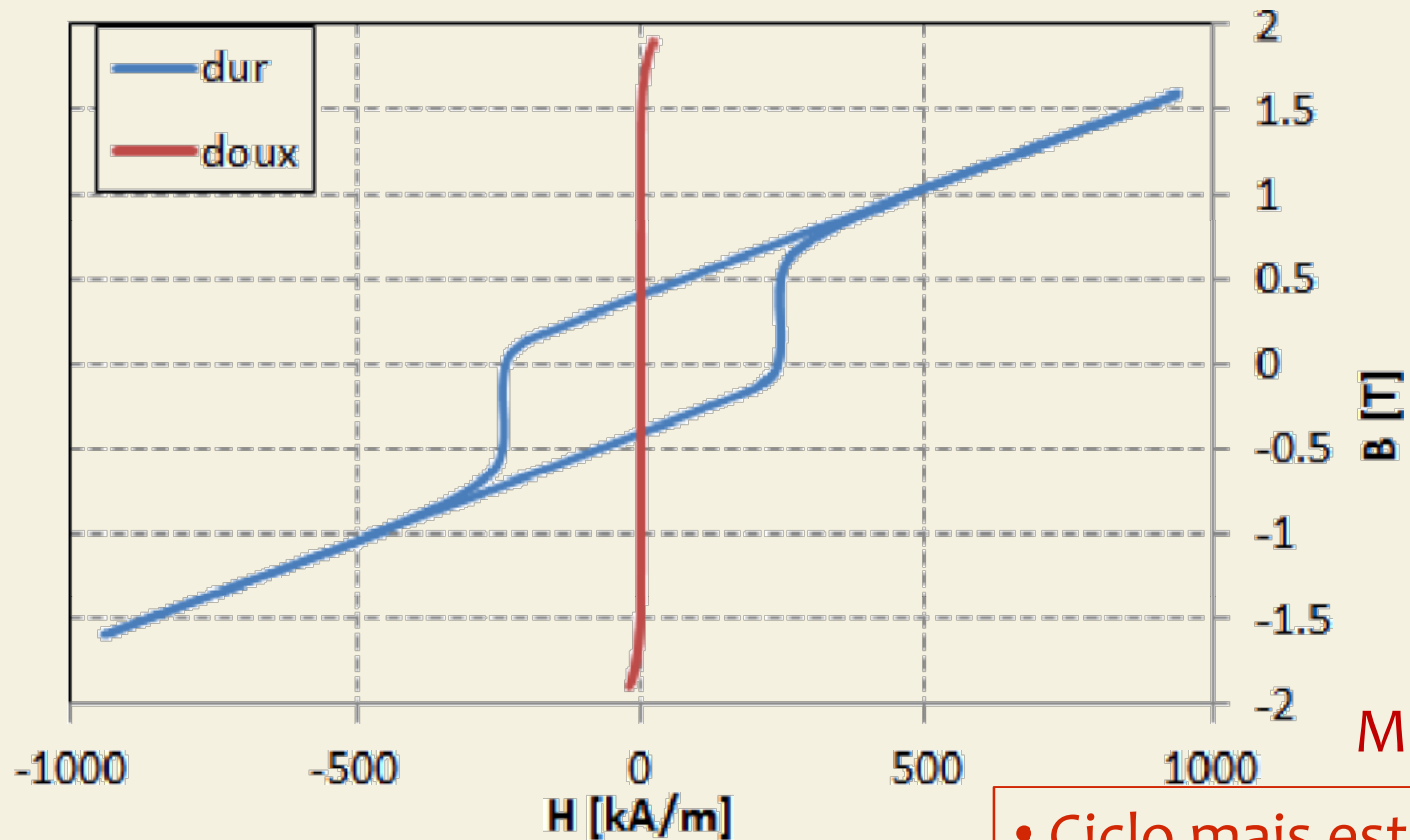
Ciclo de histerese dos materiais ferromagnéticos



Materiais duros

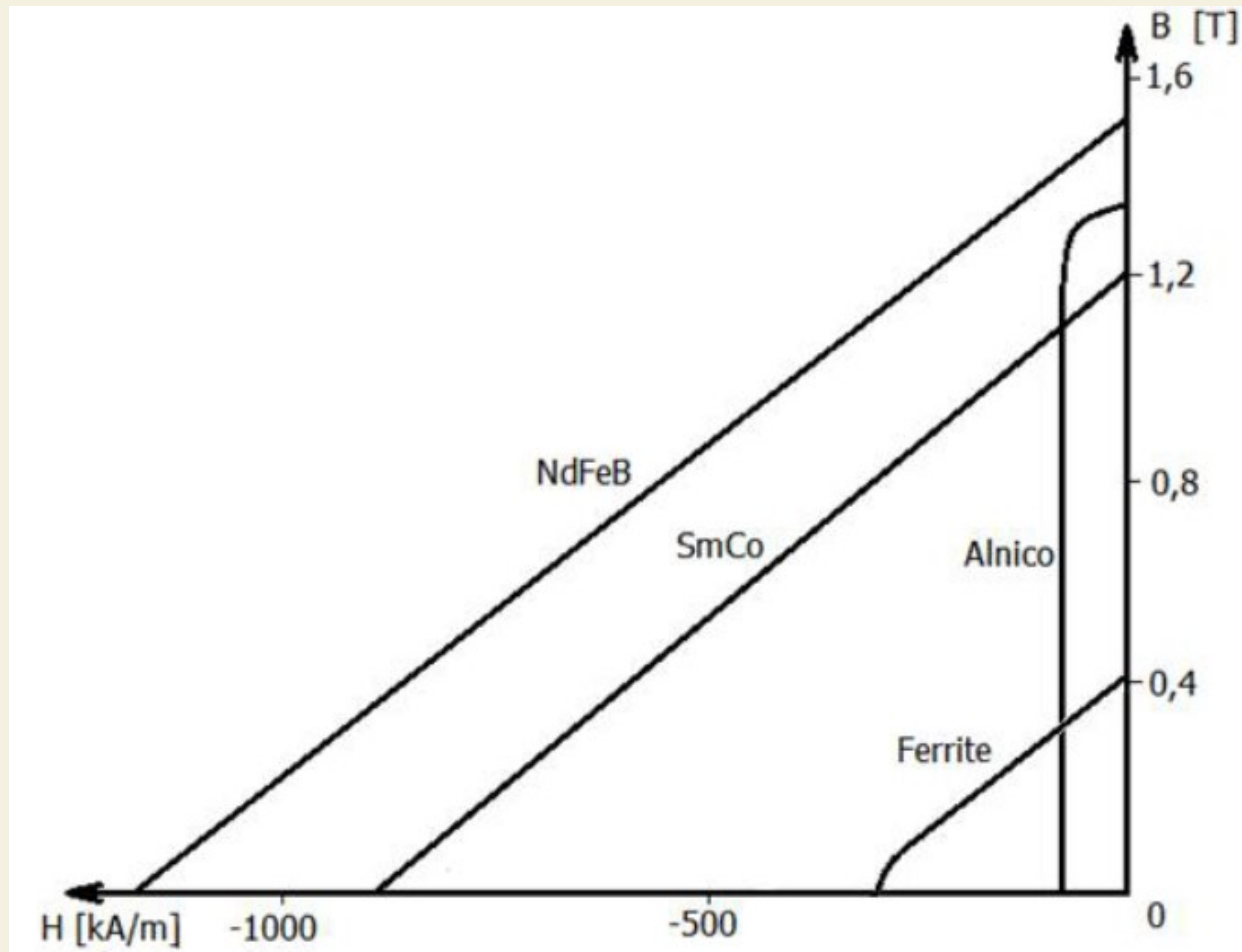
- Ciclo mais largo
- H_c maior

Ciclo de histerese dos materiais ferromagnéticos

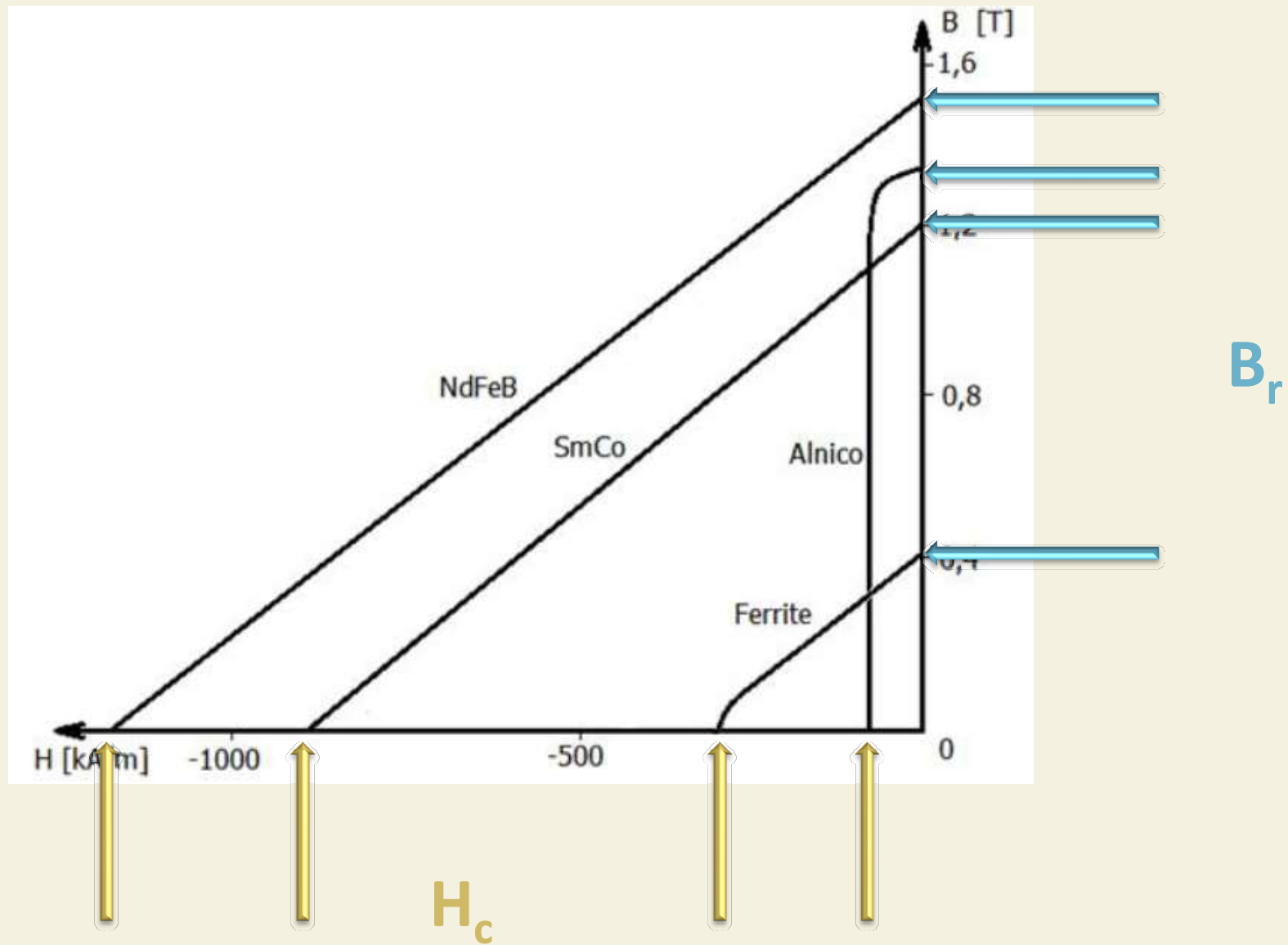


- Ciclo mais estreito
- H_c menor
- B saturação elevada
- μ_r elevada

Curvas de desimantação



Curvas de desimantação



Características de ímãs permanentes

Type d'aimant	$(BH)_{max}$ [kJ/m ³]	H _c [kA/m]	B _r [T]	T _{max} [°C]	Coût relatif
Alnico	35 à 43	64 à 103	1,1 à 1,3	400 à 550	Modéré
Ferrites	25 à 40	200 à 400	0,38 à 0,46	350	Faible
SmCo ₅	130 à 150	960 à 1500	0,82 à 0,87	250	Très élevé
Sm ₂ Co ₁₇	160 à 250	490 à 790	0,92 à 1,16	450 à 550	Très élevé
NdFeB	140 à 380	880 à 1990	1,1 à 1,4	80-220	Elevé

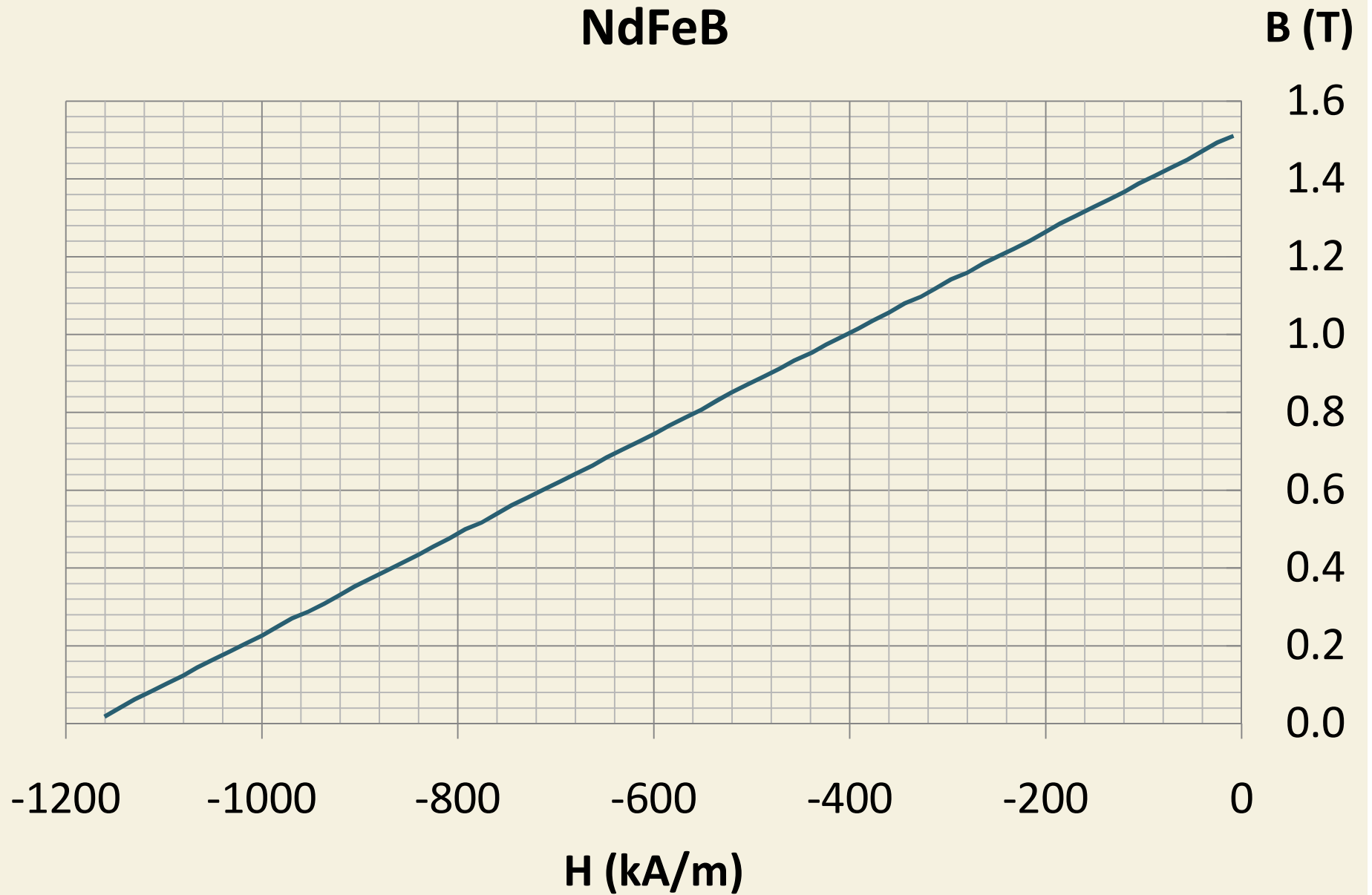
Fonte: Radu FRATILA , « Modélisation numérique de la perte d'aimants permanents sous les contraintes magnétique et thermique rencontrées dans les dispositifs électriques », tese de doutorado, L2EP – Université de Lille Nord de France, 2014

Aplicações de ímãs permanentes

Domaines	Alnico	Ferrite	SmCo	NdFeB
Mesures	Instruments			
Moteurs		automobiles		moteurs pas à pas, moteurs sans balais
Audio		haut-parleurs	écouteurs, haut-parleurs	haut-parleurs très miniaturisés
Informatique				actionneurs de têtes de lecture de disque dur, focalisation de rayons laser
Autres	capteurs		capteurs, horlogerie	imagerie médicale, les séparateurs de minerai

Fonte: Radu FRATILA , « Modélisation numérique de la perte d'aimants permanents sous les contraintes magnétique et thermique rencontrées dans les dispositifs électriques », tese de doutorado, L2EP – Université de Lille Nord de France, 2014

NdFeB



Ceramic 5

