



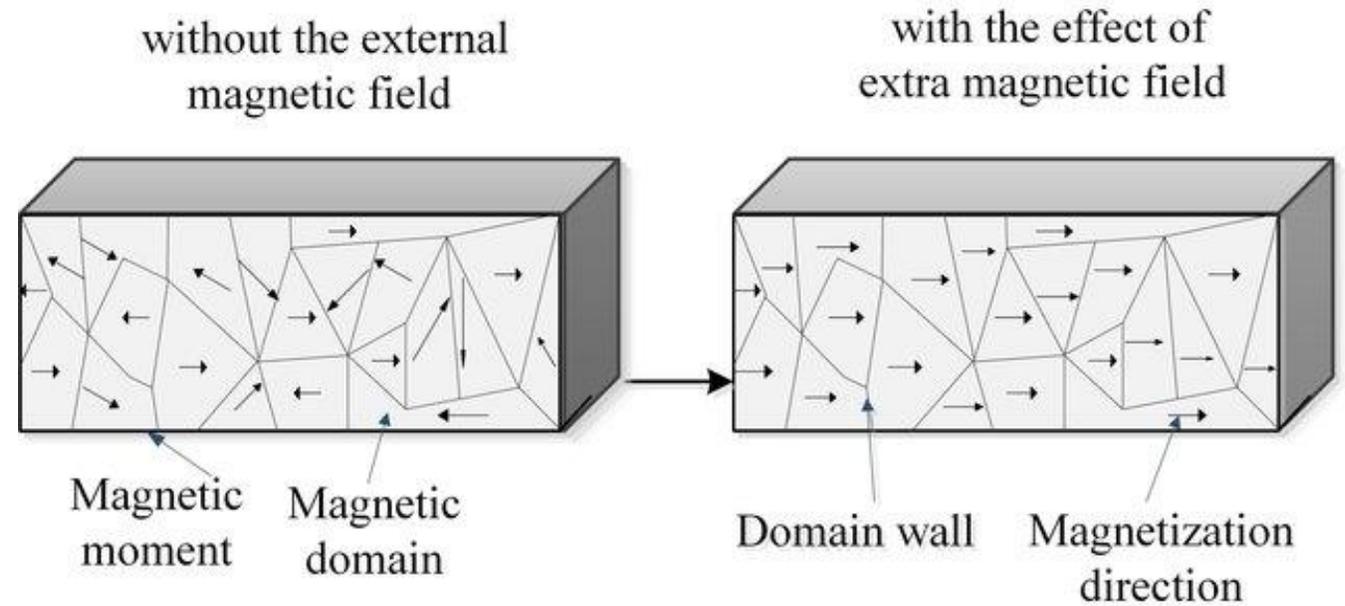
SEMINÁRIO MAGNETOMETRIA

Nicolas Correa de Oliveira

NºUSP 10751949

MAGNETIZAÇÃO REMANENTE

A magnetização remanente de uma rocha reflete a história do material, descrevendo seu passado químico, magnético e térmico. Altamente dependente de processos primários e secundários pelos quais a rocha passou.

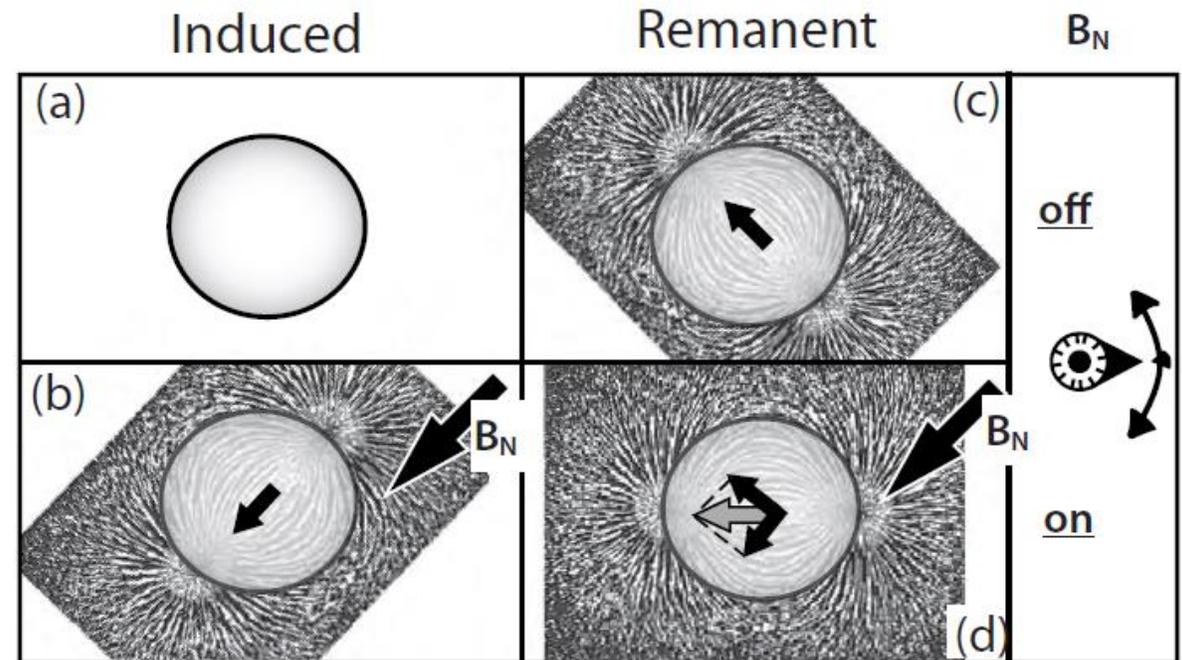


Wang, Congyi et al. 2022

MAGNETIZAÇÃO REMANENTE

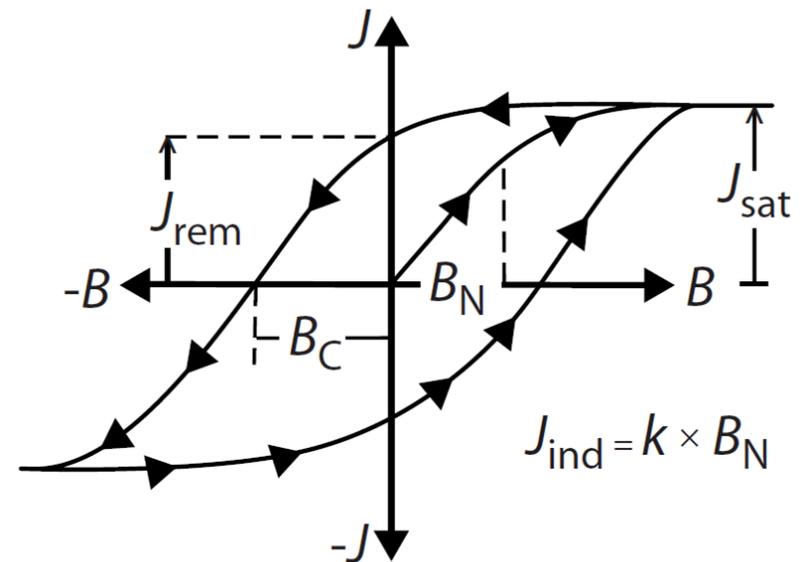
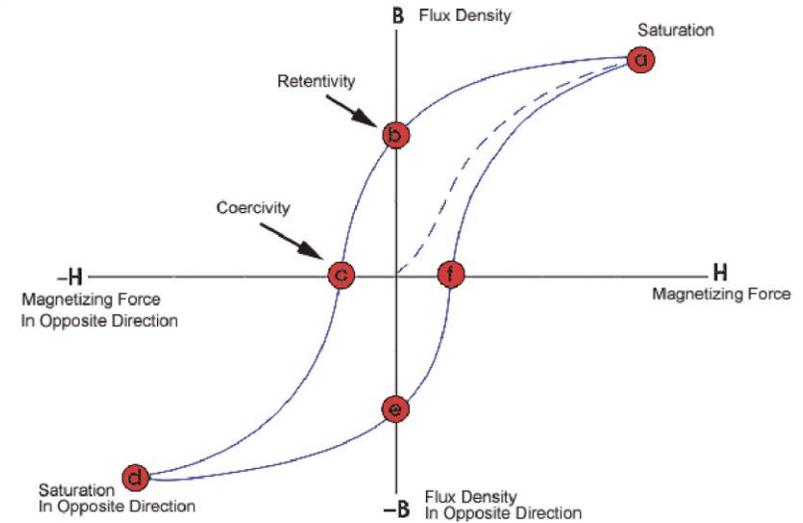
Quando uma rocha é submetida a um campo magnético externo e apresenta determinado grau de susceptibilidade magnética esse campo externo magnetiza a rocha.

- Rochas sem campo remanente tem orientação do campo magnético externo;
- Rochas com campo remanente tem orientação da soma dos vetores do campo magnético externo e remanente.



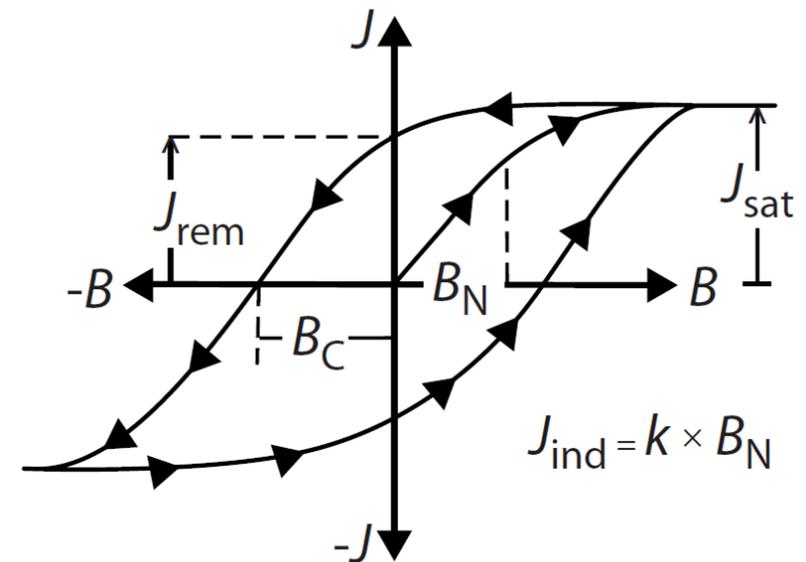
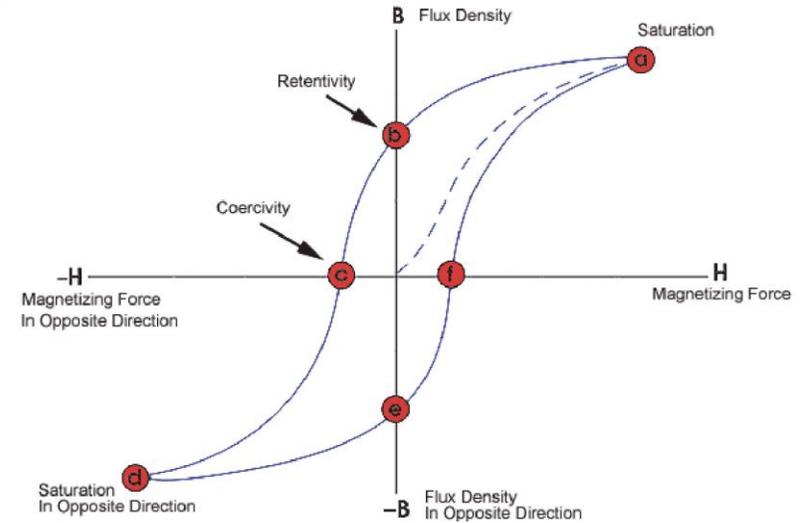
HISTERESE

- A curva de Histerese é um modelo teórico para a magnetização de um corpo
- Sua origem diz respeito à um ponto em que não há campo magnético externo ativo e nem magnetização do corpo.
- Um corpo pode adquirir magnetização por influência de um campo magnético externo até sua magnetização saturada.
- Com a redução do campo magnético externo, a magnetização do corpo não retorna a 0, mas sim permanece no seu valor de magnetização remanente.



HISTERESE

- Quando o corpo é submetido a um campo externo com orientação inversa, sua magnetização é reduzida.
- O ponto em que a magnetização atinge valor nulo, é chamado de força coerciva de magnetização.
- A partir deste ponto, a magnetização do corpo se torna negativa e tem sua intensidade aumentada até atingir o ponto de saturação.
- Se o campo magnético externo for desligado, então a intensidade magnetização da amostra será reduzida até atingir seu valor de magnetização remanente.



Susceptibilidade Magnética

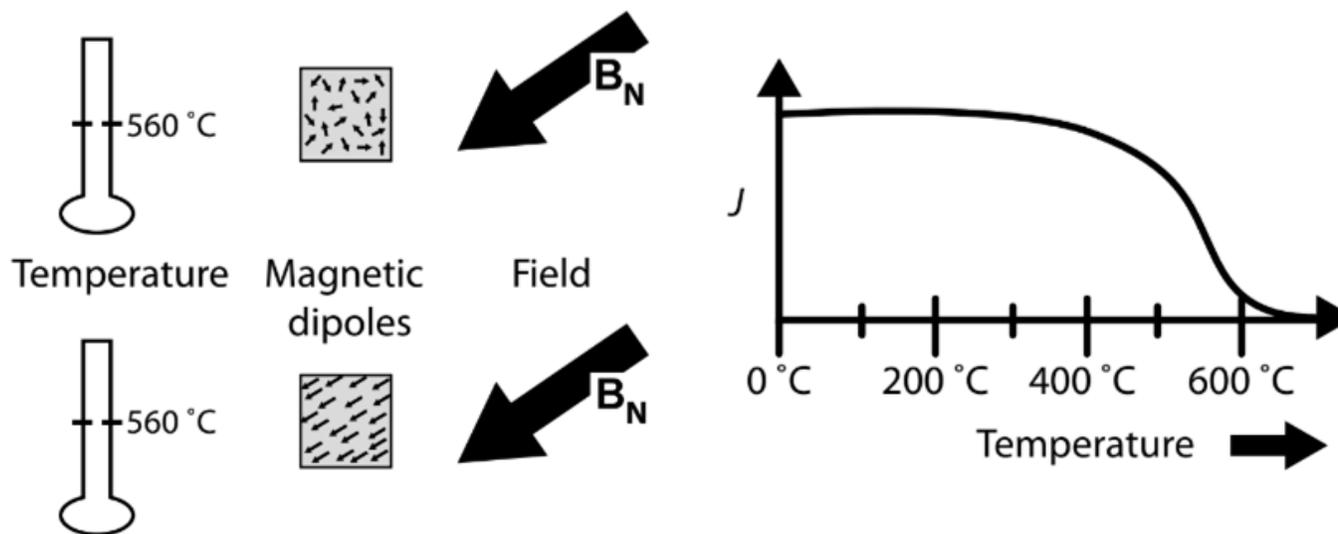
A indução magnética de um material depende de suas características magnéticas.

Susceptibility	Type	Source
$k < 0$	Diamagnetism	Replusive force due to the Larmor precession of orbits of electrons about an applied magnetic field.
$k \equiv 0$	Vacuum	
$0 < k < 10^{-6}$	Paramagnetism	Attractive force due to alignment of electron spin moments.
$10^{-6} < k < 1$	Ferrimagnetism	Adjacent magnetic domains occur in opposition, but with unequal magnetic moments resulting in a net magnetic moment in one direction.
$1 < k < 10^6$	Ferromagnetism	Quantum-mechanical exchange forces among atoms causing adjacent magnetic moments to orient parallel to each other forming magnetic domains.

Magnetização Termorremanente

A magnetização termorremanente é o processo de magnetização de uma amostra pelo resfriamento ao atingir a temperatura de Curie.

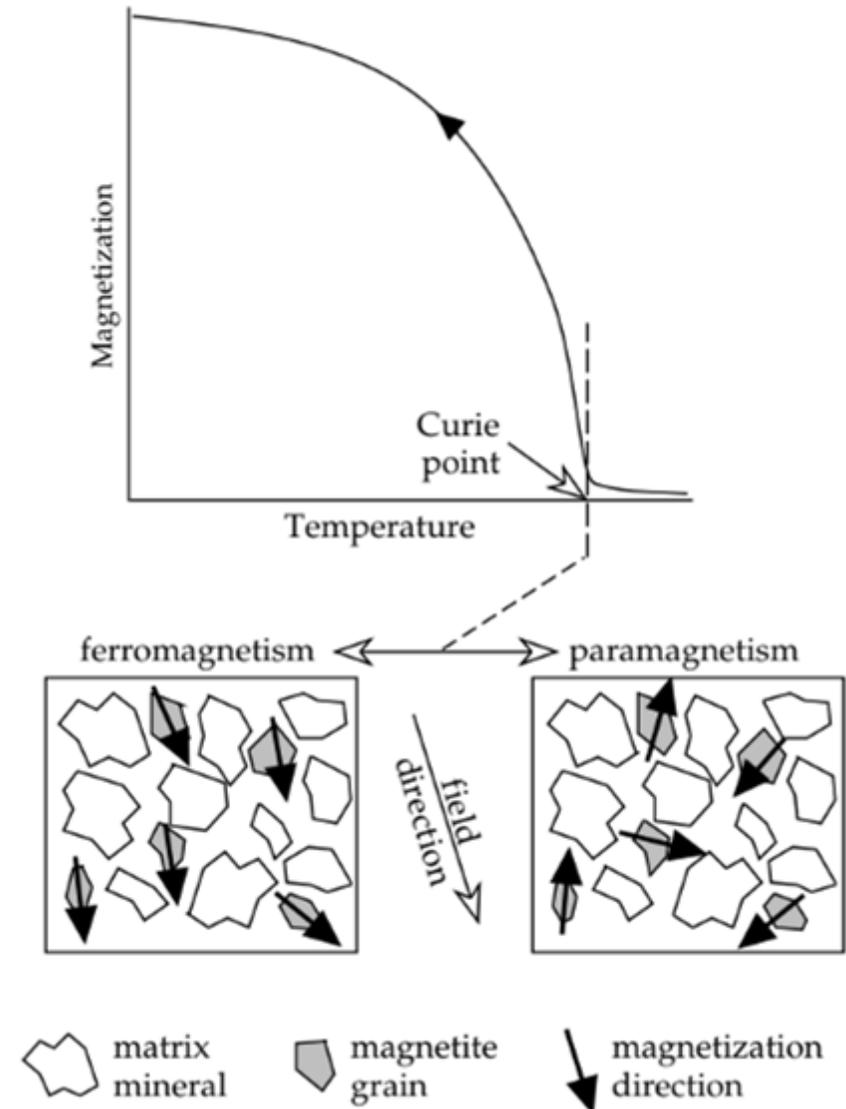
Pela diversidade de minerais e concentrações em uma rocha, a magnetização da amostra ocorre parcialmente (PTRM), se tornando TRM (*thermoremanent magnetization*) quando o resfriamento parcial se completa.



Magnetização Termorremanente

É a forma de magnetização mais importante para rochas ígneas e metamórficas de alto-grau.

O paleomagnetismo se aproveita dessa propriedade porque preserva as condições do campo magnético terrestre do momento do resfriamento da rocha.



Magnetização Termorremanente

Exemplos de minerais e suas temperaturas de Curie.

Mineral	Composition	Magnetic state	Curie temperature T_C (°C)
Magnetite	Fe_3O_4	Ferrimagnetic	580
Titanomagnetite	$Fe_{2.4}Ti_{0.6}O_4$	Ferrimagnetic	150
Hematite	αFe_2O_3	Canted antiferromagnetic	675
Ilmenite	$FeTiO_3$	Antiferromagnetic	-233
Maghemite	γFe_2O_3	Ferrimagnetic	590-675
Pyrrhotite	$Fe_{1-x}S$ ($0 < x \leq 1/8$)	Ferrimagnetic	320
Goethite	$\alpha FeOOH$	Antiferromagnetic with defect ferromagnetism	120
Iron	Fe	Ferromagnetic	765
Cobalt	Co	Ferromagnetic	1131
Nickel	Ni	Ferromagnetic	358

BIBLIOGRAFIA

- Hinze, W., Von Frese, R., & Saad, A. (2013). Cap. 10. Gravity and Magnetic Exploration: Principles, Practices, and Applications. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CB09780511843129.
- Foulger, G.R. and Pierce, C. (2007) Geophysical Methods in Geology. Teaching Handbook, University of Durham, UK.
- Lowrie, W. (2007). Fundamentals of Geophysics (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CB09780511807107
- Wang, Congyi & Wang, Chuncao & Gao, Xiangdong & Tian, Meng & Zhang, Yanxi. (2022). Research on Microstructure Characteristics of Welded Joint by Magneto-Optical Imaging Method. Metals. 12. 258. 10.3390/met12020258.
- Cavdar, Bugra. (2019). Palaeomagnetic and Structural Analysis of the Metamorphic Sole Rocks of the Mersin Ophiolite, Southern Turkey.