

## CONSTRUÇÃO ESTEREOGRÁFICA SIMPLES PARA LOCALIZAÇÃO DO EIXO ÓTICO DE INDICATRIZ UNIAXIAL\*

IBRAHIM OCTAVIO ABRAHÃO\*\*  
ARARY MARCONI\*\*

### RESUMO

Estuda-se uma nova e simples construção estereográfica para localização do eixo ótico de minerais uniaxiais, na platina universal. São usados dois ângulos:  $\theta$ , escolhido previamente e com rotação no eixo  $A_4(E-W)$  da platina universal e  $\Psi$ , ângulo de extinção medido na platina do microscópio. O método sugere a elaboração de uma tabela, baseada em valores  $\theta$  e  $\Psi$ .

### INTRODUÇÃO

Na prática petrográfica, é muito freqüente a necessidade de determinar a posição do eixo ótico de um mineral uniaxial em secção delgada. Essa necessidade pode estender-se a um grande número de grânulos, como é o caso de estudos petrográficos, em que a orientação dos grânulos em relação a uma determinada direção é estabelecida.

O presente trabalho trata de uma construção estereográfica muito simples que permite a localização do eixo ótico mediante a medição de um único ângulo de extinção.

### REVISÃO DA LITERATURA

A determinação da posição do eixo ótico de um mineral uniaxial não oferece, na realidade, maiores dificuldades na platina universal. O procedimento clássico é o descrito por MUIR (1967): o mineral é levado a uma posição de extinção e se assegura estar seu eixo ótico no plano vertical de traço N-S. Após uma rotação de  $45^\circ$ , efetua-se, na posição diagonal, numa rotação em  $A_4$  no sentido em que a birrefringência diminui. Quando esta se anula, o mineral estará com o eixo coincidindo com a vertical. Essa construção, embora simples e segura, esbarra em um inconveniente sério: a rotação até a birrefringência nula só é exequível dentro das limitações da platina. Quando o eixo é inacessível, torna-se necessário optar por outro sistema, como o de levar o eixo ótico à horizontal e controlar sua posição pela máxima cor de interferência.

Os autores não conhecem referência a construções como a que aqui propõem. Com efeito, numerosos trabalhos especializados e minuciosos, como JOHANSENN (1918), ROSENBUSCH e WÜLFING (1924), BERK (1924), NIKITIN (1936), KERR (1959), WAHLSTROM (1969), BLOSS (1970), entre outros, referem-se, no máximo, ao que descreve Muir. Por outro lado, há um considerável número de trabalhos sobre a localização de eixos óticos de minerais biaxiais, através de construções mais ou menos compli-

\* Entregue para publicação em 13/10/1975.

\*\* Departamento de Solos e Geologia, ESALQ – USP.

çadas (TOCHER, 1962, 1964; JOEL e MUIK, 1957; JOEL, 1964; WRIGHT, 1966; ABRAHÃO, 1968, 1974). Essas construções referem-se a operações executadas na platina universal ou no "spindle stage".

CHOMARD (1934) e ABRAHÃO e MARCONI (1975) estudam a aplicação das rotações de Euler na localização do eixo óptico de minerais uniaxiais. Chomard mostra que o problema é resolvido por uma equação do 2º grau, de cujas raízes uma apenas corresponderia à solução do problema. Abrahão e Marconi demonstram que ambas as raízes correspondem a posições possíveis do eixo óptico e indicam processos que permitem optar por uma das raízes.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

Dada uma secção de um mineral uniaxial na platina universal, cujo eixo óptico está em qualquer posição (exceto em  $0$  ou  $\alpha$ ) há uma rotação ao redor do eixo do microscópio que a leva à extinção, sobre  $xx'$  ou  $yy'$ . Consideremos toda secção em extinção com o pólo de seu eixo óptico sobre  $xx'$ , posição que sempre é facilmente alcançada.

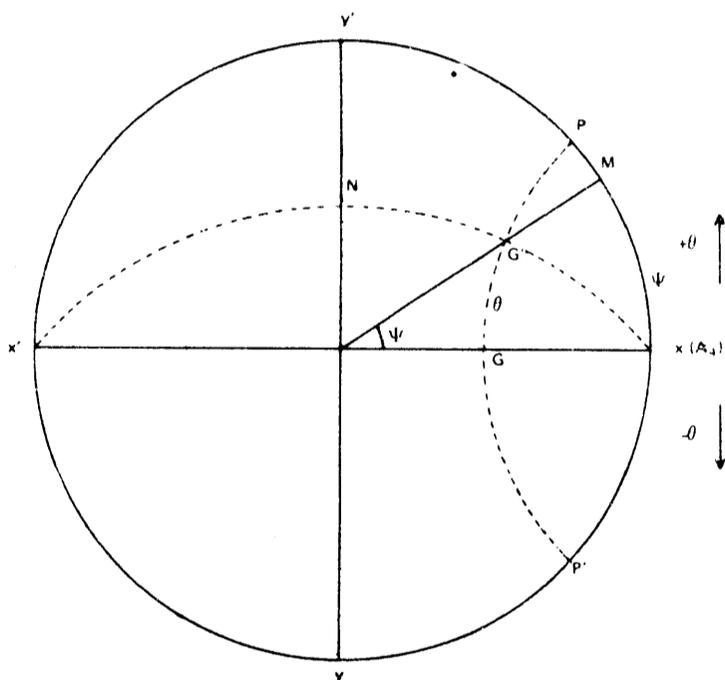


Fig. 1

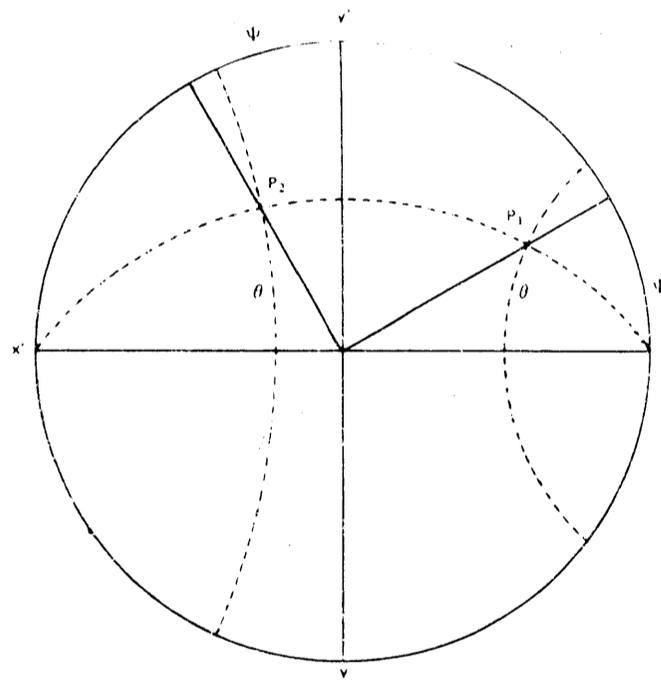


Fig. 2

Façamos sobre G (fig. 1) uma rotação  $\theta$  ao redor de  $A_4$ , positiva para a frente. O pólo do eixo óptico percorre o paralelo  $PGP'$ , assume a posição  $G'$  e sai de extinção, que pode ser restituída por uma rotação  $\Psi$  na platina do microscópio. Observa-se, pois, que a cada  $\theta$  corresponde um  $\Psi$ . Se são conhecidos, portanto, os ângulos  $\Psi$  (medido) e  $\theta$  (escolhido) o ângulo  $\delta$  entre o eixo óptico e  $Oz$  pode ser determinado.

Realmente,  $G'$  é a intersecção da direção  $OM$  com o meridiano de traço  $xNx'$ , de inclinação  $\theta$ , que contém, necessariamente  $G'$ .

Há, entretanto, duas posição de G sobre  $xx'$  que conduzem à mesma rotação  $\Psi$  após a rotação  $\theta$ . É o caso das secções de pólos  $P_1$  e  $P_2$  da fig. 2, conforme já se demonstrou em trabalho anterior (ABRAHÃO e MARCONI, 1975). A decisão entre  $P_1$  e  $P_2$  é muito simples: o aumento de  $\Psi$  para qualquer rotação  $\theta$  positiva, indica que trata-se de  $P_1$  e a diminuição que é  $P_2$ .

Essa construção sugere a elaboração de uma tabela  $\theta, \Psi, \delta$ . Com efeito para um  $\theta$  fixo (fig. 3), tomemos todos os infinitos pontos sobre  $xx'$  e marquemos sobre o meridiano  $xNx'$ , a posição de todos os pontos rebatidos. Sendo,  $xNx'$ , o lugar geométrico desses pontos, basta ler para cada um deles o respectivo ângulo de extinção em projeção estereográfica e determinar sua posição sobre  $xx'$  antes da rotação  $\theta$ . Se se impõe, por exemplo, a divisão de  $xNx'$  de grau em grau, a tabela teria 180 posições fixas de  $\delta$  (inteiras) e os respectivos valores de  $\Psi$  (lidos). À guisa de exemplo, apresenta-se uma seqüência de alguns valores da tabela, com os respectivos pares de mesma extinção para  $\theta = 30^\circ$ , considerada a precisão de leitura de  $0,25^\circ$  na rede de Wulff.

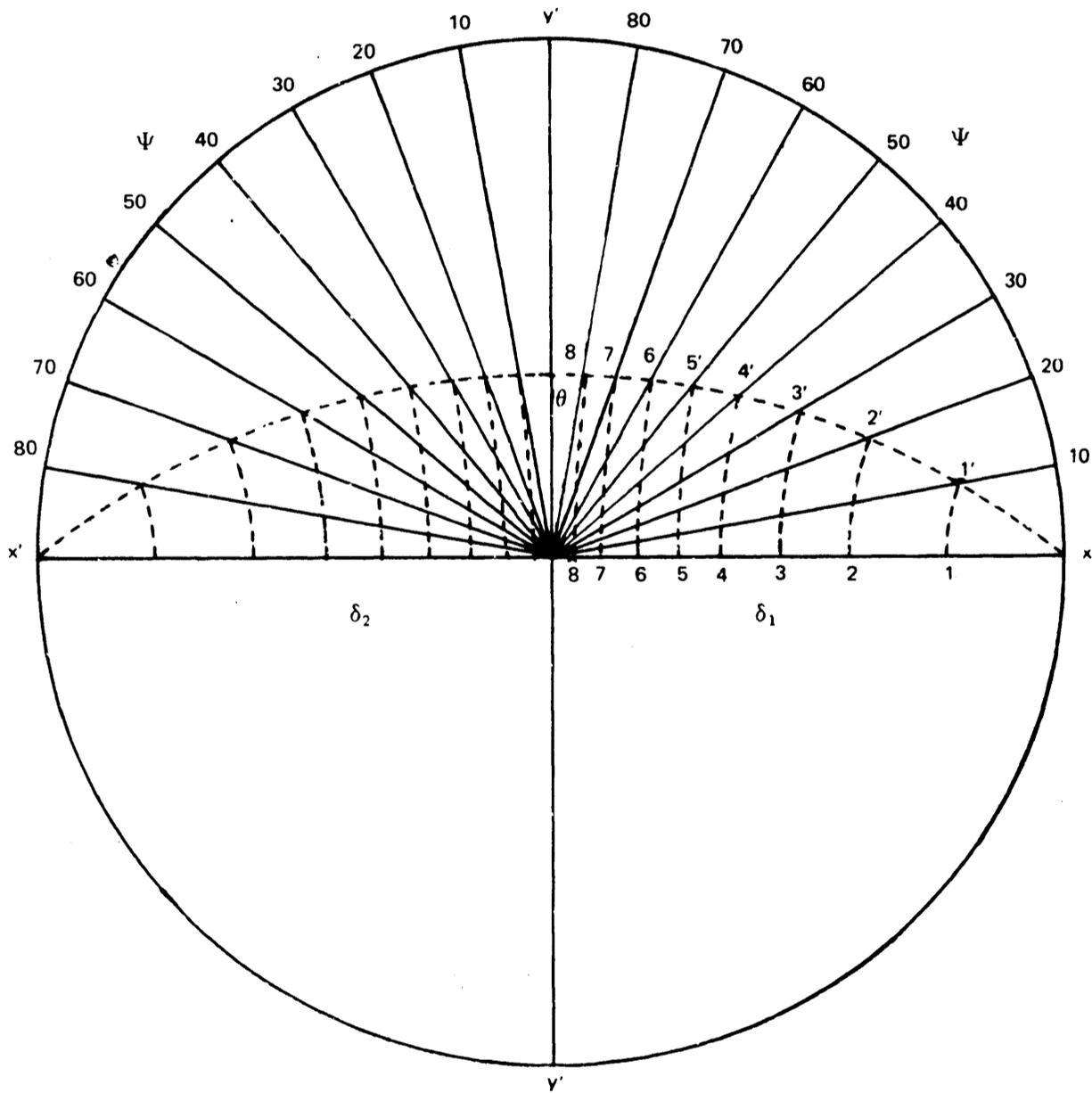


Fig. 3

Pólo	$\Psi$	$\delta_1$	$\delta_2$
0	0.00	90.00	0.00
1	5.00	80.00	2.50
2	10.25	70.00	5.25
3	16.00	60.00	8.00
4	22.25	50.00	11.50
5	30.75	40.00	16.75
6	40.75	30.00	23.25
7	54.00	20.00	34.50
8	70.25	10.00	54.25
9	0.00	0.00	90.00

### CONCLUSÕES

É possível, com uma construção estereográfica muito simples, determinar a posição do eixo ótico de um mineral uniaxial. Usa-se, apenas, um ângulo  $\theta$  escolhido previamente e a única medição necessária é a de um ângulo de extinção.

Sugere-se que, usando-se essa construção, seja elaborada uma tabela, que simplificaria ainda mais o trabalho de rotina.

### SUMMARY

#### SIMPLE STEREOGRAPHIC CONSTRUCTION FOR LOCATING THE OPTICAL AXIS OF UNIAXIAL INDICATRIX

A new and simple stereographic construction for locating the optical axis of uniaxial minerals in the universal stage is presented. Two angles are used:  $\theta$ , previously selected and rotated in the  $A_4$  (E-W) axis of the universal stage; and  $\Psi$ , extinction angle measured in the stage of the microscope. The procedure suggests the elaboration of a table, based on  $\theta$ ,  $\Psi$  values.

### LITERATURA CITADA

- ABRAHÃO, I.O., 1968. Contribuição ao Estudo do Método Analítico de Chomard. Tese Livre-Docência, ESALQ, USP, Piracicaba, SP, 132 pp.
- ABRAHÃO, I.O., 1974. Determinação de 2V de Plagioclásios pelo Método Analítico com Valores de  $\phi$  Múltiplos de  $45^\circ$ . Anais da ESALQ, USP, 31: 19-33.

- ABRAHÃO, I.O. e MARCONI, A., 1975. Aplicação do Método Analítico à Indictriz Uniaxial. Anais da ESALQ, USP, 32.
- BEREK, M., 1924. Mikroskopische Mineralbestimmung mit Hilfe der Universaldrehtischmethoden. Berlin, Verlag von Gebrüder Borntraeger, 168 p.
- BLOSS, F.D., 1970. Introduction a los Metodos de Cristalografia Óptica. Ed. Omega S.A., Barcelona, Espanha, 320 p.
- CHOMARD, L., 1934. Théorie et Pratique de la Méthode Fédorow. Procédé Classique et Méthode Analytique Générale. Annales des Mines, Paris, V: 153-218.
- JOEL, N., 1964. A Stereographic Construction for Determining the Optic Axis of a Biaxial Crystal Directly from a Few Extinction Measurements. Min. Mag., 33: 769-779.
- JOEL, N. e MUIR, I.D., 1957. New Techniques for the Universal Stage. I. An Extinction Curve Method of Determination of the Optical Indicatrix. Min. Mag., 31: 860-877.
- JOHANSENN, A., 1918. Manual of Petrographic Methods. McGraw Hill Book Co., Inc., USA, 2ª ed., 649 p.
- KERR, P.F., 1959. Optical Mineralogy. McGraw Hill Book Co., Inc. USA, 3ª ed., 442 p.
- MUIR, I.D., 1967. Microscopy: Transmitted Light. Physical Methods in Determinative Mineralogy, ed. J. Zussman, Academic Press, London, 31-102.
- NIKITIN, W., 1936. Die Fedorow-Methode. Berlin, Verlag von Gebrüder Bornträger, 109 p.
- ROSENBUSCH, H. e WÜEFING, E.A., 1921. Mikroskopische Physiographie der Petrographisch Wichtigen Mineralien. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 846 p.
- TOCHER, F.E., 1962. Extinction Curves and 2V: a Stereographic Solution. Min. Mag., 33: 52-58.
- TOCHER, F.E., 1964. Extinction and 2V: a Simple Stereographic Solution of General Application. Am. Min., 49: 1622-1630.
- WAHLSTROM, E.E., 1969. Cristalografia Óptica. Livro Técnico S.A., Rio de Janeiro, RJ, 367 pp.
- WRIGHT, H.G., 1966. Determination of Indicatrix Orientation and 2V with the Spindle Stage: a Caution and a Test. Am. Min., 51: 919-924.

