

O MÉTODO ANALÍTICO APLICADO A PIROXÊNIOS*

Arary Marconi**

Ibrahim Octávio Abrahão**

RESUMO

O método analítico é aplicado na localização da indicatriz ótica de piroxênios, em secção delgada, na platina universal. Para cada secção, foram efetuadas 8 operações de extinção, com $\phi = 45^{\circ}$, 135° , 225° e 315° e com $\theta = 20^{\circ}$ e 30° . A conclusão principal é que o método analítico pode ser usado como processo de rotina no levantamento das propriedades óticas desses minerais.

INTRODUÇÃO

Já se demonstrou, em trabalhos anteriores (ABRAHÃO, 1968, 1974), que o método analítico é, para plagioclásios, um instrumento viável de rotina na determinação do ângulo axial, quando empregado em certas condições: 30° para a inclinação θ no eixo E-0 da platina universal e múltiplos de 45° para as rotações ϕ efetuadas no eixo V-E. A extrapolação da aplicação do método pode ser recomendada para mi

* Entregue para publicação em 29.12.1978.

** Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, da E.S. A. "Luiz de Queiroz", USP.

nerais que apresentem características óticas próximas de plagioclásios, ou seja: minerais incolores, de baixa birrefringência, não pleocróicos e de baixo relevo. Qualquer tentativa de aplicação do método a minerais que não apresentem esses caracteres pressupõe o risco de envolver desvios desconhecidos e, portanto, resultados duvidosos. Em face dessas considerações e também de se restringirem as modernas pesquisas sobre o assunto aos trabalhos dos autores, decidiu-se pesquisar a validade do método quando aplicado ao grupo dos piroxênios.

A escolha desse grupo de minerais é facilmente justificada pela sua importância como minerais de rochas, sendo, ao lado de plagioclásios, constituinte essencial de basaltos e diabásios, rochas que também vêm sendo pesquisadas pelos autores. Dessa forma, a determinação das características óticas, indispensáveis no estudo mineralógico e petrográfico dessas rochas, poderá contar com um novo método auxiliar, que se tem mostrado preciso e de fácil aplicação.

REVISÃO DE LITERATURA

Os principais aspectos que devem ser mencionados em uma breve revisão bibliográfica sobre o assunto são:

O método analítico foi desenvolvido por CHOMARD (1934), que demonstrou sua generalidade, mas não pôde torná-lo operacionalmente viável.

A viabilidade prática foi demonstrada por ABRAHÃO (1968, 1974) para plagioclásios, onde o método se revelou eficaz e de fácil aplicação, quando usado com um programa para computador (ABRAHÃO & GODOY, 1971).

MARCONI & ABRAHÃO (1977 a, b) tornaram a aplicação do método ainda mais simples, mediante a cons

trução de estereogramas, onde são pré-fixados os parâmetros, que são levantados na platina universal.

Outros trabalhos de ABRAHÃO & MARCONI (1975 a, b ; 1976) mostram que o método analítico deve se constituir em um recurso de valor na microscopia de polarização, tanto no estudo de minerais uniaxiais como biaxiais.

MATERIAIS E MÉTODO

Foram utilizadas 10 secções delgadas de piroxênios, sendo 6 orientadas cristalograficamente, de piroxênios previamente conhecidos e 4 de secções delgadas ao acaso, identificados em lâminas de rochas. Os dados experimentais foram levantados com platina universal Leitz, de 5 eixos, no microscópio modelo SY, utilizando-se a objetiva UM-2 e hemisférios com índice de refração 1,648.

O levantamento dos dados seguiu o seguinte esquema experimental, aplicado a cada uma das secções estudadas:

A secção foi levada a uma de suas posições de extinção (posição de extinção inicial), estabelecida como média de 8 medições.

Executaram-se, em seguida, as 8 operações de extinção que resultam da combinação de $\theta = 20^\circ$ e $\theta = 30^\circ$ com $\phi = 45^\circ$, $\phi = 135^\circ$, $\phi = 225^\circ$ e $\phi = 315^\circ$. A escolha desses valores é justificada porque os múltiplos de 45° são os que melhores resultados produziram para plagioclásios (ABRAHÃO, 1974) e os estereogramas disponíveis foram construídos para esses valores e $\theta = 30^\circ$ (MARCONI & ABRAHÃO, 1977a). A inclusão de $\theta = 20^\circ$ deve-se à necessidade de estudar um possível efeito de refração. Para cada operação (ϕ , θ , ψ), o ângulo de extinção ψ foi determinado como média de 4 medições.

Determinou-se a posição da indicatriz ótica e o ângulo $2V$ pelo programa de computador (ABRAHÃO & GODOY, 1971), efetuando-se as 8 soluções possíveis que permitem θ e ϕ .

Calculou-se, para cada θ , o valor do determinante de controle $\Delta = \frac{t_1 + t_2}{h^2 + t_1 t_2} + \frac{t_3 + t_4}{h^2 + t_3 t_4}$, teoricamente nulo.

Determinou-se a posição da indicatriz pelos métodos tradicionais e o valor do ângulo $2V$ pela medição direta, sempre que os eixos óticos eram acessíveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados resultantes do esquema experimental descrito são os que constam da Tabela 1.

Na obtenção desses resultados, observou-se que a qualidade da extinção nem sempre era a melhor possível, ocorrendo leve extinção ondulante. Na determinação das posições dos eixos óticos, quando acessíveis, a posição exata de extinção permanente foi frequentemente incerta, muito mais difícil de ser estabelecida do que o simples valor de um ângulo de extinção.

Com os dados da Tabela 1, obtiveram-se os valores da Tabela 2, através do programa para computador. Os valores dos ângulos diretores e do ângulo $2V$ são a média das 4 determinações possíveis de ϕ , para cada θ .

Tabela 1 - Valores de ψ obtidos para 10 secções de piroxênios, para $\theta = 20^\circ$, $\theta = 30^\circ$ e $\phi = 45^\circ$, $\phi = 135^\circ$, $\phi = 225^\circ$, $\phi = 315^\circ$. Valores calculados de Δ e de valores de 2V obtidos por medição direta.

Secção nº	$\theta = 20^\circ$					$\theta = 30^\circ$					2V
	$\phi =$					$\phi =$					
	45°	135°	225°	315°	Δ	45°	135°	225°	315°	Δ	
1 - Bronzita (100)	39,53	47,33	41,78	50,40	0,039	33,18	52,03	37,98	56,50	0,058	77
2 - Bronzita (010)	44,70	45,82	44,80	45,42	-0,012	44,42	46,10	44,37	45,62	-0,023	p1. ax.
3 - Hiperstenita (010)	44,43	45,13	44,75	45,40	-0,005	43,73	45,38	44,10	45,68	0,051	p1. ax.
4 - Hiperstenita (100)	43,67	51,77	38,20	48,92	-0,100	38,15	60,32	30,85	53,35	-0,170	83
5 - Enstatita (010)	46,13	43,55	45,78	44,20	0,013	47,58	42,13	47,05	42,90	0,016	p1. ax.
6 - Augita (010)	44,38	46,50	43,48	45,60	0,001	43,38	47,65	42,25	46,33	0,018	p1. ax.
7 - Enstatita (rocha)	65,68	23,65	8,15	49,18	0,572	62,88	23,18	2,95	53,65	-0,448	53
8 - Augita (rocha)	44,08	46,50	41,25	49,10	-0,037	41,73	49,25	37,68	52,18	-0,040	55
9 - Augita (rocha)	21,33	36,68	52,93	67,65	0,040	8,00	36,08	54,23	85,03	-0,240	56
10 - Pigeonita (rocha)	63,31	8,13	73,80	23,91	0,025	68,22	35,15	49,81	20,13	0,032	18

Tabela 2 - Valores dos ângulos diretores dos eixos óticos e do ângulo axial (2V) determinados pelo método analítico.

Secção nº	$\theta = 20^\circ$					$\theta = 30^\circ$				
1 - Bronzita (100)	87,9	-89,8	-35,9	41,8	77,6	89,4	89,4	-37,1	42,6	79,7
2 - Bronzita (010)	-52,1	-52,1	-37,9	37,9	75,9	-50,1	50,1	-39,9	-39,9	79,8
3 - Hiperstenita (010)	50,5	-50,5	39,5	39,6	79,1	50,6	50,6	39,4	-39,4	78,8
4 - Hiperstenita (100)	87,2	87,5	37,8	-46,1	83,9	-89,2	-89,3	39,4	-47,9	87,3
5 - Enstatita (010)	27,2	27,2	62,9	-62,8	54,3	27,2	27,3	62,8	-62,8	54,5
6 - Augita (010)	63,2	-63,2	-26,9	53,6	60,2	-60,2	-60,2	-29,9	-29,9	59,7
7 - Enstatita (rocha)	68,6	85,3	49,4	-81,5	53,8	69,8	85,9	50,6	-82,4	51,3
8 - Augita (rocha)	79,5	79,6	30,2	-30,5	60,7	78,0	78,2	29,1	-30,0	59,1
9 - Augita (rocha)	89,5	-88,9	61,8	6,1	55,8	-89,1	88,0	62,3	5,7	57,1
10 - Pigenonita (rocha)	85,9	-89,3	-56,1	-74,1	18,7	86,8	-88,6	-57,1	-75,8	19,3

O exame dos resultados mostra que os valores obtidos para $2V$, pelo método analítico e pelo método tradicional são muito concordantes. Isto representa uma vantagem evidente para o método analítico, uma vez que, além de ser operacionalmente muito mais simples e seguro, não se defronta com problemas de acessibilidade dos eixos óticos, em posições particulares da secção, como acontece com os indivíduos 2, 3, 5 e 6.

As posições obtidas para as direções dos eixos óticos são mostradas nas Figuras 1 e 2, para $\theta = 20^\circ$ e $\theta = 30^\circ$, respectivamente.

Os valores de Δ calculados (Tabela 1) permitem, também, uma observação conclusiva: de um modo geral, os valores de Δ para $\theta = 20^\circ$ são menores que para $\theta = 30^\circ$, o que sugere um efeito de refração, indicando que inclinações maiores que 30° devem ser evitadas.

CONCLUSÕES

A conclusão principal que o trabalho permite, nas condições em que efetuado, é a de que o método analítico pode ser aplicado na determinação de propriedades óticas de piroxênios, como um procedimento de rotina simples e seguro. Recomenda-se que se empreguem ângulos múltiplos de 45° nas rotações ϕ e que a inclinação θ não seja superior a 30° .

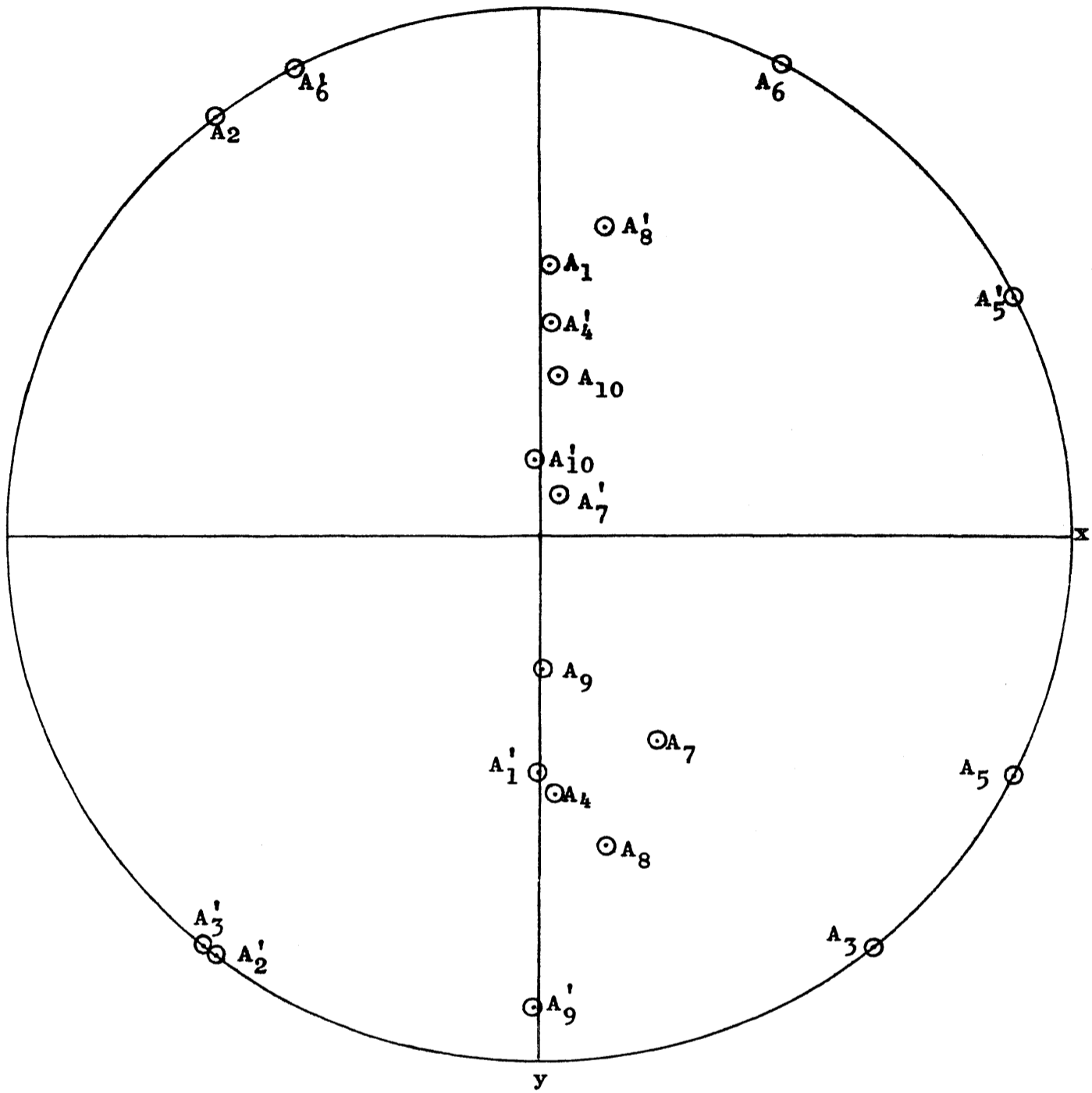


Figura 1. Posições dos eixos óticos dos 10 indivíduos, determinadas pelo método analítico, para $\theta = 20^\circ$. Este-reograma obtido com auxílio de rede estereográfica de Wulf.

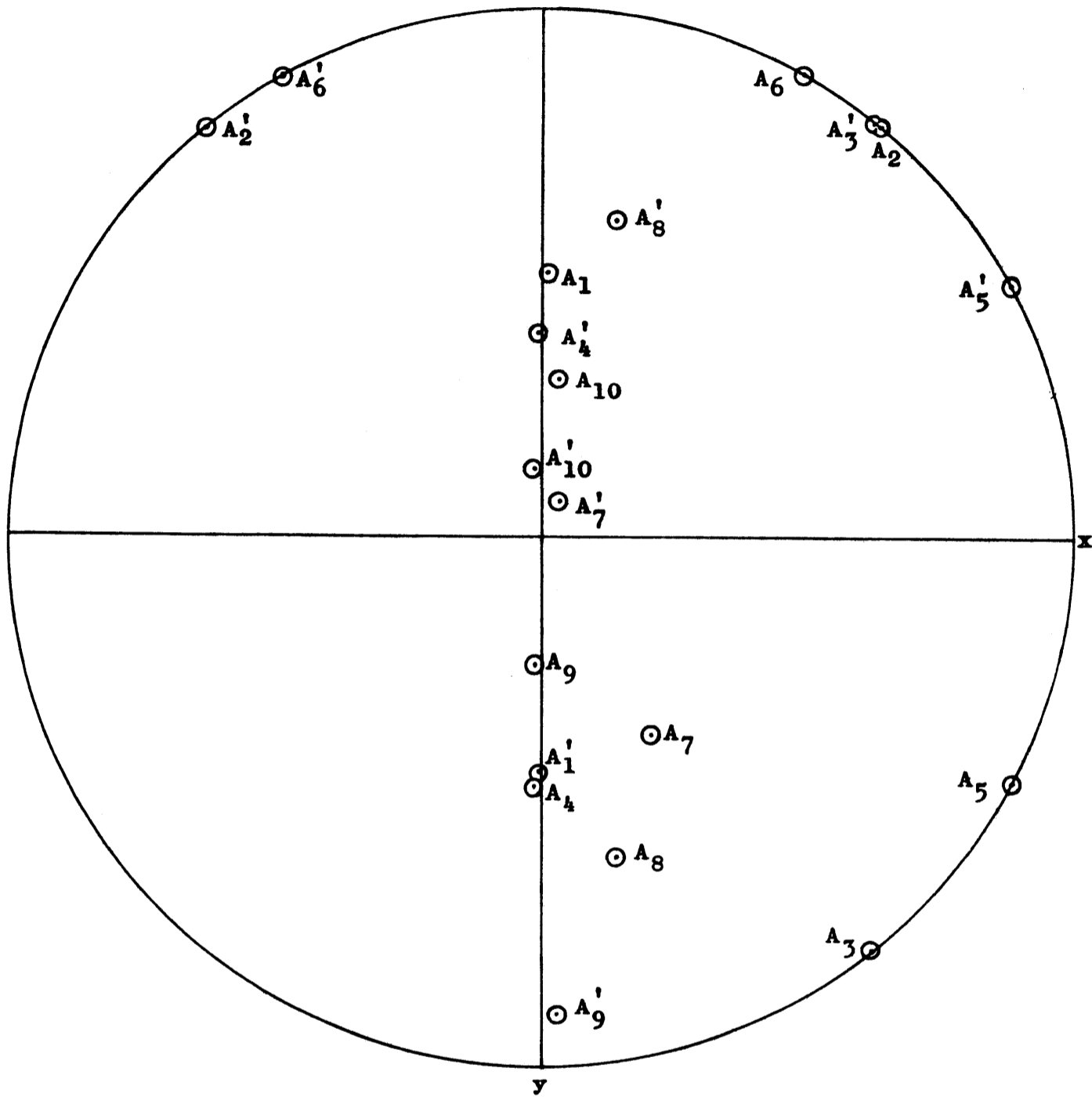


Figura 2. Posições dos eixos óticos dos 10 indivíduos, determinadas pelo método analítico, para $\theta = 30^\circ$. Este-reograma obtido com auxílio de rede estereográfica de Wulf.

SUMMARY

THE ANALYTICAL METHOD APPLIED TO PYROXENES

The analytical method is applied in locating pyroxene optical indicatrices, in thin sections, in the universal stage. Eight extinction operations were carried out for each section, with $\phi = 45^\circ, 135^\circ, 225^\circ$ and 315° . The main conclusion is that the analytical method may be used as a routine procedure in determining the optical properties of these minerals.

LITERATURA CITADA

- ABRAHÃO, I.O., 1968. Contribuição ao estudo do método analítico de Chomard. Tese Livre-Docência, ESALQ, Piracicaba, 132 pp.
- ABRAHÃO, I.O., 1974. Determinação de 2V em plagioclásios pelo método analítico, com valores de ϕ múltiplos de 45° . Anais ESALQ, Piracicaba 31:19-33.
- ABRAHÃO, I.O.; GODOY, C.R.M., 1971. Solução para computador do método analítico de Chomard. Anais da ESALQ, Piracicaba, 28: 227-234.
- ABRAHÃO, I.O.; MARCONI, A., 1975. Determinação analítica da indicatriz ótica de minerais. Anais da ESALQ, Piracicaba, 32: 73-79.
- ABRAHÃO, I.O.; MARCONI, A., 1975. Aplicação do método analítico à indicatriz uniaxial. Anais da ESALQ, Piracicaba, 32:309-317.
- ABRAHÃO, I.O.; MARCONI, A., 1976. Tabela para localização do eixo ótico de minerais uniaxiais em secção delgada. An. Acad. brasil. Ciênc. 48:547-554.
- CHOMARD, L., 1934. Théorie et pratique de la méthode Fédorow. Procédé classique et méthode analytique générale. Annales des Mines, Paris, 5:153-218.

- MARCONI, A.; ABRAHÃO, I.O., 1977. Método analítico para levantamento da indicatriz ótica de minerais: solução estereográfica. An. Acad. brasil. Ciênc. 49(3): 414-426.
- MARCONI, A.; ABRAHÃO, I.O., 1977. Aplicação da solução estereográfica do método analítico na determinação da indicatriz ótica de plagioclásios. An. Acad. brasil. Ciênc. 49(3): 427-433.

