

# NOMENCLATURA DE PIROXÊNIOS\*

NOBUO MORIMOTO\*\*

Tradução do original em inglês "NOMENCLATURE OF PYROXENES" realizada com a permissão da IMA por

GIANNA MARIA GARDA\*\*\* e DANIEL ATENCIO\*\*\*

**ABSTRACT** NOMENCLATURE OF PYROXENES. This is the final report on the nomenclature of pyroxenes by the Subcommittee on Pyroxenes established by the Commission on New Minerals and Mineral Names of the International Mineralogical Association. The recommendations of the Subcommittee as put forward in this report have been formally accepted by the Commission. Accepted and widely used names have been chemically defined, by combining new and conventional methods, to agree as far as possible with the consensus of present use. Twenty names are formally accepted, among which thirteen are used to represent the end members of definite chemical compositions. In common binary solid-solution series, species names are given to the two end members by the "50% rule". Adjectival modifiers for pyroxene mineral names are defined to indicate unusual amounts of chemical constituents. This report includes a list of 105 previously used pyroxene names that have been formally discarded by the Commission.

*Keywords:* Pyroxenes, nomenclature, chemical composition, solid-solution series.

**RESUMO** Este é o relatório final sobre a nomenclatura de piroxênios realizado pela Subcomissão de Piroxênios, estabelecida pela Comissão de Novos Minerais e Nomes de Minerais da Associação Mineralógica Internacional. As recomendações da Subcomissão, como apresentadas neste relatório, foram formalmente aceitas pela Comissão. Nomes aceitos e largamente utilizados foram quimicamente definidos, combinando-se métodos novos e convencionais, de maneira a concordar o máximo possível com o consenso do uso presente. Vinte nomes são formalmente aceitos, entre os quais treze são usados para representar os membros extremos de composições químicas definidas. Nas séries binárias de soluções sólidas comuns, são dados nomes especiais aos dois membros extremos pela "regra dos 50%". Modificadores de nomes de piroxênios são definidos de modo a indicar quantidades incomuns de constituintes químicos. Este relatório inclui uma lista de 105 nomes de piroxênios anteriormente usados e que foram formalmente descartados pela Comissão.

*Palavras-chaves:* Piroxênios, nomenclatura, composição química, séries de soluções sólidas.

**INTRODUÇÃO** A Subcomissão de Piroxênios, após uma completa apreciação dos minerais do grupo dos piroxênios, apresentou recomendações para uma nova classificação e nomenclatura à Comissão de Novos Minerais e Nomes de Minerais (daqui por diante abreviada para CNMMN). Essas recomendações foram aprovadas pela comissão em uma votação formal realizada em 20 de maio de 1987.

A classificação e nomenclatura dos piroxênios baseia-se largamente na sua cristalografia. A composição química da fórmula unitária do piroxênio, ajustando-se o cálculo para seis átomos de oxigênio ou para quatro cations (Vieten & Hamm 1978), é, na prática, essencial para a classificação. Esta fórmula unitária corresponde a um quarto da cela unitária para os piroxênios monoclinicos e a um oitavo da cela unitária para os piroxênios ortorrômbicos. Para se estabelecer a nomenclatura, seguiu-se, também, na medida do possível, o princípio básico adotado para a nomenclatura de anfíbios (Leake & Winchell 1978), que denota as estequiometrias principais por nomes geralmente bem estabelecidos, com modificadores para evidenciar substituições importantes de constituintes não essenciais dos membros extremos.

Nenhum nome novo foi introduzido na nomenclatura aqui proposta. Nomes aceitos e amplamente utilizados foram quimicamente definidos, combinando-se métodos novos e convencionais para concordar o mais possível com o consenso do uso presente. Dois tipos de modificadores são usados: um para especificar uma parte da variação composicional apresentada por um mineral que forma ampla solução sólida (e.g. augita rica em magnésio e augita rica em ferro) e um outro para especificar substituições de elementos que não são constituintes essenciais (e.g. augita com Ti(IV)). 105 nomes previamente utilizados de piroxênios, a maioria sinônimos, nomes obsoletos ou quase não usados, recomendados para rejeição, foram formalmente descartados pela CNMMN.

Entre as publicações gerais que tratam do grupo dos piroxênios e que fornecem referências a uma volumosa literatura estão: "Rock-Forming Minerals" (Deer *et al.* 1978, neste texto referida como DHZ), os "Special Papers" (Papike, ed., 1969) e "Reviews in Mineralogy" (Prewitt, ed., 1980), ambos da Mineralogical Society of America.

**CRISTALOQUÍMICA DOS PIROXÊNIOS** Piroxênios são silicatos que, na sua forma mais simples, contêm cadeias

\* Subcomissão de Piroxênios, Comissão de Novos Minerais e Nomes de Minerais (CNMMN) da Associação Mineralógica Internacional (IMA).  
Membros da Subcomissão: J. Fabris (França), A.K. Ferguson (Austrália), I.V. Ginzburg (URSS), M. Ross (EUA), F.A. Seifert (Alemanha), J. Zussman (GB). Membros não votantes: K. Aoki (Japão), G. Gottardi (Itália)

\*\* Presidente da CNMMN, Department of Geology and Mineralogy, Kyoto University, Kyoto 606, Japan

\*\*\* Departamento de Mineralogia e Petrologia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 20899, CEP 01498, São Paulo, SP, Brasil

simples de SiO<sub>3</sub> formadas por tetraedros de SiO<sub>4</sub> interligados pelos vértices. Geralmente, pequenas quantidades de Si são substituídas por Al ou outros cations pequenos. A repetição ao longo da cadeia (eixo c) compreende dois tetraedros e tem comprimento aproximado de 0,52nm. A fórmula química geral (fórmula unitária) para todos os piroxênios<sup>1</sup> é M<sub>2</sub>M<sub>1</sub>T<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, na qual M<sub>2</sub> se refere a cations em coordenação octaédrica geralmente distorcida, M<sub>1</sub> a cations em coordenação octaédrica regular, e T a cations em coordenação tetraédrica.

Todo piroxênio pertence ou ao sistema cristalino ortorrômbico ou ao monoclinico. Há dois tipos de piroxênios ortorrômbicos: os ortopiroxênios (*Pbcn*) e os ortopiroxênios (*Pbcnf*). Apenas o primeiro foi encontrado na natureza. Piroxênios monoclinicos são denominados clinopiroxênios. Seus grupos espaciais são *C2/c*, *P2<sub>1</sub>/c* e *P2<sub>1</sub>/n*, dependendo da composição química e histórica genética.

Ao longo deste trabalho, na fórmula padrão dos piroxênios, numerais arábicos sobrescritos (e.g. Fe<sup>2+</sup>) indicarão as cargas, e numerais subscritos (e.g. Mg<sub>2</sub>), o número de átomos.

Para se derivar a fórmula de um piroxênio a partir de sua análise química, o cálculo deve ser realizado com base em seis átomos de oxigênio, quando tanto Fe<sup>2+</sup> quanto Fe<sup>3+</sup> estão determinados. Em análises por microsonda, apenas Fe total é determinado e a opção de cálculo com base em quatro cations deve ser pelo menos permitida senão realmente preferida. Vieten & Hamm (1978) demonstraram que, para a maioria dos piroxênios, o cálculo com base em quatro cations é mais confiável para análises por microsonda. Conseqüentemente, para análises por microsonda, é recomendável que os componentes sejam totalizados para seis átomos de oxigênio e quatro cations pelo ajuste das razões Fe<sup>2+</sup>/Fe<sup>3+</sup>, Ti<sup>4+</sup>/Ti<sup>3+</sup> etc.

A fórmula padrão dos piroxênios M<sub>2</sub>M<sub>1</sub>T<sub>2</sub>O<sub>6</sub> contém duas posições tetraédricas. Na alocação dos cations para se obter a fórmula do piroxênio, o seguinte procedimento é recomendado:

1. Preencher o T até 2,000 usando Si<sup>4+</sup>, depois Al<sup>3+</sup>, depois Fe<sup>3+</sup>.
2. Preencher M<sub>1</sub> até 1,000 usando todo Al<sup>3+</sup> e Fe<sup>3+</sup> que restou do preenchimento das posições T. Se Al<sup>3+</sup> e Fe<sup>3+</sup> forem insuficientes para totalizar 1,000, então adicionar Ti<sup>4+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, V<sup>3+</sup>, Ti<sup>3+</sup>, Zr<sup>4+</sup>, Sc<sup>3+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup> e finalmente Mn<sup>2+</sup>, até a soma atingir 1,000.
3. Preencher M<sub>2</sub> usando todo Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup> e Mn<sup>2+</sup> que restou do preenchimento das posições M<sub>1</sub>. Depois adicionar Li<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Na<sup>+</sup> de maneira a tornar a soma igual ou próxima de 1,000. Se a soma ficar longe de 1,000, deve-se suspeitar dos resultados da análise.

A figura 1 apresenta um diagrama de fluxo para alocação dos principais cations dos piroxênios. Entretanto, devido ao fato de que a distribuição dos cations nas posições M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> e T num dado piroxênio é em parte função da temperatura, a ocupação correta de uma posição deve ser comprovada pela determinação da estrutura. A ocupação de uma posição dada pela figura 1 é denominada alocação ideal para distingui-la da ocupação real. Um método para classificar piroxênios pelas suas alocações ideais foi proposto por Bokij & Ginzburg (1985). Na presente classificação de piroxênios, as posições M<sub>2</sub> são consideradas conjuntamente como uma posição simples M, para evitar a diferença entre as alocações real e ideal.

Começando pela fórmula mais comum dos piroxênios, M<sub>2</sub>(R<sup>2+</sup>)M<sub>1</sub>(R<sup>2+</sup>)T<sub>2</sub>(2R<sup>4+</sup>)O<sub>6</sub>, quatro substituições acopladas são possíveis, se for assumido mais que um R<sup>4+</sup> na posição T. Na tabela 1, estão listadas tais substituições, na qual os elementos entre parênteses representam substituições acopladas. A substituição (1) compreende os membros extremos jadeíta (NaAlSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>), egrina<sup>2</sup> (NaFe<sup>3+</sup>Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>), cosmocloro<sup>4</sup> (NaCr<sup>3+</sup>Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>), e jervisita (NaScSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>). A substituição (2) fornece componentes como NaFe<sup>2+</sup><sub>0.5</sub>Ti<sup>4+</sup><sub>0.5</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, mas é menos importante que as demais substituições. Na substituição (3), a

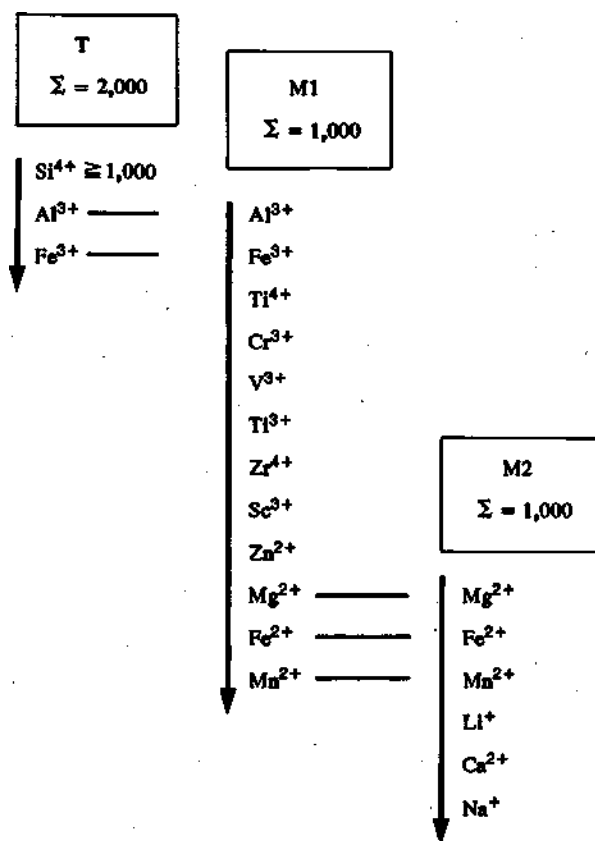


Figura 1 - Fluxograma da ocupação ideal de cations entre as posições T, M<sub>1</sub> e M<sub>2</sub> dos piroxênios. Apenas estão incluídos cations representativos. Flechas indicam a ordem de preenchimento das posições. A ocupação real é usualmente um pouco diferente da ocupação ideal

Figure 1 - Flow chart for ideal site occupancy of cations between the T, M<sub>1</sub> and M<sub>2</sub> sites of pyroxenes. Only representative cations are included. Arrows indicate order of filling of sites. Real site occupancy is usually slightly different from the ideal site occupancy

dupla Al-Al é frequentemente denominada "componente de Tschermak"; CaAlAlSiO<sub>6</sub>, em particular, é denominada "componente de Tschermak cálcica". A substituição em essenefta<sup>5</sup>, CaFe<sup>3+</sup>AlSiO<sub>6</sub>, é obtida por este tipo de substituição. Esta substituição também é importante na "fassaíta"<sup>6</sup>. A substituição que resulta em CaTi<sup>3+</sup>AlSiO<sub>6</sub> foi descrita por Dowty & Clark (1973) e Mason (1974) em piroxênios do meteorito de Allende (Tabela 3, N<sup>o</sup> 4). Na substituição (4), o componente CaMg<sub>0.5</sub>Ti<sup>4+</sup><sub>0.5</sub>AlSiO<sub>6</sub> é encontrado em alguns piroxênios. Há alguns poucos exemplos em que a componente de substituição (2) ou (4) chega a quase 50%, como descrito adiante (Tabela 3). Entretanto, nenhum nome particular é dado aos membros extremos das substituições (2) e (4).

**NOMENCLATURA DE PIROXÊNIOS VINTE NOMES DE MINERAIS E SEU AGRUPAMENTO** Os piroxênios formam amplas soluções sólidas por meio de vários tipos de substituições tónicas, algumas das quais já descritas neste texto. Para contornar o problema da nomenclatura dos piroxênios, é necessário subdividir as séries de soluções sólidas em intervalos de composições e nomes específicos. Sempre que houver uma série completa de solução sólida entre dois membros extremos, é usual em nomenclatura mineral usar apenas os dois nomes, e a divisão entre eles deve ser em A<sub>50</sub>B<sub>50</sub> ("regra dos 50%"). Entretanto, esta "regra dos 50%" não pode ser aplicada com rigor para os amplos grupos de

Tabela 1 - Quatro substituições acopladas para piroxênios na fórmula padrão  $R^{2+}R^{2+}R^{4+}O_6$

Table 1 - Four coupled substitution of pyroxenes in the standard formula  $R^{2+}R^{2+}R^{4+}O_6$

Posição de substituição	M2	M1	T	exemplos
padrão	$R^{2+}$	$R^{2+}$	$2R^{4+}$	
substituição (1)	$(R^+)$	$(R^{3+})$	$2R^{4+}$	Na-Al Na-Fe <sup>3+</sup> Na-Cr <sup>3+</sup> Na-Sc <sup>3+</sup>
substituição (2)	$(R^+)$	$R_{0,5}^{2+}(R_{0,5}^{4+})$	$2R^{4+}$	Na-(Ti <sup>4+</sup> /2)
substituição (3)	$(R^{2+})$	$(R^{3+})$	$(R^{3+})R^{4+}$	Al-Al Fe <sup>3+</sup> -Al Cr <sup>3+</sup> -Al
substituição (4)	$R^{2+}$	$R_{0,5}^{2+}(R_{0,5}^{4+})$	$(R^{3+})R^{4+}$	(Ti <sup>4+</sup> /2)-Al

piroxênios que mostram grandes intervalos de substituições acopladas. Este é o caso particular quando os minerais envolvidos são abundantes e largamente distribuídos, e possuem uma nomenclatura historicamente estabelecida nos círculos mineralógicos e petrográficos. Levando esta situação em consideração, foram adotados 20 nomes aceitos e amplamente utilizados como nomes de espécies de piroxênio (Tab. 2).

A definição de espécie de piroxênio foi baseada em 13 membros extremos ou componentes químicos, listados na tabela 2, e o componente  $Ca_2Si_2O_6$  (Wo)<sup>7</sup>. A estes membros extremos são dados nomes de minerais de cuja composição mais se aproximam. As 20 espécies de piroxênios estão agrupadas em seis subdivisões químicas com base na ocupação do cátion nas posições M2 e similaridade cristaloquímica. Esta classificação difere ligeiramente do esquema amplamente utilizado proposto por DHZ (1978).

Para a precisa classificação dos piroxênios em 20 espécies minerais, entretanto, as seguintes características dos piroxênios devem ser levadas em consideração. Em primeiro lugar, os piroxênios ferromagnesianos e alguns piroxênios cálcicos são os piroxênios mais comuns que constituem rochas e formam amplas soluções sólidas que cobrem o quadrilátero dos piroxênios do sistema ternário  $Ca_2Si_2O_6$  (Wo) -  $Mg_2Si_2O_6$  (En) -  $Fe_2Si_2O_6$  (Fs). Portanto, pode-se referir mais adequadamente a estes piroxênios como piroxênios de Ca-Mg-Fe ou do "quadrilátero". Em segundo lugar, piroxênios sódicos formam séries de soluções sólidas contínuas com os piroxênios de Ca-Mg-Fe, originando os piroxênios sódico-cálcicos. Em terceiro lugar, donpeacorita e kanoíta, entre os piroxênios manganoso-magnesianos, johannsenita, petedunnita e esseneíta, entre os piroxênios cálcicos, e espodumênio ocorrem raramente e possuem composições químicas únicas. Por simplicidade, serão tratados conjuntamente como "outros" piroxênios<sup>8</sup>.

Para uma classificação mais global, os piroxênios são então divididos em quatro grupos químicos: piroxênios de Ca-Mg-Fe (Quad, 8), piroxênios de Ca-Na (Ca-Na, 2), piroxênios sódicos (Na, 2) e "outros" piroxênios (Outros, 8). As abreviações dos grupos e os números de espécies aceitas são fornecidos entre parênteses. Quad representa "quadrilátero" para os piroxênios de Ca-Mg-Fe. Os quatro grupos químicos são então divididos em 20 espécies, utilizando-se 12 componentes

(e Wo para as componentes Di e Hd). Os intervalos de composições para os nomes aceitos serão fornecidos adiante.

Os nomes dos piroxênios podem vir adjetivados por um ou mais modificadores, de acordo com regras definidas e que estão descritas a seguir, para especificar importantes (apesar de, relativamente menores) desvios dos intervalos composicionais. Quando o intervalo de composição da espécie mineral for amplo, como no caso da augita, um ou mais modificadores são utilizados para especificar de forma mais clara a composição (e.g. augita subcálcica, augita rica em Fe).

*Aplicação da "regra dos 50%"* A "regra dos 50%" tem sido aplicada tanto quanto possível a séries completas de soluções sólidas entre dois membros extremos. São elas as séries dos piroxênios ferro-magnesianos (as séries enstatita-ferrossilita e clinoenstatita-clinoferrussilita), a série dos piroxênios cálcicos (série diopsídio-hedenbergita) e a série dos piroxênios sódicos (série jadeíta-egirina). Foram descartados nomes de subdivisões de intervalos intermediários de soluções sólidas, tais como bronzita, hiperstênio e eulita da série enstatita-ferrossilita, e salita e ferrossalita da série diopsídio-hedenbergita. Entretanto, a "regra dos 50%" não foi aplicada rigorosamente para os piroxênios de Ca-Mg-Fe e os sódico-cálcicos. Os termos amplamente aceitos, tais como augita, pigeonita, onfacita e egirina-augita<sup>9</sup>, foram preservados.

*Nomes gemológicos do espodumênio* Os nomes "hiddenita" e "kunzita" são freqüentemente utilizados para o espodumênio de qualidade gemológica, respectivamente para o de coloração verde-esmeralda (pálido) e para o lilás. Estes nomes não foram aceitos como nomes formais de piroxênios, mas podem ser utilizados como nomes de variedades de gemas.

*Relações com os piroxenóides* Os piroxenóides estão intimamente relacionados aos piroxênios no que se refere a sua composição química e estrutura, que também consiste de cadeias simples de  $SiO_3$ . Entretanto, a repetição das cadeias, que são dois tetraedros de  $SiO_4$  nos piroxênios, é de três ou mais tetraedros de  $SiO_4$  nos piroxenóides. Enquanto os espaços tetraédricos são principalmente ocupados por íons de Si, os cations maiores são Ca, Mn e  $Fe^{2+}$  nos piroxenóides. A classificação e a nomenclatura dos piroxenóides estão fora do âmbito deste trabalho. Entretanto, dois pontos devem ser observados. Primeiramente, há uma relação polimórfica com alguns piroxênios, tais como ferrossilita, hedenbergita e johannsenita. Estes mostram estruturas de piroxenóides a altas temperaturas e pressões. Em segundo lugar, a componente química da wollastonita ( $Ca_2SiO_6$ ) é usada para exprimir a composição de piroxênios de Ca-Mg-Fe, apesar da wollastonita pertencer ao grupo estrutural dos piroxenóides.

**CLASSIFICAÇÃO E NOMENCLATURA DOS PIROXÊNIOS** *Classificações preliminares - Construção do diagrama Q-J e aplicação de dados sobre piroxênios* Antes de classificar os piroxênios nas 20 espécies minerais listadas na tabela 2, o seguinte procedimento é recomendado para dividi-los em quatro grupos químicos: piroxênios de Ca-Mg-Fe (Quad), piroxênios sódico-cálcicos (Na-Ca), piroxênios sódicos (Na) e "outros" piroxênios (Outros) (Morimoto & Kitamura 1983).

Neste procedimento, os piroxênios são classificados utilizando-se o número total de cations específicos nas posições M(M1 e M2) com base em seis átomos de oxigênio. As posições M1 e M2 são consideradas conjuntamente como posições M, sem considerar a preferência dos cations por uma ou outra posição.

Tabela 2 — Nomes aceitos de piroxênios e sua subdivisão química. Para piroxênios utilizados como membros extremos de soluções sólidas são fornecidos, nome, abreviação e composição; tais membros extremos estão numerados entre parênteses de 1 a 13. As composições principais são fornecidas para soluções sólidas. Também são fornecidos os grupos espaciais

Table 2 - Accepted pyroxene mineral names and their chemical subdivision. Name, abbreviation and composition are given for any pyroxene that is used as and end-member of a pyroxene solid solution; such end-members are numbered between parentheses form 1 to 13. Main composition are given for solid solutions. Space groups are also given

nomes de minerais	composição como membro extremo	composição principal como solução sólida	grupo espacial
<b>I. piroxênios de Mg-Fe</b>			
1. enstatita (En) (1)	Mg <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> } Fe <sub>2</sub> <sup>2+</sup> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> }	(Mg, Fe) <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	Pbca
2. ferrossilita (Fs) (2)		(Mg, Fe) <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	P2 <sub>1</sub> /c
3. clinoenstatita			
4. clinoferrossilita			
5. pigeonita		(Mg, Fe, Ca) <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	P2 <sub>1</sub> /c
<b>II. piroxênios de Mn-Mg</b>			
6. donpeacorita		(Mn, Mg)MgSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	Pbca
7. kanofita (Ka) (3)	MnMgSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	(Mn, Mg)MgSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	P2 <sub>1</sub> /c
<b>III. piroxênios de Ca</b>			
8. diopsídio (Di) (4)	CaMgSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub> } CaFe <sup>2+</sup> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> }	Ca(Mg,Fe)Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	C2/c
9. hedenbergita (Hd) (5)			
10. augita		Ca(Mg,Fe) <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	C2/c
11. johannsenita (Jo) (6)	CaMnSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>		C2/c
12. petedunnita (Pe) (7)* <sup>1</sup>	CaZnSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>		C2/c
13. essenefta (Es) (8)* <sup>2</sup>	CaFe <sup>3+</sup> AlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>		C2/c
<b>IV. piroxênios de Ca-Na</b>			
14. onfacita		(Ca,Na)(R <sup>2+</sup> ,Al)Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	C2/c, P2 <sub>1</sub> /n
15. egrina-augita		(Ca,Na)(R <sup>2+</sup> ,Fe <sup>3+</sup> )Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	C2/c
<b>V. piroxênios de Na</b>			
16. jadefta (Jd)(9)	NaAlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub> } NaFe <sup>3+</sup> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> }	Na(Al, Fe <sup>3+</sup> )Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	C2/c
17. egrina (Ae)(10)			
18. cosmocloro(Ko)(11)	NaCr <sup>3+</sup> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>		C2/c
19. jervisita (Je)(12)* <sup>3</sup>	NaSc <sup>3+</sup> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>		C2/c
<b>VI. piroxênios de Li</b>			
20. espodumênio(Sp)(13)	LiAlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>		C2/c

\*1 Essene & Peacor (1987) determinaram a composição da petedunnita por microsonda eletrônica como sendo (Ca<sub>0,92</sub>Na<sub>0,06</sub>Mn<sub>0,02</sub>)(Zn<sub>0,37</sub>Mn<sub>0,19</sub>Fe<sup>2+</sup><sub>0,19</sub>Fe<sup>3+</sup><sub>0,12</sub>Mg<sub>0,14</sub>)(Si<sub>1,94</sub>Al<sub>0,06</sub>)O<sub>6</sub>. Este mineral foi aprovado como espécie válida pela Comissão de Novos Minerais e Nomes de Minerais. IMÃ, em 1983

\*2 Cosca & Peacor (1987) determinaram a composição de essenefta por microsonda eletrônica como sendo (Ca<sub>1,01</sub>Na<sub>0,01</sub>)(Fe<sup>3+</sup><sub>0,72</sub>Mg<sub>0,16</sub>Al<sub>0,04</sub>Ti<sub>0,03</sub>Fe<sup>2+</sup><sub>0,02</sub>)(Si<sub>1,19</sub>Al<sub>0,81</sub>)O<sub>6,00</sub>. Este mineral foi aprovado como espécie válida pela Comissão de Novos Minerais e Nomes de Minerais. IMÃ, em 1985

\*3 Mellini *et al.* (1982) determinaram a composição da jervisita por microsonda eletrônica como sendo (Na<sub>0,43</sub>Ca<sub>0,31</sub>Fe<sup>2+</sup><sub>0,14</sub>□<sub>0,12</sub>)(Sc<sub>0,66</sub>Fe<sup>2+</sup><sub>0,15</sub>Mg<sub>0,19</sub>)Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>. Este mineral foi aprovado como espécie válida pela Comissão de Novos Minerais e Nomes de Minerais, IMA, em 1982

Os números de cations Ca, Mg,  $Fe^{2+}$  e Na nas posições M são lançados no diagrama Q-J (Fig. 2) como  $Q = Ca + Mg + Fe^{2+}$  e  $J = 2Na$ . Linhas representando as seguintes equações são usadas para subdividir o diagrama Q-J:

$$\begin{aligned} Q + J &= 2,0 \quad (1) \\ Q + J &= 1,5 \quad (2) \\ J/(Q + J) &= 0,2 \quad (3) \\ J/(Q + J) &= 0,8 \quad (4) \end{aligned}$$

As áreas que correspondem aos piroxênios de Ca-Mg-Fe, piroxênios cálcico-sódicos, piroxênios sódicos e outros piroxênios são identificadas por Quad, Ca-Na, Na, e Outros, respectivamente.

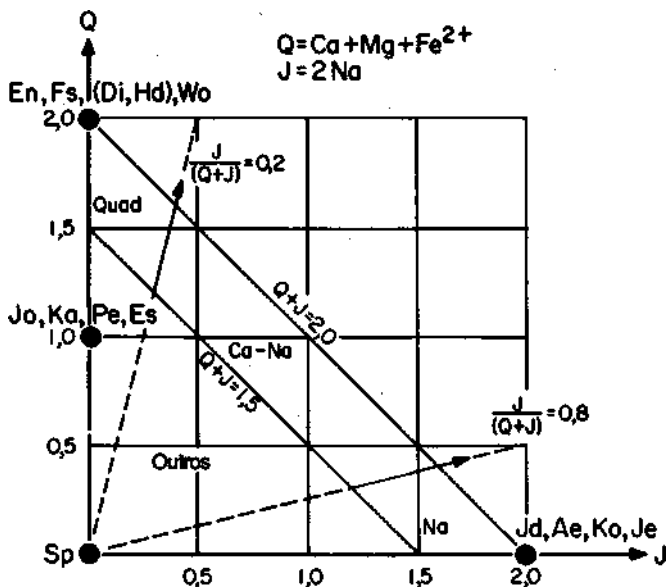


Figura 2 — Diagrama Q-J para piroxênios, mostrando os membros extremos aceitos. Abreviações e composições dos membros extremos estão listadas na tabela 2  
Figure 2 - Q-J diagram for the pyroxenes, showing accepted end members. Abbreviations and compositions of the end members are listed in table 2

Neste diagrama, J deve incluir o número total de Na e  $R^{3+}$ , usualmente Al,  $Fe^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$  e  $Sc^{3+}$ , que se acoplam a Na na substituição (1) referida na tabela 1. Quando a substituição de acoplamento no piroxênio não for do tipo (1), mas do tipo (2) ou (3), o valor J aparentemente não representa os números reais de Na e  $R^{3+}$  nos espaços M. Entretanto a substituição (3) (e.g. Al-Al) faz com que os valores de J e Q se aproximem da origem do diagrama Q-J, e a substituição (2) (e.g. Na-Ti<sup>4+</sup>) faz com que o valor de J se afaste do eixo de ordenadas Q. Portanto, os efeitos das substituições (2) e (3) tendem a se cancelar mutuamente dentro ou próximo da área dos piroxênios sódicos. Assim, os valores  $J(=2Na)$  nos piroxênios ricos em Na representam, com boa aproximação, o número total de Na e  $R^{3+}$  (Al,  $Fe^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$  e  $Sc^{3+}$ ) nas posições M.

O limite  $Q+J=2,0$  representa o limite superior de  $Q+J$  nos espaços M. O limite  $Q+J=1,5$  representa o limite abaixo do qual mais da metade dos espaços M1 ou M2 podem estar ocupados por outros fons que não Q e J. Neste caso, os piroxênios são considerados como "Outros", que incluem os piroxênios de Mn-Mg e Li, johannsenita, petedunnita e esseneíta. As equações (3) e (4) representam as linhas que dividem a área limitada pelas duas linhas  $Q+J$  em piroxênios de Ca+Mg+Fe (Quad), Ca-Na e Na. Os limites definidos por  $J/(Q+J)=0,2$  e 0,8 são usados por DHZ (1978) e Cameron & Papike (1981).

Devido aos piroxênios de Mn-Mg e johannsenita (Tab. 2) possuírem fons de Mn ocupando mais da metade das posições M2 e M1, respectivamente, aparecem ao longo do eixo Q entre 1,0 e 1,5 do valor de Q no diagrama Q-J. De maneira análoga, petedunnita e esseneíta aparecem ao longo do eixo Q com valores de Q entre 1,0 e 1,5. Espodumênio concentra-se na origem do diagrama Q-J porque tanto Q como J são nulos. Assim, os treze membros extremos (Tab. 2) e Wo são localizados no diagrama Q-J (Fig. 2).

A aplicação deste procedimento de classificação para 406 análises de piroxênios apresentadas em DHZ mostraram que a maioria das análises, exceto aquelas para a johannsenita e o espodumênio, estão incluídas na área entre as linhas  $Q+J=2,0$  e 1,5. Os 103 piroxênios de DHZ selecionados por Cameron & Papike (1981), para os quais os valores de Q são menores que 1,90 e Mn é inferior a 0,08 átomos por fórmula unitária, são localizados no diagrama Q-J da figura 3. O piroxênio "CaMgTAL" (Cameron & Papike 1981) está incluído na área Quad como descrito adiante (Tab. 3, n<sup>o</sup> 1). Apenas 20 análises entre 406 localizam-se ligeiramente acima da linha  $Q+J=2,0$ , e a maioria delas apresentam número total de cations incomuns. Os resultados da classificação dos piroxênios em quatro grupos químicos por este procedimento está em quase completo acordo com os resultados obtidos por DHZ (1978) e por Cameron & Papike (1981). Alguns poucos piroxênios incomuns com Mn menor que 0,08 átomos para a fórmula química unitária localizaram-se fora da área entre as linhas  $Q+J=2,0$  e  $Q+J=1,5$  do diagrama Q-J. A classificação destes piroxênios incomuns será discutida adiante.

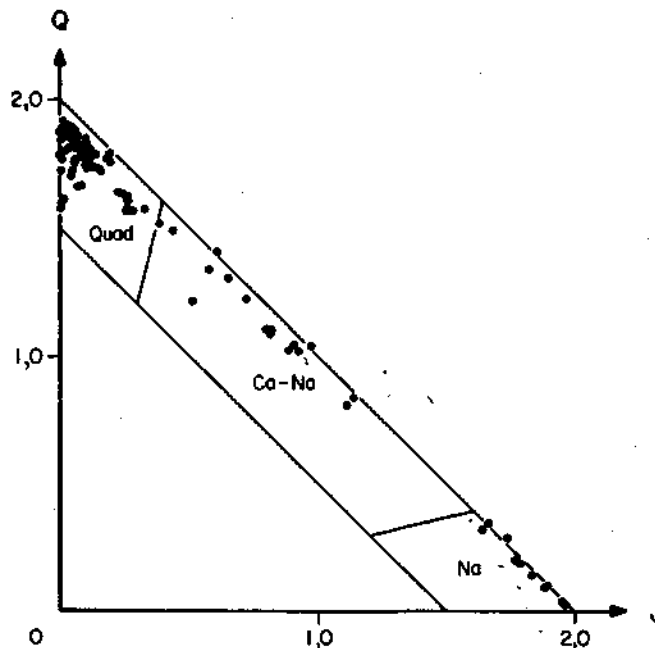


Figura 3 - Os 103 piroxênios de DHZ selecionados por Cameron & Papike (1981), localizados no diagrama Q-J. Para estes piroxênios, os valores de Q são inferiores a 1,90, e Mn é menor que 0,08 átomos por fórmula unitária  
Figure 3 - The 103 DHZ pyroxenes selected by Cameron and Papike (1981) plotted on the Q-J diagram. For these pyroxenes the Q values are less than 1.90, and Mn is less than 0.08 atoms per formula unit

Os piroxênios que se localizam na área entre  $Q+J=2,0$  e 1,5 possuem componentes outros que os íons Q e J a menos de 25% dos espaços M. Portanto, pode-se classificar tais piroxênios com base nos componentes Q e J normalizados, assim desprezando os efeitos dos outros componentes. Os seguintes procedimentos são adotados para classificação futura:

1. Os piroxênios da área Quad são classificados no quadrilátero do diagrama Wo-En-Fs com os átomos Ca, Mg e Fe=Fe<sup>2+</sup>+Fe<sup>3+</sup>+Mn normalizados.
2. Os piroxênios na área Na são jadeíta, egrina, cosmocloro e jervisita. Como cosmocloro e jervisita mostram pequena ou nenhuma solução sólida em direção a outros membros extremos, estes não têm nenhum papel na classificação. Jadeíta e egrina são classificadas no diagrama Quad-Jd-Ae junto com os piroxênios cálcico-sódicos, egrina-águita e onfacita.

**Classificação dos piroxênios do quadrilátero Ca-Mg-Fe** Os piroxênios comuns formadores de rocha constituem soluções sólidas amplas de piroxênios de Ca-Mg-Fe e podem ser expressos pelo quadrilátero do sistema Mg<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (En) - Fe<sub>2</sub><sup>2+</sup>Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (Fs) - CaMgSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (Di) - CaFe<sup>2+</sup>Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (Hd). Os piroxênios de Ca-Mg-Fe incluem variedades de simetria ortorrômbica. Consistem essencialmente da série química simples (Mg,Fe)<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, contrastando assim com os clinopiroxênios que possuem ampla gama de composições químicas nos piroxênios de Ca-Mg-Fe. Portanto, os piroxênios Ca-Mg-Fe são definidos com base na simetria e quantidades relativas de Ca<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>(Wo), Mg<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>(En) e Fe<sub>2</sub><sup>2+</sup>Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>(Fs). Os intervalos de composições dos clinopiroxênios e ortopiroxênios estão indicados nas figuras 4 e 5, respectivamente, na qual a composição está normalizada para

$$Ca + Mg + SFe = 100, \text{ com } SFe = Fe^{2+} + Fe^{3+} + Mn^{2+10}$$

A distinção entre águita e pigeonita entre os piroxênios de Ca-Mg-Fe é principalmente estrutural e seu grupo espacial *C2/c* e *P2<sub>1</sub>/c*, respectivamente. Existe uma quebra de miscibilidade entre águita e pigeonita, e muitos piroxênios com 15% - 25% Wo provaram ser misturas dos dois. Águita com menos de aproximadamente 25% Wo é freqüentemente chamada águita subcálcica. Com aquecimento, a pigeonita é submetida a uma rápida transformação por deslocamento para uma estrutura *C2/c* que não resiste ao resfriamento rápido. Águita não apresenta este tipo de transformação.

O ortopiroxênio mais rico em Ca contém aproximadamente 5% Wo. A forma de alta temperatura da enstatita possui grupo espacial *Pbcn* e pode ser expressa como "enstatita *Pbcn*". Esta forma não resiste ao resfriamento rápido e não foi encontrada na natureza. O termo "protoenstatita" tem sido convencionalmente usado para descrever esta forma, mas este nome não é adotado como nome de mineral. O valor de Wo da "enstatita *Pbcn*" não excede 2% e o valor En comumente excede 90%. Assim, o campo de composições da "enstatita-*Pbcn*" é diferente daquele da enstatita-*Pfcc*.

**Classificação dos piroxênios sódicos e cálcico-sódicos** Os piroxênios sódicos, jadeíta e egrina, comumente contêm mais de 90% do componente NaAlSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub> ou NaFe<sup>3+</sup>Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, respectivamente, mas não contêm nem o componente Ko nem o Je. Devido ao cosmocloro ser um constituinte acessório raro de alguns meteoritos de ferro e apenas uma localidade terrestre ser conhecida tanto para o cosmocloro como para a jervisita, estas duas espécies são tratadas separadamente na classificação dos piroxênios sódicos. Tanto jadeíta como egrina, entretanto, mostram ampla solução sólida com os piroxênios de Ca-Mg-Fe, especialmente com a série diopsídio-hedenbergita e águita, levando aos piroxênios cálcico-sódicos. Os piroxênios sódicos e cálcico-sódicos são classificados no diagrama Quad-Jd-Ae (Fig. 6) com os componentes Q (Wo+En+Fs), Jd e Ae normalizados<sup>11</sup>. As div soes arbitrárias entre os piroxênios Ca-Mg-Fe, piroxênios sódico-cálcicos e piroxênios sódicos são definidas a 20% e 80% de Q=(Wo+En+Fs). Onfacita apresenta uma transição polimórfica *C2/c* e *P2/n*, e ambos polimorfos de alta temperatura *C2/c* e baixa temperatura *P2/n* ocorrem naturalmente. Onfacita pode assim ser dividida em duas subespécies: onfacita-*C2/c* e onfacita-*P2/n*. Devido à

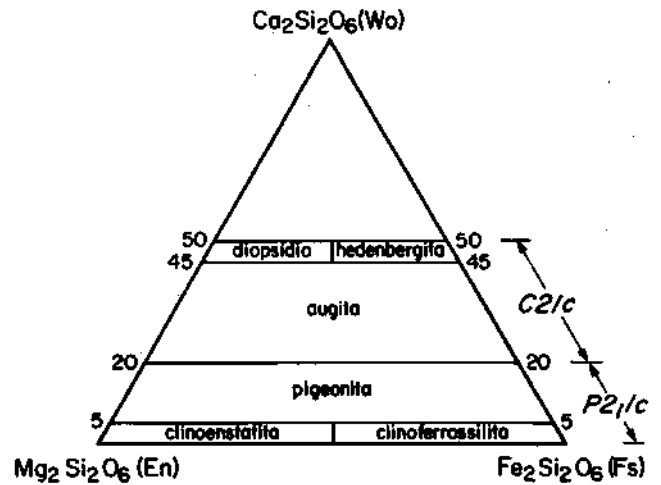


Figura 4 - Intervalos de composições de piroxênios de Ca-Mg-Fe com nomes aceitos  
 Figure 4 - Composition ranges of the Ca-Mg-Fe clinopyroxenes with accepted names

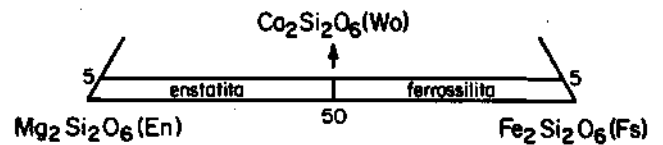


Figura 5 - Intervalos de composições de ortopiroxênios com nomes aceitos  
 Figure 5 - Composition ranges of orthopyroxenes with accepted names

onfacita-*P2/n* mostrar uma estrutura cristalina única diferente daquela da jadeíta e da águita, ela é aceita como uma espécie de piroxênio independente. Egrina-águita também é aceita como uma espécie independente para contrabalançar com onfacita, apesar de não se conhecer sua ocorrência com a estrutura *P2/n*. A classificação dos piroxênios cálcico-sódicos por Essene & Fyfe (1967) não é seguida neste trabalho.

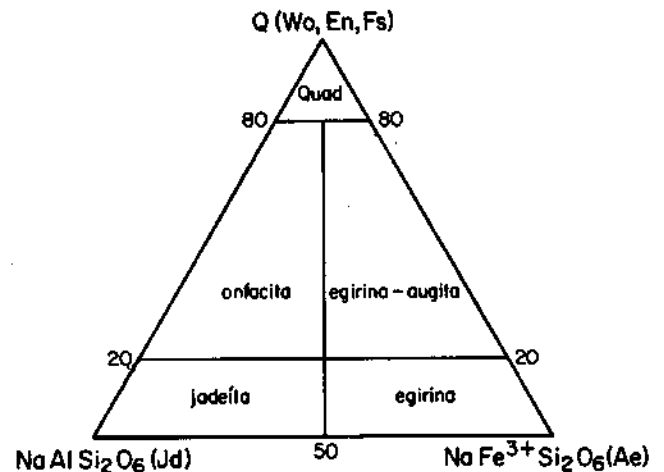
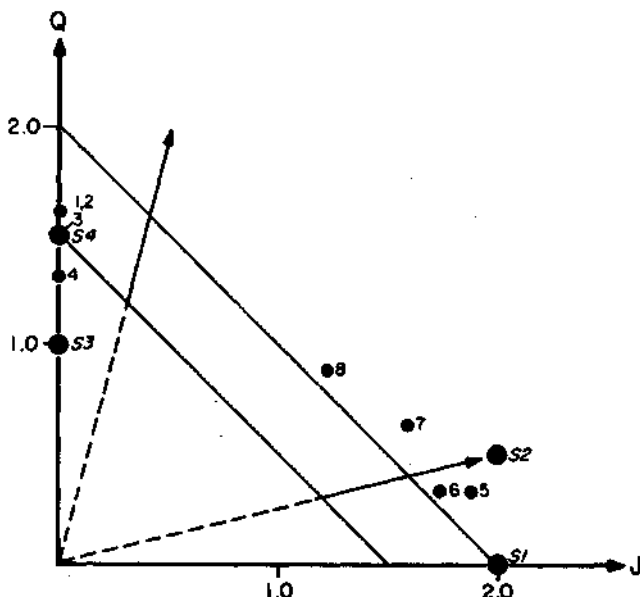


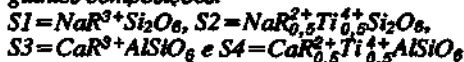
Figura 6 - Piroxênios de Ca-Mg-Fe e Na. Quad representa a área dos piroxênios de Ca-Mg-Fe  
 Figure 6-Ca-Mg-Fe and Na pyroxenes. Quad represents the Ca-Mg-Fe pyroxenes area

**A classificação dos "outros" piroxênios** Os piroxênios da área "Outros" mais frequentes na natureza são a johannsenita ( $\text{CaMnSi}_2\text{O}_6$ ), a petédunnita ( $\text{CaZnSi}_2\text{O}_6$ ) e o espodumênio ( $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ ) (Fig. 2). Investigações recentes sobre piroxênios naturais portadores de Mn levaram a dois novos minerais, que também se enquadram na área "Outros": kanofita e seu dimorfo donpeacorita,  $(\text{Mn,Mg})\text{MgSi}_2\text{O}_6$ , que parecem formar uma solução sólida com En (Petersen *et al.*, 1984). Estes resultados sugerem um possível quadrilátero de piroxênios de Mn-Mg-Fe. Esseneíta ( $\text{CaFe}^{3+}\text{AlSiO}_6$ ) é o primeiro piroxênio com a substituição (3) descrita na tabela 1.

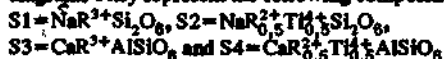
**Classificação de piroxênios incomuns** Vários piroxênios com composições químicas incomuns (Tab. 3) aparecem fora da área entre as linhas  $Q+J=2,0$  e  $Q+J=1,5$  no diagrama Q-J, apesar de não pertencerem aos "Outros" piroxênios já mencionados (Fig. 7); contêm grandes quantidades de constituintes químicos das substituições (2), (3) e (4) mencionadas na tabela 1 em suas fórmulas químicas padrões.



**Figura 7** – Oito piroxênios com valor de Q menor do que 1,62 e Mn menor que 0,80 átomos por fórmula unitária (Tab. 3) no diagrama Q-J. Os componentes formados pelas substituições (1) a (4) estão lançados no diagrama. Eles representam as seguintes composições:



**Figure 7** – Eight unusual pyroxenes with Q-values less than 1.62 and Mn, less than 0.80 atoms per formula unit (Tab. 3) in the Q-J diagram. The components formed by the substitutions (1) to (4) are plotted in the diagram. They represent the following compositions:



Estes piroxênios podem ser divididos em dois grupos: o primeiro, dos piroxênios ricos em Ca com os componentes S3 ( $\text{Ca}^{3+}\text{AlSiO}_6$ ) e S4 ( $\text{CaR}^{2+}_{0,5}\text{Ti}^{4+}_{0,5}\text{AlSiO}_6$ ) representando as substituições (3) e (4), respectivamente, e, o segundo, dos piroxênios ricos em Na com o componente S2 ( $\text{NaR}^{2+}_{0,5}\text{Ti}^{4+}_{0,5}\text{AlSiO}_6$ ) representando a substituição (2). O primeiro mostra deficiência significativa em átomos de Si, tal como  $\text{Si} < 1,60$  na fórmula padrão, resultando em valores de Q próximos a ou menores que 1,5 (Fig. 7, ponto S4). O segundo aparece fora da linha  $Q+j=2,0$ , aproximando-se do ponto S2 na figura 7. Todos estes piroxênios incomuns são classificados

utilizando-se nomes de piroxênios aceitos e dos modificadores mencionados a seguir, exceto o piroxênio de Allende (Tab. 3, nº 4), que é denominado piroxênio subsilícico com Al e Ti (III)."

O piroxênio de Allende (nº 4) contém 39% do componente S3 (Ti) e pode ser considerado um novo mineral. Entretanto, decidiu-se apenas usar nomes aceitos neste trabalho e, se o nome da espécie não foi aprovado, usa-se a palavra "piroxênio" como para o nº 4 da tabela 3. Os nomes utilizados na literatura para piroxênios incomuns estão listados na tabela 3 para comparação com aqueles deste trabalho. O piroxênio "CaMgTAL" (nº 1) é diopsídio nesta classificação.

**MODIFICADORES** Modificadores para os nomes de minerais são utilizados para indicar quantidades incomuns de constituintes químicos. De maneira a definir quantitativamente quantidades incomuns para o grupo mineral dos piroxênios, composições extremas de piroxênios estão listadas na tabela 4, na qual os valores para os cátions principais são mostrados, bem como aqueles dos cátions acessórios. DHZ (1978) e a tabela de Robinson (1980) foram utilizados para construir esta tabela.

Um elemento especificado como modificador deve estar presente, como regra geral, em quantidades maiores que 0,1 ou 0,01 átomos na fórmula química padrão de 6 átomos de oxigênio ou 4 átomos de metal (Tab. 5), dependendo do conteúdo máximo na tabela 4.

É recomendável que tais modificadores nunca sejam usados para cátions principais normalmente contidos no mineral, por exemplo, augita com Ca, onfacita com Al e egrina-augita com Na, nos quais os modificadores são obviamente superfluos.

Se o elemento não estiver em quantidade suficiente para a utilização de um modificador, e.g. "com Al",  $\text{Al} < 0,1$ , mas a presença daquele elemento deva ser enfatizada, a expressão "portador de Al" pode ser utilizada. Este segundo tipo de adjetivação deve ser usado também (1) se se dispõe de apenas uma análise incompleta que não permite o cálculo da fórmula química completa, ou (2) para piroxênios cujo estado de Valência de um cátion é desconhecido. Com respeito ao conteúdo de Si nos piroxênios, sugere-se que  $\text{Si} < 1,75$  seja um limite adequado para a utilização de termo "subsilícico", apesar de saber-se que o limite  $\text{Si} < 5,75$  para anfíbios "subsilícicos" corresponde a  $\text{Si} < 1,5$  para piroxênios.

Em alguns casos, particularmente para a série da augita, é conveniente utilizar os seguintes modificadores: rico em Fe, rico em Mg, e subcálcico. Porém, um prefixo realmente ligado ou hifenado a um nome de mineral é incorreto e deve ser evitado (Nickel & Mandarine 1990), porque poderia levar à indexação em ordem alfabética sob a inicial do prefixo ao invés de seu nome mais apropriado. Esta é a razão pela qual termos como "ferropigeonita", "ferraugita" etc., não devem ser utilizados como nomes de minerais.

É sempre útil expressar o grupo espacial do mineral, particularmente quando este ocorre em duas ou mais formas. Por exemplo, pode-se distinguir entre as duas formas de onfacita pela adição do símbolo do grupo espacial, ou seja, onfacita-C2/c, onfacita-P2/n, ou adicionando-se o símbolo do tipo de cela, ou seja, onfacita-C, onfacita-P (Bailey 1977).

## NOMES DE PIROXÊNIOS OBSOLETOS

Nomes de 105 piroxênios ou piroxênios alterados listados na tabela 6 foram formalmente descartados pela CNMMN e são portanto obsoletos. O nome preferível está impresso em itálico na mesma tabela.

**Agradecimentos** Os autores agradecem ao Professor J.J.D. Donnay, McGill University, Montreal, que grandemente contribuiu para o aperfeiçoamento deste traba-

Tabela 3 - Composição química e classificação de alguns piroxênios incomuns. Números tais como 320-8 etc. representam página e número da análise em DHZ (1978). Outras referências encontram-se no texto. Com exceção de 320-8 (= 406-16), todas as análises de DHZ nesta tabela não foram incluídas nas 103 análises selecionadas de Cameron & Papike (1981). Todos os piroxênios na tabela aparecem numerados segundo sua localização no diagrama Q-J (Fig. 7). S2, S3 e S4 representam os seguintes componentes das substituições (2), (3) e (4), respectivamente: S2 =  $NaR^{2+}_{0,5}Ti^{4+}_{0,5}Si_2O_6$ , S3 =  $CaR^{3+}AlSiO_6$ , e S4 =  $CaR^{2+}_{0,5}Ti^{4+}_{0,5}AlSiO_6$ . Para indicar tons R explicitamente nestes componentes, a notação S(R), por exemplo, S2(Mg) e S3(Al), é usada. S3(Fe) é um novo piroxênio, essenetia (Es)

Table 3 - Chemical composition and classification of some unusual pyroxenes. Numbers such as 320-8, etc. represent pages and analysis number in DHZ (1978). Other references are in text. With the exception of 320-8 (= 406-16), all the DHZ analyses in this table were not included in the 103 selected analyses of Cameron and Papike (1981). All pyroxenes in the table are shown with their numbers in the Q-J diagram (Fig. 7). S2, S3 and S4 represent the following components of substitutions (2), (3) and (4), respectively: S2 =  $NaR^{2+}_{0,5}Ti^{4+}_{0,5}Si_2O_6$ , S3 =  $CaR^{3+}AlSiO_6$ , e S4 =  $CaR^{2+}_{0,5}Ti^{4+}_{0,5}AlSiO_6$ . To indicate R ions explicitly in these components, the notation S(R), such as S2 (Mg) and S3 (Al), is used. S3 (Fe) is a new pyroxene, essenetia (Es)

A) Grupo rico em Ca relacionado a S3 e S4					B) Grupo rico em Na relacionado a S2				
Nº	1. 320-8 (406-16)	2. 403-3	3. D e S <sup>*1</sup>	4. T e R <sup>*2</sup>	Nº	5. 488-9	6. 491-14	7. 492-19 (C e G <sup>*4</sup> )	8. C e G <sup>*4</sup>
Si	1,443	1,606	1,434	1,196	Si	1,944	2,024	2,028	2,008
Al	0,557	0,494	0,586	0,804	Al	0,032	0,000	0,000	0,000
Al	0,091	0,171	0,306	0,186	Al	0,000	0,021	0,008	0,348
Ti <sup>4+</sup>	0,166	0,085	0,022	Ti <sup>4+</sup> 0,111	Ti <sup>4+</sup>	0,265	0,023	0,227	0,104
Fe <sup>3+</sup>	0,128	0,159	0,218	Ti <sup>3+</sup> 0,384	Fe <sup>3+</sup>	0,458	0,728	0,192	0,031
Mg	0,385	0,570	0,408	0,289	Mg	0,150	0,070	0,070	0,168
Fe <sup>2+</sup>	0,229	0,083	0,060	2,00	Fe <sup>2+</sup>	0,107	0,113	0,420	0,356
Mn	0,005	0,007	0,005	2,00	Mn	0,003	0,006	0,021	0,011
Ca	0,982	0,975	0,979	1,021	Na	0,833	0,872	0,794	0,810
Na	0,006	0,007	0,002		Ca	0,083	0,155	0,152	0,361
K	0,000	0,001	-		K	-	0,009	-	0,066
Q	1,61	1,61	1,45	1,31	Q	0,34	0,34	0,64	0,89
J	0,01	0,01	0,00	0,00	J	1,87	1,74	1,59	1,22
Nomes de minerais	diopsídio subelfítico com Ti(IV) e Fe(III)	diopsídio subelfítico com Al e Fe(III)	diopsídio subelfítico com Al e Fe(III)	piroxênio subelfítico com Ti(III) e Al	Nomes de minerais	egirina com Ti(IV), Mg e Fe(II)	egirina com Ca e Fe(II)	egirina- augita com Ti(IV)	ontacita com Ti(IV) e Fe (II)
Nomes na literatura	titanaugita (320-8) titanio-fassafta (406-16) CaMgTAL (C e F) <sup>*3</sup>	fassafta	fassafta	titanaugita	Nomes na literatura	egirina com Ti(IV)	egirina- augita	egirina-augita com Ti(IV) (492-19) egirina com Ti(IV) (C e G <sup>*4</sup> )	ferro-ontacita com Ti(IV)
<b>Razões dos componentes:</b> 1. $(Wo_{22}En_{12}Fs_{10}S_4(Mg)_{18}S_4(Fe)_{16}Es_{13}S_3(Al)_9$ 2. $(Wo_{26}En_{25}Fs_{22}S_3(Al)_{17}Es_{16}S_4(Mg)_{12}S_4(Fe)_2$ 3. $(Wo_{22}En_{20}Fs_{24}S_3(Al)_{31}Es_{21}S_4(Mg)_4$ 4. $S_3(Ti)_{39}S_4(Mg)_{22}(Wo_{11}Fs_9)_{20}S_3(Al)_{19}$					<b>Razões dos componentes:</b> 5. $As_{46}S_2(Mg)_{28}S_2(Fe)_{20}\Delta_6^5$ 6. $(As_{73}Jd_2Wo_8Fs_8En_3)_{92}S_2\Delta_4$ 7. $(As_{19}Jd_{10}Fs_{12}Wo_8En_2)_{51}S_2(Fe)_{42}S_2(Mg)_4\Delta_3$ 8. $(Jd_{35}As_3Wo_{18}Fs_{15}En_{17})_{78}S_2(Fe)_{14}S_2(Mg)_6\Delta_2$				

\*1 Devine & Sgurdsson (1980), tabela 1 para fassafta

\*2 Tracy & Robinson (1977), tabela 3, análise 1 para piroxênios do meteorito de Allende (Mason 1974)

\*3 Cameron & Papike (1981), tabela A3, análise 320-8 e 406-16

\*4 Curtis & Glittins (1979), tabela 2, análise 5 para n° 7 e tabela 5, análise 5 para n° 8

\*5 A representa componentes menores, alguns dos quais possuem razões Incomuns de metais para a estrutura do piroxênio



Tabela 4 - Composições químicas extremas dos piroxênios em DHZ (1978). Número de cations por fórmula unitária, valores mínimos para Si e valores máximos para outros cations. Números em negrito são para elementos constituintes principais. Números entre parênteses, tais como 42-9 etc., indicam páginas e números de análises em DHZ (1978). Outras referências encontram-se no texto

Table 4 - Extreme chemical compositions of pyroxenes in DHZ (1978). Number of cations per formula unit, minimum values for Si and maximum values for other cations, Bold numbers are for the main constituent elements. Numbers in the parentheses such as 42-9 etc. indicate pages and analysis numbers in DHZ (1978). Other references are in text

	piroxênios de Mg-Fe	piroxênios de Ca	piroxênios de Na
Si	<b>1,76</b> (42-9)	<b>1,44</b> (320-8)* <sup>1</sup>	<b>1,94</b> (488-9)
Al <sup>3+</sup>	<b>0,24</b> (42-9)	<b>0,56</b> (320-8)	<b>0,07</b> (488-8)
Fe <sup>3+</sup>	<b>0,04</b> (49-8)	<b>0,09</b> (320-11)	<b>0,02</b> (488-9)
Al <sup>3+</sup>	<b>0,15</b> (49-6)	<b>0,35</b> (320-11)	<b>0,98</b> (464-1)
Ti <sup>4+</sup>	<b>0,04</b> (40-30)	<b>0,17</b> (320-8)* <sup>2</sup>	<b>0,27</b> (488-9)* <sup>3</sup>
Fe <sup>3+</sup>	<b>0,12</b> (170-8)	<b>0,37</b> (321-5)* <sup>4</sup>	<b>0,97</b> (487-1)
Mg <sup>2+</sup>	<b>1,99</b> (41-1)	<b>1,27</b> (208-4)	<b>0,15</b> (488-9)
Fe <sup>2+</sup>	<b>1,72</b> (47-33)* <sup>5</sup>	<b>1,09</b> (220-13)	<b>0,11</b> (488-9)
Mn <sup>2+</sup>	<b>0,27</b> (45-21)* <sup>6</sup>	<b>0,36</b> (217-5)* <sup>7</sup>	<b>0,03</b> (487-4)
Cr <sup>2+</sup>	<b>0,02</b> (36-9)	<b>0,06</b> (207-11)	- <sup>8</sup>
Ni <sup>2+</sup>	-	<b>0,003</b> (317-1)	-
Zn <sup>2+</sup>	-	<b>0,21</b> (216-11)* <sup>9</sup>	-
Ca <sup>2+</sup>	<b>0,26</b> (169-2)	<b>1,03</b> (202-4)	<b>0,16</b> (466-14)
Na <sup>2+</sup>	<b>0,10</b> (169-2)	<b>0,31</b> (323-7)	<b>0,98</b> (464-1)

\*1 Tabela 3, nº 1. Tabela 3, nº 4: Piroxênio do meteorite de Allende 1,20 (Mason 1974, Tracy & Robinson 1977)

\*2 Análise de microsonda 0,252 e 0,282, meio de CaR<sup>2+</sup>Ti<sup>4+</sup><sub>5</sub>AlSiO<sub>6</sub> (S4) (Tracy & Robinson 1977, Robinson 1980)

\*3 Tabela 3, nº 25, Meio de NaR<sup>2+</sup><sub>0,5</sub>Ti<sup>4+</sup><sub>0,5</sub>AlSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (S2)

\*4 406-15 0,67, omitido devido a possíveis erros nas análises químicas

\*5 Análise de microsonda 1,880 (Jafee *et al.* 1978)

\*6 Análise de microsonda 0,301 (Robinson 1980), kanofta 1,04 (Kobayashi 1977)

\*7 johannsenita 0,963 (417-2)

\*8 Cosmoclora 0,90 (522-1)

\*9 Petedunnita 0,37 (Tab. 2, observação \* 1)

Iho por sua revisão cuidadosa. Também foram apreciadas as críticas e comentários do Dr. A. Kato, National Science Museum, Tóquio, do Dr. M. Kitamura, University of Kyoto, e dos membros da Comissão de Novos Minerais e Nomes de Minerais, IMA.

## COMENTÁRIOS

1. Na onfacita-P2/n, as posições M1 e M2 são subdivididas em Mia e Milb (para M1) e M2a e M2b (para M2).

2. O ortopiroxênio (*Pbcn*) é estável apenas a temperaturas elevadas e para uma composição limitada perto de MgSiO<sub>3</sub>.

3. Neste trabalho, o termo egirina é usado preferencialmente a "acmita", o que está de acordo com a literatura, e é consistente com o uso quase universal de egirina-augita para minerais de composições intermediárias, apesar de "acniita" ter tido prioridade por 14 anos (Dana 1892). A prática comum em petrologia experimental tem sido usar a abreviação Ac para NaFe<sup>3+</sup>Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub> • agora, Ae deve ser utilizado em seu lugar.

4. A CNMMN, IMA, votou recentemente em favor do nome cosmoclora, ao invés de "ureyita" para o piroxênio de composição ideal NaCrSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>.

5. A esseneíta é um novo piroxênio com composição CaFe<sup>3+</sup>AlSiO<sub>6</sub> (Tab. 2, nº 13).

6. A "fassafta" tem fórmula geral Ca(Mg, Fe<sup>3+</sup>, Al)(Si,Al)<sub>2</sub>O<sub>6</sub>. Neste trabalho, este nome foi rejeitado como nome formal.

7. A molécula Ca<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub> existe na natureza como wollastonita, que não pertence aos piroxênios mas sim aos piroxenóides. Para representar as composições dos piroxênios de Ca-Mg-Fe, o sistema ternário Ca<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (Wo) - Mg<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (En) - Fe<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (Fs) tem sido utilizado, e.g. En<sub>20</sub>Fs<sub>38</sub>Wo<sub>42</sub>.

8. A definição de "Outros" piroxênios é diferente da fornecida por Cameron & Papike (1981).

9. O nome egirina-augita parece ser mais comumente usado que "egirinaugita" e acmita-augita.

10. Para a nomenclatura dos piroxênios de Ca-Mg-Fe, deve ser feita a normalização para Ca+Mg+ΣFe=100, em que ΣFe = Fe<sup>2+</sup> + Fe<sup>3+</sup> + Mn. Daqui para frente, a porcentagem molar dos componentes dos membros extremos será sempre utilizada sem restrição e representada simplesmente por %. Se as porcentagens molares dos componentes quadrilaterais forem calculadas a partir da porcentagem atômica de Ca para os cations totais nas posições M, nenhum piroxênio deve conter mais que 50% de Ca<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>. Entretanto, se Ca, Mg e Fe são normalizados ou calculados com 100 Ca/(Ca+Mg+2Fe), 100 Mg/(Ca+Mg+2Fe) e 100 2Fe/(Ca+Mg+ΣFe), respectivamente, alguns tipos de augita irão localizar-se num diagrama triangular Wo-En-Fs acima da linha de 50% Ca<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>. Quando a localização no diagrama Q-J está muito próxima ou fora do limite Q+J=1,5, o efeito dos componentes johannsenita e petedunnita deve ser considerado. Se o efeito é desprezível, o piroxênio deve ser considerado como de composição incomum e deve ser referido na seção de piroxênios incomuns.

11. Para normalizar os componentes Q, Jd, e Ae, Ca+Mg+Fe<sup>2+</sup>+2Na nas posições M devem somar 100%. Então a % de 2Na normalizada deve ser dividida pela razão Al/Fe<sup>3+</sup> para fornecer a razão Jd/Ae. Assim, Q+Jd+Ae deve sempre resultar em 100%. Quando a localização no diagrama Q-J fica significativamente fora do limite Q+J=2,0, o efeito da substituição (2) deve ser considerado, como na seção de piroxênios incomuns.

Tabela 5 - Lista de modificadores a serem utilizados para nomes de piroxênios. O limite do conteúdo é determinado com base nos valores listados na tabela 4

Table 5 - List of adjectival modifiers to be used for pyroxene mineral names. The limit of the content is determined based on the values listed in table 4

cátion	conteúdo <sup>*1</sup>	nome
Al <sup>3+</sup>	> 0,10	com Al
Ca <sup>2+</sup>	> 0,10	com Ca
Cr <sup>3+</sup>	> 0,01	com Cr
Fe <sup>2+</sup>	> 0,10	com Fe(II)
Fe <sup>3+</sup>	> 0,10	com Fe(III)
Li <sup>+</sup>	> 0,01	com Li
Mg <sup>2+</sup>	> 0,10	com Mg
Mn <sup>2+</sup>	> 0,10	com Mn(II)
Mn <sup>3+</sup>	> 0,01	com Mn(III)
Na <sup>+</sup>	> 0,10	com Na
Ni <sup>2+</sup>	> 0,01	com Ni
Si <sup>4+</sup>	< 1,75	subsílico
Ti <sup>3+</sup>	> 0,01	com Ti(III)
Ti <sup>4+</sup>	> 0,10	com Ti(IV)
Zn <sup>2+</sup>	> 0,01	com Zn

\*1 Número de cations por fórmula unitária M<sub>2</sub>M<sub>1</sub>T<sub>2</sub>O<sub>6</sub>. Se o nome do mineral por si só implicar a presença de certos cations, não devem ser utilizados modificadores para estes cations ("subsílico" é uma exceção)

Tabela 6 - Nomes obsoletos de piroxênios. Recomenda-se que os seguintes nomes de piroxênios, ou nomes que se referiram a piroxênio alterados, sejam descartados. O nome preferencial está sublinhado. A forma original desta tabela foi compilada por Malcolm Ross, que utilizou as seguintes referências: Dana (1892), Tschermak (1897), Chester (1886), Ford (1932), Wincheü & Winchell (1951), Deer, Howie & Zussman (1963,1978), Strunz (1970); *Theasaurus of Mineralogical Terms* (não publicado) da International Mineralogical Association, que está a disposição desde agosto de 1974

Table 6 - Obsolete pyroxenes names. The following pyroxene mineral names, or names which refer to altered pyroxenes, have been formally discarded by the CNMMN. The correct names are printed in italics. The original form of this table was compiled by Malcolm Ross using the following references: Dana (1892), Tschermak (1897), Chester (1886), Ford (1932), Winchell & Winchell (1951), Deer, Howie & Zussman (1963,1978), Strunz (1970), and the unpublished *Theasaurus of Mineralogical Terms* of the International Mineralogical Association, which has been available since August 1974

acmita = <i>egirina</i>	lawrowita = <i>diopsídio</i>
aegirita (aegyrita) = <i>egirina</i>	lavrovita = <i>diopsídio</i>
aegirina-hedenbergita = <i>augita</i>	leucaugita = <i>diopsídio</i>
agalita = provavelmente <i>enstatita</i> parcialmente alterada em talco	"Iime"-bronzita = provavelmente <i>pigeonita</i> ou <i>enstatita</i> + <i>augita</i> ( <i>pigeonita</i> "invertida")
aglaíta = <i>espodumênio</i> alterado	loganita = <i>diopsídio</i> + actinolita + talco
alalita = <i>diopstidio</i>	lotalita = <i>hedenbergüa</i>
álcali-augita = <i>egirina-augita</i>	malacolita = <i>diopsídio</i> com boa partição (001), também <i>diop-sídio</i> de Sala (Suécia)
amblistegita = <i>enstatita</i>	mansjoita = <i>augita</i> ou <i>diopsídio</i> ou <i>hedenbergita</i>
antocrofta = <i>augita</i>	maiaíta = <i>onfacita</i>
asteroíta = <i>augita</i> rica em Fe	mellcrita = <i>ortopiroxênio</i>
baikalita = <i>diopsídio</i>	mondradita = provavelmente <i>umpiroxênio</i> alterado
bastita = <i>enstatita</i> alterada para serpentina, talco, ou talvez antofilita	mussita = <i>diopsídio</i>
blanfordita = <i>egirina-augita</i> com Mn (II)	ortobronzita = <i>enstatita</i>
bronzita = <i>enstatita</i>	ortoenstatita = <i>enstatita</i>
cálcio-clinobronzita = <i>pigeonita</i>	ortoeuilita = <i>ferrossilita</i>
cálcio-clinoenstatita = <i>pigeonita</i>	ortoferrossilita = <i>ferrossilita</i>
cálcio-clinoiperstênio = <i>pigeonita</i>	orto-hiperstênio = <i>enstatita</i> ou <i>ferrossilita</i>
cálcio-pigeonita = <i>augita</i> subcálcica	paulita = <i>enstatita</i>
canaanita = <i>diopsídio</i>	peckhamita = <i>enstatita</i>
chladnita = <i>enstatita</i>	phastina = <i>enstatita</i> alterada
clinoiperstênio = <i>ctinoenstatita</i> ou <i>clinoferrossüita</i>	microphyfl = <i>piroxênio</i> alterado?
cloromelanita = <i>onfacita</i> ou <i>egirina-augita</i>	pigeonita-augita = provavelmente <i>augita</i> subcálcica
cromo-acmita = <i>egirina</i> com Cr	pitkarantita = <i>piroxênio</i> ?
cromo-jadeíta = <i>jadeíta</i> com Cr	potássio-egirina = produto sintético, provavelmente não bem caracterizado
cocolita (kokkolita) = <i>augita</i> rica em Fe	prothefta = <i>augita</i>
cymatolita = <i>espodumênio</i> alterado	protobastita = <i>enstatita</i>
diaclasita - <i>enstatita</i> alterada	pyraflolita = <i>piroxênio</i> alterado?, talco?
diálaga (diálágio) = <i>diopsídio</i> alterado ou com boa partição (100); também usado para produtos de alteração de outros piroxênios.	pyrgom = <i>piroxênio</i>
diopsídio-jadeíta = <i>onfacita</i>	sahlita = <i>diopsídio</i>
endiopsídio = <i>augita</i> rica em Mg	salita = <i>diopsídio</i>
enstatita-diopsídio = <i>augita</i> rica em Mg	schefferita = <i>diopsídio</i> com Mn (II)
eulita = <i>ferrossilita</i>	schillerspar (schillerspat) = <i>enstatita</i> alterada para serpentina, talco, ou antofilita
eulysita = <i>ferrossilita</i>	shepardita = <i>enstatita</i>
fassaíta = <i>diopsídio</i> ou <i>augita</i> com Fe (III) e Al	sódio-espodumênio = <i>espodumênio</i> com Na
fedorovita = <i>diopsídio</i>	strakonitzita = <i>piroxênio</i> alterado, esteatito?
ferro-augita = <i>augita</i>	szaboíta = <i>enstatita</i> parcialmente alterada
ferro-hedenbergita = <i>augita</i>	titanoaugita = <i>augita</i> com Ti (IV)
ferro-hiperstênio = <i>ferrossilita</i>	titanodiopsídio = <i>diopsídio</i> com Ti (IV)
ferro-johannsenita = <i>johannsenita</i> rica em Fe	titanopigeonita = <i>pigeonita</i> com Ti (IV)
ferro-pigeonita = <i>pigeonita</i> rica em Fe	traquiaugita = <i>augita</i>
ferro-sahlita = <i>hedenbergüa</i>	traversellita = <i>diopsídio</i>
ficinita = <i>enstatita</i>	trífana = <i>espodumênio</i>
funkita = <i>hedenbergüa</i>	tuxtlita = <i>onfacita</i>
germarita = <i>enstatita</i> alterada	uralita = pseudomorfo de anfibólio a partir de piroxênios
hiddenita = <i>espodumênio</i>	urbanita = <i>augita</i> rica em Fe ou <i>egirina-augita</i>
hudsonita = <i>hedenbergüa</i>	ureyíta = <i>cosmoclora</i>
hiperstênio = <i>enstatita</i> ou <i>ferrossilita</i>	vanádio-augita = <i>augita</i> portadora de V
jadeíta-egirina (jadeíta-aegirita) = <i>jadeíta</i> ou <i>egirina</i>	vanádio-bronzita = <i>enstatita</i> portadora de V
jeffersonita = <i>diopsídio</i> ou <i>augita</i> com Zn e Mn (II)	vargasita = <i>piroxênio</i> alterado?
killinita = <i>espodumênio</i> alterado	victorita = <i>enstatita</i>
korea-augita = <i>augita</i>	violaita = <i>augita</i>
kunzita = <i>espodumênio</i>	violana = <i>augita</i> ou <i>diopsídio</i> rico em Mg
lavroffita = <i>diopsídio</i>	

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAILEY, S.W. 1977. Report of the IMA-IUCr joint committee on nomenclature *Amer. Mineral.*, 62:411-415.
- BOKIJ, G.B. & GINZBURG, J.V. 1985. The systematic of mineral species in pyroxene family. Novosibirsk, *Trans. IGG Academy of Sciences*, 610:12-35.
- CAMERON, M. & PAPIKE, J.J. 1981. Structural and chemical variations in pyroxenes. *Am. Mineral.*, 66:1-50.
- CHESTER, A.H. 1886. *Catalogue of Minerals*. New York, Wiley and Sons.
- COSCA, M.A. & PEACOR, D.R. 1987. Chemistry and structure of esseneite (CaFe<sup>3+</sup>AlSiO<sub>6</sub>), a new pyroxene produced by pyrometamorphism. *Am. Mineral.*, 72:148-156.
- CURTIS, L.W. & GITTINS, J. 1979. Aluminous and titaniferous clinopyroxenes from regionally metamorphosed apaitic rocks in central Labrador. *Journ. of Petrol.*, 2(h 165-186).
- DANA, E.S. 1892. *The System of Mineralogy*. New York, Wiley and Sons.
- DEER, W.A.; HOWIE, R.A.; ZUSSMAN, J. 1963. *Rock-Forming Minerals*, vol. 2. Single-Chain Silicates (First ed.). Longman, Green and Co., London.
- DEER, W.A.; HOWIE, R.A.; ZUSSMAN, J. 1978. *Rock-forming minerals*. Vol. 2A. Single-chain silicates, Second ed. Longman, New York, U.K. and Wiley and Sons Inc.
- DEVINE, J.D. & SIGURDSSON, H. 1980. Garnet-fassaite calc-silicate nodule from La Soufriere, St. Vincent. *Am. Mineral.*, 65:302-305.
- DOWTY, E. & CLARK, J.R. 1973. Crystal structure refinement and optical properties of a Ti<sup>3+</sup> fassaite from the Allende meteorite. *Amer. Mineral.*, 58:230-240.
- ESSENE, E.J. & FYFE, W.S. 1967. Omphacite in California metamorphic rocks. *Contrib. Miner. Petrol.*, 15:1-23.
- ESSENE, E.J. & PEACOR, D.R. 1987. Petedunnite (CaZnSLO), a new zinc clinopyroxene from Franklin, New Jersey, and phase equilibria for zincian pyroxenes. *Am. Mineral.*, 72:157-166.
- FORD, W.E. 1932. *A Textbook of Mineralogy*, New York, Wiley and Sons.
- JAFFE, H.W.; JAFFE, E.B.; TRACY, R.J. 1978. Orthoferrosilite and other iron-rich pyroxenes in micropertite gneiss of the Mount Marcy area, Adirondack Mountains. *Am. Mineral.*, 63:116-136.
- KOBAYASHI, H. 1977. Kanoite (Mn<sup>2+</sup>Mg)<sub>2</sub>[SLO<sub>6</sub>] a new clinopyroxene in the metamorphic rock from Tafehira, Oshima Peninsula, Hokkaido, Japan. *Jour. Geol. Soc. of Japan*, 83\*537-542.
- LEAKE, B.E. & WINCHELL, H. 1978. Nomenclature of amphiboles. *Am. Mineral.*, 63:1023-1052.
- MASON, B. 1974. Aluminum-titanium-rich pyroxenes, with special reference to the Allende meteorite. *Am. Mineral.* 59:1198-1202.
- MELLINI, M.; MERLINO, S.; ORLANDI, P.; RINALDI, R. 1982. Cascadite and jervisite, two new scandium silicates from Baveno, Italy. *Amer. Mineral.*, 67:599-603.
- MORIMOTO, N. & KITAMURA, M. 1983. Q-J diagram for classification of pyroxenes. *Jour. Japan. Assoc. Mineral., Petro. Econ. Geol.* 78:141. (em Japonês).
- NICKEL, E.H. & MANDARINO, J.A. 1990. Procedimentos envolvendo a comissão de novos minerais e nomes de minerais da IMA, e diretrizes sobre a nomenclatura mineral. *Rev. Bras. Geol.* 20(1-2-3-4).
- PAPIKE, J.J. (Ed.) 1969. Pyroxenes and Amphiboles: Crystal chemistry and phase petrology. *Mineral. Soc. Amer.* (Special Paper 2).
- PETERSEN, E.U.; ANOVTTZ, L.M.; ESSENE, E.J. 1984. Donpeacorite, (Mn,Mg)MgSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, a new orthopyroxene and its proposed phase relations in the system MnSiO<sub>3</sub>-MgSiO<sub>3</sub>-FeSiO<sub>3</sub>. *Am. Mineral.*, 69:472-480.
- PREWITT, C.T. (Ed.) 1980. *Reviews in Mineralogy, 7. Pyroxenes*. Washington, D.C. Mineralogical Society of America.
- ROBINSON, P. 1980. The composition space of terrestrial pyroxenes - Internal and external limits. In: FREWITT, C.T. ed. *Reviews in Mineralogy, 7. Pyroxenes* p. 419-494.
- ROSS, M. & HUEBNER, J.S. 1974. Temperature-composition relationships between naturally-occurring augite, pigeonite, and orthopyroxene. *Am. Mineral.*, 64:1133-1155.
- STRUNZ, H. 1970. *Mineralogische Tabellen*, 5 Auflage. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft Geest and Portig K. G.
- TRACY, R.J. & ROBINSON, P. 1977. Zonal titanian augite in alkali olivine basalt from Tahiti and the nature of titanium substitutions in augite. *Amer. Mineral.*, 62:634-645.
- TSCHERMAK, G. 1897. *Lehrbuch der Mineralogie*. Alfred Holder, Wien.
- VIETEN, K. & HAMM, H.M. 1978. Additional notes "On the calculation of the crystal chemical formula of clinopyroxenes and their contents of Fe<sup>3+</sup> from microprobe analyses. *Monatshefte, Neues Jahrbuch der Mineralogie*, p. 71-83.
- WINCHELL, A.N. & WINCHELL, H. 1951. *Elements of Optical Mineralogy*. New York, Wiley and Sons, Inc.

MANUSCRITO P010  
Recebido em 17 de outubro de 1990