

QUARTZO DE PEGMATITOS GRANÍTICOS :
UMA MATÉRIA-PRIMA PARA ALTA TECNOLOGIA

M.O. Figueiredo^{1,2}

¹ LNEG, Unidade de Recursos Minerais e Geofísica, Estrada da Portela,
Apartado 7586, 2721-866, Alfragide

² CENIMAT / I3N, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova
de Lisboa, 2829-516, Caparica

Propriedades físicas do quartzo: polaridade e efeito piezoelétrico

Os fragmentos de cristais de quartzo resultantes do desmonte de pegmatitos graníticos – taliscas ou lascas de quartzo – podem constituir uma valiosa matéria-prima para a produção de quartzo cristalino de qualidade electrónica ("cultered quartz crystals" na designação inglesa) destinado a múltiplas aplicações piezoelétricas e ópticas em artefactos de alta tecnologia, tais como sensores, microfones, acelerómetros e transdutores electrónicos [1].

A piezoelectricidade (ou efeito piezoelétrico) consiste genericamente no desenvolvimento de um potencial eléctrico por efeito da aplicação de uma tensão mecânica. Este efeito (fig. 1) foi descoberto em 1880 pelos irmãos Curie, Jacques e Pierre, e verifica-se em alguns cristais não condutores pertencentes a uma das 20 classes de simetria (grupos pontuais cristalográficos) sem centro de simetria.

É o caso da forma alfa do quartzo, a fase comum do mineral, que pertence a uma classe não centro-simétrica (classe 32) e cuja estrutura cristalina trigonal – descrita pelo grupo espacial (GE) $P3_121$ ou pelo GE enatiomorfo $P3_221$ – é constituída por um reticulado tridimensional de tetraedros $[Si^tO_4]$ que partilham vértices, formando cadeias ao longo do eixo ternário com translação integrada, 3_1 ou 3_2 , conforme o sentido de rotação (por convenção, é positiva a rotação no sentido levógiro).

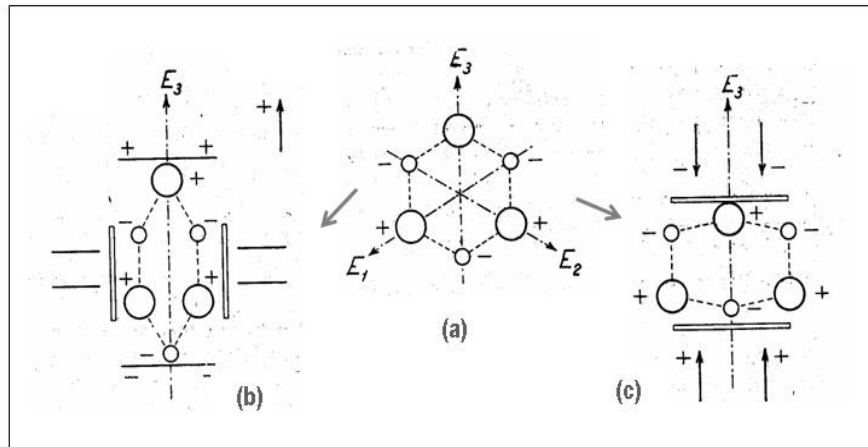


Fig. 1 – Esquema de um fragmento mono-cristalino de quartzo, cortado perpendicularmente ao eixo ternário (a), e geração de um potencial eléctrico por deformação elástica, mediante aplicação de uma tensão perpendicular a um eixo binário (b) ou ao longo deste eixo. Adaptado de Amorós [2], p.219.

Esta estrutura cristalina é estável da temperatura ambiente até 573° C, quando ocorre uma transição estrutural reversível para a forma beta, estável a alta temperatura. Embora seja descrita por um grupo espacial também polar e sem centro de simetria ($P6_222$ ou $P6_422$), esta forma estrutural não apresenta piezoelectricidade.

O desenvolvimento da análise tensorial das propriedades físicas dos cristais – condensada na obra de Woldemar Voigt publicada em 1910, *Lerbuch der Kristallphysik* [3] – foi um marco teórico fundamental no desenvolvimento e exploração tecnológica das propriedades físicas dos materiais cristalinos e dos cristais isolados (como é o caso frequente do quartzo). Mas a mais-valia estratégica dos cristais naturais de quartzo só se afirmou claramente com a sua aplicação em sonares durante a Segunda Guerra Mundial, na sequência do desenvolvimento de um

detector ultrasónico submarino por Paul Langevin e colaboradores em 1917. Entretanto, outros materiais piezoeléctricos de capacidade acrescida foram surgindo, nomeadamente no âmbito dos materiais cerâmicos.

Quartzo para aplicações ópto-electrónicas

Cristais de quartzo oriundos de pegmatitos foram inicialmente muito utilizados em numerosas e diversificadas aplicações tecnológicas mas no final da década de sessenta foram ultrapassados pelos cristais sintéticos. Quartzo com um teor em impurezas inferior a 50 ppm (“high-purity quartz”, HPQ) é hoje a matéria-prima para a síntese de cristais de qualidade electrónica produzidos principalmente no Japão, China, Rússia e Estados Unidos, país que utilizou originalmente (e até à década de sessenta) cristais naturais oriundos do Brasil e do Arkansas. Os fragmentos de quartzo proveniente de pegmatitos graníticos recebiam então a designação portuguesa de “lascas”, que ainda hoje se conserva internacionalmente.

A relevância industrial dos cristais sintéticos de quartzo nos países produtores é tal que existe no Japão uma associação especificamente vocacionada para esse objectivo - "Quartz Crystal Industry Association of Japan", QIAJ.

Como é sabido, os cristais naturais de quartzo apresentam diversos defeitos: maclagem, impurezas químicas (quer substitucionais, quer de inserção) e inclusões (tanto sólidas, como fluidas). A interacção entre as impurezas é incrementada por irradiação [4,5], um fenómeno de ocorrência natural relacionado com o quartzo fumado em pegmatitos graníticos associados a mineralizações de urânio.

Contudo, uns e outros cristais de quartzo – naturais e sintéticos – enfermam de uma fragilidade que diminui a sua qualidade tecnológica, aferida através do chamado “factor de qualidade” (abreviadamente designado por Q): impurezas químicas, designadamente o alumínio (em

substituição do silício, ainda que limitada), os álcalis (iões monovalentes de sódio e de lítio, alojados intersticialmente ao longo das cadeias tetraédricas em teores vestigiais) e o hidrogénio, ligado ao anião oxigénio para compensação de valências catiónicas.

Perspectivas de aplicabilidade do quartzo de pegmatitos graníticos

São limitados os recursos mundiais em quartzo natural passível de aplicação directa em opto-electrónica mas a procura de cristais sintéticos tenderá a crescer [6], aumentando assim a valia comercial de lascas de cristais de quartzo naturais com características químicas e estruturais adequadas para a síntese ou produção dos correspondentes cristais industriais. Esta tendência constitui um desafio e configura perspectivas interessantes e promissoras para a exploração do quartzo do nosso país, dada a riqueza natural em pegmatitos graníticos.

Referências bibliográficas

- [1] H. GUSTAV (2002) *Piezoelectric Sensorics*. Springer, ISBN 3-540-42259-5.
- [2] J.L. AMORÓS (1958) *Cristalofísica*. Edt. Aguilar (Madrid), 233 pp.
- [3] W. VOIGT (1910) *Lerbuch der Kristallphysik*. Leipzig: B.G. Teubner.
- [4] R.B. LARSEN, M. POLVÉ, G. JUVE (2002) Granite pegmatite quartz from Evje-lveland: trace element chemistry and implications for the formation of high-purity quartz. *Norges Geol.Undersokelse Bulletin* 436, 57-65.
- [5] H. BABADUR, H. TISSOUX, T. USAMI, S. TOYODA (2008) Radiation effects in natural quart crystals. *J. Materials Sci.: Mater. Electronics* 19, 709-713.
- [6] U.S. Geological Survey (2011) Mineral Commodity Summaries 2011: USGS, 198 pp. Quartz crystal (industrial), p.126-127.