

ELBAÍTA AZUL DE QUALIDADE GEMOLÓGICA DO PEGMATITO ALTO SERRA BRANCA, PEDRA LAVRADA, PARAÍBA

Dwight Rodrigues Soares¹
Ana Cláudia Mousinho Ferreira¹
Hartmut Beurlen²
José Aderaldo de Medeiros Ferreira³
Ranjana Yadav²
Ivanise Souto Maior¹

¹ IFPB, Campus Campina Grande – dwightsoares@yahoo.com.br

² UFPE, Departamento de Geologia

³ Mineração e Consultoria F&T Ltda.

RESUMO

A elbaíta gemológica do pegmatito Alto Serra Branca, estudada neste trabalho, mostra cor azul “safira”. Análise por microsonda eletrônica de três fragmentos da elbaíta azul (vinte pontos analisados) mostra deficiência em Si, baixa vacância no sítio X e conteúdo desprezível de Cu. A composição estequiométrica média, calculada para 31 Oxigênios pode ser dada por ${}^X(\text{Na}_{0,85}\text{Ca}_{0,02}\text{K}_{0,006-0,12}){}^Y(\text{Al}_{1,19}\text{Li}_{0,97}\text{Fe}_{0,71}\text{Mn}_{0,11}\text{Zn}_{0,02}\text{Ti}_{0,003}\text{Mg}_{0,002}\text{Cu}_{0,001}){}^Z\text{Al}_{6,00}{}^T(\text{Si}_{5,87}\text{Al}_{0,3}){}^B\text{B}_{3,00}{}^W(\text{OH}_{3,44}\text{F}_{0,56})$. A elbaíta, variedade flúor-elbaíta, tem dureza entre 7 e 7,5, fratura conchoidal e densidade média 3,12 g/cm³. As propriedades ópticas dessas turmalinas mostram índice de refração variando entre $n = 1,620$, e $\omega = 1,640$ com birrefringência de 0,020 e uniaxial negativo. As amostras se mostraram inertes à luz ultravioleta de onda curta. Esses resultados são usuais para turmalinas dessa cor.

Palavras chave: elbaíta gemológica, pegmatito Alto Serra Branca, Província Pegmatítica da Borborema

ABSTRACT

The gemologic elbaïtes from the Alto Serra Branca pegmatite, studied in this paper, show sapphire blue color. Electron microprobe analysis of 3 fragments of “sapphire” blue elbaïte (20 points analyzed) shows low Si deficiency, low X-site vacancy and negligible Cu contents. The average stoichiometric composition, calculated for 31 Oxygens is: ${}^X(\text{Na}_{0,85}\text{Ca}_{0,02}\text{K}_{0,006-0,12}){}^Y(\text{Al}_{1,19}\text{Li}_{0,97}\text{Fe}_{0,71}\text{Mn}_{0,11}\text{Zn}_{0,02}\text{Ti}_{0,003}\text{Mg}_{0,002}\text{Cu}_{0,001}){}^Z\text{Al}_{6,00}{}^T(\text{Si}_{5,87}\text{Al}_{0,3}){}^B\text{B}_{3,00}{}^W(\text{OH}_{3,44}\text{F}_{0,56})$. The elbaïte is brittle, with hardness between 7 and 7.5, conchoidal fracture and $d = 3.12 \text{ g/cm}^3$. The optical properties of these elbaïtes show refractive index in range of 1.620 to 1.640, with birrefringence of 0.020 and uniaxial negative. The samples were inert to short-wave UV radiation. These results are usual for tourmalines of these colors.

Keywords: gemologic elbaïte, Alto Serra Branca pegmatite, Borborema Pegmatite Province

INTRODUÇÃO

Turmalinas de qualidade gemológica normalmente estão hospedadas em pegmatitos de elementos raros da família LCT (enriquecidos em Li, Cs e Ta), conforme a literatura internacional. Na Província Pegmatítica da Borborema (PPB), pegmatitos pouco fracionados produzem apenas turmalinas negras (schorlita, dravita). Na PPB distinguem-se dois tipos de elbaítas: as “comuns” que ocorrem em pegmatitos medianamente fracionados e as “turmalinas Paraíba” que, conforme Beurlen *et al.* (2011), ocorrem em pegmatitos altamente fracionados, ricos em espodumênio e lepidolita, encaixados em rochas Neoproterozóicas (quartzitos e metaconglomerados) da Formação Equador.

O pegmatito Serra Branca (ou Alto Serra Branca) é conhecido desde a II Guerra Mundial e trabalhado esporadicamente para a extração de berilo, columbita/tantalita, feldspatos, fosfatos de qualidade gemológica e, com ocasional produção de cassiterita.

Diversos trabalhos abordando a mineralogia/geologia do pegmatito Alto Serra Branca têm sido produzidos ao longo dos anos (Almeida *et al.*, 1944; Farias & Rodrigues da Silva, 1986; Wegner *et al.* 1998, 2002; Witzke *et al.*, 2000).

No pegmatito Serra Branca ocorre elbaíta de cores diversas (verde, rósea, azul claro leitoso e outras), muitas delas zonadas, além de outros minerais gemológicos como triplita e triflita, ambos nas porções mais interiores do corpo. A turmalina aqui estudada pioneiramente é uma elbaíta de cor azul “safira”, não zonada, ocorrendo sob a forma de cristais euédricos, com estrias características, associada principalmente a albita e quartzo, em bolsões.

METODOLOGIA

A análise da composição química foi realizada com microsonda eletrônica em 3 fragmentos de elbaíta azul “safira”, totalizando 20 pontos. A microsonda eletrônica usada para as análises foi JEOL, modelo JXA – 8600 do Laboratório de Microsonda Eletrônica do Instituto de Geociências da USP. As condições operacionais utilizadas foram: diâmetro do feixe de 2 µm, corrente de 15 nA, tensão de aceleração de 20 kv, utilizando-se cristais analisadores TAP, PET, LIF e os seguintes padrões internos: wollastonita (Si-Kα, Ca-Kα), TiO₂ (Ti-Kα), anortita (Al-Kα), olivina (Fe-Kα), espessartita (Mn-Kα), diopsídio (Mg-Kα), microclina (K-Kα), albita (Na-Kα), ZnO (Zn-Kα), fluorita (F-Kα), CuO (Cu-Kα). Utilizou-se o programa PROZA para a correção ZAF.

A fórmula estrutural da turmalina foi calculada para 31 ânions, assumindo-se $B3^{+} = 3 \text{ apfu}$; $Li = 15 - (Y + Z + T) \text{ apfu}$ e todo Fe sendo considerado como Fe²⁺, calculado usando planilha Excel adquirida no site <http://www.open.ac.uk/earth-research/tindle/>, incluindo-se nesta planilha o CuO no site Y da fórmula.

Os estudos mineralógicos e gemológicos foram realizados no laboratório do Centro Gemológico do Nordeste, da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Nove amostras de turmalinas, oito brutas e uma lapidada, foram selecionadas para determinação de propriedades físicas e ópticas.

A dureza foi determinada com a Escala de Mohs e o peso específico com uma balança hidrostática Record, com carga máxima de 200 gramas e precisão de 0,01 g.

Para a amostra lapidada foram utilizados: polariscópio (modelo 416), da Gem Instruments Corporations, dicroscópio; refratômetro para sólidos (modelo GemLed), ambos do Gemological Institute of America (GIA); e, para as análises microscópicas foi utilizado microscópio gemológico do Gemological Institute of America (GIA) com aumento de até 24 x.

A observação da luminescência foi realizada a partir de equipamento de luz ultravioleta de onda curta (UV-254NM), da UPV, inc., California (115 volts, 60 Hertz, 116 Amps).

ASPECTOS GEOLÓGICOS

A Província Pegmatítica da Borborema (PPB), designação de Scorza (1944), insere-se em partes dos Estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, cobrindo uma área de 150 x 75 km, delimitada pelas coordenadas geográficas 5°30' e 7°15' de latitude S e 35°45' e 37°15' de longitude W, correspondendo à parte oriental da Faixa de Dobramentos Seridó (Figura 1).

A Faixa de Dobramentos Seridó é constituída de um embasamento gnáissico-granítico-migmatítico Paleoproterozóico

e uma seqüência supracrustal metavulcanossedimentar Neoproterozóica, conhecida por Grupo Seridó, que é constituída, da base para o topo, de:

- Formação Jucurutu - constituída de paragneisses quartzo feldspáticos com pouca biotita ± muscovita ± epidoto.
- Formação Equador - constituída basicamente por muscovita-quartzitos com fácies arcoseanas e metaconglomeráticas.
- Formação Seridó - é a unidade estratigráfica mais típica da região, constituída por uma seqüência pelítica (com granada-biotita xisto como litologia dominante), com variações para psamítica (muscovita-quartzitos intercalados na seqüência pelítica) e carbonática

É notável a presença de corpos graníticos em toda a Faixa Seridó, intrudindo-se em várias unidades estratigráficas, além de pegmatitos graníticos, alguns deles mineralizados principalmente em Be, Ta-Nb, Li, Sn. Muitos desses corpos pegmatíticos são portadores de turmalinas gemológicas, algumas delas de alto valor, como a famosa turmalina "Paraíba".

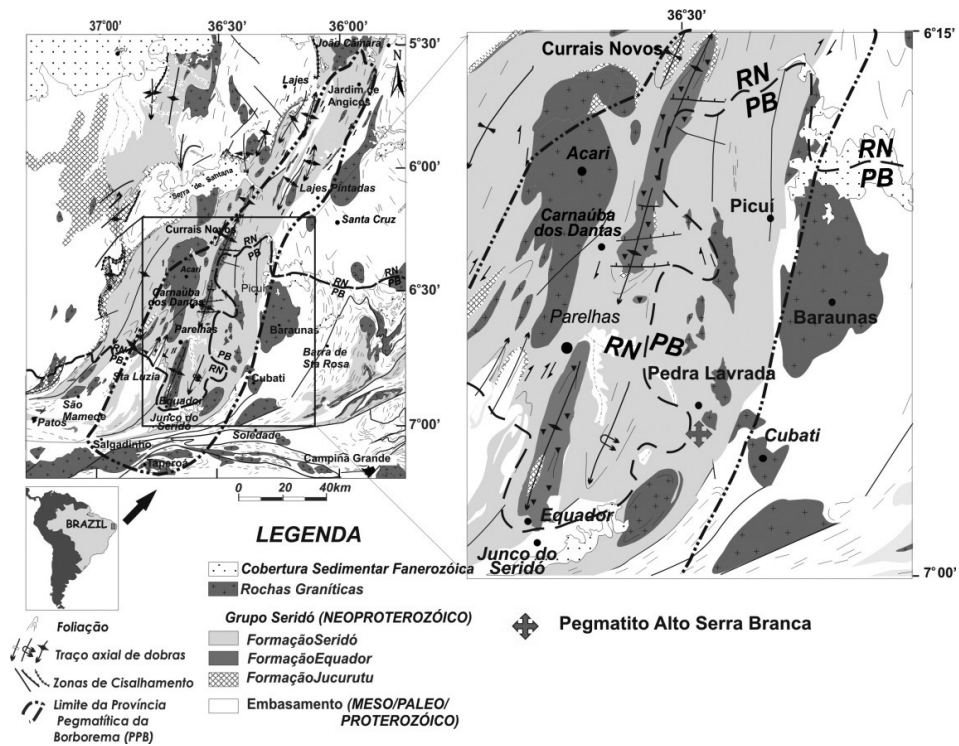


Figura 1 – Mapa geológico simplificado da Província Pegmatítica da Borborema (PPB), com localização do pegmatito Alto Serra Branca

PEGMATITO ALTO SERRA BRANCA

O pegmatito Alto Serra Branca situa-se a aproximadamente 10 km ao sul da cidade de Pedra Lavrada, estado da Paraíba, PPB. É um pegmatito granítico da família LCT (enriquecido em Li, Cs e Ta), mostrando enriquecimento em elementos raros (Ta-Nb, Li, Sn, P). Tem direção 80Az e mergulho subvertical, com dimensões aflorantes de 250 m de comprimento por 50 m de largura máxima, estando encaixado discordantemente em granada-biotita-xisto da Formação Seridó.

Seu zoneamento é constituído das seguintes unidades internas: zona de borda (K-feldspato, quartzo, muscovita); zona de parede (K-feldspato, quartzo, muscovita, turmalina negra); zona intermediária externa (K-feldspato, albita, turmalina negra), zona intermediária interna – zona de albita (albita, cassiterita, columbita/tantalita, turmalinas coloridas, fluoretos e

fosfatos diversos, entre eles a serrabranquita, descrita pioneiramente neste pegmatito); núcleo (quartzo de diversas cores, principalmente leitoso); pocket (quartzo azul – devido a inclusões aciculares de turmalina).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Análises de microsonda eletrônica da elbaíta gemológica azul mostram que a maioria dessas turmalinas podem ser classificadas, conforme Hawthorne & Henry (1999), como flúor-elbaíta ($F > 0,5\text{apfu}$), com F variando entre 0,41 e 0,83 apfu. Os resultados (Tabelas 1, 2 e 3) forneceram uma composição química média dada por ${}^X(\text{Na}_{0,85}\text{Ca}_{0,02}\text{K}_{0,006}\square_{0,12}){}^Y(\text{Al}_{1,19}\text{Li}_{0,97}\text{Fe}_{0,71}\text{Mn}_{0,11}\text{Zn}_{0,02}\text{Ti}_{0,003}\text{Mg}_{0,002}\text{Cu}_{0,001}){}^Z\text{Al}_{6,00}{}^T(\text{Si}_{5,87}\text{Al}_{0,3}){}^B\text{B}_{3,00}{}^W(\text{OH}_{3,44}\text{F}_{0,56})$. A variação composicional do sítio X pode ser expressa de acordo com a dominância de (Na+K), Ca ou vacância, conforme diagrama da Figura 2.

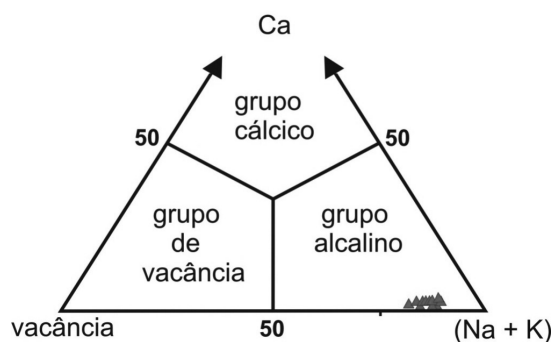


Figura 2 – Variação composicional da turmalina azul “safira” do pegmatito Alto Serra Branca, plotada no diagrama de classificação ternário dos componentes do sítio estrutural X, Ca-vacância-(Na+K).

As elbaítas do pegmatito Alto Serra Branca podem ser classificadas, a partir da posição estrutural X (Hawthorne & Henry, 1999), como pertencentes ao grupo alcalino, sendo a maioria delas flúor-elbaíta (${}^W\text{F} > 0,5\text{ apfu}$). Possuem baixa vacância

($\square$) na posição estrutural X (0,091 a 0,169) e uma reduzida deficiência de Si no sítio estrutural T. Também têm baixo conteúdo de Cu (no máximo 0,05 apfu), diferente, portanto, da turmalina “Paraíba”, de alto conteúdo de Cu.

Tabela 1 – Composição química do fragmento 1 da elbaíta azul “safira” do pegmatito Alto Serra Branca, calculada para 31 oxigênios.

Óxidos (%)	Grão Maior- 8 pontos								
	SB-001	SB-002	SB-003	SB-004	SB-005	SB-006	SB-007	SB-008	Média
SiO ₂	36,639	36,814	36,846	36,914	36,457	36,440	36,688	36,272	36,634
TiO ₂	0,000	0,000	0,059	0,000	0,024	0,130	0,035	0,047	0,037
Al ₂ O ₃	38,817	38,725	38,941	39,395	38,864	38,517	38,667	38,747	38,8 34
FeO	5,797	5,587	5,536	5,746	5,466	5,712	5,290	5,680	5,602
MnO	0,765	0,770	0,787	0,761	0,728	0,678	0,794	0,789	0,759
MgO	0,011	0,014	0,006	0,005	0,000	0,011	0,004	0,000	0,006
CaO	0,100	0,118	0,132	0,123	0,124	0,099	0,134	0,123	0,119
Na ₂ O	2,794	2,808	2,674	2,827	2,765	2,776	2,723	2,812	2,772
K ₂ O	0,005	0,022	0,011	0,015	0,023	0,019	0,026	0,049	0,021
ZnO	0,189	0,167	0,219	0,159	0,202	0,221	0,196	0,225	0,197
CuO	0,000	0,000	0,05 8	0,042	0,000	0,002	0,006	0,000	0,014
F	1,648	1,185	1,036	0,814	1,103	1,185	1,161	1,356	1,186
Li ₂ O calc	1,442	1,495	1,461	1,464	1,474	1,460	1,506	1,444	1,468
B ₂ O ₃ calc	10,873	10,884	10,911	10,988	10,839	10,814	10,844	10,818	10,871
H ₂ O calc	2,970	3,193	3,274	3,405	3,217	3,169	3,191	3,090	3,189
Soma	102,050	101,782	101,951	102,658	101,286	101,233	101,265	101,452	101,710
O=F	0,69	0,50	0,44	0,34	0,46	0,50	0,49	0,57	0,499
Total	101,356	101,283	101,515	102,315	100,822	100,734	100,776	100,881	101,210
apfu									
Na	0,866	0,869	0,826	0,867	0,860	0,865	0,846	0,876	0,859
Ca	0,017	0,020	0,023	0,021	0,021	0,017	0,023	0,021	0,020
K	0,001	0,004	0,002	0,000	0,005	0,00 4	0,005	0,010	0,004
Vac.	0,116	0,107	0,149	0,112	0,114	0,114	0,126	0,093	0,116
Total X	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Ti	0,000	0,000	0,007	0,000	0,003	0,016	0,004	0,006	0,005
Al	1,169	1,167	1,179	1,183	1,191	1,152	1,184	1,165	1,174
Li calc	0,927	0,960	0,936	0,930	0,950	0,943	0,970	0,932	0,944
Fe	0,775	0,746	0,737	0,760	0,733	0,768	0,709	0,763	0,749
Mn	0,104	0,104	0,106	0,102	0,099	0,092	0,108	0,107	0,103
Mg	0,003	0,003	0,001	0,001	0,000	0,003	0,001	0,000	0,002
Cu	0,000	0,000	0,007	0,005	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002
Zn	0,022	0,020	0,026	0,019	0,024	0,026	0,023	0,027	0,023
Total Y	3,000	3,000	2,999	3,000	3,000	3,000	3,000	3,00 0	3,000
Al	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Total Z	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Si	5,857	5,879	5,869	5,839	5,846	5,856	5,880	5,828	5,857
Al	0,143	0,121	0,131	0,161	0,154	0,144	0,120	0,172	0,143
Total T	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
B	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Total B	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
OH	3,167	3,402	3,478	3,593	3,441	3,398	3,412	3,311	3,400
F	0,833	0,598	0,522	0,407	0,559	0,602	0,588	0,689	0,600
Total W	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Tipo	F-elb	F-elb	F-elb	Elb	F-elb	F-elb	F-elb	F-elb	F-elb

Obs. Total W é na realidade total de W + V

Elb = Elbaíta

F-elb = Flúor-elbaíta

Tabela 2 – Composição química de fragmento 2 da elbaíta azul “safira” do pegmatito Serra Branca, calculada para 31 oxigênios.

Óxidos (%)	Grão Maior - 4 pontos				
	SB -009	SB -0010	SB -011	SB -012	Média
SiO ₂	35,915	35,969	35,863	36,096	35,961
TiO ₂	0,000	0,047	0,035	0,059	0,035
Al ₂ O ₃	38,266	38,201	37,968	37,987	38,106
FeO	4,879	4,665	4,908	4,264	4,679
MnO	0,710	0,772	0,752	0,808	0,761
MgO	0,000	0,023	0,000	0,000	0,006
CaO	0,136	0,131	0,130	0,095	0,123
Na ₂ O	2,732	2,649	2,755	2,641	2,694
K ₂ O	0,024	0,022	0,020	0,010	0,019
ZnO	0,129	0,184	0,120	0,132	0,141
CuO	0,012	0,000	0,000	0,000	0,003
F	0,898	1,011	1,010	0,875	0,949
Li ₂ O calc	1,522	1,521	1,527	1,580	1,538
B ₂ O ₃ calc	10,651	10,644	10,614	10,615	10,631
H ₂ O calc	3,249	3,193	3,183	3,248	3,218
Soma	99,123	99,03 2	98,885	98,410	98,863
O=F	0,38	0,43	0,43	0,37	0,399
Total	98,745	98,606	98,460	98,042	98,463
apfu					
Na	0,864	0,839	0,875	0,838	0,854
Ca	0,024	0,023	0,023	0,017	0,022
K	0,005	0,005	0,004	0,002	0,004
Vac.	0,107	0,133	0,098	0,1 43	0,120
Total X	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Ti	0,000	0,006	0,004	0,007	0,004
Al	1,220	1,224	1,200	1,241	1,221
Li calc	0,999	0,998	1,005	1,040	1,011
Fe	0,666	0,637	0,672	0,584	0,640
Mn	0,098	0,107	0,104	0,112	0,105
Mg	0,000	0,006	0,000	0,000	0,002
Cu	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Zn	0,016	0,022	0,015	0,016	0,017
Total Y	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Al	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Total Z	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Si	5,861	5, 873	5,872	5,910	5,879
Al	0,139	0,127	0,128	0,090	0,121
Total T	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
B	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Total B	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
OH	3,537	3,478	3,477	3,547	3,510
F	0,463	0,522	0,523	0, 453	0,490
Total W	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Tipo	Elb	F-elb	F-elb	Elb	Elb

Tabela 3 – Composição química de fragmento 3 da elbaíta azul “safira” do pegmatito Serra Branca, calculada para 31 oxigênios.

Óxidos (%)	Grão Menor 8 pontos								
	SB-013	SB-014	SB-015	SB-016	SB-017	SB-018	SB-019	SB-020	Média
SiO ₂	37,107	36,838	36,929	36,169	36,563	36,666	36,505	36,027	36,601
TiO ₂	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,071	0,000	0,035	0,015
Al ₂ O ₃	39,038	38,501	38,921	38,246	38,492	38,758	38,943	38,197	38,637
FeO	4,860	5,629	5,587	5,359	5,151	5,308	5,397	5,176	5,308
MnO	0,772	0,815	0,815	0,767	0,815	0,798	0,802	0,876	0,808
MgO	0,026	0,011	0,012	0,015	0,017	0,010	0,000	0,006	0,012
CaO	0,099	0,126	0,145	0,130	0,110	0,096	0,133	0,110	0,119
Na ₂ O	2,615	2,761	2,851	2,713	2,659	2,776	2,684	2,711	2,721
K ₂ O	0,036	0,042	0,030	0,023	0,040	0,074	0,045	0,026	0,040
ZnO	0,172	0,175	0,211	0,161	0,184	0,179	0,151	0,157	0,174
CuO	0,038	0,022	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,008
F	0,984	0,952	1,294	1,102	1,156	1,186	0,952	0,952	1,072
Li ₂ O calc	1,543	1,487	1,505	1,470	1,495	1,511	1,466	1,468	1,493
B ₂ O ₃ calc	10,919	10,863	10,937	10,709	10,787	10,861	10,845	10,68	10,825
H ₂ O calc	3,301	3,297	3,160	3,173	3,174	3,185	3,291	3,233	3,227
Soma	101,522	101,519	102,397	100,037	100,644	101,479	101,214	99,654	101,058
O=F	0,41	0,40	0,54	0,46	0,49	0,50	0,40	0,40	0,45
Total	101,108	101,118	101,852	99,573	100,157	100,980	100,813	99,253	100,607
apfu									
Na	0,807	0,856	0,878	0,854	0,831	0,861	0,834	0,855	0,847
Ca	0,017	0,022	0,025	0,023	0,019	0,016	0,023	0,019	0,021
K	0,007	0,009	0,006	0,005	0,008	0,015	0,009	0,005	0,008
Vac.	0,169	0,113	0,091	0,118	0,142	0,108	0,134	0,121	0,125
Total X	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Ti	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,004	0,002
Al	1,230	1,154	1,159	1,185	1,200	1,178	1,205	1,190	1,188
Li calc	0,987	0,956	0,961	0,959	0,968	0,972	0,945	0,961	0,964
Fe	0,647	0,753	0,743	0,727	0,694	0,710	0,723	0,704	0,713
Mn	0,104	0,110	0,110	0,105	0,111	0,108	0,109	0,121	0,110
Mg	0,006	0,003	0,003	0,004	0,004	0,002	0,000	0,001	0,003
Cu	0,005	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Zn	0,020	0,021	0,025	0,019	0,022	0,021	0,018	0,019	0,021
Total Y	3,000	3,000	3,001	2,999	2,999	3,000	3,000	3,000	3,000
Al	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Total Z	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Si	5,906	5,894	5,869	5,870	5,891	5,868	5,850	5,863	5,876
Al	0,094	0,106	0,131	0,130	0,109	0,132	0,150	0,137	0,124
Total T	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
B	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Total B	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
OH	3,505	3,518	3,350	3,434	3,411	3,400	3,518	3,510	3,456
F	0,495	0,482	0,650	0,566	0,589	0,600	0,482	0,490	0,544
Total W	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Tipo	Elb	Elb	F-elb	F-elb	F-elb	F-elb	Elb	Elb	F-elb

MINERALOGIA/GEMOLOGIA

As turmalinas azuis do Alto Serra Branca apresentam-se em cristais bem formados, trigonais, prismáticos, com faces arredondadas e estrias paralelas ao eixo *c*, muitos deles transparentes (Fig. 3). Normalmente apresentam fissuras normais ao eixo *c*, algumas vezes preenchidas por albita.



Figura 3 – Turmalina azul “safira”, transparente, com 75 x 17 mm, pesando 36 gramas.

Nesse pegmatito, além da cor azul, ocorrem elbaítas nas cores verde, azul esverdeada e rósea. Todas as amostras de elbaíta estudadas mostram boa cor de topo; podem também ocorrer formando belíssimas drusas em forma de agregados radiais (Fig. 4), geralmente nas porções centrais do pegmatito, associadas principalmente a albita e quartzo, em bolsões.

As turmalinas gemas estudadas têm cor variando entre azul “safira” e azul mais claro e são transparentes (Fig. 5). Têm brilho vítreo, dureza relativa entre 7 e 7,5 na escala de Mohs, ausência de clivagem e fratura conchoidal. A densidade das turmalinas foi medida em três amostras azuis brutas, transparentes, com pesos variando entre aproximadamente 3,8 e 8,4 gramas. A densidade média é de 3,12g/cm³, tendo sido determinada através de balança hidrostática.



Figura 4 – Drusa de cristais de turmalina elbaíta bicolor rosa e azul clara do Pegmatito Alto Serra Branca (dimensão máxima de aproximadamente 20 cm)

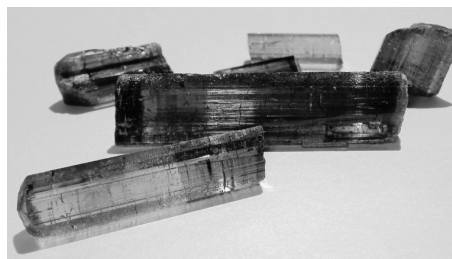


Figura 5 – Elbaítas gemológicas azuis do pegmatito Alto Serra Branca, a maior com dimensões de 60 x 17 mm.

Para as análises gemológicas, realizadas no Laboratório Gemológico da Universidade Federal de Campina Grande-PB (UFCG), foi selecionada uma gema lapidada de excelente qualidade, cor azul safira (Fig. 6), medindo (15 x 8) mm, e pesando 6,8 quilates. Foram realizadas 6 medições do índice de refração, com valores variando entre $n_x = 1,620$, e $n_z = 1,640$. Apresenta caráter óptico uniaxial negativo e birrefringência de 0,020. As amostras se mostraram inertes à luz ultravioleta. Esses resultados encontrados são usuais para turmalinas gemológicas dessa cor.

A observação polariscópica dessa mesma gema mostra o anisotropismo típico da espécie, apresentando forte pleocroísmo nas cores azul escuro e azul esverdeado claro.

Ao microscópico gemológico a elbaíta lapidada (Fig. 6) revelou poucas inclusões, mostrando tratar-se de uma gema de excelente qualidade gemológica. Observaram-se minúsculas inclusões fluidas bifásicas; inclusões líquidas do tipo “impressão digital” e fraturas de cristalização, constituídas de pequenos cristais incolores de baixo relevo, todas epigenéticas; inclusão singenética isolada de um mineral com aparência metálica, de hábito tabular, de tonalidade escura, além de micro fraturas tensionais ou mecânicas. Na observação microscópica em cristais brutos foram observadas também que algumas dessas fraturas estavam preenchidas com óxido de ferro.

A cor das elbaítas está relacionada à presença de elementos cromóforos como Fe, Mn, Ti e Cu em diferentes estados de valência, transferência de carga e intensivas substituições químicas, incorporadas principalmente ao sítio estrutural Y. De acordo com Barreto *et al.* (2011) a cor azul dessas elbaítas da PPB é provavelmente devido a teores baixos de Cu e elevados de Fe, além de transferência de carga.



Figura 6 – Turmalina lapidada azul “safira” com 6,8 quilates e medindo 15 x 8 mm.

CONCLUSÕES

As turmalinas gemológicas azuis do pegmatito alto Serra Branca, caracterizadas quimicamente como elbaíta, da variedade fluor-elbaíta (conforme Darrell *et al.* 2011), possuem composição química média dada por ${}^x(\text{Na}_{0,85}\text{Ca}_{0,02}\text{K}_{0,006}\square_{0,12}){}^y(\text{Al}_{1,19}\text{Li}_{0,97}\text{Fe}_{0,71}\text{Mn}_{0,11}\text{Zn}_{0,02}\text{Ti}_{0,003}\text{Mg}_{0,002}\text{Cu}_{0,001}){}^z\text{Al}_{6,00}{}^t(\text{Si}_{5,87}\text{Al}_{0,3}){}^b\text{B}_{3,00}{}^w(\text{OH}_{3,44}\text{F}_{0,56})$. Os resultados químicos, bem como suas propriedades físicas e ópticas são usuais para turmalinas dessa cor.

O aproveitamento gemológico desta turmalina deve-se principalmente a propriedades como transparência, cor azul “safira” (muito atraente), boa cor de topo, poucas inclusões. Como são praticamente destituídas de inclusões, essas gemas poderão ser submetidas a tratamento térmico, visando melhorar sua cor, principalmente aquelas de tonalidades mais escuras.

Agradecimentos

Esse trabalho foi possível devido a bolsa pesquisador fornecida pelo IFPB (Edital nº01/2010). Também ficamos gratos a Marcos Mansueto do Laboratório de Microsonda Eletrônica do IG/USP pelo suporte técnico. Os autores também agradecem aos comentários e sugestões dos revisores.

Referências

- Almeida, S.C., Johnston Jr., W.D., Leonardos, O.H., Scorza, E.P. 1944. The beryl-tantalite-cassiterite pegmatites of Paraíba and Rio Grande do Norte, northeastern Brazil. *Economic Geology*, 39:206-233.
- Barreto, S.B., Čobic', A., Gobac, Ž.Ž., Bermanec, V., Kniewald, G. 2011. Chemical Characterization and chromophore elements in elbaïtes from Borborema Province, Brazil. *Asociación Geológica Argentina, Série D, Publicación Especial*, 14:41-44.
- Beurlen, H., Moura, O.J.M., Soares, D.R., Da Silva, M.R.R., Rhede, D. 2011. Geochemical and geological controls on the Genesis of gem-quality "Paraíba tourmaline" in granitic pegmatites from Northeastern Brazil. *The Canadian Mineralogist*, 49:277-300.
- Darrel, J.H., Nývák, M., Hawthorne, F.C., Ertl, A., Dutrow, B., Uher, P., Pezzotta. 2011. Nomenclature of the tourmaline-supergroup minerals. *The American Mineralogist*, 96:895-913.
- Farias, M.C.A., Rodrigues da Silva, R. 1986. Fosfatos minerais do pegmatito Alto Serra Branca, Pedra Lavrada – PB. XXXIV Congresso Brasileiro de Geologia (Boletim 1, Resumos e Breves Comunicações). Goiânia, p.177.
- Hawthorne, F.C., Henry, D.J. 1999. Classification of the minerals of the tourmaline group. *Eur. J. Mineral.*, 11:201-215.
- Scorza, E.P. 1944. *Província Pegmatítica da Borborema. DNPM/DGM (Boletim 112)*. Rio de Janeiro, 55p.
- Wegner, R.R., Oliveira, M.L., Schuckmann, W., Karfunkel, J., Chaves, M.L.S.C. 1998. Paragêneses mineralógicas singulares no pegmatito Alto Serra Branca, Santo Antônio do Seridó, Paraíba. *XL Congresso Brasileiro de Geologia*, Belo Horizonte, p.294.
- Wegner, R.R., De Brito, A.R., Pöhlmann, H. 2002. Eine ungewöhnliche fluorid-paragenese von pegmatit Serra Branca unweit Pedra Lavrada, Paraíba Brasilien. *Aufschluss*, 53:159-165.
- Witzke, T., Wegner, R.R., Doering, T., Pöhlmann, H. & Schuckmann, W. 2000. Serrabrançaíta, $MnPO_4 \cdot H_2O$, a new mineral from the Alto Serra Branca pegmatite, Pedra Lavrada, Paraíba, Brazil. *The American Mineralogist*, 85:847-849.