

AMBIENTAÇÃO GEOLÓGICA E CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE GRANITOS COMERCIAIS LAVRADOS NO ESPÍRITO SANTO

Hieres Vettorazzi da Silva

Aluno de Graduação de Geologia, 7º período, UFES
Período PIBIC/CETEM : julho de 2011 a julho de 2012
hvettorazzi@gmail.com

Núria Fernández Castro

Orientadora, Eng. de Minas, M.Sc.
ncastro@cetem.gov.br

1. INTRODUÇÃO

O setor produtivo de rochas ornamentais pode obter maior controle sobre suas operações a partir da compreensão das características petrográficas. Vettorazzi e outros (2012) correlacionam características petrográficas com as tecnológicas das rochas e mostram que a composição mineralógica e as características texturais e microestruturais são fatores determinantes ante os esforços mecânicos de abrasão e compressão aos quais as rochas são submetidas durante sua produção. Essas características petrográficas dependem principalmente do ambiente geológico que, no caso do Espírito Santo, apresenta uma evolução geotectônica complexa.

2. OBJETIVOS

Mapeamento das lavras de jazidas de rochas ornamentais e correlação dos estágios deformacionais do contexto geológico regional com características tecnológicas dos granitos comercialmente mais importantes do setor produtivo.

3. METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica sistemática da geologia regional. Também foram levantados dados de caracterização tecnológica e petrográfica no banco de dados de caracterização tecnológica do CETEM/NUCI e em trabalhos anteriores. Foram elaborados mapas de lavras, de representações litológicas das rochas do Estado e de lineamentos estruturais, em *software* ArcGIS © utilizando dados vetoriais GEOBASES e imagens do mosaico de Ortofotos estadual do IEMA-ES (Instituto Estadual de Meio Ambiente do Espírito Santo); dados do banco Geodiversidade da CPRM (Serviço Geológico Brasileiro), imagens LANDSAT ETM+, CBERS 2B CCD, e SRTM do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), disponíveis livremente em seus sítios eletrônicos. Foi estudada a correlação de petrogênese de granitos comerciais do Estado com características tecnológicas e foram realizadas visitas de campo para o reconhecimento de aspectos físicos dos maciços.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Estado do Espírito Santo é conhecido mundialmente pela grande produção de granitos comerciais. Constituindo o arcabouço litológico regional, ocorrem as rochas metamórficas de alto grau dos Complexos Paraíba do sul e Nova Venécia de idades arqueanas a paleoproterozóicas (2100-1500 Ma) representantes do embasamento cristalino com protólitos para e ortoderivados (NOCE *et al.*, 2007). Um exemplo é o “granito” Preto Indiano com estrutura foliada de alternância paleossômica, leucossômica e melanossômica levemente dobrada e de diferentes intensidades de gnaissificação (SILVEIRA, 2007). O aspecto estrutural caótico da rocha pode gerar planos preferenciais de migração da tensão, como mostra a alta dispersão dos resultados de resistência à Compressão Uniaxial ($87,24 \pm 14,06$ Mpa).

Posteriormente, granitóides cristalizaram-se durante a granitogênese brasileira (620-480 Ma), definida como Orógeno Araçuai. Pedrosa Soares & de Campos (2000 *apud* Pedrosa-Soares *et al.* 2007), classificaram as rochas desse evento em cinco estágios evolutivos, nomeando-as, sequencialmente, de G1 a G5. Alckmin e outros (2006) elaboraram um modelo representativo dos domínios estruturais de todo o Orógeno Araçuai-Congo Ocidental subdividindo-os, com base em uma análise cinemática regional. O domínio no qual estão dispostos os granitóides capixabas encontra-se em uma zona interna de alto grau metamórfico. Nesse domínio tectônico ocorre a distinção entre dois subdomínios: Um mais ao norte, marcado por uma zona de magmatismo anatótico (Suites G2 e G3) com grandes batólitos e *trend* regional da foliação para N-S e o outro subdomínio, no sul, que apresenta zonas de cisalhamento destrais transpressivas, rochas de fácies granulito, mármore e plutons com núcleos máficos pós-colisionais, com *trend* regional para NNE, proveniente da Faixa Ribeira mais ao sul (DE CAMPOS *et al.*, 2002).

Durante primeiro estágio de subducção, pré-colisional, houve a geração de granitos com composição granítica a granodiorítica (> % SiO₂ - ensialica), pela fusão da crosta oceânica subductante e contaminação por parte da crosta continental. A Suíte G1 (magmatismo Tipo – I; 630 – 585 Ma), é constituída basicamente por tonalitos, granodioritos e granitos mesocráticos (acinzentados), com textura fina a média e raros fenocristais, com frequente presença de enclaves microgranulares centimétricos a métricos (enclaves). Ocorre comumente textura protomilonítica, com recristalização generalizada do quartzo e parcial dos feldspatos (NALINI JR *et al.*, 2005). Como representante dessas rochas o monzogranito cinza Prata Imperial, apresenta composição calcio-alcálica granítica com foliação incipiente e granulação fina. A caracterização apresenta valores médios de resistência à compressão (Tabela-1), onde a presença de microestruturas de recristalização metamórfica dos cristais de quartzo, favoreceria a diminuição da resistência da rocha (VETTORAZZI *et al.*, 2012). Aglomerados de minerais como biotita, hornblenda e granada gerados pelo processo de granulitização comum nas rochas das suites G1 podem acarretar problemas de alterabilidade.

No estágio seguinte, sin-colisional, ocorrem os gnaisses e migmatitos da Suíte Granítica G2 Carlos Chagas (granitos Tipo – S), no noroeste do Estado, de composição rica em k-feldspato com megacristais de até 4 cm estirados em textura protomilonítica por conta de movimentos estruturais cisalhantes seguindo o *trend* da foliação regional (RONCATO JR., 2009).

Tabela 1- Representação dos “Granitos Comerciais” lavrados no Espírito Santo e o pegmatito *White Spring* da Região Nordeste de Minas Gerais.

Nome Comercial	Classificação Petrográfica	Textura	Unidade Estratigráfica	Compressão Uniaxial (MPa)
Preto Indiano	Cordierita Sillimanita Migmatito	Migmatítica Metamórfica/Ígnea	Complexo Paraíba do Sul Paleoproterozóico	87,24
Prata Imperial	Biotita Gnaiss	Textura Metamórfica	G1 – Pré - Colisional	127,70
Amarelo St ^a Cecília	Sillimanita Granada Biotita ProtoMilonito	Textura metamórfica protomilonítica	G2 – Sin-colisional	103,30
Verde Butterfly	Quartzo Mangerito	Textura metamórfica Granoblástica	G2 – Sin-Colisional	101,20
Branco Dallas	Sillimanita Granada Sienogranito	Metamórfica Incipiente ou ígnea	G3 – Tardi-Colisional	163,60
White Spring	Granada Granodiorito	Ígnea pegmatítica	G4 – Tardi-Colisional	155,32
Preto São Gabriel	Quartzo Norito	Ígnea	G5 – Pós-colisional	75,30

Estas rochas apresentam cordierita e sillimanita e maior concentração de granadas porfiroclásticas ou aglomeradas em restitos de fusão anatótica de até 3 cm, e sericitização intensa do k-feldspato, cloritização de biotita e outros por processos de recristalização retrometamórfica. As rochas desta suíte são as mais representativas litologicamente no Estado, fazendo do noroeste do estado o maior polo produtor do Espírito Santo. A textura

protomilonítica de estado microfissural intenso do monzogranito comercialmente chamado de Amarelo St^a Cecília, representante deste estágio, pode ser responsável por sua baixa resistência à compressão uniaxial (103,3 Mpa), se comparado com as outras estudadas.

Os leucogranitos representam as rochas das suítes G3, estágio tardi-colisional, com altíssimo conteúdo de minerais félsicos, cristalizados na forma de vênulas, diques e bolsões encaixados nos granitóides sincolisionais G2. Estas rochas são produtos de fusão anatética autóctone e cristalizadas em pressão decrescente por volta de 540 – 530 Ma (RONCATO JR., 2009). Devido a esta ambientação tectônica estas rochas apresentam microestruturas metamórficas incipientes, correlatas ao estágio Tardi-Colisional com diminuição do *stress* deformacional. O granito comercial Branco Dallas, que apresenta alta resistência à compressão (163,6MPa) é um exemplo desse grupo de rochas.

Granitóides da Supersuíte G4 não afloram no estado do Espírito Santo e são gerados simultaneamente ou posteriormente as rochas das Suítes G3. São granitos pegmatíticos hidratados, ricos em turmalina e minerais ricos em lítio (PEDROSA-SOARES *et al.*, 2007) cristalizados em níveis crustais mais rasos por volta de 535-500 Ma. Apresentam extensão espacial considerável, sendo fonte para grandes jazidas de rochas ornamentais e depósitos de caulim no extremo leste do Estado de Minas Gerais.

No estágio pós-colisional do Orógeno (530 – 480 Ma) foram gerados plútons dos Complexos intrusivos G5 que, geralmente, apresentam magmatismo charnokítico precoce (granitos verdes da região de Baixo Guandú) e bimodal posterior da região, marcado pela intrusão de mais de 20 complexos ígneos com fácies noríticas a graníticas concêntricas (Tipo – I e A2), conforme de Campos e outros (2002). O “Granito comercial” Preto São Gabriel é um representante destes complexos intrusivos, que são rochas com textura ígnea preservada, alojados preferencialmente em zonas de dobramentos e cisalhamento. Porém a baixa resistência (75,30 MPa) apresentada por esta rocha não pode ser comparada com a de outros granitóides, pois sua menor concentração de SiO₂ e maior de minerais máficos com boa clivagem como hiperstênio, augita, hornblenda e biotita seriam determinantes na redução de sua resistência mecânica.

É possível estabelecer que, no Estado do Espírito Santo, a produção de rochas ornamentais se concentra em quatro polos principais, sendo dois destes na região noroeste do estado, representados pelas Suítes G2 e G3 (Carlos Chagas e Ataléia), principais fontes de granitóides de coloração amarela e branca. Na região central do estado ocorre a lavra de um grande número de suítes intrusivas G5, análogas ao Complexo Intrusivo Aimorés, que responde pelos granitos verdes e pretos. Na região sul, os empreendimentos mineiros concentram-se, principalmente, na região de Cachoeiro de Itapemirim, onde são lavrados os mármore e migmatitos do Complexo Paraíba do Sul. Lavras de granitóides dos estágios orogênicos G1 (Cinza Castelo, Cinza Andorinha) e G5 de textura ígnea como são os maciços Santa Angélica e Forno Grande (Preto Santa Angélica, Cinza Corumbá) ocorrem mais esparsas, sem mostrar uma forte concentração de mineradoras (Fig. 1). Os corpos G1, G3 e G4 caracterizam-se pela grande homogeneidade dos maciços, sendo um atrativo para lavras visando o mercado ornamental. Já os corpos das Suítes G2 e G5 apresentam grande variabilidade textural, por conta de processos de migmatização em maciços G2 e de mistura de magmas na G5 (DE CAMPOS *et al.*, 2002).

5 AGRADECIMENTOS

Agradeço ao IEMA-ES e aos Geólogos Ricardo Gallart e Valter Salino da CPRM pelo auxílio neste trabalho, à Professora Cristina de Campos, ao Pesquisador e amigo Leonardo Luiz Lyrio da Silveira, pelas orientações em conversas informais, e à minha Orientadora Eng. de Minas Núria Fernández Castro pelo empenho e dedicação, auxiliando-me bastante no desenvolvimento deste trabalho. Termina esta seção com os agradecimentos ao CNPq pela concessão da bolsa, proporcionando-me estudar sobre este assunto tão intrigante e prazeroso.

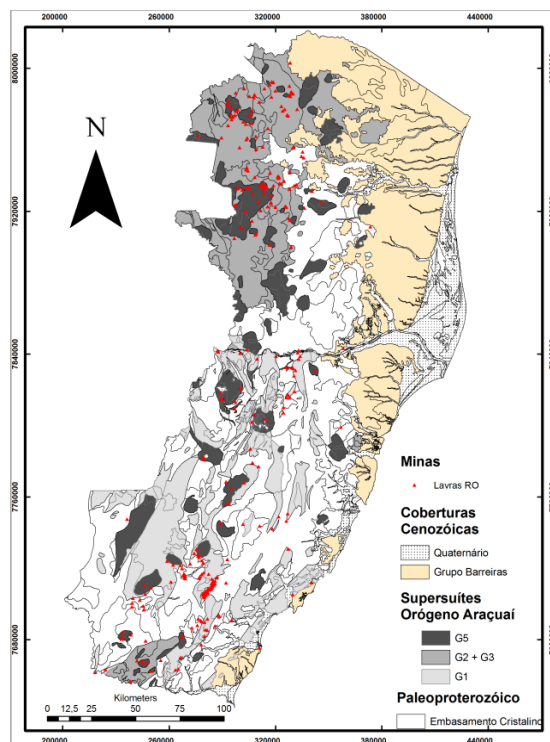


Figura 1 – Mapa esquemático mostrando as unidades estratigráficas do Estado do Espírito Santo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALKMIM, F.F.; MARSHAK, S.; PEDROSA-SOARES, A.C.; PERES, G.G.; CRUZ, S.C.P.; WHITTINGTON. Kinematic evolution of the Araçuaí-West Congo orogen in Brazil and Africa: Nutcracker tectonics during the neoproterozoic assembly of Gondwana. **Precambrian Research**, v.149, p.43-63, 2006.

DE CAMPOS, C.P.; DE MEDEIROS, S.R.; LUDKA, I.P.; MENDES, J.C.; COSTA-DE-MOURA, J. Architecture of Late Orogenic Plutons in the Araçuaí-Ribeira Fold Belt, Southeast Brazil. **Gondwana Research**, v.5, No. 2, p. 381-399, 2002.

NALINI JR., H.A.; MACHADO, R.; BILAL, E. Geoquímica e Petrogênese da Suíte Galiléia: Exemplo de Magmatismo TIPO-I Metaluminoso Pré-colisional Neoproterozóico da região do médio Vale do Rio Doce (MG). **Revista Brasileira de Geociências**, v.35, p.23-34, 2005.

NOCE, C.M.; PEDROSA-SOARES, A.C.; DA SILVA, L.C.; ALKMIM, F.F. O embasamento arqueano e paleoproterozóico do Orógeno Araçuaí. **Geonomos**, v.15, No. 1, p. 17-23, 2007.

PEDROSA-SOARES, A.C.; NOCE, C.M.; ALCKMIM, F.F.; SILVA, L.C.; BABINSKI, M.; CORDANI, U.; Castañeda, C. Orógeno Araçuaí: Síntese do conhecimento 30 anos após Almeida 1977. **Geonomos**, v.15, No. 1, p.1-16, 2007.

RONCATO JR., J.G. **As Suítes Graníticas TIPO-S do norte do estado do Espírito Santo na região das Folhas Ecoporanga, Mantena, Montanha e Nova Venécia**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (Brasil).

SILVEIRA, L.L.L. **Polimento de Rochas Ornamentais: Um enfoque tribológico ao Processo**. 2007. p. 75-81. Tese (Doutorado) – Departamento de Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos – EESC-USP, São Carlos (Brasil).

VETTORAZZI, H.; CASTRO, N.F.; COPEDDÊ, R.E. Rock properties and steel blades and shot consumption in granite multi blade sawing process. In: GLOBAL STONE CONGRESS, 2012, Alentejo, Portugal. **Proceedings of...** Cachoeiro de Itapemirim: Southeast Brasil, 2012. 8pp.

