

MINERAIS PESADOS DAS AREIAS PRAIAIS DE GUARAPARI (ES): DISTRIBUIÇÃO, PROVENIÊNCIA E FATORES DE RISCO À SAÚDE

Daniel R. do Nascimento Jr.¹; Vítor A.P. Aguiar²; Paulo C.F. Giannini¹
danieljr@usp.br

**¹- Depto. de Geologia Sedimentar e Ambiental, IG, USP; ²- Instituto de Física, USP.
Rua do Lago 562, Cidade Universitária, São Paulo (SP). CEP: 05508-080**

Palavras-chave: minerais pesados, proveniência, Guarapari.

1. INTRODUÇÃO

A análise de minerais pesados (densidade $>2,8 \text{ g/cm}^3$) é um importante instrumento na caracterização de rochas sedimentares e sedimentos recentes. Amplamente utilizada para investigação de proveniência sedimentar (Morton & Hallsworth, 1994), tem sido aplicada também, em estudos do Quaternário do Brasil, para ajudar a distinguir sedimentos de diferentes idades e para inferir o padrão de dispersão sedimentar em sistemas deposicionais recentes (Guedes *et al.*, 2010).

Historicamente, os minerais pesados das praias guaraparienses tornaram-se foco de interesses relacionados à saúde pública e economia desde o começo do século passado, especialmente devido a presença de pláceres de monazita e ilmenita (Maia *et al.*, 2003), que foram explorados até a década de 1970. Atualmente, o interesse econômico do município está voltado para o turismo. No entanto, a fama de que a radioatividade das areias monazíticas seria benéfica à saúde difundiu-se muito, desde os textos e poesias do médico e ex-morador Dr. Silva Mello, na metade do século XX, a ponto de atribuir-se ao município capixaba o título de “Cidade Saúde” (Silva Mello, 1972). Decorrência disso, ainda hoje a população tem o hábito de “enterrar-se” sob as areias da praia da Areia Preta, principalmente os idosos, o que tem gerado preocupação por parte da comunidade médica e científica (Moura *et al.*, 1997, Dias & Gonçalves, 2003). Embora a urbanização tenha reduzido a radiação ambiental em cerca de 50% para o município desde a década de 1980 (Affonseca, 1993), medidas cintilométricas realizadas por Moura *et al.* (1997) em praias e áreas urbanas demonstraram que, sobre a berma da praia da Areia Preta, a dose equivalente pode chegar a mais de 880 Sv/ano, superior ao limite estabelecido pelo IRD/CNEN a civis não-monitorados.

Diante disso, o presente estudo analisa possíveis fatores controladores da proveniência de minerais pesados em praias selecionadas do município de Guarapari (ES). Este estudo tem o potencial de guiar futuras ações preventivas de saúde pública em torno das áreas mais enriquecidas em monazita, e ainda servir de subsídio para outros trabalhos acadêmicos relacionados, por exemplo, a transporte sedimentar e pesquisas de radioatividade ambiental.

2. GEOLOGIA LOCAL

O embasamento cristalino local é composto por rochas metamórficas de alto grau (fácies anfíbolito alto a muito alto) do Orógeno Araçuaí/Rio Doce (Neoproterozóico), principalmente kinzigitos, além de ocorrências menores, e melhor evidenciadas na zona costeira, de enderbitos, charnockitos, noritos e gnaisses granulíticos pertencentes à Suíte Bela Joana (Silva *et al.*, 2004). Os kinzigitos relacionam-se às demais rochas por cavalgamentos E-W, ligados à coalescência inicial do Gondwana (Féboli, 1997). A foliação dos kinzigitos e enderbitos surge truncada em quaisquer direções por pegmatitos e aplitos grossos, que frequentemente aparecem também no limite entre essas rochas (Nascimento, 2004). Ao interior, o embasamento constitui elevações de até 600 m na serra da Risca; na zona costeira, aflora em numerosos morros, de altitudes decamétricas, responsáveis pelo litoral recortado em praias de bolso, a exemplo do morro de Santa Mônica.

Argilitos, arenitos e conglomerados avermelhados a esbranquiçados da Formação Barreiras, atribuída a sistema fluvial entrelaçado miocênico (Arai, 2006), aparecem em “tabuleiros” à retaguarda da zona costeira. Seu contato discordante com o embasamento local é observado em pontos isolados na orla, como na praia da Areia Preta (Nascimento, 2004).

A Fm. Barreiras possui ampla rede de vales subparalelos, com até vários quilômetros de extensão e centenas de metros de largura, de forma dendrítica e orientação perpendicular ao mar. O fundo aplainado destes vales encontra-se inundado por lagos remanescentes de antigas lagunas (por ex.: lago Nova Guarapari) ou drenados por cursos de água de pequeno porte (até 10 m de largura, como os rios Jabaquara e Una). Ali se desenvolve vegetação pantanosa, que favorece a deposição de lamias e turfas. Onde há interação atuante da água doce das drenagens com a água salgada de mar aberto, desenvolvem-se planícies intermarés com vegetação de mangue (por ex.: Canal de Guarapari).

Vales dendríticos da Fm. Barreiras e outras depressões paleolagunares são isolados de mar aberto por sistemas de barreiras arenosas atribuídas ao desenvolvimento de linhas de costa recentes e antigas (praias e paleopraias). Tais barreiras apresentam-se melhor desenvolvidas próximo a desembocaduras dos pequenos rios da região. Martin *et al.* (1996) reconhecem a existência de terraços altos de antigas barreiras, por eles atribuídos ao Pleistoceno, isolados do mar pela barreira recente (holocênica), (por ex.: à retaguarda do Parque Estadual Paulo César Vinha). As praias recentes de Guarapari são de morfodinâmica intermediária a reflexiva (“praias de tombo”) (Nascimento & Carelli, 2003).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletadas sete amostras de areia recente superficial (até 10 cm de profundidade) da zona de espraiamento das seguintes praias, de norte para sul: Setiba Pina, Setiba, Ermitão, Diabo, Morro, Areia Preta e Peracanga. As amostras foram inicialmente peneiradas e, da classe areia muito fina, submetidas à separação densimétrica de minerais leves e pesados por flutuação e afundamento em líquido denso (bromofórmio, densidade $\approx 2,85$ g/cm³). A fração de minerais pesados foi então submetida à remoção de minerais magnéticos por atrito suave com ímã portátil. Das alíquotas de minerais pesados não-magnéticos foram em seguida

confeccionadas lâminas petrográficas de grãos imersos em bálsamo do Canadá (índice de refração $\approx 1,537$).

Ao microscópio petrográfico de luz polarizada, realizou-se contagem convencional dos grãos de minerais pesados das lâminas pelo método das faixas (*ribbon counting*: Galehouse, 1971), num total de ao menos 200 grãos. O resultado foi armazenado em seguida em planilha eletrônica para a confecção de gráficos de distribuição percentual dos minerais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas praias investigadas, o estudo petrográfico de mais de 1400 grãos identificou os seguintes minerais pesados em ordem decrescente de abundância média: sillimanita (35,2%), zircão (22,8%), andaluzita (14,5%), rutilo (7,4%), monazita (6,2%), cianita (3,2%), titanita (2,7%) e granada (almandina? 1,5%). Com teores menores do que 1% em média (minerais-traços), também foram identificados turmalina, apatita, ferrossilita, hornblenda, anatásio e agregados mineralóides de leucoxênio e limonita. Essa assembleia reflete contribuição de fonte metamórfica de alto grau (Force, 1980), localmente representada pelos kinzigitos e enderbitos da região serrana e dos costões rochosos de Guarapari. A monazita, em particular, que tem sua origem geralmente atribuída a rochas graníticas e granitóides ácidas (Mange & Maurer, 1992), pode ter sido trazida de uma fonte primária no interior do Espírito Santo durante a sedimentação da Fm. Barreiras, unidade que deve ter captado sedimentos em áreas de proporções muito maiores que o das praias capixabas atuais (**Figura 1**).

Localmente, as praias apresentaram grandes diferenças nos teores dos minerais pesados mais abundantes. Os maiores teores de sillimanita e andaluzita encontram-se nas praias de maior comprimento (quilômetros), como a praia do Morro (>70%), onde a deriva litorânea longitudinal prevalecente rumo sul-sudeste aparenta favorecer a distribuição de minerais pesados menos densos. Minerais pesados mais densos, como zircão, monazita e minerais titaníferos (rutilo, titanita etc.) tendem a concentrar-se mais nas praias de pequeno porte (poucas centenas a dezenas de metros), especialmente onde há falésias eventualmente erodidas pelas ondas, como é o caso das praias de Setiba (72%), Diabo (75%) e Areia Preta (88%).

A maior parte dos minerais mais densos pode ter derivação secundária a partir da Fm. Barreiras que, nas praias citadas, ocorre imediatamente na retaguarda ou em restos empoleirados sobre as rochas cristalinas. Essa ideia parece reforçada pela presença de anatásio e leucoxênio entre os minerais-traços titaníferos, espécimes sabidamente formados em condições eodiagnéticas a pedogenéticas pelas quais a Fm. Barreiras tem passado desde o Mioceno. Outros trabalhos já relataram presença de minerais titaníferos e monazita em sedimentos da Fm. Barreiras em Guarapari (Amador, 1982, Nascimento, 2004).

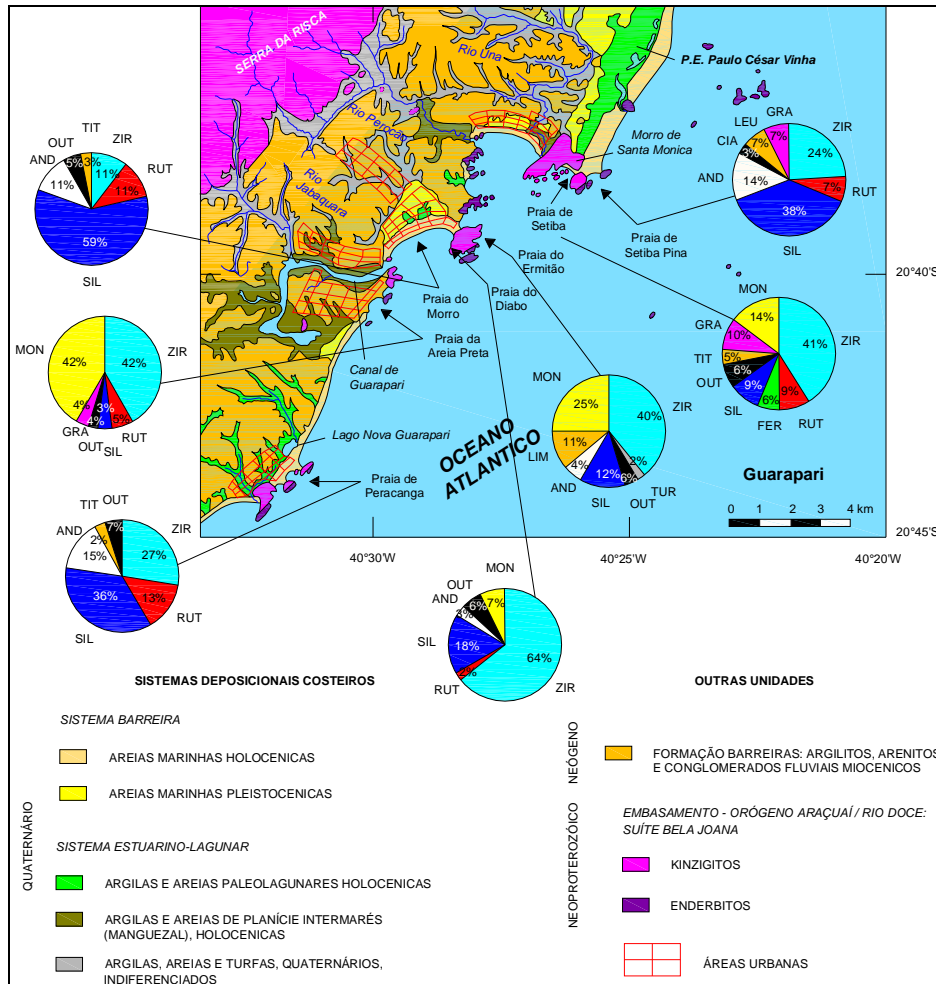


Figura 1. Geologia e distribuição de minerais pesados transparentes em sete praias de Guarapari (ES). Mapa modificado de Martin *et al.* (1996), Nascimento (2004) e Silva *et al.* (2004). Símbolos de minerais: ZIR (zircão), RUT (rutilo), MON (monazita), SIL (sillimanita), AND (andaluzita), TIT (titanita), CIA (cianita), FER (ferrossilita), LEU (leucoxênio), LIM (limonita), GRA (granada), OUT (outros).

A praia da Areia Preta, em particular, pode ser considerada uma anomalia em termos de monazita e zircão, que nela somam >80%. Combinado aos teores também anormalmente altos (>35%, contra a média de 17%) de minerais pesados em relação aos leves nesta praia (Nascimento, 2004, Maia, 2006), esses dois fatores seriam responsáveis pelos níveis de radioatividade ambiental medidos por Moura *et al.* (1997), o que representa perigo à saúde de pessoas que a eles se expõem com frequência, como visto na população idosa da região.

5. CONCLUSÕES

As praias de Guarapari possuem minerais pesados compatíveis com fontes locais em rochas metamórficas de alto grau (kinzigitos e enderbitos) da Suíte Bela Joana. No entanto, o teor entre os diferentes espécimes varia muito entre as praias, principalmente na dependência de fatores locais como a suscetibilidade à erosão por ondas e à presença/ausência local de falésias da Fm. Barreiras.

A erosão por ondas da Fm. Barreiras enriquece anormalmente as praias da região em minerais pesados mais densos, especialmente monazita, zircão e minerais titaníferos.

Novas medições de radiação estão em curso para areias praias de Guarapari. No atual estado do conhecimento, em praias onde o teor de monazita é mais alto, como Setiba, Ermitão e, principalmente, Areia Preta, a exposição constante e/ou diária de crianças, idosos ou pessoas com histórico de doenças degenerativas (por ex. câncer) é não-recomendada.

REFERÊNCIAS

- Affonseca, M.S. 1993. *Influência da urbanização na radiação natural em áreas anômalas*. Dissertação de Mestrado em Ciências em Engenharia Nuclear, Instituto Militar de Engenharia - IME. Rio de Janeiro, 129p.
- Amador, E.S. 1982. O Barreiras pleistocênico no Estado do Espírito Santo e seu relacionamento com depósitos de minerais pesados. *Anais do XXXII Cong. Bras. de Geografia*, v.4, Salvador (BA).
- Arai, M. 2006. A grande elevação eustática do Mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. *Geologia USP*, São Paulo, 6, pp.1-6 (Série Científica).
- Dias, G.T. & Gonçalves, O.D. 2003. Medidas de intensidade de radiação e dose em amostras de areia de Guarapari. O que ainda há para se fazer? *Anais do 8º Cong. Bras. de Física Médica*. Porto Alegre (RS) 4p.
- Féboli, W.L. 1993. *Folha Piúma: SF.24-V-A-VI (1:100.000)*. Programa de Levantamentos Geol. Básicos do Brasil (PLGB), DNPM/CPRM (texto explicativo). Brasília (DF), 140 p.
- Force, E.R. 1980. Geology of titanium-mineral deposits. *Special Paper of the Geol. Society of America*, Tucson (AZ, USA), v.1, n.259, pp.73-76.
- Galehouse J.S. 1971. *Point counting*. In: Carver R.E. (Ed.). *Procedures in Sedimentary Petrology*. New York, Wiley-Interscience, p. 385-407.
- Guedes, C.C.F., Giannini, P.C.F., Nascimento, D.R., Jr., Sawakuchi, A.O., Tanaka, A.P.B., Rossi, M.G. 2010. Controls of Heavy Minerals and Grain Size in a Holocene Regressive Barrier (Ilha Comprida, southeastern Brazil). *Jour. of South Amer. Earth Sciences*, v.31, pp.110-123.
- Maia, P., Nascimento, P., Junior, A.P. 2003. Parabéns Guarapari, 112 Anos de Emancipação Política. *Jornal A Gazeta (Caderno Especial)*, pp. 3-15.
- Maia, M.E.F. 2006. *Variação espaço-temporal da distribuição dos minerais pesados na Praia da Areia Preta, Guarapari – ES*. Univ. Fed. do Espírito Santo, Vitória (ES). Monog. de Grad. em Oceanografia (inéd.), 60p.
- Morton, A.C. & Hallsworth, C.R. 1994. Identifying provenance-specific features of detrital heavy mineral assemblages in sandstones. *Sedimentary Geology*, 90: 241-256.
- Moura, J.C., Santos, G.F., Cidade, M.S., Abreu, P.M.T., Nascimento, R.C.C., Pecly, J.O.G., Wiedemann, C.M. 1997. Monitoração geoquímica: gama-radiometria das areias monazíticas da Praia da Areia Preta, Guarapari – Espírito Santo. *Anais do VI Cong. Bras. De Geoquímica*, pp.285-288.
- Nascimento, D.R., Jr. 2004. *Dinâmica e Sedimentação da Praia da Areia Preta (Guarapari – ES)*. Univ. Fed. Rural do Rio de Janeiro, Seropédica (RJ). Trabalho de Graduação em Geologia (inéd.), 109 p.
- Nascimento, D.R., Jr. & Carelli, S.G. 2003. Bimodalidade granulométrica nas areias da praia da Areia Preta (Guarapari-ES): influência na interpretação sedimentológica. *Rev. Universidade Rural (Série Ciênc. Exat. e da Terra)*, UFRRJ (Rio de Janeiro), v.22, n.1/2, pp.111-116.
- Silva, M.A., Camozzato, E., Paes, V.J.C., Junqueira, P.A., Ramgrab, G.E. 2004. *Folha SF.24 - Vitória*. In: Schobbenhaus et al. (eds.). *Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo*. CPRM, Brasília (CD-ROM).
- Silva Mello, S. 1972. *Guarapari, Maravilha da Natureza*. Rio de Janeiro. Empresa Gráfica O Cruzeiro, 176 p.