

Determinação da área fonte da água marinha do córrego Boa Vista através do seu desgaste fluvial (região de Galiléia, MG)

Determination of Aquamarine Source Area from the Boa Vista Stream through its Fluvial Erosion (Galiléia Region, MG)

Determinación del área fuente del aguamarina en el córrego Boa Vista (Arroyo Boa Vista) por meio de su desgaste fluvial (Región de Galiléia, MG)

Pierre Debrot¹, Joachim Karfunkel²
Herbert Pöellmann³, Augusto Fonseca Fernandes⁴

¹ Professor do Departamento de Química do CEFET/MG, Av. Amazonas 5253 – Nova Suíça, Belo Horizonte, CEP 30.421-169 Doutor em Geologia, Pesquisador do Museu de História Natural e Jardim Botânico/UFMG. Email andredebrot@yahoo.com.br, Av. Edméia Mattos Lazarrotti 4100, bloco 22 aptº 103, Ingá, Betim, CEP. 32671602.

² Professor e Pesquisador do Instituto de Geociências da UFMG, Av Antônio Carlos 6627- Pampulha, Belo Horizonte, Doutor em Geologia, Pesquisador do Museu de História Natural e jardim Botânico da UFMG.

³ Professor, Doutor, Pesquisador e Chefe do Departamento de Mineralogia da Martin-Luther- University, Faculty of Natural Sciences III, Institute of Geosciences, Mineralogy/Geochemistry Endereço: Von-Seckendorff-Platz 3 Local: 06120 Halle (Saale), Germany.

⁴ Consultor na área de Geologia, Av Antônio Carlos 6627- Pampulha, Belo Horizonte, Doutor em Geologia, Pesquisador do Museu de História Natural e Jardim Botânico/UFMG.

RESUMO

A pesquisa desenvolve um método, para estimar a localização da área fonte desconhecida de gemas encontradas em sistema fluvial, utilizando o parâmetro desgaste. Como um dos objetivos da pesquisa prospectou-se água marinha no Córrego Boa Vista, à leste de Galiléia. Encontrou-se diversas amostras do mineral gema no sistema fluvial, algumas sem desgaste nenhum e outras com desgaste pronunciado. As gemas sem desgaste são oriundas da Lavra do “Eduardo”, situada a 150m ao Norte do local de prospecção. Já aquelas com desgaste acentuado foram alvo da presente pesquisa.

Utilizando amostras de água marinha coletadas na Lavra do “Eduardo”, em laboratório, com sedimentos do próprio sistema fluvial simulou-se o desgaste durante o transporte com a utilização de um tambor rotatório (*tumbler*). O desgaste foi observado e descrito com utilização de uma lupa binocular e comparado com aquelas amostras coletadas do sistema fluvial. As curvas de desgaste foram desenvolvidas utilizando tempo de rotação em relação à perda de peso e, transformadas em distância percorrida. Desta forma determinou-se que as amostras de água marinha com desgaste pronunciado encontradas no Córrego Boa Vista percorreram uma distância de 4km de sua fonte. Os levantamentos de campo revelaram a ocorrência da lavra da Cigana a 4km a jusante do local prospectado, que representa a área fonte de tais águas marinhas.

O processo representa um método auxiliar de prospecção aluvionar, maximizando o custo / benefício em relação ao método convencional, podendo ser usada em outros minerais gemológicos como foi realizado para a brasilianita da área de Mendes Pimentel, em Minas Gerais.

Palavras Chave: água marinha, desgaste fluvial, prospecção gemológica

ABSTRACT

The present research develops a method for estimating the location of the unknown source area of gems found in the fluvial system, based on the wear parameter. Aquamarine from the Boa Vista Stream, east of Galiléia, was prospected as one of the objectives of the research. The authors found several specimens of aquamarine in this creek, some without wear and others showing noted wear. The former came from the Eduardo mine, located 150m to the north of the prospected site. The latter, with noted wear, were the focus of the present research.

The authors collected several aquamarine specimens in the Eduardo Mine and, with sediments from the Boa Vista Stream (same composition), simulated the wear in the lab using a tumbler. The wear has been estimated with the aid of a binocular loupe. Wear diagrams (curves) have been established, plotting rotating time in the tumbler vs. weight loss, transformed into covered distance. Thus, for the specimens washed in the creek, which showed noted wear, a fluvial traveling distance of about 4km has been estimated. Through the traditional follow-up prospecting method the authors found the Cigana Mine 4 km away, which is the source area of these specimens with noted wear.

The method represents an improvement on the traditional follow-up prospecting method, since several wash stations can be eliminated and the cost/benefit ratio improved, as has been tested for other gems, such as the Brazilianite from Mendes Pimentel.

Keywords: aquamarine, fluvial wear, prospecting.

RESUMEN

La investigación desarrolla un método para estimar la localización del área fuente desconocida de gemas encontradas, utilizando el parámetro de desgaste. Como uno de los objetivos de la investigación, se ha prospectado aguamarina en el Córrego Boa Vista, al este de Galiléia. Se han encontrado diversas muestras del mineral gema en el sistema fluvial, algunas sin ningún desgaste y otras con desgaste acentuado. Las gemas sin desgaste son oriundas de la Lavra del “Eduardo” (Concesión minera), situada a 150m al Norte del sitio de prospección. Y aquellas con desgaste acentuado fueron el blanco de la presente investigación.

Utilizando muestras de aguamarina recolectadas en la Lavra del “Eduardo”, en laboratorio, con sedimentos del propio sistema fluvial se ha simulado el desgaste durante el desplazamiento con la utilización de un tambor rotatorio (tumbler). El desgaste fue observado y descrito con utilización de una lupa binocular y comparado con aquellas muestras recolectadas del sistema fluvial. Las curvas de desgaste fueron desarrolladas utilizando tiempo de rotación con relación a la pérdida de peso y transformadas en distancia recorrida. De esta manera, se ha determinado que las muestras de aguamarina con desgaste acentuado encontradas en el Córrego Boa Vista recorrieron una distancia de 4km desde su fuente. Las investigaciones de campo revelaron la ocurrencia de la Lavra da Cigana (Concesión minera) a 4km aguas abajo del sitio prospectado, que representa el área fuente de tales aguamarinas.

El proceso representa un método auxiliar de prospección aluvionar, maximizando el costo/beneficio con relación al método convencional, además, se la puede utilizar en otros minerales gemológicos como fue realizado con la brasilianita del área de Mendes Pimentel, en Minas Gerais.

Palabras clave : agua marina, desgaste fluvial, prospección gemológica.

INTRODUÇÃO

Cada mineral, em função de suas propriedades físicas, químicas e cristalográficas, possui uma taxa de dispersão específica. Portanto, dados a respeito da dispersão de uma determinada espécie mineral poderão ser empregados como um dos métodos para a localização de jazidas primárias, a partir das ocorrências secundárias, em sistemas fluviais. O desenvolvimento desta metodologia permite definir critérios para a pesquisa aluvionar (Chaves et al., 2002).

Os estudos sobre a simulação do desgaste de rochas em laboratório se iniciaram há pouco mais de 130 anos, com Daubrée, 1879 (in Kuenen, 1956). Entretanto, verifica-se uma notável escassez de pesquisas sobre desgaste de pedras coradas ao longo do sistema fluvial a partir da área fonte.

O desenvolvimento da metodologia consiste em (i) simulação no *tumbler* (tambor rotatório) do desgaste artificial de amostras de água marinha de outras áreas fontes conhecidas, (ii) elaboração de curvas de desgaste em tempo de rotação em relação à perda de peso, (iii) levantamentos no campo para a localização da possível área fonte, (Debrot, 2008, Debrot et al 2013).

O objetivo precípua da pesquisa é a criação de padrões que determinem o desgaste da água marinha da Lavra do “Eduardo denominada também por Lavra “Boa Vista”*, Galiléia, MG, com base nos estudos desenvolvidos durante o mestrado (Debrot, 2008) e doutorado (Debrot, 2013c) em função da distância percorrida no sistema fluvial, para que a fonte desconhecida possa ser localizada, (Debrot et al., 2013a). Desta forma o método representa uma ferramenta auxiliar na prospecção aluvionar.

LOCALIZAÇÃO

Galiléia pertence à mesorregião do Vale do Rio Doce, microregião Governador Valadares. Está a uma distância de 380 km da capital. Localiza-se no Vale do Rio Doce, a nordeste de Minas Gerais, a leste de Governador Valadares e próxima à divisa com o Espírito Santo. Está inserida na Folha Conselheiro Pena/São Gabriel da Palha, SE. 24-Y-C-II e SE. 24-Y-C-III, escala 1:100.000, integrando o Projeto Leste, (Oliveira et al. 2002).

Partindo-se de Belo Horizonte, pela BR-381, percorre-se 324 km até Governador Valadares, indo pela BR-259, por 56km, chega-se à Galiléia. A sudoeste da cidade, em estrada não pavimentada, até a área em estudo (UTM 235941/7887978 - 151m de altitude), Fig.1.

* O nome das Lavras mudam, frequentemente, com o novo dono.

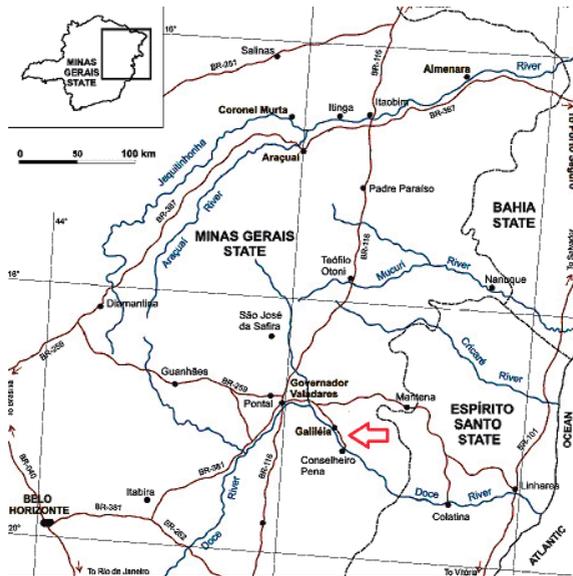


Figura 1: Localização da área em estudo, região de Galiléia, MG.

Os desníveis nas drenagens não são de gradiente alto e pode-se

caracterizar o sistema fluvial como sendo bastante homogêneo, pertencendo à Bacia do Rio Doce. A drenagem estudada no presente trabalho é o Córrego Boa Vista que deságua no Rio Doce.

A vegetação natural é caracterizada pela floresta estacional semidecidual, que desenvolve-se em áreas onde dominam os períodos distintos: um chuvoso e outro seco. Os vegetais destes sítios mantêm as suas folhas durante um período longo, e perdem-nas, no período da seca. É formada de tipos arbóreos de médio a grande porte que apresentam uma distribuição espaçada.

Na região o clima dominante é o subúmido a semi-árido, caracterizado por uma precipitação média anual variando de 900 a 1000 mm. O trimestre mais seco é junho-julho-agosto e o mais chuvoso corresponde aos meses de novembro-dezembro-janeiro, (Fig. 2). A temperatura média anual fica em torno dos 24° C. No verão atinge, no mês de fevereiro, 29° C e no inverno, a temperatura varia de 18° a 19° C.

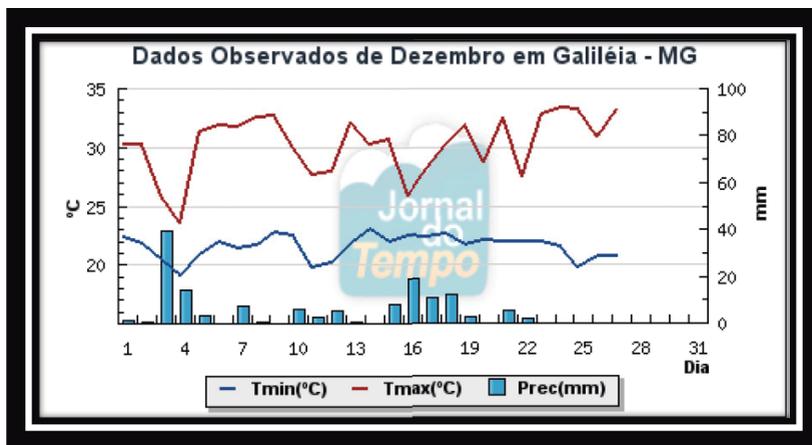


Figura 2: Dados climatológicos de Galiléia, representando uma média do período entre 1961 e 1990, (fonte jornaldotempo.uol.com.br).

GEOLOGIA

A região em estudo está inserida no domínio do Cinturão Araçuaí, integrante da porção setentrional da província estrutural ou geotectônica da Mantiqueira (Almeida & Litwinski, 1984, Almeida & Hasui, 1984, Padilha et al., 1991).

Os dados geocronológicos, disponíveis da região, apontam a existência de pelo menos dois ciclos orogênicos: O Ciclo Transamazônico, entre 2000 a 2200 Ma e o Ciclo Brasileiro, entre 500 e 900 Ma (e.g. Cordani, 1973; Siga Jr., 1986; Söllner et al., 1987; Söllner et al., 1991; Teixeira & Canzian, 1994; Noce & Macambirra, 2000; Nalini et al., 2000a). Noce et al. 2000

Nos últimos 20 anos a região tem sido alvo de muitos estudos (Pedrosa-Soares et al., 1994a, 1994b, 2000; Pinto et al., 1997; 2001; Noce et al., 2000; Cunningham et al., 1996; Nalini et al., 1997, dentre outros), com significativo avanço na proposição de modelos mais consistentes. Em termos de cartografia geológica regional, o Projeto Leste representa a maior contribuição. Pinto et al., 1997 revelaram diversas suítes graníticas na região leste de Minas Gerais, como resultado dos trabalhos da primeira etapa deste projeto.

A geologia do campo pegmatítico de Galiléia, foi caracterizada nos projetos específicos da extinta METAMIG – Metais de Minas Gerais (Fanton et al. 1978; Moura et al. 1978). Há trabalhos do Ricardo Scholz nesta área nas notas explicativas das Folhas de Itabirinha de Mantena e Conselheiro Pena, do Projeto Leste- COMIG/CPRM, (Vieira, 2000; Oliveira, 2002).

Nesta área afloram rochas pré-cambrianas metassedimentares xistosas e gnáissicas, de médio a alto grau metamórfico, as quais são cortadas por plutonitos ácidos tardia pós-tectônicos. Corpos de pegmatitos mineralizados, incluídos no designado campo pegmatítico

Galiléia-Mendes Pimentel, ocorrem geneticamente associados à intrusão desses plutonitos, (Fig. 3) em diversas propostas distintas a respeito da estratigrafia da região, inclusive quanto ao posicionamento dos corpos plutônicos (Chaves et al., 2005).

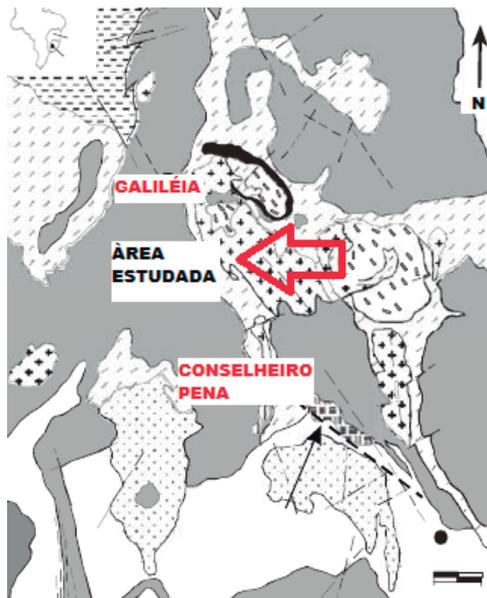


Figura 3: Mapa Geológico de parte do distrito pegmatítico de Conselheiro Pena MG, modificado de Nalini Jr. et al., 2000, posicionando a área estudada.

Na região de Galiléia, o Grupo Rio Doce inclui as Formações Tumiritinga e São Tomé, consideradas equivalentes laterais, (Chaves et al., 2005). O Projeto Leste posicionou a unidade na base do “Grupo Rio Doce” e a interpretou como equivalente lateral da “Formação São Tomé”, apresentando grau metamórfico mais alto, (Netto et al., 1998).

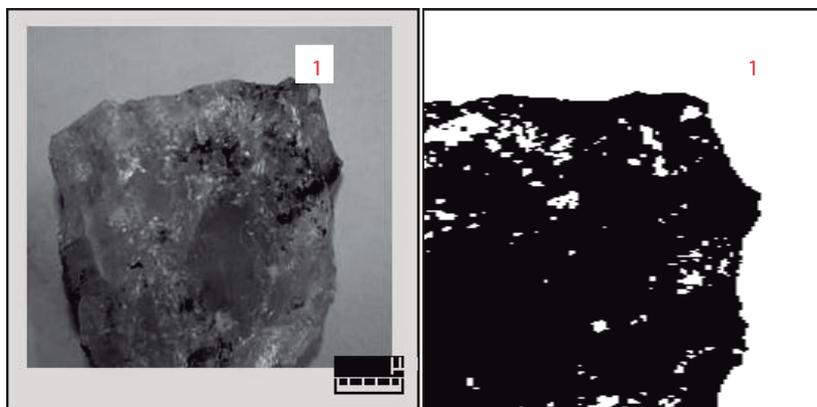
Os fluidos hidrotermais/metassomáticos gerados dentro do pegmatito e (a ação) do intemperismo, produziram muitos fosfatos secundários através do fosfato primário (triflita), incluindo reddingite, hureaulita,

litofilita, vivianitae fairfieldita, dentre muitos outros, (Scholz, 2006; Chaves & Scholz, 2008).

MATERIAIS E MÉTODOS

No trabalho de campo, a leste de Galiléia, prospectou-se água marinha no Córrego Boa Vista objetivando a análise do desgaste da gema, ao longo do sistema fluvial. Diversas amostras foram coletadas no referido córrego, em um ponto a 150m ao Sul da Lavra do Eduardo, algumas sem desgaste nenhum e outras com desgaste acentuado. As gemas sem desgaste são oriundas da lavra do “Eduardo”. Já aquelas com desgaste acentuado constituem o objetivo da presente pesquisa.

As duas amostras de água marinha coletadas no sistema fluvial mais representativas com desgastes diferentes (Fig. 4), sendo a primeira sem desgaste nenhum proveniente dessa lavra (1) e a outra com desgaste incompatível com a referida lavra (2). Para uma maior facilidade de visualização da diferença dos desgastes, as mesmas amostras foram micrografadas no MEV, com ampliação de 16 x.



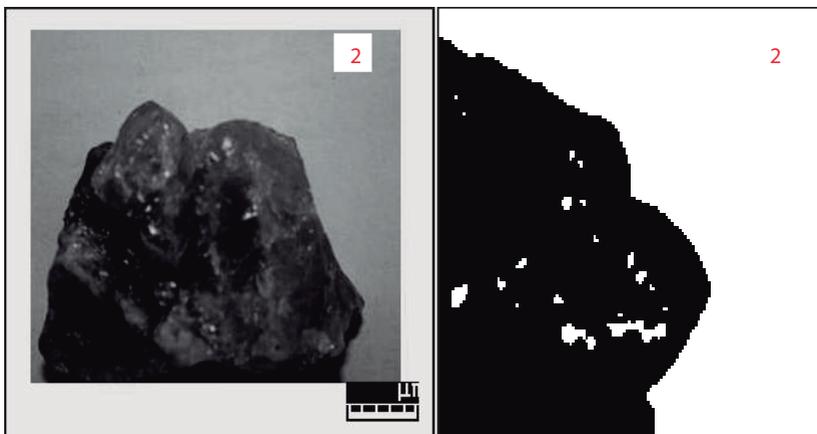
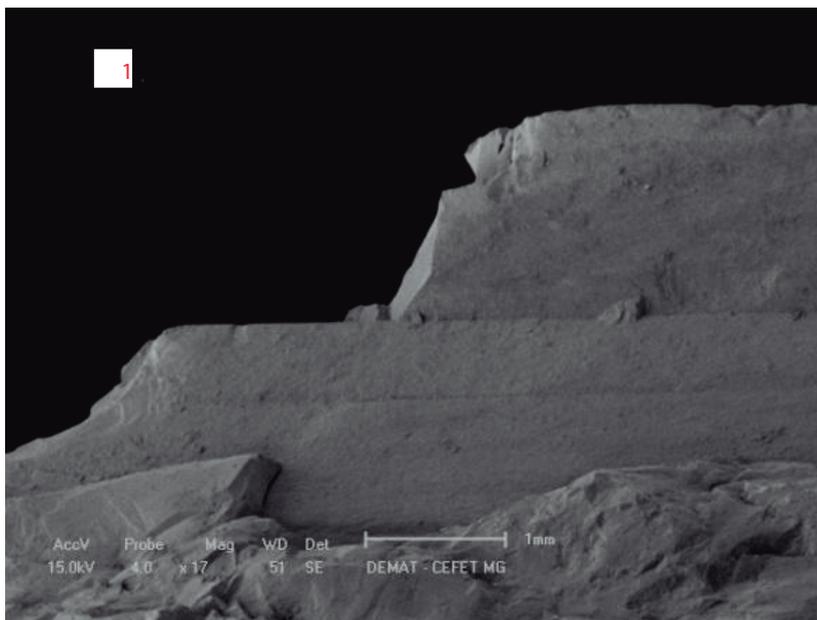
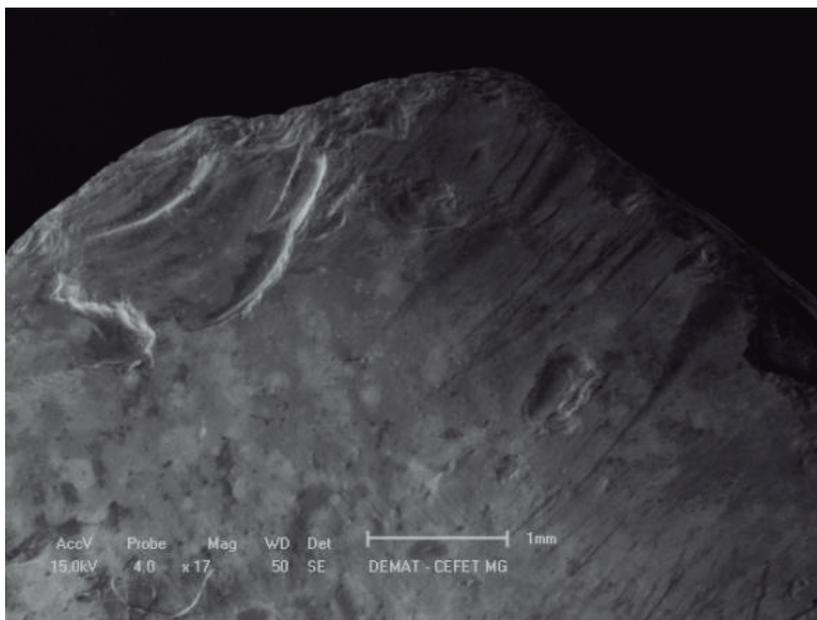


Figura 4: Amostras de água marinhas prospectadas à 150 m ao sul da lavra do Eduardo, (1) sem desgaste algum e a (2) com desgaste incompatível com essa lavra. Micrografia ampliada 16 x (MEV) das amostras coletadas no córrego Boa Vista.



A velocidade da corrente do córrego Boa Vista é de 0,3 m/s no regime laminar e 0,5 m/s no turbulento, com largura/profundidade da drenagem de 2m/50-70cm e vazão de 1,35 m³/s, medida no mês de dezembro, (Sperling & Baptista, 2007). Foram recolhidos sedimentos para análise granulométrica, obtendo-se os seguintes resultados: 10,6% de argila/silte; 36,8% de areia; 52,6% de cascalho.

O equipamento denominado tumbler (Fig. 5), de amplo uso em desgaste e polimento de pedras coradas, é um cilindro com eixo horizontal, utilizado na presente pesquisa para simular o desgaste no sistema fluvial. É acoplado a um motor que promove o movimento de rotação, fazendo com que o material existente dentro dele (água marinha, sedimentos e água) tenha um movimento em regime de cascata.

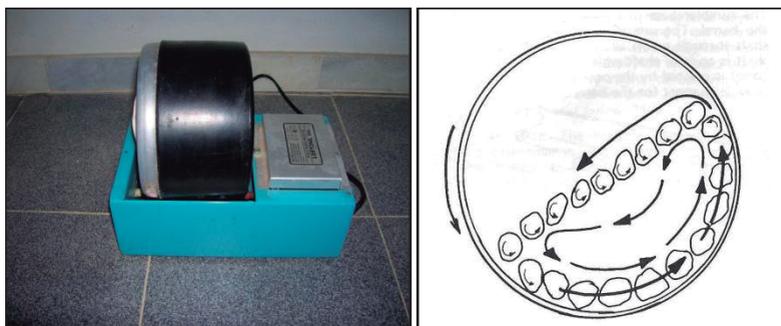


Figura 5: Tumbler (à esquerda) usado para o desgaste da água marinha em laboratório, e o interior do tumbler mostrando o regime de cascata (à direita, segundo Victor & Victor, 1959).

Utilizando amostras de água marinha coletadas na lavra do “Eduardo”, em laboratório, com os sedimentos do próprio sistema fluvial, simulou-se o desgaste semelhante ao do campo, com a utilização de um tambor rotatório (*tumbler*).

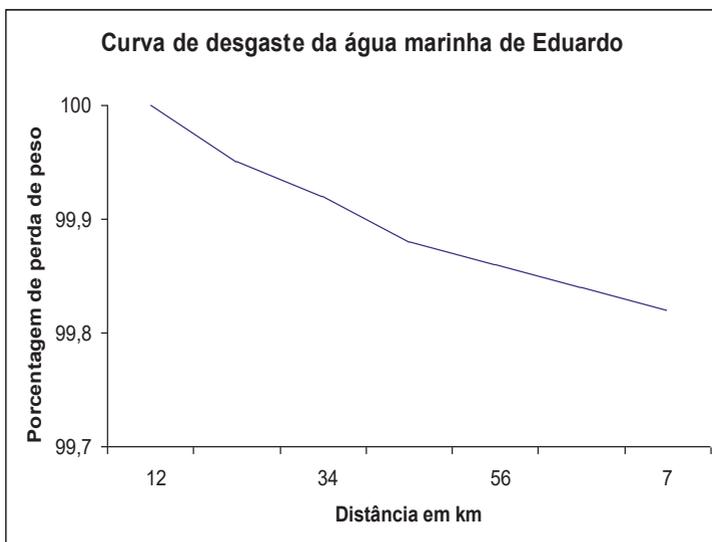


Figura 6: Curva de desgaste artificial da água marinha da lavra do “Eduardo”, região de Galiléia, MG.

O desgaste foi analisado por uma lupa binocular e comparando-se o desgaste com aquelas amostras do sistema fluvial. A curva de desgaste foi então desenvolvida em tempo de rotação em relação à perda de peso e, transformadas em distância percorrida, (Fig. 6). Reescrever dando maior clareza.

RESULTADOS

Para simulação do desgaste artificial da água marinha da lavra do “Eduardo”, dos minerais-gema obtidos nas áreas fontes, foram selecionadas 02 amostras e levadas ao *tumbler*.

O desgaste das amostras obtidas no *tumbler*, foi comparado com o do sistema fluvial, com lupa binocular, observando-se desgastes semelhantes, confirmando a proporção de 10% do *tumbler* para o sistema fluvial, ou seja, 1.000 m no *tumbler* correspondem a 100 m no sistema fluvial (Debrot et al., 2013a, b). A análise da curva de desgaste da água marinha permitiu estimar uma distância de transporte fluvial de em torno de 4 km, para a amostra com desgaste acentuado prospectada a 150 m ao sul da lavra do “Eduardo” Desta forma, retornando-se ao campo, prospectou-se a 4 km a jusante da lavra do “Eduardo” sendo coletadas 8 amostras sem desgaste nenhum, características de próximas a fonte. Na sequência, a foto mais representativa da amostra coletada e a micrografia, com ampliação de 17 x (MEV), abaixo representadas, (Fig. 7).



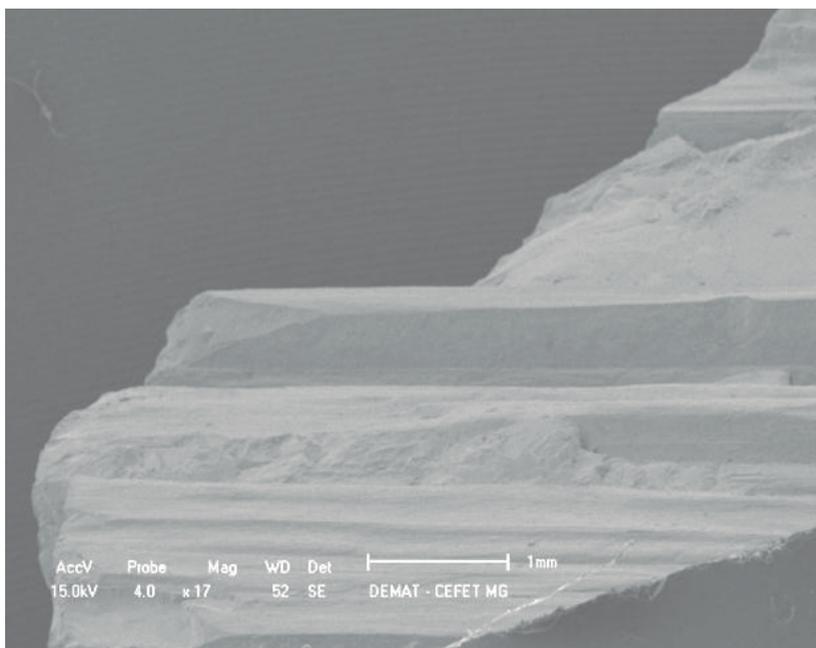


Figura 7: Amostra prospectada a 4 km da lavra do Eduardo a jusante do córrego Boa Vista ainda, com inclusões de mica, à esquerda, e micrografia da amostra com ampliação de 17x (MEV), mostrando desgaste muito pequeno.

As amostras coletadas a 4 km à jusante do córrego Boa Vista, levaram, através da prospecção pela análise do desgaste fluvial da água marinha, à localização, a poucos metros do ponto prospectado, da área fonte procurada, uma lavra desativada, mencionada na bibliografia por “Cigana, Ciganinha ou Jocão”, que se encontra a 4 km da lavra do “Eduardo”, (UTM237047/7888809- 206 de altitude).

O pegmatito “Cigana” está localizado a 17 km de Galiléia e desde a década de 1960, foi extraído para produção industrial de feldspato, espodumênio e berilo, e minerais gemológicos (eg. água marinha e elbaíta, dentre outros) e minerais de coleção (e.g. fosfatos raros, columbita, quartzo, micas, dentre outros), totalizando em torno de

40 minerais diferentes. Também hospedado por um xisto quartzo-biotita do Grupo Rio Doce, apresenta tendências maior na direção NW-SE e o mergulho do corpo é sub-vertical, sem zoneamento aparente, provavelmente porque o local explorado se encontra no núcleo do zoneamento. É um pegmatito rico em Li e P, com teores significativos de espodumênio, trifilita e vivianita, (Cassedanne & Cassedanne, 1981).

Esta metodologia representa um sistema auxiliar de prospecção, maximizando o custo benefício, em relação aos sistemas convencionais de prospecção, para amostras de gemas coletadas em sistemas fluviais, com características morfológicas semelhantes aos estudados, propiciando a descoberta de suas áreas fontes.

Foi possível o desenvolvimento de uma metodologia (campo, desgaste artificial, padrões) para gemas com áreas fontes conhecidas. A aplicação deste método, através da inversão do processo (desgaste artificial, padrões, campo) implicando na descoberta de duas novas áreas fontes (e.g. brasilianita da região de Mendes Pimentel e água marinha da Lavra da Cigana, Debrot, 2008, 2013c).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, F. F. M. & Hasui Y. 1984. O Pré- Cambriano do Brasil. São Paulo: Edgard Blücher, 378.p

Almeida, F. F. M. & Litwinski, N. 1984. Província Mantiqueira: setor setentrional. In: Almeida, F. F. M. & Hasui, Y. (Org.). O Pré-Cambriano do Brasil. São Paulo: Editora Edgard Blücher, p. 282-307.

Cassedanne, J. P. & Cassedane, J. 1981. O. Minerals of the Lavra do Enio pegmatite. S.l, Min. Rec. v. 30, n. 2, p. 67- 72,

Chaves, M.L.S.C & Scholz, R. 2008. Pegmatito Gentil (Mendes Pimentel, MG) e suas paragêneses mineralógicas de fosfatos raros. Revista da Escola de Minas, v 61, p. 125-134,

Chaves, M. L. S. C.; Karfunkel, J.; Medeiros, A. B.; Scholz, R. 2002. Prospecção aluvionar aplicada a alguns minerais gemológicos de MG: diamante, crisoberilo e topázio. Ouro Preto, REM, Rev. Esc. Minas, v. 55, p. 1-13.

Chaves, M. L. S. C.; Karfunkel, J.; Medeiros, A. B.; Scholz, R.; Atêncio, D. . 2005. Assembléias e paragênese mineral singulares nos pegmatitos da região de Galileia (MG). SP, Rev. Bras. Geol. v. 25, n. 2, p. 143 -161.

Cordani, U. G. 1973. Evolução geológica Pré-Cambriana da Faixa Costeira do Brasil entre Salvador e Vitória. Tese de Livre Docência, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 98p.

Cunningham, W. D.; Marshak, S.; Alkimim, F. F. 1996. Structural sytle on basin inversion at mid-crustal levels: two transects in the internal zone Brasiliano Araucaí Belt, MG, Brazil, Amsterdam, Precam. Res. v. 77, p. 1-15.

Debrot, P. 2008. O Desgaste Fluvial de Minerais Gemológicos como Método para a Localização Aproximada da Área Fonte: Estudo de Casos, Dissertação de Mestrado, Instituto de Ceociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 80p.

Debrot, P.; Karfunkel J.; Pöllmann, H. 2013a. Fluviatiler Abnutzungsgrad von Edelsteine als Mittel zur Bestimmung der Entfernung zur Quelle: Fallstudie von Brasilianit aus Mendes Pimentel, MG, Brasilien. Aufschluss, v. 62, n. 262 p.119-124,

Debrot, P.; Karfunkel, J.; Pöllmann, H.; Fernades, A. F.; Nunes, F. 2013b. Estimativa da posição da área fonte da ametista de Brejaúba, MG, através da análise do seu

desgaste fluvial, *Geonomos*, v. 21, n. 2, p. 1-6,

Debrot, P. 2013c .Determinação de áreas Fontes de Minerais Gemológicos Através da Análise do Desgaste Fluvial, Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 189p.

Fanton, J. J.; Arioli, E. E.; Moura, O. J. O. 1978. Pegmatitos da região de Galiléia-Mendes Pimentel, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, 1978, Recife, Anais SBG, 1770p.

JORNAL DO TEMPO, 2011, disponível em [HTTP//www. jornaldotempo.uol.com.br](http://www.jornaldotempo.uol.com.br).

Kuenen, P. H. 1956. Rolling by current, Pt 2 of experimental abrasion of pebbles. Rolling by current. *Jour. Geol.*, v. 64, p. 336-368.

Moura, O. J. M.; Fanton, J. J.; Arioli, E. A. 1978, Pesquisa de pegmatitos na serra do Urucum, Médio Rio Doce, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, 1978, Recife, Anais SBG, Recife, p. 1836-1850.

Nalini-Jr, H. A; Bilal, E.; Paquette, L. J.; Correia Neves, J .M.; Carneiro, M. A. 1997. U-Pb zircon geochronology and typology from two Neoproterozoic granitoid suites of the Rio Doce valley, eastern State of Minas Gerais, Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRANITES AND ASSOCIATION MINERALS, 1997, Salvador, Anais, ISGAM II, Salvador, 265.p.

Nalini-Jr, H. A.; Bilal, E.; Paquette, J. L.; Pin, C.; Machado, R. 2000a.

Geochronologie U-Pb et géochimie isotopique Sr-Nd des granitoïdes neoproterozoïques des suites Galiléia et Urucum, Valle Du Rio Doce, Sud-Est Du Brésil. *Paris, Compte Rendu Acad. Sci.*, v. 331, p. 459-466.

Netto, C.; Araújo, C.; Pinto, C. P.; Drumond, J.B.V. 1998. Projeto Leste-Província Pegmatítica Oriental, Belo Horizonte: CMMG/CPRM, Relat. Final, 223 p,

Noce, C. M.; Macambirra, M. J. B.; Pedrosa-Soares, A. C.; et al. 2000. Cronology of Late Proterozoic-Cambrian granitic magmatism in the Araçuaí belt, Eastern Brazil, based on dating by single zircon evaporation. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPIE GEOLOGY, 2, 2000, Cordoba, Argentina, Anais, Cordoba, .86.p.

Oliveira, M. J. R. 2000. Projeto Leste, notas explicativas, Província Pegmatítica Oriental, Folha Conselheiro Pena/São Gabriel da Palha, Belo Horizonte: CPRM/COMIG, 185p..

Oliveira, M. J. R. 2002. Projeto Leste-MG., notas explicativas, Folha Conselheiro Pena/São Gabriel da Palha (SE.24-Y-A-IV), Belo Horizonte: SEME/COMIG/CPRM, 01 mapa geológico, escala 1:100.000, .84p.

Padilha, A. V.; Vasconcelos, R. M.; Gomes, R. A. A. D. 1991. Evolução geológica. In: Pinto, C. P. Projeto Barbacena, Folha Lima Duarte, (SF-23-X-C-VI), Brasília: DNPM/CPRM, n. 6, 01 mapa geológico, escala 1:100.000, 151p.

Pedrosa-Soares, A. C.; Dardene, M. A.; Hasui, Y.; Castro, F. D. C. .1994a. Notas explicativas do mapa geológico do Estado de MG, Belo Horizonte: SEME-COMIG, escala 1:100.000, 97.p

Pedrosa-Soares, A. C.; Dardenne, M. A.; Hasui, Y.; Castro, F. D. C.; Carvalho, M. V. A. 1996b. Notas explicativas dos mapas geológico, metalogenético e de ocorrências minerais do Estado de MG, Belo Horizonte: COMIG, escala 1:100.000 69p.

Pedrosa-Soares, A. C. & Wiedemann-Leonardos, C. M. 2000. Evolution of the Araçuaí Belt and its connection to the Ribeira Belt, Eastern Brazil. In: Cordani,

U., Milani, E., Thomaz-Filho, A., Campos, D.A. (Org.) Tectonic evolution of South América. São Paulo, Soc. Bras. de Geol., 265p..

Pinto, C. P.; Drumond, J. B. V.; Féboli, W. L. (Org.). 1997. Projeto Leste: geologia, Nota explicativa do mapa geológico integrado, etapa I, Belo Horizonte, SEME/COMIG/CPRM, 161p..

Pinto, C. P.; Drumond, J. B. V.; Féboli, W. L. 2001. Geologia, Projeto Leste, Nota explicativa do mapa geológico integrado, etapa 1, Folhas SE.24-V; SE.25-Z; SE.24-Y (partes). Belo Horizonte, CPRM-COMIG, p. 12-18.

Scholz, R. 2006. Estudo dos fosfatos do distrito pegmatítico de Conselheiro Pena, MG. . Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 120 p.

Siga Júnior, O. 1986. A evolução geotectônica da porção nordeste de MH, com base em interpretações geocronológicas. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 140 p.

Söllner J. F.; Lammerer B.; Weber-Diefenback, K.; Hansem, B. T. 1987. The Brasiliano Orogenesis; age determinations (Rb-Sr e U-Pg) IN: the coastal mountain region of Espírito Santo, Brazil. Entralb. Geol. Pãont., Teil I, hefte, v. 7/8, p. 729-741.

Söllner, J. F.; Lammerer, B.; Weber-Diefenbach, K. 1991. Die Krustenentwicklung in der Kustenregion/Brasilien, Münchner Geol. Hefte, v. 4, p. 1-100.

Sperling, V. M. & Batista, M. 2007. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. DESA-UFMG, p. 44.

Teixeira, W. & Canzian, F. 1994. Evolução tectonothermal proterozóica do Cráton

do São Francisco, com base em interpretações geocronológicas K- em rochas do seu embasamento, Bol. IGC/USP, Ser. Cínt., v. 25, p. 61- 80.

Vieira, V. S. 2000. Projeto Leste, notas explicativas, província Pegmatítica Oriental, Folha Itabirinha de Mantena, Belo Horizonte, COMIG/CPRM, 223p.