

## RECONSTITUIÇÃO DO SISTEMA DE TRANSPORTE DE ÁGUA ASSOCIADO À LAVRA DE OURO DURANTE O PERÍODO COLONIAL NOS ARREDORES DE GUARULHOS, SP, BRASIL

Annabel PÉREZ-AGUILAR

Caetano JULIANI

Márcio Roberto Magalhães de ANDRADE

Edson José de BARROS

## RESUMO

As regiões de Guarulhos, Jaraguá, Pirapora do Bom Jesus, Sorocaba e Paranaguá são apontadas por diversos autores como pioneiras na exploração de ouro durante o período colonial brasileiro. O intervalo 1553 a 1597 pode ser considerado o marco inicial do primeiro ciclo da mineração de ouro, que durou cerca de 200 anos. Em Guarulhos o ouro foi lavrado principalmente em sedimentos de aluviões, colúvios, elúvios, material saprolítico e veios de quartzo associados às rochas do Grupo Serra do Itaberaba, uma sequência meta-vulcanossedimentar do Mesoproterozoico. Dez dutos e um túnel nos arredores de Guarulhos constituem registros arqueológicos da lavra de ouro dessa época. Tais construções estão relacionadas espacial e temporalmente com barragens, bancadas de lavra, frentes de lavra, canais, valas, áreas de lavagem e separação de ouro, pilhas de rejeito de cascalho e vestígios de paredes de pedra. A atividade de mineração causou modificações de escala variada na paisagem, por ações relacionadas com o desmonte de encostas, abandono de frentes de lavra e alargamento de vales. A correlação dos dutos e túnel com diversas outras estruturas arqueológicas permitiu caracterizá-los como parte integrante do sistema de transporte de água do processo da lavra de ouro, intimamente associados às bacias hidrográficas do Ribeirão Tomé Gonçalves e dos córregos Guavirituba, Tanque Grande e Guaraçau. Os dutos, localizados nas cabeceiras das bacias hidrográficas, tinham como finalidade conduzir por gravidade a água armazenada em barragens, indispensável à exploração de ouro a jusante. A função do túnel era prover com água a lavra de uma encosta com minério essencialmente coluvionar. Os resultados aqui obtidos fazem parte de um projeto amplo que visa resgatar, recuperar, divulgar e preservar registros de grande valor arqueológico, mineiro, geológico, histórico e cultural no âmbito do Geoparque Ciclo do Ouro de Guarulhos. O conjunto destes registros auxilia na difícil tarefa de resgatar a história dos primórdios do Brasil Colônia e de seu primeiro Ciclo do Ouro, geralmente ignorados pelos historiadores.

*Palavras-chave:* duto, túnel, estrutura arqueológica, lavra, Ciclo do Ouro, período colonial, Grupo Serra do Itaberaba.

## ABSTRACT

According to several authors, during the Brazilian colonial period, the exploitation of gold was first carried out in the regions of Guarulhos, Jaraguá, Pirapora do Bom Jesus, Sorocaba and Paranaguá. The period from 1553 to 1597 can be considered the starting point of the first gold mining cycle, which lasted approximately 200 years. In Guarulhos, gold was mainly mined from alluvial, colluvial, eluvial, saprolitic deposits, and from quartz veins associated with rocks of the Serra do Itaberaba Group, which corresponds to a Mesoproterozoic metamorphosed volcano-sedimentary sequence. Ten ducts and a tunnel, located near the city of Guarulhos, constitute archaeological gold mining structures from that time. They are spatially and temporally associated with dams, mining benches, mining fronts, channels, drains, places to wash and seek gold,

gravel waste piles and remnants of stone walls. Mining caused anthropogenic changes in the landscape on several scales, due to activities related to excavation of hillsides, abandonment of mining operations and enlargement of valleys. The relation of the ten ducts and the tunnel to several other archaeological gold mining structures allowed us to characterize them as part of the water transportation system associated with the gold mining activity carried out in this period in the outskirts of Guarulhos. They are closely associated with the hydrographic basins of Guavirituba, Tomé Gonçalves, Tanque Grande, and Guaraçau streams. The ducts, located in the headwaters of river basins, upstream of small drainages, were built with the objective that the water stored in dams, which was essential to downstream exploitation of gold, flew by gravity. The function of the tunnel was to supply water for the exploitation of a mainly colluvial deposit on the hillside. The results obtained in this study are part of a larger effort to retrieve, recover, preserve and disclose records of great archaeological, mining, geological, historical and cultural value within the context of the Gold Cycle Geopark of Guarulhos. These records should be useful in the difficult task of recovering the early colonial history and first Gold Cycle in Brazil, which are usually ignored by historians.

*Keywords:* duct, tunnel, archaeological structure, mining, Gold Cycle, colonial period, Serra do Itaberaba Group.

## 1 INTRODUÇÃO

As regiões de Guarulhos, Jaraguá, Pirapora do Bom Jesus e Sorocaba no Estado de São Paulo e Paranaguá, no Estado do Paraná, são apontadas por diversos autores como pioneiras na exploração do ouro durante o período colonial do Brasil (LEME 1772a, b; SAINT-HILAIRE 1819, 1851; ESCHWEGE 1833a, b; ANDRADA 1847, 1882; DERBY 1889; CALÓGERAS 1904; EGAS 1925; MARTINS 1943; NEME 1959; HUTTER & NOGUEIRA 1966; MARQUES 1980, entre outros). Estas regiões faziam parte da antiga Capitania de São Vicente (BUENO 2009).

Há controvérsias entre os autores em relação às datas em que o ouro foi descoberto nas regiões citadas acima. De modo geral, o intervalo entre 1553 e 1597 pode ser considerado o marco do início do primeiro ciclo da mineração de ouro. Entretanto, é consenso que a atividade da mineração de ouro já estava bem estabelecida na região de São Paulo nos primeiros anos do século XVII, constituindo uma importante atividade econômica. A decadência desta atividade deu-se no início do século XIX, como relatado por vários autores (MAWE 1812; ESCHWEGE 1833a, b; NORONHA 1960), culminando com o fim do primeiro Ciclo do Ouro no Brasil, que durou ao redor de 200 anos.

Este primeiro ciclo de mineração de ouro do Brasil colonial geralmente é ignorado pelos historiadores, que consideram a exploração de ouro no período colonial mais tardia, abrangendo o período entre 1690-1750 (e.g. BETHELL 1984). As minas

da Capitania de São Vicente começaram a ser lavradas por escravos indígenas (LEME 1972a, b). Mas como os índios foram em grande parte aniquilados (BETHELL 1984), é provável que os escravos africanos tenham sido utilizados posteriormente, como sugerido por NORONHA (1960). As minas de Guarulhos produziram grande quantidade de ouro ao longo do tempo, abrangendo uma área de dezenas de quilômetros quadrados (NORONHA 1960).

O objetivo deste trabalho é reconstituir e caracterizar o sistema de transporte de água associado à lavra de ouro dessa época nos arredores da cidade de Guarulhos. Os dutos e o túnel identificados foram contextualizados em relação às bacias hidrográficas de seu entorno, feições geológicas e geomorfológicas e demais estruturas arqueológicas da lavra de ouro.

Os resultados desse estudo fazem parte de um esforço maior que visa resgatar, recuperar, divulgar e preservar registros do primeiro Ciclo do Ouro do Brasil colonial no âmbito do Geoparque Ciclo do Ouro de Guarulhos, criado pelo Decreto Municipal nº 25974 de 16/12/2008 (PÉREZ-AGUILAR *et al.* 2012), atualmente em fase de implantação. Este esforço requer, no futuro, estudos multidisciplinares envolvendo geólogos, arqueólogos, geógrafos, historiadores e antropólogos.

## 2 CONTEXTO REGIONAL

Na área de estudo afloram os grupos Serra do Itaberaba (Mesoproterozoico) e São Roque (Neoproterozoico) (JULIANI & BELJAVSKIS 1995;



JULIANI *et al.* 2000, no prelo; HACKSPACHER *et al.* 2000, 2001), pertencentes ao segmento central da Faixa Ribeira (ALMEIDA *et al.* 1973, 1981). O Grupo Serra do Itaberaba corresponde a uma sequência meta-vulcanossedimentar, parcialmente recoberta pelo Grupo São Roque, representado essencialmente por uma sequência meta-siliciclástica. As rochas de ambos os grupos foram intrudidas por diversos corpos de granitoides sin- a pós-colisionais do Neoproterozoico ao Cambriano e foram afetadas por diversas zonas de cisalhamento com direções preferenciais NE-SW (Figuras 1 e 2).

As rochas meta-vulcanossedimentares associadas ao Grupo Serra do Itaberaba foram inicialmente depositadas em um ambiente oceânico, caracterizado pela presença de basalto do tipo N-MORB (*normal mid ocean ridge basalt*), que posteriormente evoluiu para um ambiente de retro-arco. Estas rochas foram afetadas por dois eventos metamórficos regionais de grau médio: o primeiro durante o Mesoproterozoico (490-650 °C; 4 - 7 kbar) e o segundo no Neoproterozoico (500-580 °C; 4 - 4,7 kbar). Posteriormente as rochas foram

afetadas por um evento retrometamórfico de baixo grau (JULIANI *et al.* 1997). Lavas almofadadas metamorfasadas de dimensões métricas *in situ*, encontradas na Fazenda do Colégio Progresso, atestam atividade magmática oceânica (Figura 3).

O Grupo Serra do Itaberaba é composto, da base para o topo, pelas formações Morro da Pedra Preta, Jardim Fortaleza, Nhanguçu e Pirucaia (JULIANI *et al.* no prelo) (Figura 2). A Formação Morro da Pedra Preta é composta essencialmente por metabasitos do tipo N-MORB com presença de lavas almofadadas (Figura 3), rochas meta-vulcanoclásticas e metatufos com composições básicas a intermediárias e metatufitos. A Formação Jardim Fortaleza é composta principalmente por xistos, xistos grafitosos, xistos ricos em sulfetos e xistos manganíferos; subordinadamente, metabasitos, metatufos com composições básicas a intermediárias, metatufitos, rochas cálcio-silicáticas, formações feríferas do tipo *Algoma* (BIFs) e turmalinitos. A Formação Nhanguçu é composta essencialmente por xistos ferro-manganíferos e xistos cálcio-silicáticos com intercalações de pequenas lentes de metabasitos,

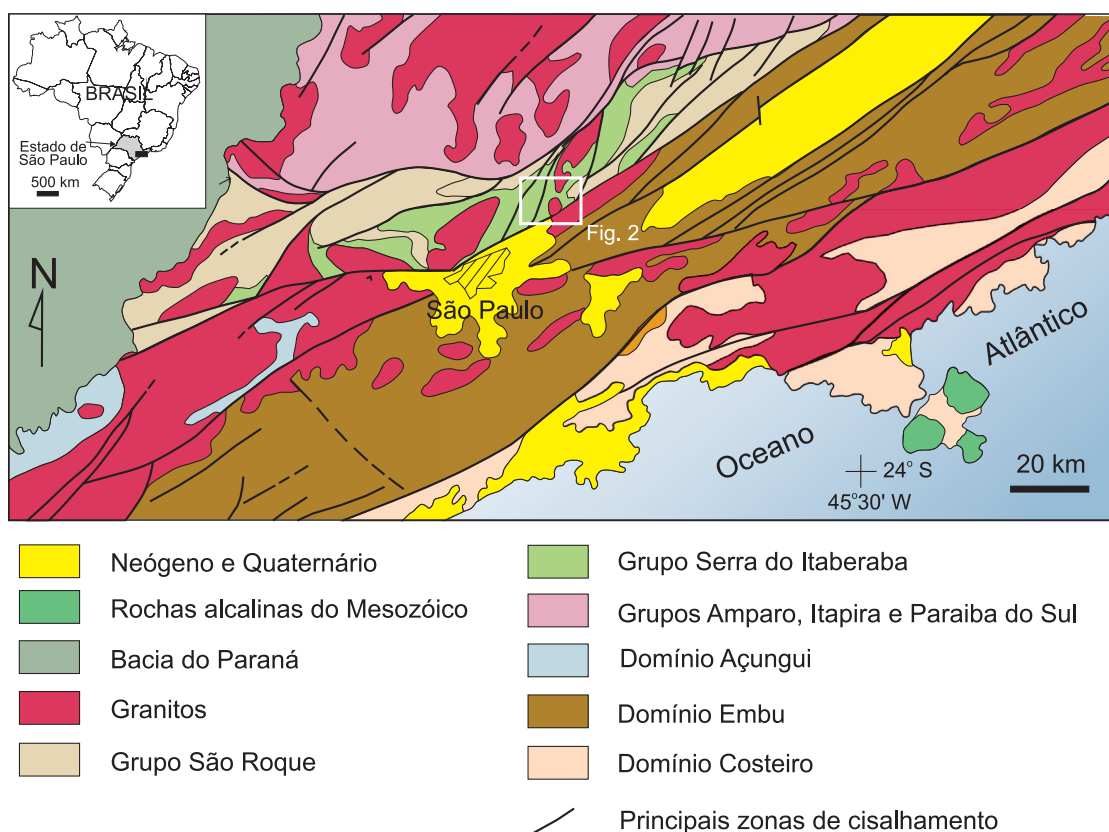


FIGURA 1 – Contexto geológico regional do segmento central da Faixa Ribeira (ALMEIDA *et al.* 1973, segundo SACHS & MORAES 1999, com base em PERROTTA *et al.* 2005).

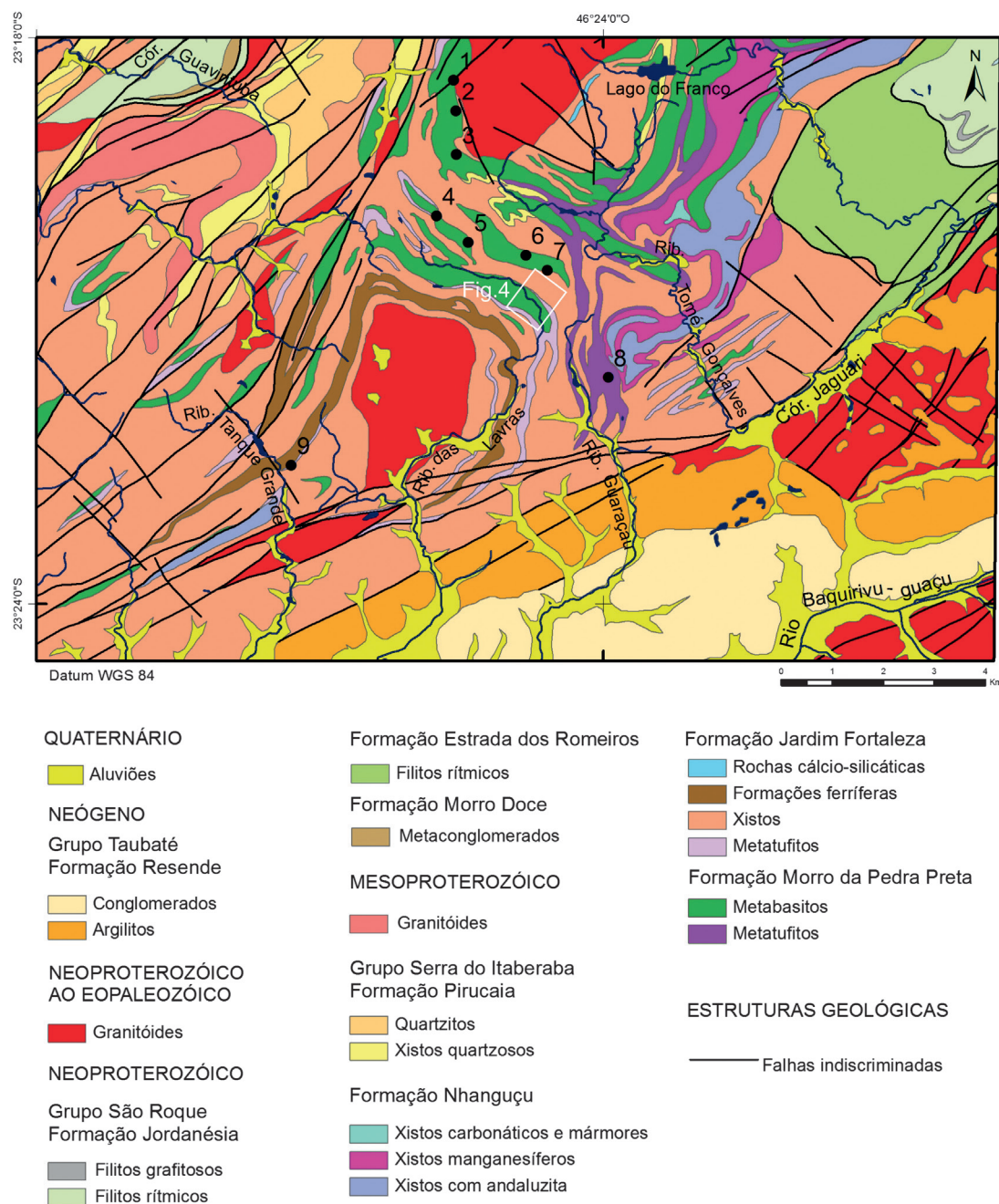


FIGURA 2 – Contexto geológico local mostrando as unidades correspondentes aos Grupos Serra do Itaberaba e São Roque (JULIANI *et al.* no prelo). Os círculos pretos mostram a localização dos dutos e do túnel do período colonial do Brasil. 1 a 3: bacia hidrográfica do Córrego Guavirituba, 4 a 7: bacia hidrográfica do Ribeirão Tomé Gonçalves, 8: bacia hidrográfica do Córrego Guaraçau e 9: bacia hidrográfica do Ribeirão Tanque Grande.

metatufos e mármore, os quais estão capeados por andalusita-clorita xistos. Os depósitos associados a esta formação foram depositados em um ambiente de retro-arco. A Formação Pirucaia é constituída por quartzitos e xistos ricos em quartzo, que correspondem a sedimentos da borda de bacia.

Na parte superior da Formação Morro da Pedra Preta há pequenos corpos metamorfizados de andesitos a riólitos, geneticamente vinculados à formação da bacia de retro-arco. A colocação destes corpos promoveu atividade de paleo-sistemas hidrotermais (JULIANI *et al.* 1994; PÉREZ-AGUILAR



FIGURA 3 – Lavas almofadadas métricas *in situ* localizadas na Fazenda do Colégio Progresso.

1996, 2001; PÉREZ-AGUILAR *et al.* 2000, 2005, 2007, 2011). Estes sistemas foram responsáveis pela geração de extensas zonas de alteração clorítica (ZC1), que foram cortadas por zonas restritas de alteração clorítica (ZC2), argílica e argílica avançada. A composição química das zonas de alteração clorítica é semelhante àquelas associadas aos depósitos de metais de base do tipo Kuroko (e.g. FRANKLIN *et al.* 1981, FRANKLIN 1993, OHMOTO 1996, SHIKAZONO 2003). Os produtos metamórficos das ZC1 são rochas compostas essencialmente por quantidades variáveis de antofilita, gedrita e/ou cummingtonita  $\pm$  Mg-cordierita  $\pm$  granada  $\pm$  quartzo (rochas com cummingtonita/antofilita), enquanto os de ZC2 são rochas compostas principalmente por Mg-hornblenda + tschermakita  $\pm$  Mg-clorita ou por Mg-clorita  $\pm$  cummingtonita  $\pm$  granada  $\pm$  plagioclásio (PÉREZ-AGUILAR 1996, 2001; PÉREZ-AGUILAR *et al.* 2000, 2005, 2007). Os produtos metamórficos das zonas de alteração argílica e argílica avançada são rochas compostas por margarita  $\pm$  rutilo  $\pm$  coríndon ou por topázio  $\pm$  rutilo e estão, no contexto do Grupo Serra do Itaberaba, associadas a processos mineralizantes em ouro (JULIANI *et al.* 1994, PÉREZ-AGUILAR *et al.* 2011).

Geneticamente vinculados aos paleo-sistemas hidrotermais e à atividade exalativa associada também estão presentes BIFs, turmalinitos, granada anfibolitos, metapelitos ferro-manganesíferos, metapelitos ricos em sulfeto, assim como os produtos metamórficos de zonas carbonatizadas, potassicadas e silicificadas (JULIANI 1993; PÉREZ-AGUILAR 1996, 2001; PÉREZ-AGUILAR *et al.* 2005, 2007, 2011; GARDA *et al.* 2003, 2009; BELJAVSKIS *et al.* 2005).

O Grupo São Roque está composto, da base para o topo, pelas formações Pirapora do Bom Jesus (metabasitos e metassedimentos carbonáticos), Morro Doce (meta-conglomerados polimíticos,

meta-arcóseos e filitos), Boturuna (arenitos e arenitos feldspáticos metamorfisados), Estrada dos Romeiros (metassedimentos rítmicos) e Jordanésia (metassedimentos rítmicos e metassedimentos grafitosos) (JULIANI *et al.* no prelo). Na área de estudo somente afloram unidades geológicas pertencentes às formações Morro Doce, Estrada dos Romeiros e Jordanésia (Figura 2).

### 3 MINERALIZAÇÕES DE OURO

No Grupo Serra do Itaberaba ocorrem mineralizações de ouro singenéticas e epigenéticas. As primeiras estão preferencialmente associadas a um horizonte estratigráfico específico na interface entre as rochas metamórficas vulcânicas e vulcanoclásticas da Formação Morro da Pedra Preta e os metapelitos da Formação Jardim Fortaleza. Resultaram da colocação de pequenos corpos ígneos de composição intermediária a ácida, que promoveu atividade hidrotermal e exalativa, assim como da gênese de metabasitos. Subordinadamente há mineralizações de ouro em metapelitos grafitosos, turmalinitos, zonas de silicificação e rochas cálcio-silicáticas, que, por vezes, podem ser ricas em sulfetos (JULIANI 1993; JULIANI *et al.* 1994; BELJAVSKIS *et al.* 1993, 1999; GARDA *et al.* 2002; PÉREZ-AGUILAR *et al.* 2011). O ouro singenético é de granulação muito fina, medindo menos do que 74 micra. Associa-se principalmente à pirrotita e pirita e, subordinadamente, a calcopirita, e apresenta teores entre 0,06 a 13 ppm, que se correlacionam com teores de Ag entre 0,06 e 0,6 ppm. Teores de Au mais elevados estão presentes em rochas meta-intermediárias e meta-exalativas (JULIANI 1993, BELJAVSKIS *et al.* 1993).

Mineralizações epigenéticas estão hospedadas em veios de quartzo, com espessuras entre 0,5 a 1,5 m, vinculadas a zonas de cisalhamento,



falhas transcorrentes, de empurrão e rúpteis, ou acompanhando o processo de sulfetação pervasiva que afeta principalmente rochas meta-vulcanoclásticas básicas e metapelitos (JULIANI 1993; BELJAVSKIS *et al.* 1993, 1999; GARDA *et al.* 2002). Ouro livre, de granulação mais grossa, está associado a calcocita e covelita, produtos de alteração da calcopirita, enquanto o ouro que preenche cavidades, microfraturas ou cresce ao longo das faces de cristais está associado a calcopirita e pirita (GARDA *et al.* 2002). O conteúdo de ouro epigenético pode variar entre 0,11 e 11,2 ppm (pontualmente foi obtido 25,6 ppm) e correlaciona-se a concentrações de prata entre 0,05 e 1,8 ppm (JULIANI 1993, BELJAVSKIS *et al.* 1999).

Nas rochas da Formação Morro da Pedra Preta foram reconhecidas quatro fases de sulfetação associadas a mineralizações de ouro, as duas primeiras singenéticas e as duas últimas epigenéticas (GARDA *et al.* 2002). Valores negativos de  $\delta^{34}\text{S}$  obtidos para a pirrotita da fase I (-8,7 a -5,5‰) sugerem redução bacteriana do sulfato da água do mar com contribuição de enxofre, derivado de fluidos vulcanogênicos hidrotermais, exalados por fumarolas. Valores de  $\delta^{34}\text{S}$  positivos obtidos para a pirita e pirrotita da fase II (4,5 a 7,4‰) foram interpretados como resultado da mistura de várias fontes de enxofre, incluindo fluidos hidrotermais magmáticos provenientes da colocação de pequenos corpos de andesitos a riódacitos, lixiviação de sulfeto ígneo da pilha vulcânica por células de convecção de água do mar e, em menor quantidade, sulfeto originado pela redução termoquímica de pequenas quantidades de sulfatos precipitados em fissuras. Valores positivos de  $\delta^{34}\text{S}$  (1,0 a 3,6‰) obtidos para calcopirita, pirita, molibdenita e galena das fases III e IV foram atribuídos a uma mistura de enxofre presente na sequência vulcanossedimentar, lixiviada por fluidos pervasivos a fissurais derivados de granitos do tipo I.

Na área do presente estudo, altos teores de ouro estão relacionados à superposição de eventos geológicos. Por exemplo, na bacia hidrográfica do Ribeirão Tomé Gonçalves o aumento desses teores associa-se à presença de um centro hidrotermal/exalativo, que formou turmalinitos e zonas de silicificação, e à atuação posterior de um processo de cisalhamento de baixo ângulo e de falhas rúpteis tardias.

#### 4 MÉTODOS DE LAVRA

A exploração do minério de ouro nos arredores de Guarulhos foi realizada manualmente pelos escravos, a céu aberto, constituindo verdadeiros garimpos coloniais. Os principais garimpos desen-

volveram-se nas proximidades dos ribeirões das Lavras e Tomé Gonçalves e dos córregos Tanque Grande e Guaraçau. A figura 4 ilustra as estruturas arqueológicas da atividade garimpeira nas nascentes do Ribeirão das Lavras.

Dessa mesma época há registros de cavas feitas em zonas de cisalhamento na mina de Jaraguá (CARNEIRO 2000), constituindo estruturas da lavra de ouro que diferem daquelas presentes nas minas de Guarulhos. Entretanto, estruturas arqueológicas semelhantes às mapeadas por JULIANI *et al.* (1995) estão presentes nas Minas de Socorro (Minas Gerais), que compõem um complexo de mineração de ouro em plena expansão ao longo dos séculos XVIII e XIX, ocupando uma área aproximada de 2,5 ha (HENRIQUES 2008).

Na região de Guarulhos o ouro foi principalmente minerado em sedimentos aluvionares, coluvionares e eluvionares, rocha intemperizada e veios de quartzo, onde foi concentrado, respectivamente, devido a processos sedimentares, intempé-ricos e metamórficos/deformacionais.

Aspectos relativos aos métodos utilizados na lavra de ouro nesta região podem ser encontrados nos trabalhos de JULIANI *et al.* (1995) e NORONHA (1960). Para a exploração de ouro era indispensável a água, que podia vir de lugares muito distantes. Por essa razão, há barragens de diferentes tamanhos (Figura 4), ou remanescentes das mesmas, dispersas pela área. A sua presença em locais mais elevados tornou possível o funcionamento simultâneo de diversas frentes de mineração a jusante. A água concentrada a montante era conduzida para as lavras através de dutos, túneis e valas que levavam água até canais ou sistema de canais construídos nas encostas dos vales em diversos níveis (Figura 4). O transporte de água também podia ser feito por meio de bicares de madeira suspensos por troncos de árvores, que podiam transportar bacias hidrográficas.

Na maioria dos garimpos, as estruturas próximas à drenagem encontram-se menos preservadas que as localizadas em altitudes maiores. Isto permite deduzir que, de forma geral, os trabalhos relativos à lavra de ouro devem ter se iniciado nos aluviões e paleo-aluviões, por representarem depósitos mais ricos e mais facilmente explotáveis. Posteriormente prosseguiu-se com a lavra do material coluvionar e eluvionar e, finalmente, com a exploração da rocha intemperizada.

Diversos métodos foram utilizados para desviar a água da drenagem nas lavras de aluvião, com a finalidade de auxiliar o processo de lavagem do cascalho. Tais desvios foram realizados por meio

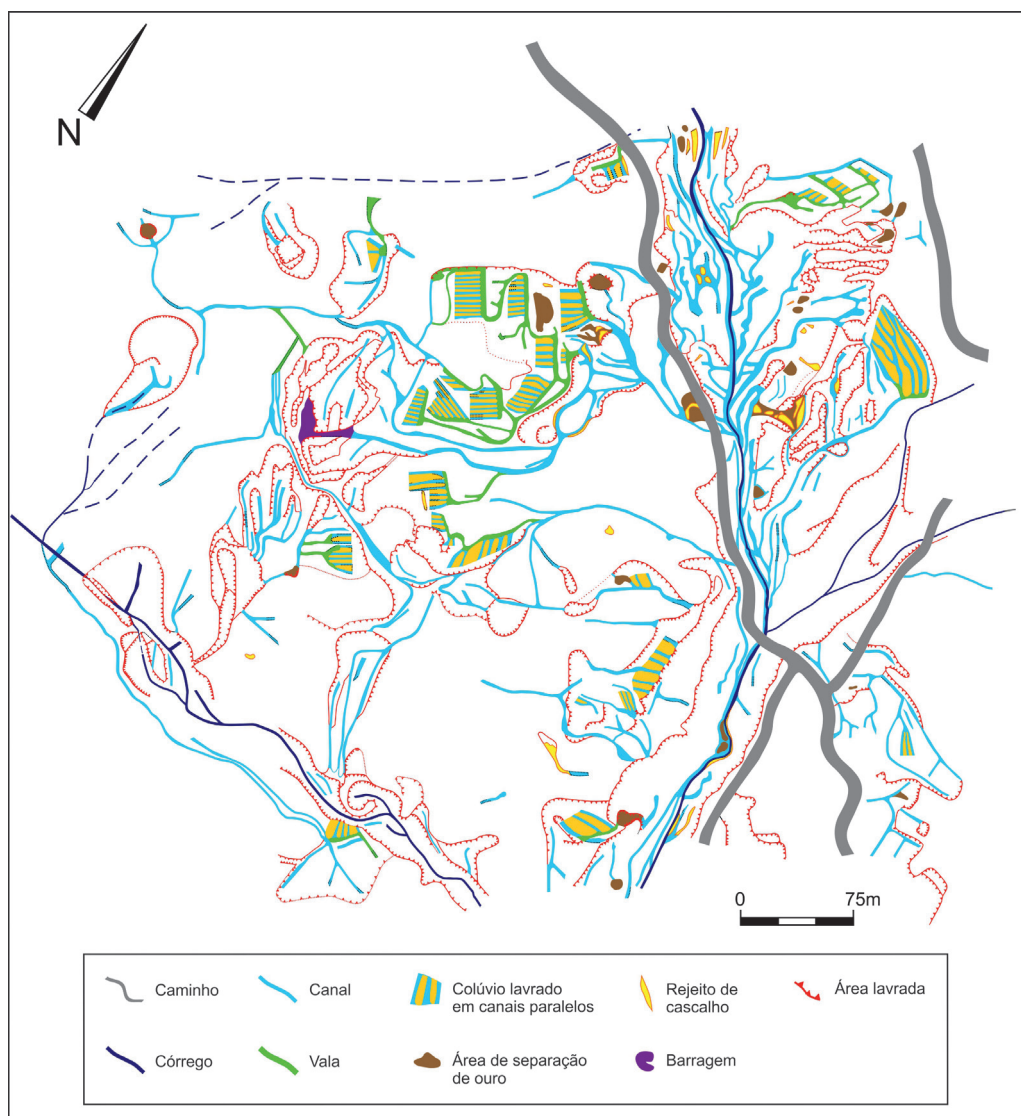


FIGURA 4 – Estruturas arqueológicas relativas à lavra de ouro do período colonial do Brasil nas nascentes do Ribeirão das Lavras (Modificado de JULIANI *et al.* 1995).

da construção de pequenos diques com cascalhos e blocos ou de canais paralelos à drenagem (Figura 4), ou ainda, pelo aproveitamento dos meandros abandonados, como atestado pela presença de pilhas de rejeito de cascalho (Figura 4), em forma de lua crescente, nas suas bordas. Os sedimentos aluvionares eram cavados manualmente, retirando-se a cobertura argilo-arenosa (estéril) até se alcançar o cascalho rico em ouro, o qual era acumulado em pilhas para lavagem posterior para separar as partículas finas e o ouro associado. Após lavagem do cascalho, os seixos, calhaus e matacões eram removidos e depositados nas margens da escavação, formando pilhas de rejeito. O ouro era posteriormente separado do material lamoso restante por

processos de catação manual ou pela utilização de bateias ou baetas, em pequenas áreas de separação (Figura 4). A baeta consistia em um pedaço comprido e largo de tecido felpudo de lã, geralmente de cor vermelha. A lama formada pela lavagem dos cascalhos auríferos era canalizada para a baeta. O ouro, por ser pesado, engastava-se no tecido. Depois de seca ao sol, a baeta era sovada sobre uma superfície lisa e limpa, geralmente couro de boi, liberando assim o metal precioso.

A riqueza deste minério deve ter sido grande, pois durante os trabalhos de pesquisa efetuados na região foram encontradas pepitas com mais de 5 mm de comprimento por 1,5 mm de largura (JULIANI *et al.* 1995).



Em seguida, ou concomitantemente, eram lavrados os paleo-aluviões. Parte da água da drenagem era desviada até o local a ser lavrado. Os métodos de lavra eram semelhantes àqueles utilizados na lavra do aluvião. De forma geral eram lavradas espessuras superiores a 2 m até se alcançar a rocha intemperizada. A presença de conglomerados lateríticos enriquecia o teor do minério nos paleo-aluviões; pequenas plaquetas de ouro nativo eram encontradas nestes sedimentos (JULIANI *et al.* 1995).

A lavra nos setores de encostas, onde o minério está associado ao colúvio e ao solo, iniciava-se com o isolamento de uma área aproximadamente retangular denominada taboleiro, onde se construía uma sequência de canais paralelos (Figura 4). A água transportada pelos canais, desde as barragens, era capturada em duas valas, que delimitavam a área a ser lavrada. A vala mais larga abastecia a parte superior do taboleiro, percorrendo dezenas de metros até o sopé da encosta. A mais estreita, construída em nível topográfico mais baixo, comunicava-se com o canal utilizado para a lavagem do minério.

Em terrenos de alta declividade, uma sequência de canais paralelos era progressivamente escavada desde a parte mais baixa até a mais alta do taboleiro. Em declividades menos acentuadas, estas estruturas acompanhavam a declividade do terreno. Os canais aprofundavam-se até a base do horizonte coluvionar de interesse ou até a rocha intemperizada. O minério era retirado manualmente de duas faixas de até alguns metros de largura, localizadas nas laterais do canal, e jogado no interior do mesmo (Figura 4). A largura dessas faixas variava em função da espessura da camada mineralizada e dos teores do minério. Dentro do canal era feita a separação de partículas finas (silte e argila) e grossas (seixos e blocos), remexendo-se manualmente o minério. Este mecanismo promovia a adsorção das partículas finas em bolhas de ar, que eram removidas. Por sua vez, as partículas grossas eram retiradas e depositadas nas laterais do canal, formando pilhas de rejeito de cascalhos ricos em fragmentos de veio de quartzo. Após a remoção das frações finas e grossas, o fundo do canal era raspado com enxadas sob um fluxo de água e o concentrado era conduzido até uma pequena bacia localizada nas proximidades, onde o ouro mais grosso era separado por catação e bateamento. Na sequência, o concentrado restante era transportado para áreas de separação maiores, onde o ouro era extraído por catação, bateias e baetas. Em seguida era aberto outro canal, paralelo ao anterior, em altitude maior ou lateralmente. Muitas vezes o canal ou parte dele convertia-se em uma pequena bacia

de separação do ouro, servindo de área de catação e bateamento do ouro mais grosso do taboleiro em lavra. Canais iam sendo abertos sucessivamente até se minerar toda a área.

Se o minério associado ao colúvio era muito rico, mas o transporte de água até o local da lavra não era tecnicamente viável, devido à altitude, ausência de água em abundância ou declividade acentuada do terreno, ele era desmontado manualmente com instrumentos rudimentares. Após o desmonte, o minério era transportado até um córrego mais próximo, com estruturas apropriadas para os processos de lavagem e separação. O transporte do minério era realizado pelos próprios escravos ou por meio de canais ou sistema de canais, onde o mesmo era jogado e misturado com água para facilitar o transporte por gravidade.

Na planície aluvionar, quando a quantidade de minério transportado era pequena, o ouro era separado em canais e bacias pouco profundas, aproveitando-se muitas vezes estruturas já existentes para as lavras do aluvião/paleo-aluvião. Entretanto, havendo grandes quantidades de minério, a separação do ouro era realizada em tanques, sistema de tanques interconectados ou bacias maiores. A água utilizada era abastecida pelo córrego, que, por vezes, era represada em pequenas barragens. Para a lavagem e separação do ouro utilizavam-se métodos semelhantes aos descritos acima.

Esgotadas essas fontes, eram explotadas as zonas de minérios eluviais sobre as rochas com as mineralizações primárias, disseminadas principalmente em rochas vulcanoclásticas básicas a intermediárias, metabásicas e metapelitos grafitosos. Os sedimentos eluvionares eram lavrados em canais e pequenas bacias, utilizando-se procedimentos de lavra semelhantes àqueles descritos para explotar o colúvio. Após a lavra do elúvio era minerada a rocha intemperizada.

A lavra do minério saprolítico era feita sob a forma de bancadas (Figura 4). O material era desmontado manualmente e o ouro era lavado e separado em canais construídos paralelamente à bancada e/ou em bacias pequenas e pouco profundas. O material grosso era disposto nas bordas dos canais ou em pilhas dentro das bacias. Este tipo de lavra pode ter sido interrompido devido a diversos fatores: instabilidade das paredes, esgotamento do minério (embora em diversos locais ainda restem rochas com teores de ouro ainda elevados), inviabilidade de remoção do estéril ou por se ter alcançado horizontes de rochas mais frescas, difíceis de serem desagregadas.

A separação de ouro dos veios de quartzo iniciava-se com a trituração deste material em monjolos

ou pilões de ferro, tendo sido encontrados dois destes últimos artefatos. O ouro era recuperado a partir dos mesmos métodos empregados na lavra dos aluviões.

## 5 METODOLOGIA

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico sobre a gênese das mineralizações de ouro no Grupo Serra do Itaberaba e as estruturas arqueológicas associadas à lavra de ouro do período colonial, bem como dados históricos de interesse. Na sequência foram realizadas diversas entrevistas com moradores da região com a finalidade de direcionar os trabalhos de campo na busca de dutos e túneis.

Os trabalhos de campo tiveram por finalidade identificar e caracterizar o sistema de transporte de águas (dutos e túnel) associado à lavra de ouro, em relação ao método de construção, dimensões, material utilizado e estado de conservação. Na área de entorno foi realizada uma análise dos aspectos geológicos e da paisagem relevantes, assim como foi estabelecida uma associação espacial e temporal com outras estruturas arqueológicas da lavra de ouro. As modificações antrópicas na paisagem associadas à lavra de ouro também foram identificadas e caracterizadas. As rochas da área de entorno foram descritas em relação a aspectos genéticos e eventos deformacionais sobrepostos.

Os dutos e o túnel foram mapeados em bases cartográficas da EMPLASA, escala 1:10.000, e associados às respectivas bacias hidrográficas. Utilizou-se nesse estudo as folhas topográficas Vasconcelândia (SF-23-Y-D-I-3-NO-D), Tanque Grande (SF-23-Y-D-I-3-NO-E), Ponte Preta (SF-23-Y-D-I-3-NO-F) e Parque Santos Dumont (SF-23-Y-D-I-3-SO-A).

Posteriormente as estruturas foram plotadas, esquematicamente, em um modelo digital de elevação (MDE), gerado a partir da digitalização da folha topográfica Itaquaquecetuba (SF-23-Y-D-I-3) do IBGE, escala 1:50.000, utilizando-se a ferramenta 3-D Analyst (ArcGIS, versão 9.3).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO: O SISTEMA DE TRANSPORTE DE ÁGUA DA LAVRA DE OURO

Nos arredores de Guarulhos foram encontrados 10 dutos e um túnel do período colonial. Os dutos foram construídos nos leitos de cursos de água utilizando lajes e fragmentos de rochas e o túnel foi escavado em uma encosta. A técnica de construção da maior parte destes dutos é semelhante, com muros laterais parcialmente recobertos por lajes de pedra, que formam o teto; o chão também é forrado por lajes de pedra. O comprimento varia de 20 m

a algumas centenas de metros. Em sua construção foram utilizadas predominantemente lajes de metatufos e metabasitos, mas também de rochas vulcanoclásticas e cálcio-silicáticas. As lajes podem medir até 1,80 m de comprimento por 0,70 m de largura e 0,40 m de altura. As suas entradas, de forma geral, encontram-se assoreadas. Todos os dutos apresentam furos de até 50 cm de profundidade nas lajes, que devem ter sido realizados para auxiliar no processo de desmantelamento de afloramentos rochosos para produção das mesmas.

A tabela 1 apresenta a lista dos dutos e do túnel identificados, sua localização, dimensões, rochas e/ou sedimentos associados e relação com outras estruturas arqueológicas da lavra de ouro do período colonial. O modelo digital de elevação da área de estudo (Figura 5) mostra a localização dessas estruturas em relação à topografia e rede de drenagem; o contexto geológico dessas estruturas é apresentado na figura 2. A seguir são descritos os dutos e o túnel, agrupados segundo as bacias hidrográficas nas quais estão inseridos, discutindo-se a sua função.

### 6.1 Bacia Hidrográfica do Córrego Guavirituba

Associados às cabeceiras do Ribeirão Comprido, tributário do Córrego Guavirituba, ocorrem quatro dutos (nº 1, 2 e 3, figuras 2 e 5). Dois dutos de 20 m de comprimento situam-se na Fazenda do Colégio Progresso (nº 1 e 2), enquanto outros dois (nº 3), de 40 m de comprimento, estão localizados ao sul desta fazenda, em pequenos sítios. Todos foram construídos com lajes de metabasitos e metatufos básicos.

Na Fazenda do Colégio Progresso um dos dutos foi recoberto por solo e vegetação, sendo visíveis apenas as suas entradas (Figura 6A, B); seu interior, no entanto, mostra-se muito bem conservado (Figura 6C).

O outro duto mostra como era feita a captação de água a montante e sua distribuição a jusante (Figura 6D, E, F). Ela era captada através de uma fissura na rocha e descarregada em um canal inclinado de 0,90 m de largura esculpido em metabasito fresco, que desemboca nesse duto, cuja entrada foi também esculpida na rocha fresca. A entrada a jusante deste duto foi recentemente modificada para melhor direcionar o fluxo de água (Figura 6F).

Nos dutos situados nos pequenos sítios apenas as entradas a jusante encontram-se preservadas (Figura 7A, B). Um dos dutos está soterrado; no duto exposto o teto é formado por fragmentos irregulares de metatufos básicos cisalhados e/ou dobrados (Figura 7C, D). A função desses dutos era receber água provinda de pequenas barragens

TABELA 1 – Relação dos dutos e túnel presentes nos arredores de Guarulhos: localização, dimensões, rochas e/ou sedimentos associados e relação com outras estruturas arqueológicas da lavra de ouro do período colonial.

<i>Número das estruturas nas figuras 2 e 5/ Bacia Hidrográfica - localização / Coordenadas geográficas em WGS84</i>	<i>Estruturas arqueológicas da lavra de ouro e feições associadas</i>	<i>Rochas e/ ou sedimentos associados</i>	<i>Dimensões</i>
1 - Guavirituba – Faz. Colégio Progresso 23° 18' 28''S e 46° 25' 31''W	Vale do rio alargado	Metatufos básicos e metabasitos	Duto de 20 m de comprimento, 1m de largura e 1,2 m de altura
2 - Guavirituba - Faz. Colégio Progresso 23° 18' 46''S e 46° 25' 34''W	Vale do rio alargado	Metatufos básicos e metabasitos	Duto de 20 m de comprimento, 0,9 m de largura e 0,5 m de altura.
3 - Guavirituba – Sítios pequenos 23° 19' 15''S e 46° 25' 34''W	Barragens, áreas de lavagem e separação do ouro, frentes de lavra	Metatufos básicos cisalhados	Dutos de 40 m de comprimento, 0,6 m de largura e 0,5 m de altura (duto assoado)
4 - Tomé Gonçalves – Faz. Soledade 23° 19' 58''S e 46° 25' 55''W	Pequenos lagos, frentes de lavra, áreas de lavagem e separação de ouro, pilhas de rejeito e vale do rio alargado	Metapelitos grafitosos e metatufos básicos cisalhados, turmalinitos, zonas de silicificação metamorfisadas e, subordinadamente metabasitos, <i>meta-cherts</i> e veios de quartzo	Dutos de 96 m e 86 m de comprimento e 1,0 m de largura por 0,8 m de altura.
5 - Tomé Gonçalves – Faz. Soledade 23° 20' 11''S e 46° 25' 22''W	Vestígios de antiga barragem com ombreiras de até 3,70 m de altura construídas em pedra	Metavulcanoclasticas e metatufos básicos e metabasitos	Duto de 50 m de comprimento, 0,8 m de largura por 1,0 m de altura
6, 7 - Tomé Gonçalves – Faz. dos Franco 23° 20' 18''S e 46° 24' 46''W e 23° 20' 33''S e 46° 24' 38''W	Frentes de lavra e áreas de lavagem e separação de ouro	Metabasitos e metatufos básicos	Dutos de 40 m (assoreado) e 60 m (0,6 m de largura e 0,7 m de altura)
8 - Guaraçu – Loteamento Água Azul 23° 21' 36''S e 46° 24' 04''W	Barragens, áreas de lavagem e separação do ouro, vestígios de paredes de pedra, vale do rio alargado	Metatufos, metatufitos e veios de quartzo cisalhados e aluvião	Duto subterrâneo principal de algumas centenas de metros de comprimento, altura entre 1,2 m e 1,5 m (localmente 1,80 m), largura aproximada de 0,8 m
9 - Tanque Grande – Sítio pequeno 23° 22' 31''S e 46° 27' 29''W	Reservatório de água, barragens, áreas de lavagem e separação do ouro, valas, canais revestidos e não revestidos, vestígios de paredes de pedra, áreas de lavagem de ouro, vale do rio alargado	Metapelitos grafitosos cisalhados e aluvião	O túnel possui 17,3 m de comprimento e 1,6 m em sua maior altura. As saídas a jusante e a montante possuem 1,3 m de largura por 1,2 m de altura e 1,2 m de largura por 1,3 m de altura, respectivamente.

para facilitar a lavagem e separação de ouro em depressões, bem como alimentar uma sequência de pequenas barragens a jusante.

Nesta bacia houve garimpagem de ouro em aluviões, paleo-aluviões e nas encostas, onde foram lavrados colúvios e material saprolítico formado a partir de metatufos básicos cisalhados (Figura 7E). Desta atividade ainda podem ser observadas pequenas barragens, alargamento dos vales, áreas de lavagem e de separação de ouro, frentes de mineração e desmonte de encostas.

Na Fazenda do Colégio Progresso os dutos captavam água para diversos lagos situados a jusante. Esta água deve ter sido utilizada para lavar o aluvião e paleo-aluvião do Ribeirão Comprido, que provocou um alargamento pronunciado de seu vale, deixando uma área aplainada de aproximadamente 60.000 m<sup>2</sup>.

## 6.2 Bacia Hidrográfica do Ribeirão Tomé Gonçalves

Em afluentes do Ribeirão Tomé Gonçalves ocorrem cinco dutos. Os dois dutos da Fazenda So-



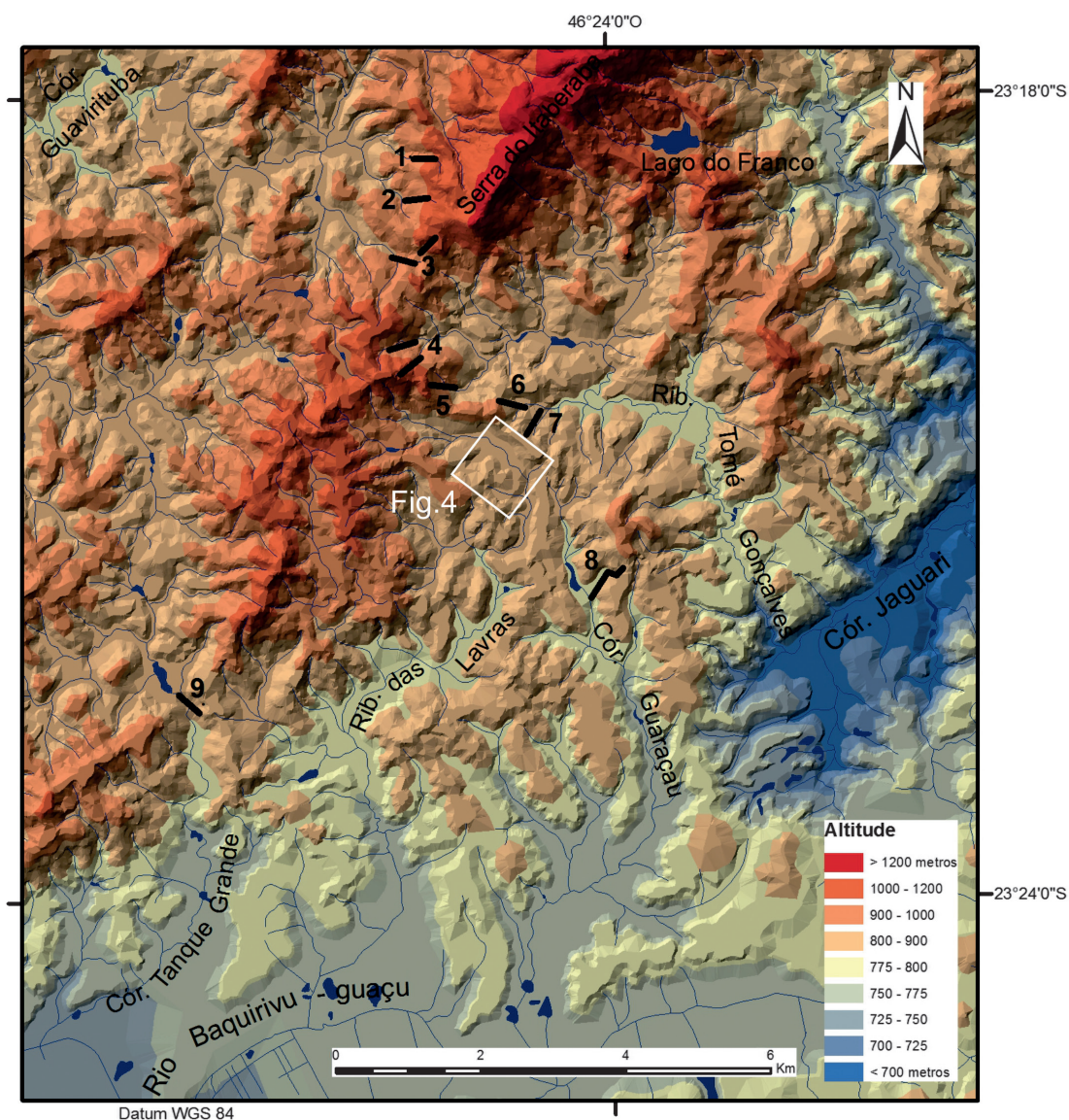


FIGURA 5 – Modelo digital de elevação e hipsometria (em metros) da área de estudo com representação esquemática dos dutos e do túnel (traços pretos), mostrando as bacias hidrográficas nas quais estão inseridos: Córrego Guavirituba (1, 2 e 3), Ribeirão Tomé Gonçalves (4, 5, 6 e 7), Córrego Guaraçau (8) e Córrego Tanque Grande (9). As maiores altitudes correspondem à Serra do Itaberaba.

ledade (nº 4, figuras 2 e 5), no Córrego Barbosa, medem 86 m e 96 m (Figura 8), e são os maiores encontrados. Na construção desses dutos foram utilizadas lajes de rochas cálcio-silicáticas e metatufos básicos, perfeitamente encaixadas no teto e no chão (Figura 8D). O duto localizado em um tributário do Córrego Barbosa (nº 5, figuras 2 e 5), com 50 m de comprimento, foi construído com lajes de metabasitos e metatufos máficos (Figura 9A, B, C, D, E), e apresenta seu interior muito bem preservado. Aspectos externos da construção destes dutos podem ser observados nas figuras 8 (F, G) e 9 (D, E).

Na Fazenda dos Franco há dois dutos construídos com lajes de rochas meta-vulcanoclásticas e metatufos máficos (nº 6 e 7, figuras 2 e 5), medindo 60 e 40 m de comprimento. As entradas desses dutos estão mal preservadas, completamente assoreadas e/ou parcialmente recobertas por vegetação. O teto é formado por fragmentos irregulares, dispostos em degraus para acompanhar o declive do relevo.

Nesta bacia hidrográfica o ouro foi minerado em aluviões, colúvios e material saprolítico originado a partir de metapelitos grafitosos e metatu-





FIGURA 6 – Aspectos dos dois dutos presentes na Fazenda do Colégio Progresso (nº 1 e 2, figuras 2 e 5) na bacia hidrográfica do Córrego Guavirituba. Entrada a montante (A) e a jusante (B) e aspecto interior do duto nº 1 (C). Captação de água através de um canal (D), entrada a montante (E) e a jusante (F) – duto nº 2.



fos básicos cisalhados. Várias feições atestam a atividade garimpeira nessa área: alargamento dos cursos de água, desmonte das encostas, depressões pouco profundas utilizadas como áreas de lavagem e separação de ouro, seixos e blocos de turmalinito e quartzito formando pilhas métricas de rejeito, frentes de lavra de até 20 m de altura e vestígios de barragens. Vários lagos, a montante dos dutos maiores, são interpretados neste trabalho como resquícios de uma barragem de grandes dimensões. Em um local conhecido como Lagoa de Pedra, situado em nível topográfico mais baixo, há muros de pedra e duas ombreiras com até

3,7 m de altura, pertencentes à uma antiga barragem (Figura 9F).

Neste contexto os dutos tiveram como finalidade captar água armazenada a montante para auxiliar nos processos de lavagem e separação de ouro em seus arredores e para conduzi-la até a lavra de ouro a jusante.

### 6.3 Bacia Hidrográfica do Córrego Guaraçau

Em um pequeno tributário do Córrego Guaraçau, distrito de Água Azul, há um sistema subterrâneo de dutos com várias centenas de metros (nº 8,



FIGURA 7 – Duto de 40 m de comprimento em pequeno sítio na bacia hidrográfica do Córrego Guavirituba (nº 3, figuras 2 e 5). Entrada a jusante (A), interior assoreado (B) e aspectos do teto (C) e (D). Está localizado perto de uma frente de mineração em metatufos básicos milonitizados e intemperizados (E).





FIGURA 8 – Dutos das cabeceiras do Córrego Barbosa, afluente do Ribeirão Tomé Gonçalves, Fazenda Soledade (nº 4, figuras 2 e 5). Entrada a montante (A) e a jusante (B), aspecto interior (D) e exterior (F, G) do duto maior (96 m de comprimento). Entrada a montante (C) e a jusante (E) do duto menor (86 m de comprimento).



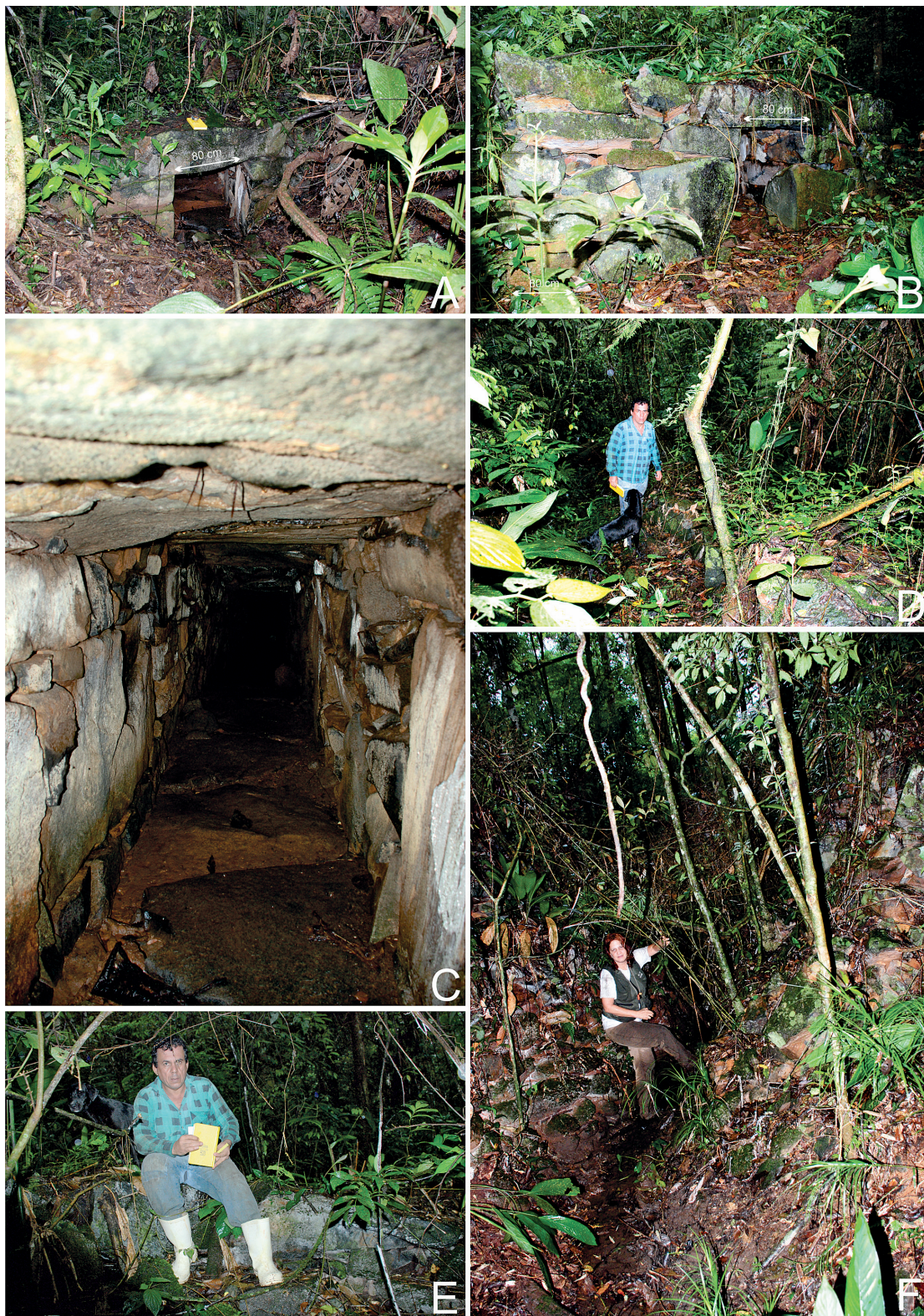


FIGURA 9 – Duto de 50 m de comprimento no tributário do Córrego Barbosa, afluente do Ribeirão Tomé Gonçalves, Fazenda Soledade (nº 5, figuras 2 e 5). Entrada a montante (A) e a jusante (B), aspectos do seu interior (C) e exterior (D, E). Resquícios de ombreiras de barragem localizada nas imediações, utilizada nos processos de lavra de ouro (F).



figuras 2 e 5). A montante, o duto principal foi construído com lajes e fragmentos de metatufos máficos; há um contraste da irregularidade das suas paredes com o teto formado por lajes cuidadosamente trabalhadas (Figura 10A, B, C). A jusante, a construção do duto principal foi feita totalmente com tijolos cimentados e teve a finalidade de transportar água em direção ao Córrego Guaraçau. Mesmo na parte construída com lajes de rochas, observam-se intervenções posteriores feitas com tijolo e cimento (Figura 10B). Ao duto principal se conecta um tributário menor (20 m de comprimento, 0,70 m de altura e 0,60 m de largura) (Figura 10D), que deságua em um lago artificial.

O ouro foi lavrado ao longo de 4 km do vale do Córrego Guaraçau. Esta região foi inicialmente conhecida como Lavras Velhas do Geraldo, referidas em documentos do ano de 1639 como Minas de Geraldo Corrêa, sendo posteriormente designada como Monjolo de Ferro (NORONHA 1960). Segundo KNECHT (1939, 1950), corresponde à área de Aroeira Chata, onde ocorriam sedimentos aluvionares e veios de quartzo ricos em ouro, fato que deve ter justificado a construção de um monjolo de ferro para auxiliar nos trabalhos de separação de ouro, não restando atualmente vestígios do mesmo. Foi a maior área de exploração de ouro em Guarulhos e, provavelmente,



FIGURA 10 – Sistema de dutos subterrâneos associados a pequeno tributário do Córrego Guaraçau (nº 8, figuras 2 e 5). Parte do duto construída em pedra (A, B e C) e com intervenção posterior feita com tijolos e cimento (B). Entrada de pequeno duto tributário, construída com tijolos cimentados (D). Tanque de separação de ouro (E).



a mais vasta de São Paulo; ao longo do vale eram encontrados canais com pilhas de rejeito de cascalhos depositados em suas margens (NORONHA 1960), caracterizando intensa atividade mineira.

Neste local foram lavrados o aluvião, paleo-aluvião, colúvio e material saprolítico gerado a partir de metatufos básicos e metatufitos intensamente cisalhados das encostas do Morro Nhanguçu. Como registro desta atividade destaca-se o alargamento do vale do Córrego Guaraçau e feições de desmonte de encostas. Também foram preservadas barragens, restos de muros de pedra e um sistema de tanques de lavagem e separação de ouro com cerca de 6.900 m<sup>2</sup> (Figura 10E).

A função do duto principal era captar água das cabeceiras do tributário do Córrego Guaraçau ou de uma barragem localizada a montante e conduzi-la até pequenas barragens a jusante para abastecer os tanques de lavagem e separação de ouro.

#### 6.4 Bacia do Córrego Tanque Grande

O túnel, localizado em um sítio próximo ao reservatório do Tanque Grande (nº 9, figuras 2, 5, 11), possui 17,27 m de comprimento e até 1,60 m de altura (Figura 11). Seu teto é irregular, esculpido em metapelito fresco milonitizado e falhado.

Próximo à saída do túnel foram lavrados colúvios e material saprolítico originado a partir de



FIGURA 11 – Túnel localizado nas imediações do Córrego Tanque Grande (nº 9, figuras 2 e 5), mostrando entrada a montante (A) e a jusante (C) e aspectos internos (B, D).



metapelitos grafitosos dobrados e cisalhados presentes na encosta do morro. Em altitudes mais baixas foi minerado o aluvião e paleo-aluvião.

O túnel serviu como meio de transporte de água para a lavra da encosta. A água era capturada de uma barragem, provavelmente localizada onde está atualmente o reservatório do Tanque Grande, e era conduzida até o túnel por meio de um canal de 90 m de comprimento. Na saída do túnel a água era distribuída por um sistema de canais e valas, em parte ainda preservados. A lavra do colúvio e do material saprolítico da encosta deve ter sido feita utilizando canais e sistema de canais em paralelo, conforme descrito no item 4; no entanto não há mais vestígios dessas estruturas.

A exploração de ouro avançou progressivamente para altitudes mais baixas até chegar ao leito do Córrego Tanque Grande, que atualmente escoar por um canal parcialmente esculpido em rocha. Em sua proximidade há tanques de lavagem e de separação de ouro e restos de muros de pedra, um deles com aproximadamente 50 por 3 m.

Mais a jusante, há vestígios de canais não revestidos em rocha. Um desses canais, com 800 m de comprimento, fazia parte de um aqueduto de 15 km, que vinha desde o Tanque Grande até perto do Seminário Imaculada Conceição (NORONHA 1960), onde há vestígios arqueológicos da lavra de ouro desse período. Entretanto, para chegar até este local era necessário transpor o divisor da bacia do Córrego do Tanque Grande rumo à bacia do Ribeirão das Lavras, suprimindo também com água as minas das imediações do bairro Fortaleza (PÉREZ-AGUILAR *et al.* 2012). Essa transposição de água entre as bacias provavelmente era realizada com o auxílio de bicaes de madeira suspensos por meio de troncos de árvores. Em linha reta a distância entre o reservatório do Tanque Grande e o Seminário Imaculada Conceição é de apenas 3,5 km, o que mostra a complexidade deste sistema.

## 7 MEDIDAS DE PROTEÇÃO

Com exceção dos dutos da Bacia do Córrego Guaviritiba, as demais estruturas são abrangidas pelo Geoparque Ciclo do Ouro de Guarulhos (em fase de implantação), que cobre uma área de 16.900 ha, principalmente na parte serrana da Região Metropolitana de São Paulo (PÉREZ-AGUILAR *et al.* 2012). Criado pelo Decreto Municipal de Guarulhos nº 25.974 de 16 de dezembro de 2008, o geoparque tem como finalidade recuperar, preservar e divulgar estruturas arqueológicas relativas à lavra de ouro do período colonial, dado

seu grande valor arqueológico, mineiro, geológico, histórico e cultural.

O geoparque insere-se na área abrangida pela Reserva Biológica do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (RBCV) (RODRIGUES *et al.* 2006). Com exceção do sistema de dutos subterrâneos do bairro Água Azul, os demais estão inseridos na Área de Preservação Ambiental (APA) Mananciais do Rio Paraíba do Sul e no Parque Estadual Serra do Itaberaba (Decreto Estadual nº 55.662 de 30 de março de 2010). Já o túnel está dentro da APA Cabuçu-Tanque-Grande (ANDRADE 2009).

Conforme a legislação vigente, as áreas particulares no interior do Parque Estadual Serra do Itaberaba deverão ser desapropriadas. Nesse contexto é de fundamental importância a interação do futuro conselho gestor do Geoparque Ciclo do Ouro com o conselho gestor desta unidade de conservação.

Especialistas deverão avaliar a melhor forma de recuperação dos dutos e da área de entorno, em relação à vegetação, processos de assoreamento interno e preservação dessas estruturas. O conselho gestor do geoparque deverá avaliar quais estruturas arqueológicas deverão ser disponibilizadas para visitação em função da sua vulnerabilidade, promovendo a construção de uma infraestrutura adequada para esta finalidade. Ações de divulgação dos atributos geológicos, arqueológicos, históricos e culturais do Geoparque Ciclo do Ouro vêm sendo realizadas entre a população local e os diferentes segmentos governamentais.

Um cenário adequado propiciará uma revitalização da economia local com a expansão da atividade turística na região de Guarulhos, assim como promoverá a formação de guias locais, entre outras ações.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dutos e o túnel da época do primeiro Ciclo do Ouro do período colonial nos arredores de Guarulhos estão associados às bacias hidrográficas do Ribeirão Tomé Gonçalves (afluente do Rio Paraíba do Sul) e dos córregos Guaviritiba, Tanque Grande e Guaraçau (afluentes do Rio Tietê). Eles estão intimamente relacionados a outras estruturas arqueológicas da mineração, tais como barragens, canais, valas, bancadas e frentes de lavra, áreas de separação e concentração de ouro, pilhas de rejeito e vestígios de muros de pedra, assim como a modificações antrópicas da paisagem decorrentes do desmonte de encostas, abertura de frentes de lavra e alargamento dos vales dos córregos.

A presente análise auxiliou no processo de reconstituição de parte do sistema de transporte de águas, dando subsídios a um melhor entendimento dos métodos de exploração de ouro na época.

Os dutos faziam parte de sistemas complexos de transporte de água, que tinham por finalidade transportar água de altitudes maiores até níveis topográficos mais baixos ou prover as áreas deficientes, permitindo o desenvolvimento dos processos relativos à lavra de ouro. Tais estruturas estavam estrategicamente localizadas nas cabeceiras de drenagens, associadas a barragens a montante, o que otimizava o transporte de água por gravidade e sem perda, uma vez que as estruturas em pedra suportavam os fluxos e as pressões geradas. O túnel foi construído para auxiliar no transporte de água para a lavra de ouro em uma das encostas do Córrego Tanque Grande.

Em Guarulhos, a hidrografia constitui um importante pano de fundo que permite integrar os diversos registros de áreas mineradas. Isto se deve à importância da água nos processos da lavra de ouro nessa época, o que justificou o enorme esforço na construção dos dutos e do túnel. Entretanto, a reconstituição do sistema de transporte das águas ainda é preliminar, dependendo de trabalhos de campo complementares ao longo das principais drenagens da área.

A conservação do patrimônio arqueológico e geológico, no contexto do Geoparque Ciclo do Ouro, somente terá sucesso se a população local e os diferentes segmentos governamentais se apropriarem dos mesmos, promovendo a criação de uma identidade cultural associada ao primeiro Ciclo do Ouro do Brasil colonial. O conjunto de registros arqueológicos constitui um legado que promove o patrimônio mineiro de Guarulhos a nível nacional e internacional.

A atividade de visitação das estruturas arqueológicas deverá abranger a divulgação do conhecimento geológico, em especial, das mineralizações de ouro do Mesoproterozoico. Ressalta-se a presença de margarita-coríndon xistos, topázio xistos, zonas de silicificação, formações ferríferas do tipo *Algoma* e turmalinitos, associada a processos mineralizantes em ouro nas imediações da cidade de São Paulo.

No contexto do sudeste brasileiro, é de grande importância a realização de um levantamento das estruturas arqueológicas do primeiro Ciclo do Ouro do Brasil colonial e de trabalhos sistemáticos de campo em áreas de interesse, visando cobrir lacunas existentes. Uma conectividade dos diferentes mosaicos permitirá o reconhecimento de um corredor temático, possibilitando o desenvolvimento de estudos multidisciplinares, envolvendo arqueólogos, geólogos, antropólogos, geógrafos e urbanistas, que viabilizem o resgate das atividades de mineração vinculadas a práticas culturais, sociais, econômicas e urbanas do início da colonização do Brasil.

## 9 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (processos 1993/4350-0, 1995/2337-2, 1998/15170-7, 2007/00405-0) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (processo 400490-94-3) pelo apoio financeiro; ao Instituto Geológico/SMA pelo apoio logístico e financeiro; a Julho de Oliveira pelo seu conhecimento da região e acompanhamento nos trabalhos de campo; a Ricardo Oliveira Santos pelo auxílio nas ilustrações e aos revisores que em muito melhoraram este trabalho.

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M.; AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. 1973. The Precambrian evolution of the South American cratonic margin south of Amazon River. In: A.E.M. Nairn & F.G. Stehli (ed.) The ocean basin and margins. New York, Plenum, 1, p. 411-446.
- ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; PONÇANO, W.L.; DANTAS, A.S.L.; CARNEIRO, C.D.R.; MELO, M.S.; BISTRICHI, C.A. 1981. Mapa geológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000 – Nota Explicativa, v.1. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo.
- ANDRADA, M.F.R. 1847. Diário de uma viagem mineralógica pela Província de São Paulo no ano de 1805. *Jornal do Instituto Histórico e Geographico Brasileiro*, 2 ed., 9: 527-548 (Publicado em 1869).
- ANDRADA, M.F.R. 1882. Jornaes das viagens pela Capitania de São Paulo. *Revista do Instituto Histórico Geographico e Ethnographico do Brasil*, 45(1): 5-47.
- ANDRADE, M.R.M. 2009. Planejamento ambiental da APA Cabuçu-Tanque Grande Guarulhos, SP. 2009. Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 187 p.
- BELJAVSKIS, P.; GARDA, G.M.; JULIANI, C. 1993. Características das mineralizações auríferas no Grupo Serra do Itaberaba, Guarulhos, SP. *Revista do Instituto Geológico*, 14: 21-29.
- BELJAVSKIS, P.; JULIANI, C.; GARDA, G.M.; XAVIER, R.P.; BETTENCOURT, J.S. 1999. Overview of the gold mineralization in the metavolcanic-sedimentary sequence of the

- Serra do Itaberaba Group, São Paulo, Brazil. In: C.J. Standley *et al.* (eds.) *Mineral Deposits: Processes to Processing 1*. Rotterdam, Balkema, p. 151-153.
- BELJAVSKIS, P.; GARDA, G.M.; MANSUETO, M.; SILVA, D. 2005. Os Turmalinitos vulcanogênicos da Formação Morro da Pedra Preta, Grupo Serra do Itaberaba (SP): petrografia, composição química da turmalina e implicações metalogenéticas. *Geologia USP, Série Científica*, 5(1): 1-18.
- BETHELL, L. 1984. The Cambridge history of Latin America volume II: colonial Latin America. University Press, Cambridge, 912 p.
- BUENO, B.P.S. 2009. Dilatação dos confins: caminhos, vilas e cidades na formação da Capitania de São Paulo (1532-1822). *Anais do Museu Paulista*, 17(2): 251-294.
- CALÓGERAS, J.P. 1904. As minas do Brasil e sua legislação. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, 3 v.
- CARNEIRO, C.D.R. 2000. Cavas de Ouro Históricas do Jaraguá, SP - os primórdios da mineração no Brasil. In: C. Schobbenhaus, D.A. Campos, E.T. Queiroz, M. Winge, M. Berbert-Born (eds.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Disponível em <http://sigep.cprm.gov.br/sitio098/sitio098.pdf>. Acessado em: 17/set./2012.
- DERBY, O.A. 1889. O roteiro de uma das primeiras Bandeiras Paulistas. *Revista do Instituto Historico e Geographico de São Paulo*, 1898/1899(4): 329-350.
- EGAS, E. 1925. Os municípios paulistas. Secção de Obras D'Estado de São Paulo, São Paulo, 2v.
- ESCHWEGE, W.L. 1833a. Pluto Brasiliensis. Eine Reihe von Abhandlungen über Brasiliens Gold-Diamanten und die darauf bezügliche Gesetzgebung, u.s.w. G. Reimer, Berlin, 622 p.
- ESCHWEGE, W.L. 1833b. Pluto Brasiliensis. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2 v. (Coleção Reconquista do Brasil, v. 58-59).
- FRANKLIN, J.M. 1993. Volcanic-associated massive sulphide deposits. In: R.V. Kirkham, W.D. Sinclair, R.I. Thorpe, J.M. Duke (eds). *Mineral deposit modeling. Geological Association of Canada Special Paper*, 40: 315-334.
- FRANKLIN, J.M.; LYDON, J.W.; SANGSTER, D.F. 1981. Volcanic-associated massive sulfide deposits. *Economic Geology* 75<sup>th</sup> Anniversary Volume: 485-627.
- GARDA, G.M.; BELJAVSKIS, P.; JULIANI, C.; BOYCE, A.J. 2002. Sulfur stable isotope signatures of the Morro da Pedra Preta Formation, Serra do Itaberaba Group, São Paulo State, Brazil. *Geochimica Brasiliensis*, 16: 79-97.
- GARDA, G.M.; BELJAVSKIS, P.; JULIANI, C.; SILVA, D. 2003. Geochemistry of tourmalines associated with iron formation and quartz veins of the Morro da Pedra Preta Formation, Serra do Itaberaba Group (São Paulo, Brazil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 75(2): 209-234.
- GARDA, G.M.; TRUMBULL, R.B.; BELJAVSKIS, P.; WIEDENBECK, M. 2009. Boron isotope composition of tourmalinite and vein tourmalines associated with gold mineralization, Serra do Itaberaba Group, central Ribeira Belt, SE Brazil. *Chemical Geology*, 264(1-4): 207-220.
- HACKSPACHER, P.C.; DANTAS, E.L.; SPOLADORE, A.; FETTER, A.H.; OLIVEIRA, M.A.F. 2000. Evidence for neoproterozoic Backarc Basin development in the central Ribeira Belt, southeastern Brazil: New geochronological and geochemical constraints from the São Roque-Açungui groups. *Revista Brasileira de Geociências*, 30(1): 110-114.
- HACKSPACHER, P.C.; JULIANI, C.; FETTER, A.; DANTAS, E.L. 2001. Evolution of the Central Ribeira Belt, Brazil: implications for the assembly of west Gondwana. *Gondwana Research*, 4(4): 626-627.
- HENRIQUES, G. 2008. O sítio arqueológico 'Minas de Socorro' e as técnicas de mineração do ouro nas Minas Gerais dos séculos XVIII e XIX. *Canindé – Revista do Museu de Arqueologia de Xingó*, 11: 25-53.
- HUTTER, L.M.; NOGUEIRA, A.R. 1966. O ouro na Capitania de São Vicente nos séculos XVI e XVII. *Anais do Museu Paulista*, 20: 1-135.
- JULIANI, C. 1993. Geologia, petrogênese e aspectos metalogênicos dos grupos Serra do Itaberaba e São Roque na região das serras do

- Itaberaba e da Pedra Branca, NE da cidade de São Paulo, SP. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de doutorado, 2v.
- JULIANI, C.; BELJAVSKIS, P. 1995. Revisão da litoestratigrafia da faixa São Roque/Serra do Itaberaba (SP). *Revista do Instituto Geológico*, 16: 33-58.
- JULIANI, C.; SCHORSCHER, H.D.; PÉREZ-AGUILAR, A. 1994. Corundum–margarite schists (“marundites”) in the Precambrian Serra do Itaberaba Group, São Paulo, Brazil: geological relationships and petrogenesis. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 66: 498.
- JULIANI, C.; BELJAVSKIS, P.; JULIANI, L.J.C.O. 1995. As mineralizações de ouro de Guarulhos e os métodos de sua lavra no período colonial. *Geologia Ciência – Técnica*, 13: 8-25.
- JULIANI, C.; PÉREZ-AGUILAR, A.; MARTIN, M.A.B. 1997. Geotermobarometria e evolução metamórfica P-T-d do Grupo Serra do Itaberaba (SP). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 69: 441-442.
- JULIANI, C.; HACKSPACHER, P.C.; DANTAS, E.L.; FETTER, A.H. 2000. The mesoproterozoic volcano-sedimentary Serra do Itaberaba Group of the Central Ribeira Belt, São Paulo, Brazil: implications for the age of overlying São Roque Group. *Revista Brasileira de Geociências*, 30(1): 82-86.
- JULIANI, C.; FERNANDES, C.M.D.; PÉREZ-AGUILAR, A.; MONTEIRO, L.V.S.; SALAZAR, A.; LONDOÑO, A.B.; FREITAS, F.C.; MOLINA, A.C.; RENDON, P.; PIACENTINI, T.; ROSENSAFT, M. Geologia da Folha Leste de Atibaia (SF-23-Y-D-I) – Escala 1:100.000. Programa Geologia do Brasil – Levantamentos Geológicos Básicos IGc-USP/CPRM/MME-SGMTM, *no prelo*.
- KNECHT, T. 1939. Ouro no Estado de São Paulo. São Paulo: Instituto Geográfico e Geológico, 97p. (Boletim, 26).
- KNECHT, T. 1950. Ocorrências minerais do Estado de São Paulo. São Paulo, Instituto Geográfico e Geológico, 145 p. (Boletim, 1).
- LEME, P.T.A.P. 1772a. Informações sobre as Minas de São Paulo e dos sertões da sua capitania desde o anno de 1597 até o presente 1772. *Revista do Instituto Histórico e Geographico do Brazil*, 64: 1-84. (Publicado em 1901).
- LEME, P.T.A.P. 1772b. Notícias sobre as minas de São Paulo e dos Sertões da mesma Capitania. Introdução e notas de Afonso de E. Taunay. Edusp, São Paulo, 239 p. (Coleção Reconquista do Brasil - Nova Série) (Publicado em 1980).
- MARQUES, M.E.A. 1980. Apontamentos históricos, geográficos, biográficos, estatísticos e noticiosos da Província de São Paulo; Cronologia dos acontecimentos notáveis da Capitania de São Vicente até o ano de 1876, tomos I e II. Editora Itatiaia-Edusp, São Paulo, 379 p.
- MARTINS, F.P. 1943. A propósito de Afonso Sardinha. *Rev. Arquivo Municipal, Soc. Etno. Fol. e Soc. Sociol.*, 92: 99-111.
- MAWE, J. 1812. Travels in the interior of Brazil, particularly in the Gold and Diamond districts in the country, by authority of the Prince Regent of Portugal. Including a voyage to the Rio de La Plata and an historical sketch of the revolution of Buenos Ayres. Longman, London, 366 p.
- NEME, M. 1959. Notas da revisão da história de São Paulo – século XVI. Editora Anhembi, São Paulo, 306 p.
- NORONHA, A.V. 1960. Guarulhos cidade símbolo (história de Guarulhos) 1560-1960. Gráfica Schmidt, São Paulo, 113 p.
- OHMOTO, H. 1996. Formation of volcanogenic massive sulfide deposits: the Kuroko perspective. *Ore Geology Reviews*, 10: 135-177.
- PÉREZ-AGUILAR, A. 1996. Geologia, petrografia e gênese dos granada-cordierita-cumingtonita/antofilita anfíbolitos e rochas associadas do Grupo Serra do Itaberaba, SP. Instituto de geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 168 p.
- PÉREZ-AGUILAR, A. 2001. Petrologia e litotécnica de rochas de paleossistemas hidrotermais oceânicos mesoproterozoicos da sequência metavulcanossedimentar do Grupo Serra do Itaberaba, SP. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 223 p.
- PÉREZ-AGUILAR, A.; JULIANI, C.; MARTIN, M.A.B. 2000. Mesoproterozoic paleo-



- hydrothermal system in the Morro da Pedra Preta Formation, Serra do Itaberaba Group, São Paulo State, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 30: 413-416.
- PÉREZ-AGUILAR, A.; JULIANI, C.; MONTEIRO, L.V.S.; FALICK, A.E.; BETTENCOURT, J.S. 2005. Stable isotopic constrains on Kuroko-type paleo-hydrothermal systems in the Mesoproterozoic Serra do Itaberaba Group, São Paulo State, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 18: 305-321.
- PÉREZ-AGUILAR, A.; JULIANI, C.; MONTEIRO, L.V.S. 2007. Petrografia de zonas de alteração hidrotermal mesoproterozoicas do tipo Kuroko no Grup Serra do Itaberaba (SP) e seu uso na exploração mineral. *Revista do Instituto Geológico*, 27-28(1/2): 31-52.
- PÉREZ-AGUILAR, A.; JULIANI, C.; MONTEIRO, L.V.S.; BETTENCOURT, J.S.; FALLICK, A.E.; BARROS, E.J.; ANDRADE, M.R.; OLIVEIRA, A.M.S. 2011. Mineralização high-sulfidation submarina mesoproterozoica no Grupo Serra do Itaberaba, SP: implicações metalogenéticas em cinturões metamórficos. In: J.C. Franz, J.C. Marques, H. Jost (eds.) *Contribuições à metalogenia do Brasil*. Porto Alegre, UFRGS, p.149-174.
- PÉREZ-AGUILAR, A.; BARROS, E.J.; ANDRADE, M.R.M.; OLIVEIRA, E.S.; JULIANI, C.; OLIVEIRA, M.A.S. 2012. Geoparque Ciclo do Ouro, Guarulhos, SP. In: C. Schobbenhaus & C. R. Silva (eds.) *Geoparques do Brasil – Propostas*. Brasília, CPRM, p. 541-582.
- PERROTTA, MM; SALVADOR, E.O.; LOPES, R.C.; O'AGOSTINO, L.L.; PERUFFO, N.; GOMES, S.O.; SACHS, L.L.B.; MEIRA, V.T.; LACERDA FILHO, J.V. 2005. Geologia e recursos minerais do Estado de São Paulo, escala 1 :750.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, CPRM, São Paulo.
- RODRIGUES, E.A.; VICTOR, R.A.B.M.; PIRES, B.C.C. 2006. A Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo como marco para a gestão integrada da cidade, seus serviços ambientais e o bem-estar humano. *São Paulo em Perspectiva*, 20(2):71-89.
- SACHS, L.L.B.; MORAIS, S.M. 1999. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Integração Geológica da Folha São Paulo. Escala 1:250.000, SF-23-Y-C, Estado de São Paulo. CPRM, São Paulo.
- SAINT-HILAIRE, M.A. 1819. Viagem à Província de São Paulo e resumo das viagens ao Brasil, Província Cisplatina e Missões do Paraguai. Livraria Martins Editora, São Paulo, v. 1. (Publicado em 1972).
- SAINT-HILAIRE, M.A. 1851. Voyage dans les provinces de Saint-Paul et de Sainte-Catherine. Arthus Bertrand, Libraire-Éditeur, Paris, 2 v.
- SHIKAZONO, N. 2003. Geochemical and tectonic evolution of back-arc hydrothermal systems – implication for the origin of Kuroko and epithermal vein-type mineralizations and the global geochemical cycle. Elsevier, New York, 463 p.

*Endereço dos autores:*

Annabel Pérez-Aguilar – Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Av. Miguel Stéfano, 3900, CEP: 04301-903, São Paulo, SP, Brasil. *E-mail*: anaperez99@hotmail.com

Caetano Juliani – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Rua do Lago, 562, CEP: 05508-080, São Paulo, SP, Brasil. *E-mail*: cjuliani@usp.br

Márcio Roberto Magalhães de Andrade – Universidade de Guarulhos, Praça Tereza Cristina, 1, CEP: 07023-070, Guarulhos, SP, Brasil. *E-mail*: mmandrade@prof.ung.br

Edson José de Barros – Secretaria do Meio Ambiente, Prefeitura Municipal de Guarulhos, Rua Antônio Vita, 253, Jardim Maia, CEP: 07114-010, Guarulhos, SP, Brasil. *E-mail*: edsonbarros@guarulhos.sp.gov.br