

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

INVENTÁRIO E VALORAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DE GUARULHOS
(SP): GEOPARQUE CICLO DO OURO

Débora Silva Rodrigues



Orientador: Paulo César Boggiani
Co-orientador: Edson José de Barros

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-17/12)

São Paulo
2017

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, o professor Paulo César Boggiani, por indicar um tema tão interessante para pesquisar e pelas oportunidades de crescimento acadêmico dadas ao longo da graduação, além do auxílio à minha permanência na universidade.

Ao meu co-orientador, Edson José de Barros, que conhece Guarulhos como a palma da mão e é uma das maiores referências sobre o Geoparque Ciclo do Ouro.

Ao Fernando Faria, da Fazenda Amaril, e ao Donizete Bertozzi, da Fazenda Soledad, que permitiram a entrada nos locais de interesse e guiaram o grupo de campo.

A todos os professores do Instituto de Geociências e de outros institutos e faculdades da USP com os quais tive aula, em especial à Maria da Glória Motta Garcia, que deu as primeiras dicas para este trabalho tomar forma.

A todos funcionários do IGc e da USP, sem os quais não haveria um instituto ou uma universidade de qualidade.

Aos amigos feitos nas aulas teóricas, nas viagens de campo e fora do curso. Obrigada Mariana e Rosane, por serem uma inspiração pra mim desde os primeiros anos da graduação.

À minha família, que sempre colocou os estudos em primeiro lugar e me sustentou durante esses anos. Espero retribuir da mesma forma que investiram em mim.

À minha melhor amiga, Carol, que está comigo há nove anos na alegria e na tristeza, na saúde e na doença, na riqueza e na pobreza me aconselhando, me ensinando e sendo a melhor companhia em todos os dias da minha vida, até que um meteoro nos separe.

RESUMO

Em decorrência da lavra de ouro nos tempos dos Bandeirantes, o município de Guarulhos apresenta inúmeros sítios históricos e um patrimônio mineiro de grande relevância relacionado a exposições do Grupo Serra do Itaberaba, com sequências metavulcanossedimentares, e em menor ocorrência do Grupo São Roque, com sequências metassiliciclásticas, algumas de grande interesse geológico. As estruturas arqueológicas revelam que nesta região se consolidaram as primeiras minas auríferas do país, entre os séculos XVI e XVII, antecipando o ciclo do ouro em Minas Gerais, ocorrido no século XVIII. É nas rochas do Grupo Serra do Itaberaba, do Mesoproterozóico, e nos aluviões que se encontram os sítios arqueológicos, além de sítios geológicos com interesse científico. O Ciclo do Ouro é uma das propostas da CPRM para criar geoparques brasileiros e até o momento foi inventariado de maneira qualitativa. Através do programa GEOSSIT, de cadastro de sítios geológicos, pôde-se valorar a importância científica, educacional e turística dos geossítios propostos.

ABSTRACT

As a result of the gold mining in the times of the Bandeirantes, the city of Guarulhos has numerous historical sites and a mining heritage of great relevance related to Serra do Itaberaba Group exposures, with metavolcanosedimentary sequences and, , São Roque Group, with metasiliciclastic sequences, some of great geological interest. The archaeological structures reveal that the country's first gold mines were consolidated in this region between the XVI and XVII centuries, anticipating the gold cycle in Minas Gerais, which occurred in the XVIII century. The archaeological sites, as well as the geological sites with scientific interest, are found in the rocks of the Serra do Itaberaba Group, from the Mesoproterozoic, and in alluviums. Ciclo do Ouro is one of CPRM's proposals to create Brazilian geoparks and so far has been qualitatively inventoried. With GEOSSIT, a program of geological sites register, the scientific, educational and tourist importance of the proposed geosites were calculated.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS E METAS.....	3
3. CONTEXTO FÍSICO E GEOLÓGICO.....	3
4. HISTÓRICO DO OURO EM SÃO PAULO.....	7
4.1 O ouro em Guarulhos.....	8
5. PATRIMÔNIO GEOLÓGICO.....	8
5.1 Conceitos.....	9
5.2 Geoparques.....	10
5.2.1 O Ciclo do Ouro.....	10
5.3 Valoração.....	11
6. MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
6.1 Geossítios.....	13
6.1.1 Geossítio Nº 1: Mirante da Serra da Pirucaia.....	14
6.1.2 Geossítio Nº 2: Rochas Metavulcanoclásticas da Barragem do Cabuçu.....	15
6.1.3 Geossítio Nº 3: Marunditos do Pico Pelado.....	15
6.1.4 Geossítio Nº 4: Metapelito do Novo Recreio.....	16
6.1.5 Geossítio Nº 5: Formação Ferrífera do Tanque Grande.....	16
6.1.6 Geossítio Nº 6: Estruturas Arqueológicas do Tanque Grande.....	17
6.1.7 Geossítio Nº 7: Estruturas Arqueológicas do Jardim Fortaleza.....	17
6.1.8 Geossítio Nº 8: Estruturas Arqueológicas Seminário Imaculada Conceição.....	18
6.1.9 Geossítio Nº 9: Estruturas Arqueológicas do Jardim Hanna.....	18
6.1.10 Geossítio Nº 10: Estruturas Arqueológicas das Nascentes do Ribeirão das Lavras.....	19
6.1.11 Geossítio Nº 11: Mirante do Nhanguçu.....	19
6.1.12 Geossítio Nº 12: Mirante Serra do Itaberaba.....	19
6.1.13 Geossítio Nº 13: Rochas com Cummingtonita/Antofilita.....	20
6.1.14 Geossítio Nº 14: Estruturas Arqueológicas do Ribeirão Tomé Gonçalves.....	20
6.2 Inventariação sistemática e valoração do patrimônio geológico.....	21
6.3 Sistema de Cadastro e Quantificação de Geossítios e Sítios da Geodiversidade da CPRM (GEOSSIT)	22

7. RESULTADOS OBTIDOS.....	23
7.1 Trabalho de campo.....	23
7.1.1 Ponto 1: Lavas almofadadas e estruturas arqueológicas.....	23
7.1.2 Ponto 2: Turmalinitos e estruturas arqueológicas.....	25
7.2 Quantificação do GEOSSIT.....	26
7.2.1 Geossítio Nº 1: Mirante da Serra da Pirucaia.....	26
7.2.2 Geossítio Nº 2: Rochas Metavulcanoclásticas da Barragem do Cabuçu.....	26
7.2.3 Geossítio Nº 3: Marunditos do Pico Pelado.....	26
7.2.4 Geossítio Nº 4: Metapelito do Novo Recreio.....	27
7.2.5 Geossítio Nº 5: Formação Ferrífera do Tanque Grande.....	27
7.2.6 Geossítio Nº 6: Estruturas Arqueológicas do Tanque Grande.....	27
7.2.7 Geossítio Nº 7: Estruturas Arqueológicas do Jardim Fortaleza.....	27
7.2.8 Geossítio Nº 8: Estruturas Arqueológicas Seminário Imaculada Conceição.....	27
7.2.9 Geossítio Nº 9: Estruturas Arqueológicas do Jardim Hanna.....	27
7.2.10 Geossítio Nº 10: Estruturas Arqueológicas das Nascentes do Ribeirão das Lavras.....	28
7.2.11 Geossítio Nº 11: Mirante do Nhanguçu.....	28
7.2.12 Geossítio Nº 12: Mirante Serra do Itaberaba.....	28
7.2.13 Geossítio Nº 13: Rochas com Cumingtonita/Antofilita.....	28
7.2.14 Geossítio Nº 14: Estruturas Arqueológicas do Ribeirão Tomé Gonçalves.....	29
8. INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	29
9. CONCLUSÃO.....	30
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho de formatura do curso de Geologia do IGc-USP diz respeito a uma nova e crescente área de atuação das Geociências, que é a Geoconservação. O foco desta monografia é discutir a área proposta para o geoparque Ciclo do Ouro, em Guarulhos, onde afloram os grupos Serra do Itaberaba, com sequências metavulcanossedimentares, e em menor ocorrência o Grupo São Roque, com sequências metassiliciclásticas (Pérez-Aguilar *et al.*, 2012a).

Em decorrência da lavra de ouro nos tempos dos Bandeirantes, Guarulhos apresenta inúmeros sítios históricos e um patrimônio mineiro de grande relevância. É nas rochas do Grupo Serra do Itaberaba, do Mesoproterozóico, e mais especificamente nos aluviões que se encontram esses sítios arqueológicos e geológicos.

Um processo que se intensifica no âmbito da geoconservação no Brasil é o inventário dos geossítios a fim de aplicar métodos de valoração e quantificar o patrimônio geológico, sendo este o objetivo do projeto, já que o inventário atual é qualitativo, sem a aplicação, ainda, de técnicas de valoração dos geossítios. A relevância deste trabalho se dá, também, pelo uso de programas de informática que possibilitam uma maior descrição de geossítios, além de classificá-los quantitativamente de maneira objetiva e imparcial.

O município de Guarulhos está localizado no norte da Região Metropolitana de São Paulo, e o geoparque situa-se na porção norte do município, com extensão total de 16.900 ha (Fig. 1). As estruturas arqueológicas e geológicas se localizam nos bairros de Cabuçu de Cima, Tanque Grande, Capelinha, Água Azul, Mato das Cobras, Morro Grande, Cabuçu, Invernada, Bananal, Fortaleza, São João, das Lavras, Bonsucesso e Sadokim (Fig. 2).

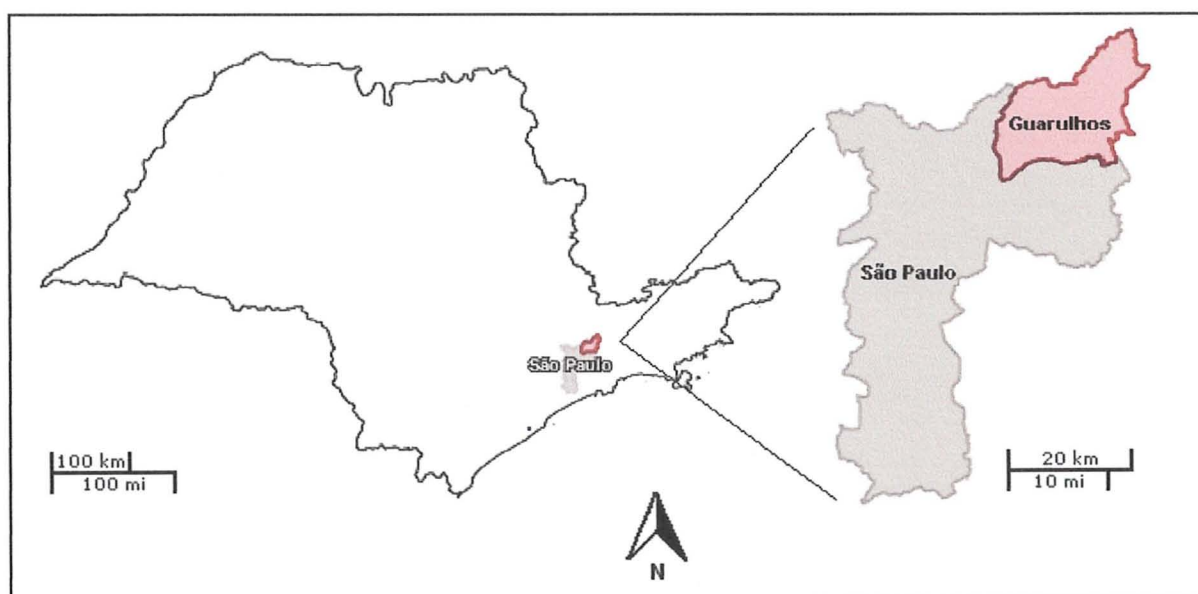


Figura 1. Localização do município de Guarulhos (em vermelho) no Estado de São Paulo e em relação à cidade de São Paulo (em cinza). Adaptado de WebGeo Guarulhos.

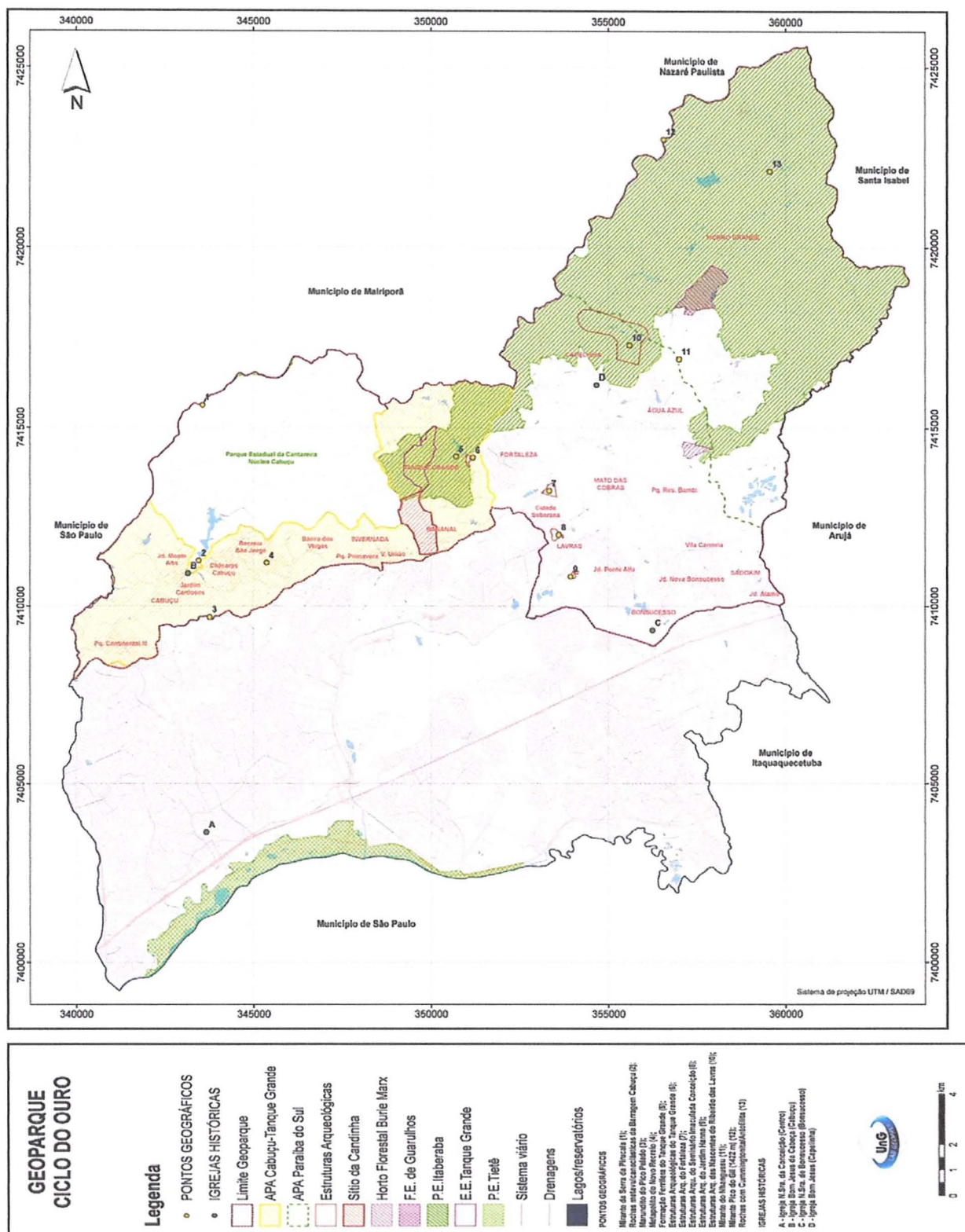


Figura 2. Localização da área de estudo e seus respectivos bairros no município de Guarulhos. Os pontos geográficos representam os geossítios encontrados na bibliografia, e em todo o domínio há delimitação de áreas de conservação, como áreas de proteção ambiental (APA), horto florestal, floresta estadual (F.E.), parques estaduais (P.E.) e estação ecológica (E.E). Retirado do Blog do Geoparque Ciclo do Ouro.

O acesso à área pode ser feito a partir das rodovias Fernão Dias, Presidente Dutra e Ayrton Senna. Além dessas vias, o Rodoanel Norte, após a construção, passará pelo

geoparque na porção sul, cortando toda sua extensão em uma direção E-W.

2. OBJETIVOS E METAS

O objetivo desta pesquisa é, primeiramente, ter contato com a área de Geoconservação e conhecer os métodos utilizados para inventariação e valoração de sítios geológicos com potencial científico, educativo e turístico. Estes locais de interesse foram selecionados pelo Serviço Geológico Brasileiro - CPRM no projeto de propostas de geoparques brasileiros e o Ciclo do Ouro, em Guarulhos, conta com 14 pontos inventariados e sucintamente valorados.

Uma quantificação precisa é necessária para que um geossítio seja avaliado de maneira imparcial, e para seus valores serem definidos por métodos recentes. Para este trabalho, optou-se pelo uso do GEOSSIT, ferramenta da CPRM que padroniza o cadastro de geossítios, quantifica-os e guarda em um banco de dados. Este aplicativo calcula a relevância de cada ponto, e ao longo do estudo esperou-se obter esses resultados a fim de situar os pontos do Ciclo do Ouro em geossítios de interesse nacional ou regional (devido ao valor científico) ou em sítios da geodiversidade (devido aos valores educacionais e turísticos), como é o caso das estruturas arqueológicas.

Para tais resultados serem alcançados, as seguintes metas foram impostas: levantamento bibliográfico detalhado, leitura e revisão dos geossítios propostos, aplicação de metodologias recentes (Brilha, 2016) para completar o inventário e a valoração em etapas de campo e escritório e, por fim, comparação e discussão relacionando os dados obtidos com os encontrados na bibliografia.

3. CONTEXTO FÍSICO E GEOLÓGICO

Guarulhos tem um histórico de atividades agrícolas, e a urbanização no município ocorreu principalmente por conta da linha da Rede Ferroviária Federal e dos terrenos acessíveis à população de baixa renda, além do crescimento de oferta de emprego com a construção do Aeroporto Internacional de Guarulhos (Pissato, 2009). A proximidade com outros polos industriais, como a própria capital de São Paulo, também favoreceu a rápida ocupação urbana (Fig. 3), e por conta do crescimento do município, do avanço das comunidades periféricas e dos problemas de ocupação territorial, o uso do solo é diversificado na região.

O relevo do geoparque consiste dos seguintes sistemas: planície, colinoso, morrote, morro e montanhoso, e as bacias que o englobam são Paraíba do Sul e Alto Tietê (Ponçano *et al.*, 1981, *apud* Pérez-Aguilar *et al.*, 2012a). Ainda são encontradas áreas rurais em meio

à massa urbana, e mesmo na região mais montanhosa, localizada na área do geoparque e seguindo uma direção NE-SW, cresceram bairros que se consolidaram.

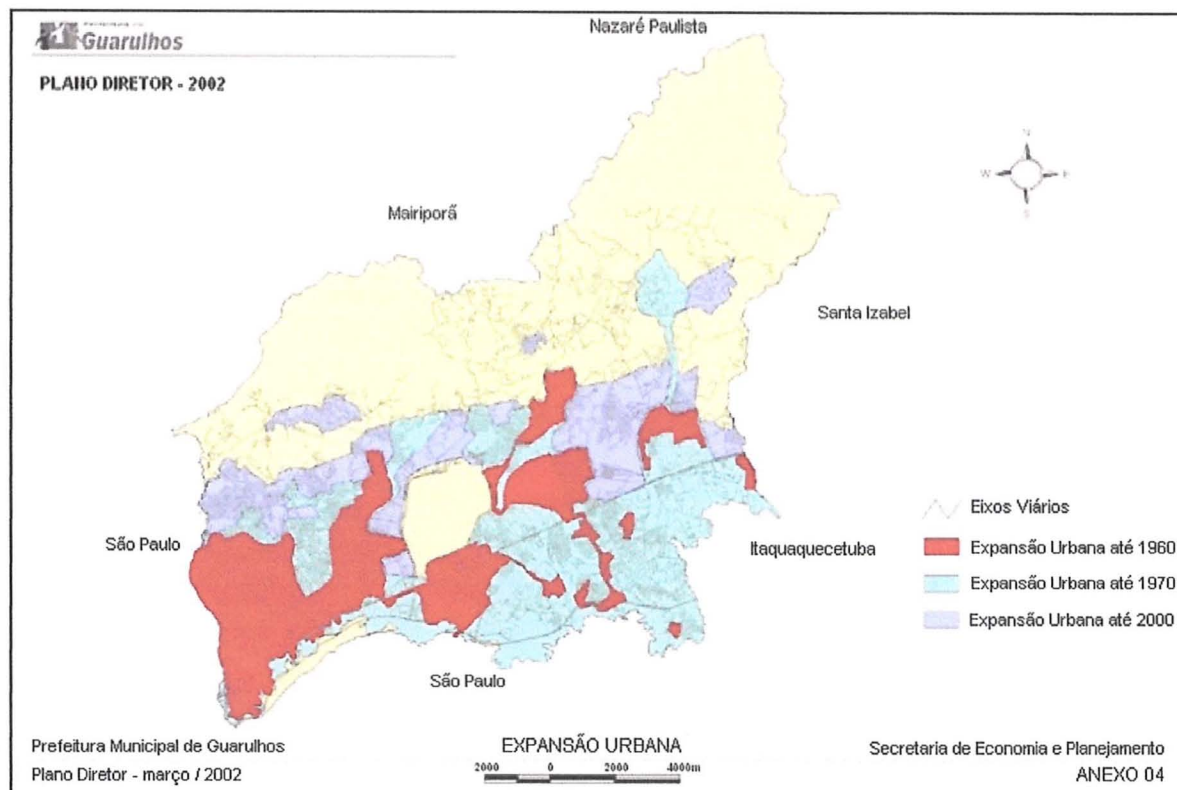


Figura 3. Evolução da mancha urbana no município de Guarulhos de 1960 a 2000. A porção amarela ao norte corresponde à parte da área proposta para o Geoparque Ciclo do Ouro. Retirado de Pissato (2009).

O substrato geológico de Guarulhos é caracterizado principalmente por duas unidades geológicas expressivas: o embasamento, de idade arqueana a neoproterozóica, onde são encontradas rochas metamórficas de baixo a médio grau, além de gnaisses, migmatitos e rochas granitóides intrusivas, e as rochas sedimentares cenozóicas da Bacia de São Paulo (Almeida *et al.*, 1977, *apud* Pissato, 2009).

O geoparque está inserido na Faixa Ribeira, mais especificamente na região a norte da falha do Jaguari, com rochas predominantemente pré-cambrianas (Pérez-Aguilar *et al.*, 2012a, 2012b). Os grupos que aí afloram são o Serra do Itaberaba, do Mesoproterozóico, e São Roque, que o recobre no Neoproterozóico (Fig. 4). São sequências metavulcanossedimentares e metassiliciclásticas, respectivamente, afetadas por intrusões de corpos graníticos do Neoproterozóico ao Cambriano e por zonas de cisalhamento com direção NE-SW.

As rochas que compõem o Grupo Serra do Itaberaba e o Grupo São Roque se estendem para além das zonas de cisalhamento que, a princípio, são seus limites (Juliani e Beljavskis, 1995).

Com relação à estratigrafia, o Grupo Serra do Itaberaba é formado por metapelitos,

rochas metabásicas, metapsamitos, metassedimentos manganíferos, formações ferríferas, rochas calciossilicáticas e carbonáticas (Juliani e Beljavskis, 1995). Segundo Juliani *et al.*, no prelo, *apud* Pérez-Aguilar *et al.*, 2012a, essas sequências metavulcanossedimentares consistem das formações Morro da Pedra, na base, Jardim Fortaleza, Nhanguçu e Pirucaia, no topo.

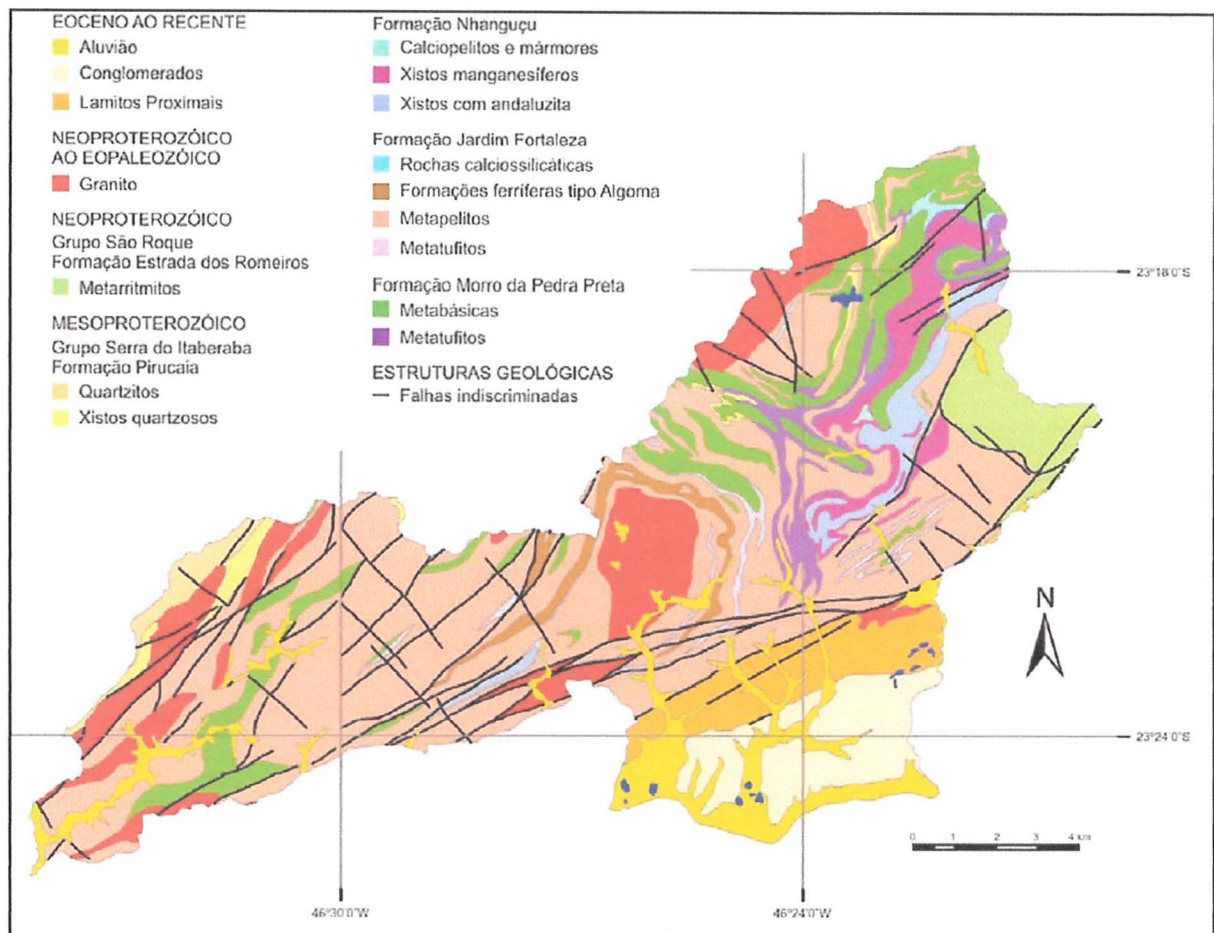


Figura 4. Geologia da área do geoparque. Retirado de Pérez-Aguilar *et al.* (2012a).

Na Formação Morro da Pedra são encontrados metabasitos de dorsais oceânicas, lavas almofadadas metamorfasadas, rochas metavulcanoclásticas, metatufos, metassedimentos tufíticos e rochas calciossilicáticas. Há ainda rochas com cummingtonita/antofilita e marunditos, que caracterizam dois geossítios do parque. As metavulcanoclásticas também foram classificadas como geossítio.

Na Formação Jardim Fortaleza estão os metapelitos, xistos grafitosos, xistos ricos em sulfeto, rochas calciossilicáticas, metassedimentos tufíticos, formações ferríferas do tipo Algoma, que constituem um geossítio, e turmalinitos.

A Formação Nhanguçu é composta por xistos ferro-manganíferos e xistos calciossilicáticos, basicamente, e a Formação Pirucaia tem predomínio de quartzitos em contato com xistos quartzosos, xistos micáceos e xistos conglomeráticos. Dois geossítios de

mirante se encontram nas localidades destas formações.

A evolução do Grupo Serra do Itaberaba passou primeiramente pela deposição das rochas em ambiente oceânico, caracterizando-se posteriormente por um ambiente de retroarco (Juliani *et al.*, 1997; Pérez-Aguilar *et al.*, 2012b).

Ao longo do Proterozóico houve dois eventos metamórficos regionais em fácies anfibolito, seguidos de retrometamorfismo de baixo grau e com atividade magmática oceânica evidenciada por *pillow* lavas encontradas na região. Além disso, os litotipos deste grupo foram deformados de tal forma que se notam padrões de dobramentos superpostos e foliações plano-axiais associadas (Juliani e Beljavskis, 1995).

No contato entre as formações Morro da Pedra e Jardim Fortaleza, de rochas metabásicas/metatufos e metapelitos, respectivamente, ocorre um horizonte potencialmente rico em mineralizações de ouro (Pérez-Aguilar e Juliani, 2016).

O Grupo São Roque consiste de uma cunha de rochas supracrustais que vão do fácies xisto verde ao fácies anfibolito, e junto ao Grupo Açungui forma o Sistema de Dobramentos Apiaí, da Faixa Ribeira (Almeida *et al.*, 1973, *apud* Bergmann, 1988). Na litologia são encontrados predominantemente filitos, os quais apresentam estruturas bandadas ou laminadas com alternância de leitos mais ou menos quartzosos (Juliani e Beljavskis, 1995). Também ocorrem metaconglomerados, metarcóseos, metagrauvacas, quartzitos, cálcio-xistos, calcários metamórficos e metabasitos.

O Grupo São Roque é mais restrito em Guarulhos, em relação ao Grupo Serra do Itaberaba, e ocorre como lentes ao longo da área do geoparque, principalmente na sua porção Nordeste. Suas formações são: Pirapora do Bom Jesus, Morro Doce, Boturuna, Estrada dos Romeiros e Jordânia (Bergmann, 1988), mas apenas a Formação Estrada dos Romeiros aflora no geoparque, no nordeste da área (Pérez-Aguilar *et al.*, 2012a). De acordo com Bergmann (1988), entre os municípios de Monteiro Lobato, Santa Isabel e Guarulhos o Grupo São Roque se apresenta como uma inflexão NE, aflorando continuamente em uma direção E-W após a falha de Sertãozinho, até chegar na cobertura dos sedimentos fanerozóicos da Bacia do Paraná. Aí são encontrados metarritmitos, os quais estão em contato com o Grupo Serra do Itaberaba através de falhas transcorrentes e de empurrão (Pérez-Aguilar *et al.*, 2012a).

Para Bergmann (1988), a Formação Estrada dos Romeiros consiste do Membro Arenoso (base) e do Membro Pelítico (topo), sendo este último uma unidade geológica com maior distribuição em área. Essas camadas são constituídas da base para o topo por: ritmitos arenosos, metapelitos bandados, metarenitos finos a médios, metapelitos bandados, metarenitos médios, metapelitos bandados a laminados, metarenitos finos, metarenitos médios a grosseiros e, por fim, metapelitos bandados.

No Membro Arenoso, estruturas sedimentares sugerem ambientes costeiros modernos, enquanto que intercalações arenosas do Membro Pelítico podem estar relacionadas a

eventos transgressivos. A transição do fácies arenoso para fácies pelítico indica, ainda, que pode ter ocorrido uma oscilação entre zonas de praia e de águas profundas.

Nos estudos de Juliani (1993) também é proposta a evolução geológica para os grupos Serra do Itaberaba e São Roque. Na ordem de acontecimentos, haveria: fase de *rift* ensialco inicial, fase de desenvolvimento da bacia oceânica, desenvolvimento de bacia de retroarco a leste, fechamento desta bacia e deposição em águas mais rasas e, por fim, sedimentação de fácies continental. Essas etapas podem ter originado o Grupo Serra do Itaberaba, com a deposição do Grupo São Roque após um período de erosão. Ao fim deste segundo ciclo surgiram zonas de cisalhamento, dentre elas a do Rio Jaguarí, e a reativação das falhas possibilitou a deposição da Bacia de São Paulo.

4. HISTÓRICO DO OURO EM SÃO PAULO

Entre os séculos XVI e XVII eram comuns petições de exploração mineral nas colônias portuguesas, e a solicitação de terras era condicionada à apresentação de uma riqueza efetiva. Segundo o trabalho de Vilardaga (2013), a riqueza que interessava às coroas espanholas e portuguesas nestes séculos estava principalmente na região Nordeste, cada vez mais forte na produção de açúcar. A fortuna mineral no território brasileiro ainda era especulada e, por volta de 1600, o governador geral do Brasil D. Francisco de Souza se instalou na vila de São Paulo de Piratininga para confirmar os indícios.

As capitanias do sul do Brasil foram criadas em 1608 com notícias de presença de minas de ouro e ferro na região, tornando-as relevantes para a coroa portuguesa. As capitanias de São Vicente, Espírito Santo e Rio de Janeiro se mostraram improdutivas nos primeiros anos, mas a busca por metais preciosos continuou ao longo do tempo.

São Vicente foi um importante espaço onde cresceram as expectativas de encontrar ouro, prata e outras preciosidades, em especial na vila de São Paulo de Piratininga e arredores (Vilardaga, 2013). No início do século XVI essas promessas ainda despertavam dúvida e desconfiança, e aos poucos foram mobilizadas iniciativas como as do governador geral para descobrir locais produtivos para instalação de minas.

Vilardaga (2013) e Reis Filho (2013) partem do princípio de que no Brasil teriam ocorrido dois ciclos de mineração, sendo o primeiro na Repartição do Sul (*i.e.* nas capitanias), entre 1593 e 1697, e o segundo em Minas Gerais, que seria um desdobramento do primeiro. No estudo de Reis Filho (2013) foram identificados cerca de 170 pontos de lavras distribuídos pela região sul, indicando que a produção aurífera na Repartição teve grande relevância para a época.

As minas de ouro das capitanias do sul, como as de São Paulo, apresentam controvérsia em seus estudos. O objetivo das monarquias européias era encontrar ouro e prata nas colônias, e este objetivo foi alcançado no fim do século XVII, com a descoberta

do ouro em Minas Gerais. Por este motivo, o histórico de mineração de ouro é mais estudado em Minas Gerais, enquanto que o modesto e primeiro ciclo de ouro é pouco discutido.

4.1 O ouro em Guarulhos

A lavra de ouro do período colonial deixou estruturas arqueológicas na região de Guarulhos, tais como: barragens, tanques, canais, frentes e bancadas de lavras, pilhas de rejeitos de cascalho, paredes de pedras, locais de lavagem, entre outras (Santos e Pérez-Aguilar, 2013). Além do valor mineiro, há uma importância histórica e geológica nessas feições, consideradas patrimônio do Estado.

A maior parte do ouro teve sua lavra em aluviões e veios de quartzo do Grupo Serra do Itaberaba, permitindo que alguns geossítios fossem criados com o nome de “estruturas arqueológicas” na porção sul da área, onde sedimentos do Eoceno em diante recobrem a paisagem.

De acordo com Pérez-Aguilar e Juliani (2016), é possível identificar onde começaram os trabalhos de extração de ouro, e onde os mesmos terminaram. Vendo a conservação das estruturas sugere-se que a lavra iniciou nas margens do ribeirão, em sedimentos aluvionares, e seguiu para uma lavra em coluviões e eluviões, com metapelitos. Após esse período a lavra alcançou cotas topográficas maiores, encontrando metapelitos e metatufos, e terminou ao atingir um pacote de metapelitos.

No aluvião a lavra era feita através do desvio de água em canais paralelos ao leito principal. Nestes canais e em outros associados há vestígio de grandes áreas de lavagem e separação de ouro. Além disso, uma vala central alimentava valas menores com água, distribuindo para os canais próximos aos veios de quartzo cisalhados mineralizados (Pérez-Aguilar e Juliani, 2016).

5. PATRIMÔNIO GEOLÓGICO

Elementos culturais e naturais se relacionam entre si. A terra, a água, a paisagem e tudo que está ligado fazem parte da vida humana e das diferentes culturas ao redor do mundo, de diferentes épocas. Ainda assim, nem todos os elementos da diversidade geológica são considerados patrimônio; tanto os bens culturais quanto os bens geológicos necessitam ter seus valores reconhecidos para serem classificados como tal.

No caso do geoparque Ciclo do Ouro, muitos dos geossítios são definidos como estruturas arqueológicas, ou seja, estão no âmbito do patrimônio histórico e cultural, embora elementos geológicos também estejam presentes. O conjunto destas estruturas

arqueológicas mostra a importância do aspecto histórico para a região, tendo maior relevância na valoração cultural.

As riquezas do meio natural brasileiro começaram a ser regularizadas a partir de 1930, por meio de leis e órgãos governamentais. O IPHAN (Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) é responsável pelo patrimônio cultural do país desde 1933 e fiscaliza, protege, divulga e coordena os bens naturais e antrópicos, além de reconhecer e tomba o patrimônio geológico (Delphim, 2009).

A paisagem, entendida aqui como um sistema de componentes materiais e imateriais, naturais e não naturais, também recebeu medidas legais para sua preservação através da Paisagem Cultural Brasileira, instituída pelo IPHAN em 2009 (Delphim, 2009).

5.1 Conceitos

Os principais termos ligados ao patrimônio geológico são: geodiversidade, geossítio, geoconservação, geoturismo, inventariação, valoração e, neste trabalho, geoparque. A valoração e os geoparques serão discutidos adiante, cabendo aqui uma rápida discussão sobre os outros conceitos.

A geodiversidade é uma junção de elementos abióticos do meio natural e de processos de dinâmicas internas e externas do planeta (Pereira *et al.*, 2016). Como exemplo de geodiversidade temos as formas de relevo, as rochas, os minerais, os fósseis, o solo, a água.

Um geossítio é um elemento da geodiversidade que ocorre *in situ* e com atribuição de um valor científico (Brilha, 2016). O conjunto de geossítios dá origem ao patrimônio geológico, estando eles devidamente inventariados e caracterizados (Pereira *et al.*, 2016); ou seja, nem todos os elementos da geodiversidade constituem um patrimônio.

Brilha (2005; 2016) diferencia geossítios e elementos de geodiversidade da seguinte maneira: os primeiros são sítios de interesse científico *in situ*, e os segundos são sítios com valores potenciais para educação, turismo e cultura.

A geoconservação pode ser entendida como a preservação tanto da geodiversidade quanto do patrimônio geológico. A conservação desses elementos também está ligada a uma gestão sustentável e, conseqüentemente, a uma monitoração do patrimônio geológico (Brilha, 2005; Pereira *et al.*, 2016). O inventário de geossítios é a primeira etapa da geoconservação, pois nesta etapa são identificados os locais com informações importantes sobre a evolução geológica de uma região.

Geoturismo, por fim, é um turismo sustentável que foca na apreciação de feições geológicas e naturais, atentando-se também para a conservação destes elementos (Pereira *et al.*, 2016).

5.2 Geoparques

Em 2001 a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) criou o plano de implantação de geoparques, que são áreas protegidas com pontos de interesse geológico e de importância científica. Estes locais são integrados na Rede Mundial de Geoparques e não se voltam unicamente para as pesquisas científicas; são propostas ações e atividades que visam a divulgação e o geoturismo atrelado ao desenvolvimento sustentável. São 87 geoparques em 27 países, tendo o Brasil apenas o Geoparque Araripe, criado em 2006.

Para um geoparque ser reconhecido é preciso ter um território com área bem definida e apresentar sítios com elementos geológicos, ecológicos, históricos e culturais relevantes para as pesquisas da evolução da Terra (Delphim, 2009). Os geossítios e os elementos da geodiversidade possuem valores (científico, educativo, turístico e outros) e são a própria forma de preservação do patrimônio. A geodiversidade variada eleva o potencial de uma área para se tornar geoparque.

O IPHAN promove as atividades de identificação, levantamento, inventário e preservação do patrimônio cultural, e o mesmo acontece com o patrimônio geológico. A gestão de um geoparque conta com diversos órgãos responsáveis, a fim de que todos juntos contribuam com o desenvolvimento sustentável da região. Também se deve levar em conta a importância das comunidades locais na participação do projeto, pois as informações geológicas e geoturísticas devem ser difundidas.

Em 2012, a CPRM publicou o primeiro volume das propostas de geoparques do Brasil. Trata-se de uma obra com 17 propostas que já foram avaliadas ou que ainda serão analisadas, e o objetivo é identificar áreas e divulgá-las para a criação de geoparques, incluindo os trabalhos de inventariação e quantificação de geossítios (Schobbenhaus e Silva, 2012).

5.2.1 O Ciclo do Ouro

O geoparque foi criado pelo Decreto Municipal Nº. 25974 de 16/12/2008 (Barros *et al.*, 2013). Seu nome vem das mineralizações de ouro primário formadas pela atuação de processos metamórfico-deformacionais e das estruturas arqueológicas referentes à mineração do primeiro ciclo do ouro no Brasil.

Os geossítios selecionados na proposta do geoparque correspondem a locais da mineração de ouro do período colonial, e são destacados pela sua singularidade. Esses geossítios também estão associados a sítios históricos e culturais da mesma época.

As estruturas arqueológicas da lavra de ouro mencionadas no capítulo 5 deverão ser preservadas com a implantação do geoparque Ciclo do Ouro. Como colocado no

resumo do trabalho de Pérez-Aguilar e Juliani (2016), “foi solicitado ao IPHAN um pedido de tombamento da área [...], tendo sido arquivado o processo nos termos da portaria no 11/86, denotando o pouco interesse deste órgão por ações pertinentes à preservação da história do Brasil”.

O geoparque está em fase de implantação, porém sem previsão de apresentação à UNESCO. As dificuldades encontradas ao longo do projeto da CPRM são de natureza política e financeira (Oliveira, 2014), e um dos problemas de gestão está no fato de um dos geossítios estar em terreno particular, mesmo que a maior parte esteja em áreas de unidades de conservação.

5.3 Valoração

A partir da importância da geodiversidade e da geoconservação buscam-se medidas de proteção ao patrimônio geológico. Para conservar o meio ambiente e os elementos geológicos são definidos valores que priorizam os locais com maior necessidade de proteção. Esses valores são sempre debatidos e adaptados de acordo com cada autor e cada metodologia. Além disso, carregam consigo uma carga de subjetividade, precisando de profissionais capacitados para atribuí-los.

A seguir são apresentados os seis valores definidos por Gray (2004), e posteriormente utilizados por Brilha (2005), para a criação das estratégias de geoconservação:

1) Valor intrínseco: é o valor dado à geodiversidade simplesmente pelo que ela é, independente do seu uso pelo ser humano. É o conceito mais complicado de definir por conta da sua subjetividade, uma vez que o valor da natureza varia de acordo com as crenças, filosofias e ética de cada pessoa. Há ainda autores que acrescentam parâmetros associados, tal como: raridade, integridade, vulnerabilidade a processos naturais e variedade de elementos da geodiversidade de determinado local (Pereira, 2010, *apud* Pereira *et al.*, 2016).

2) Valor cultural: é o valor dado pela sociedade a algum elemento do meio físico de acordo com a importância que tem para o desenvolvimento social. Gray (2004) insere nesta categoria aspectos geológicos que aparecem em folclore, valor arqueológico e histórico de culturas antigas e valor espiritual dado por diferentes crenças.

3) Valor estético: é considerada a aparência apreciação de determinado elemento pelo público. Aqui é encaixado o geoturismo e as atividades de lazer, sendo também um valor com muita subjetividade e dificuldade de quantificação.

4) Valor econômico: se relaciona com a questão econômica dos materiais geológicos. Cada recurso mineral tem seu preço e seu valor, assim como uma demanda

específica para uso na sociedade. Esse valor é atribuído, por exemplo, nos combustíveis fósseis, minerais industriais, metais preciosos, nas fontes de energia sustentáveis.

5) Valor funcional: está ligado ao valor utilitário da geodiversidade pela humanidade, estando os elementos *in situ* (ao contrário dos extraídos, que entram no valor econômico), e também ao seu valor indireto de proporcionar processos essenciais aos diferentes sistemas físicos e ecológicos na superfície terrestre.

6) Valor científico e educativo: é um dos valores mais importantes. As pesquisas e a educação dependem de locais e processos físicos para que o meio seja conhecido. A perda de registro geológico compromete as descobertas científicas, o conhecimento a respeito da história da Terra e o monitoramento do meio ambiente. O papel da geodiversidade na educação também é fundamental para que ocorra um uso sustentável dos recursos naturais.

Como as metodologias de geoconservação frequentemente priorizam os sítios com valores científicos, Pereira *et al.* (2016) juntam cinco parâmetros que cada método apresenta em comum, sendo importante a pontuação de cada um no levantamento dos geossítios:

- 1) Grau de preservação/deterioração: estado original de conservação do geossítio.
- 2) Abundância/raridade: nível de exclusividade do local em escala nacional.
- 3) Representatividade de processos geológicos: trata-se do uso como exemplos e modelos de materiais e processos geológicos.
- 4) Acessibilidade: relaciona-se com as condições de acesso ao local.
- 5) Grau de conhecimento científico: é a disponibilidade de publicações, pesquisas e do interesse científico sobre o local.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho são utilizados os conceitos e os modelos propostos por Brilha (2016) para inventariação do patrimônio geológico, considerando que esta é a metodologia na qual se baseia o GEOSSIT.

Para proteger o patrimônio geológico de uma região é preciso pensar em estratégias de geoconservação. Essas estratégias consistem em atividades realizadas em sequência visando uma sistematização. Brilha (2005) agrupa essas atividades em: inventariação, quantificação, classificação, conservação, valorização e divulgação, monitorização.

O primeiro passo que se deve tomar é inventariar os geossítios, ou seja, fazer um levantamento sistemático da área. Todos os elementos geológicos são conhecidos, mas apenas aqueles que se destacam por alguma característica diferente da média e com valor científico serão classificados como geossítios. No inventário, os geossítios são marcados em cartas topográficas/geológicas com as devidas coordenadas, fotografados e descritos

em campo. É importante utilizar uma ficha de caracterização que detalhe e uniformize as informações coletadas.

Após a inventariação, cada geossítio passa pelo processo de quantificação do seu valor, além de ser classificado pela relevância que tem em relação aos demais. Esta etapa exige uma sistemática ainda mais completa para que não ocorra subjetividade por parte da equipe. Para que a relevância seja calculada, são levadas em conta as características intrínsecas de cada geossítio, o uso potencial e o nível de proteção necessário. Isso permite que os locais mais importantes sejam trabalhados antes nas etapas seguintes. No trabalho de Brilha (2005) é proposto um modelo de quantificação onde se define, portanto: A) o valor intrínseco do geossítio, B) o uso potencial e C) a necessidade de proteção.

Para os critérios intrínsecos ao geossítio, propõe-se anotar: abundância e raridade, extensão superficial, grau de conhecimento científico, utilidade para representar processos geológicos, diversidade de elementos científicos de interesse, local-tipo (geossítio referência na categoria), associação com o patrimônio cultural e natural e, por fim, a conservação.

Com relação ao uso potencial do geossítio, propõe-se anotar: possibilidade de realizar atividades (científicas e pedagógicas, principalmente), condições de observação, possibilidade de coleta de amostras, acessibilidade, proximidade à população, número de um público potencial e, por fim, as condições-socioeconômicas locais.

Os critérios que tratam da necessidade de proteção são propostos como: ameaças (existentes ou potenciais), situação atual de proteção, interesse por parte da mineração, valor do terreno, tipo de propriedade e fragilidade.

Cada um destes critérios comentados são quantificados em uma escala de 1 a 5, sendo 5 utilizado para maior relevância. Ao fim da quantificação, é calculado o valor final de cada geossítio em relação aos três itens de “valor intrínseco”, “uso potencial” e “necessidade de proteção”. O valor final do geossítio é dado pela média destes três conjuntos, e é possível definir cada geossítio como de interesse internacional, nacional, regional ou local.

As etapas seguintes de classificação, conservação, valorização e divulgação e, por fim, monitorização não são o foco neste trabalho. Vale lembrar que esses modelos de metodologia foram propostos para o levantamento e a conservação do patrimônio geológico de Portugal. Cada projeto cria seu próprio método de inventariação e quantificação, adaptando de outras estratégias já existentes. Ainda assim, é frequente a dificuldade em encontrar métodos que se adequem a todas as áreas de interesse geológico, resultando em trabalhos que se apropriam de métodos distintos.

6.1 Geossítios

Os objetos de estudo são os próprios geossítios. Pérez-Aguilar *et al.* (2012a) descrevem 14 deles (Fig. 4) com valor científico de geomorfologia, metalogenia,

mineralogia, petrologia ígnea, petrologia metamórfica, sedimentologia e tectônica, e em alguns são apontados potenciais usos de geoturismo e educação. Essas descrições contam com feições de geologia e locais de importância histórico-cultural.

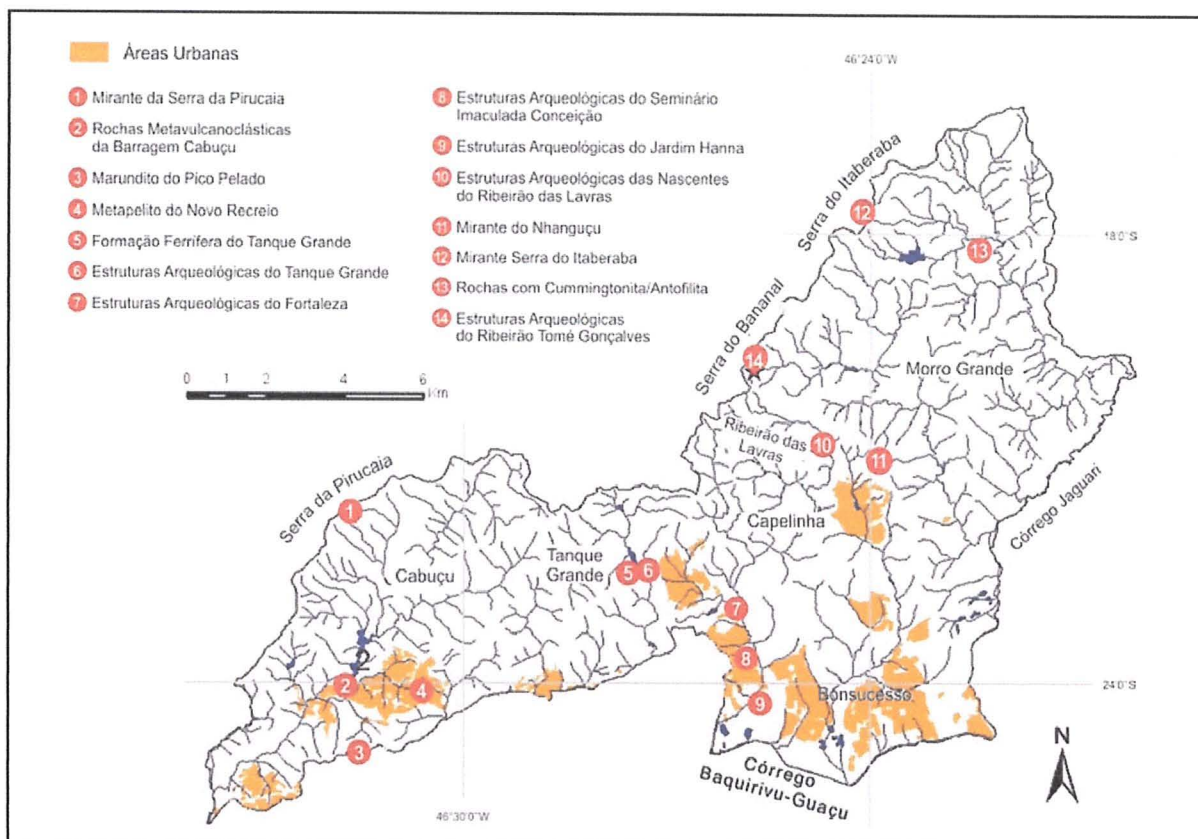


Figura 4. Localização dos bairros e geossítios do geoparque Ciclo do Ouro, no Estado de São Paulo. Retirado de Pérez-Aguilar *et al.* (2012a).

6.1.1 Geossítio Nº 1: Mirante da Serra da Pirucaia

Latitude: 23°21'41,797"S - Longitude: 46°31'51,423"W - Altitude: 1172 m.

Valor científico: geomorfologia, petrologia metamórfica.

Informações adicionais: mirante; uso potencial de educação, ciência e geoturismo; proteção em parque estadual; fragilidade baixa.

A Serra da Pirucaia está entre os municípios de Guarulhos e Mairiporã, e representa o limite norte do Parque Estadual da Cantareira em Guarulhos, além de ser o divisor das águas dos ribeirões que desembocam no rio Cabuçu. A litologia encontrada provém do metamorfismo dos sedimentos depositados na borda da bacia e é constituída principalmente por quartzitos e por xistos quartzosos. O acesso é feito por trilhas pela Mata Atlântica, e no mirante é possível avistar diversos pontos de Guarulhos, como o próprio Parque Estadual da Cantareira, o Pico Pelado, a barragem do Cabuçu, a área urbana do

bairro do Cabuçu, a região central de Guarulhos e, ainda, parte da cidade de São Paulo e da Serra da Cantareira.

6.1.2 Geossítio Nº 2: Rochas Metavulcanoclásticas da Barragem do Cabuçu

Latitude: 23°24'03,365"S - Longitude: 46°31'56,467"W - Altitude: 767 m.

Valor científico: petrologia metamórfica, tectônica.

Informações adicionais: uso potencial de geoturismo e educação; proteção em parque estadual, fragilidade média.

Há um pacote intemperizado de rochas metavulcanoclástica com alternância de metabásicas e metatufos, predominantemente. Neste geossítio são encontradas rochas silicificadas devido ao processo de cisalhamento, uma foliação milonítica que corta o pacote de rochas e um sistema de juntas tardias e veios de quartzo. O afloramento é capaz de explicar o processo de formação de metavulcanoclásticas e processos de fusão ocasionados por processos metamórficos e deformacionais.

A barragem de Cabuçu constitui um valor histórico deste local, tendo sido a primeira barragem em concreto armado e em arco do país. Também possui trilhas de ecoturismo implantadas na Mata Atlântica, associadas à represa do Cabuçu e cachoeiras.

6.1.3 Geossítio Nº 3: Marunditos do Pico Pelado

Latitude: 23°24'56,748"S - Longitude: 46°31'46,513"W - Altitude: 914 m.

Valor científico: metalogenia, petrologia metamórfica, mineralogia, tectônica.

Informações adicionais: mirante; relevância internacional; uso potencial em ciência, educação, geoturismo e economia; proteção em monumento natural e outra unidade de conservação; fragilidade baixa.

Localiza-se no morro do Pico Pelado, sendo um mirante natural. Os afloramentos ocorrem *in situ* e são associados a matacões e blocos dispersos. Neles, afloram lentes de marunditos e topazitos. São encontrados diversos veios tardios, compostos por coríndon ± rutilo, minerais também encontrados nos marunditos e topazitos, ou por muscovita ± margarita.

O local representa o produto metamórfico de rochas afetadas por processos hidrotermais-metassomáticos, os quais alteraram a composição dos protólitos e geraram zonas de alteração associadas à mineralização em ouro. É possível, ainda, explicar processos de compressão crustal (pelas dobras associadas a uma foliação de crenulação) e processos de moagem e recristalização (pela proximidade da zona de cisalhamento e

foliação milonítica). Por fim, representa rochas-guias para a exploração de ouro em sequências metavulcanossedimentares devido à sua mineralogia especial.

6.1.4 Geossítio Nº 4: *Metapelito do Novo Recreio*

Latitude: 23°24'07,241"S - Longitude: 46°30'48,986"W - Altitude: 850 m.

Valor científico: metalogenia, tectônica, mineralogia.

Informações adicionais: relevância regional-local, uso potencial em educação, proteção em outra unidade de conservação, fragilidade média.

Localizado no bairro Novo Recreio, o geossítio apresenta dobras fechadas D2 em metapelitos intemperizados, com alternância de cor entre as camadas. Localmente as dobras são cortadas por falhas. Estas feições evidenciam processos de encurtamento da crosta em zonas de colisão de placas tectônicas, resultando primeiro no dobramento das rochas e, com o avanço da deformação, em processos de falhamento. No Grupo Serra do Itaberaba, o metapelito grafitoso constitui uma das rochas hospedeiras das mineralizações de ouro primário.

A área em questão é ocupada em setor de morros altos transicionando para serra e está associada a risco geológico de escorregamento.

6.1.5 Geossítio Nº 5: *Formação Ferrífera do Tanque Grande*

Latitude: 23°22'29,439"S - Longitude: 46°27'38,741"W - Altitude: 828 m.

Valor científico: metalogenia, petrologia metamórfica, mineralogia.

Informações adicionais: relevância regional-local; uso potencial em ciência, educação e geoturismo; proteção em outra unidade de conservação; fragilidade média.

O afloramento é uma formação ferrífera do tipo Algoma, tipicamente associada a sequências metavulcanossedimentares, e corresponde ao flanco inverso de uma dobra D2. Há presença de veios de quartzo e alternância de camadas da fácies silicato e metachert. Também são encontradas, em menor abundância, camadas da fácies óxido.

Por conta dos processos intempéricos, há percolação de óxidos de Mn e/ou limonitização. Uma foliação milonítica predomina no afloramento, e também são encontrados *boudins* e dobras intrafoliais S2. Este geossítio explica processos de formação de minério de ferro, inversão da estratigrafia, foliação milonítica e a presença de um oceano oxidado, evidenciado pela abundância de Mn que permite uma cor escura às rochas.

6.1.6 Geossítio Nº 6: Estruturas Arqueológicas do Tanque Grande

Latitude: 23°22'31,835"S - Longitude: 46°27'25,607"W - Altitude: 825 m - Área: 3 ha.

Valor científico: metalogenia, petrologia metamórfica.

Informações adicionais: arqueologia mineira, relevância internacional, proteção em outra unidade de conservação, uso potencial em geoturismo e educação, fragilidade alta.

O local é repleto de estruturas arqueológicas de diversos tipos e em diferentes cotas topográficas. São vistos canais (revestidos ou não em pedra), túnel e muro de pedra seca. Os antigos canais são as estruturas mais abundantes, especialmente os não revestidos; já os canais menores revestidos desembocam em uma área que pode ter sido de lavagem e bateamento de ouro.

O túnel está associado à captação de água para lavra de ouro e segue as curvas de nível pelas encostas dos morros. O muro de pedra segue o córrego próximo à represa Tanque Grande, o que indica que ela era usada como barragem nos tempos de lavra colonial.

Quanto à geologia, há um afloramento didático de metapelitos grafitosos com mineralizações de ouro primário, posteriormente concentrado em charneiras de dobras fechadas D2.

6.1.7 Geossítio Nº 7: Estruturas Arqueológicas do Jardim Fortaleza

Latitude: 23°23'03,104"S - Longitude: 46°26'09.097"W - Altitude: 815 m - Área: 9,15 ha.

Valor científico: metalogenia, petrologia metamórfica.

Informações adicionais: arqueologia mineira, relevância internacional, uso potencial em geoturismo e educação, fragilidade alta.

Está localizado em uma encosta de declividade suave e próximo à estrada que liga Guarulhos a Nazaré Paulista. Aqui, a lavra pode ter começado no aluvião do Ribeirão das Lavras e, após isso, seguiu em direção a cotas topográficas mais elevadas.

A primeira lavra ocorreu em um pacote de metapelitos grafitosos, com gradação para um pacote de metatufos com lentes de metabásicas e metatufitos.

Entre os metatufos e metapelitos há uma frente de lavra, no contato entre a sequência metavulcanossedimentar da Formação Morro da Pedra Preta e a formação metassedimentar do Jardim Fortaleza, constituindo um dos horizontes mineralizados no Grupo Serra do Itaberaba.

Há restos de valas de água, tanto de cotas topográficas maiores quanto de valas que chegam até o aluvião. Predominam os canais não revestidos, encontrando pilhas de

rejeito de cascalho associadas. Também há pequenas barragens para armazenamento de água e bateamento de ouro, além de uma pequena cava na montanha.

Um processo de cisalhamento possibilitou a concentração de ouro primário e secundário e afetou veios de quartzo, formando localmente pseudotaquilito.

6.1.8 Geossítio Nº 8: Estruturas Arqueológicas do Seminário Imaculada Conceição

Latitude: 23°22'43,551"S - Longitude: 46°26'01,749"W - Altitude: 785 m - Área: 6,31 ha.

Valor científico: metalogenia, petrologia metamórfica, sedimentologia.

Informações adicionais: arqueologia mineira, relevância local, uso potencial em geoturismo e educação, fragilidade alta.

Este geossítio abrange diversas estruturas da lavra de ouro que parcialmente estão localizadas em metapelitos grafitosos intemperizados do Grupo Serra do Itaberaba, e em sedimentos essencialmente argilosos. Essas unidades estão em contato através de uma falha com componente normal.

Nos metapelitos há presença de canais, diques marginais formados por cascalho de quartzo de veios e áreas abertas de bateamento. Nos sedimentos terciários, as estruturas se apresentam mais rasas e abertas, correspondendo a áreas de lavagem e bateamento. O ouro nos sedimentos indica processos de retrabalhamento do metal na sequência metavulcanossedimentar.

6.1.9 Geossítio Nº 9: Estruturas Arqueológicas do Jardim Hanna

Latitude: 23°24'2,360"S - Longitude: 46°25'45,046"W - Altitude: 766 m - Área: 2,8 ha.

Valor científico: metalogenia, sedimentologia.

Informações adicionais: arqueologia mineira, relevância internacional, uso potencial em geoturismo e educação, fragilidade alta.

Localizado no Jardim Hanna, do Bairro Bonsucesso, o geossítio representa um antigo garimpo de ouro. São encontrados canais, frentes de lavra, áreas de lavagem e pilhas de cascalho, a maioria em sedimentos conglomeráticos de leques aluvionares proximais. No conglomerado há predomínio de clastos e seixos de quartzo distribuídos em matriz arenoso-argilosa. A presença de ouro neste local evidencia processos de retrabalhamento do metal na sequência metavulcanossedimentar, como o geossítio anterior.

6.1.10 Geossítio Nº 10: Estruturas Arqueológicas das Nascentes do Ribeirão das Lavras

Latitude: 23°20'50,826"S - Longitude: 46°24'45,454"W - Altitude: 823 m - Área: 138,15 ha.

Valor científico: metalogenia, petrologia metamórfica.

Informações adicionais: arqueologia mineira, relevância internacional, proteção em outra unidade de conservação, uso potencial em geoturismo e educação, fragilidade alta.

É a área com mais presença de estruturas arqueológicas, e estas são encontradas em diferentes materiais, como aluviões, solos coluvionares, saprolitos e rocha fresca. Ocorrem estruturas de dobras fechadas em rochas vulcanoclásticas básicas, e associadamente há corpos pequenos de metandesitos e metatufos, além de veios de quartzo mineralizados associados a zonas de falhas.

À montante predominam canais revestidos e lagoas que sugerem ter sido pequenas barragens para distribuição de água para cotas topográficas mais baixas. À jusante predominam valas e canais não revestidos, rejeitos de cascalho e lavra no aluvião (associados a pequenas áreas de lavagem de material), locais de bateamento e catação e frentes de lavra preservadas.

6.1.11 Geossítio Nº 11: Mirante do Nhanguçu

Latitude: 23°21'13,564"S - Longitude: 46°23'57,135"W - Altitude: 991 m.

Valor científico: geomorfologia, petrologia metamórfica, mineralogia.

Informações adicionais: mirante, relevância regional-local, uso potencial em geoturismo e educação, fragilidade baixa.

O mirante é um divisor de água das bacias dos rios Paraíba Sul e Tietê. É possível avistar regiões serranas, como a Serra do Itaberaba, até a planície aluvionar do rio Tietê, além de cabeceiras e afluentes de outros rios. O afloramento é composto essencialmente por xistos ferro-manganesíferos, o que confere um aspecto diferente dos outros mirantes. As lajes de xisto *in situ* e projetadas para fora do morro são um atrativo da região, sendo visitadas por moradores do bairro Água Azul e com acesso por diversas trilhas.

6.1.12 Geossítio Nº 12: Mirante Serra do Itaberaba

Latitude: 23°17'45,464"S - Longitude: 46°17'45,464"W - Altitude: 1422 m.

Valor científico: geomorfologia, petrologia ígnea, mineralogia.

Informações adicionais: mirante, relevância regional-local, uso potencial em geoturismo e educação, proteção em parque estadual e outra unidade de conservação.

O geossítio é composto por granodioritos e granitos que estão encaixados em rochas metassedimentares e metavulcânicas do Grupo Serra do Itaberaba, fazendo parte de um pequeno batólito. O afloramento se apresenta na forma de lajes, escarpas e matacões a uma altura de 1422 m, a maior da região metropolitana de São Paulo. Possui ainda remanescentes da Mata Atlântica, diversas trilhas, estruturas arqueológicas e importante biodiversidade.

Um dos atrativos locais é a vista panorâmica do mirante, que inclui a represa de Atibainha, as serras da divisa São Paulo - Minas Gerais, os bairros de Guarulhos, a cidade de São Paulo e as cabeceiras do rio Paraíba do Sul.

6.1.13 Geossítio Nº 13: Rochas com Cummingtonita/Antofilita

Latitude: 23°18'16,164"S - Longitude: 46°22'26,607"W - Altitude: 766 m.

Valor científico: metalogenia, petrologia metamórfica, mineralogia.

Informações adicionais: relevância regional-local, uso potencial em educação e ciência, proteção em parque estadual e outra unidade de conservação, fragilidade baixa.

As rochas são constituídas por cummingtonita/antofilita ± cordierita ± granada ± quartzo e correspondem ao produto metamórfico de zonas de alteração clorítica. A mineralogia é condizente com processos de alteração hidrotermal-metassomáticos, os quais transformaram os protólitos com a circulação de fluidos hidrotermais, estes associados à colocação de pequenos corpos ígneos.

Neste local são encontrados blocos e matacões destas rochas, e localmente pode-se observar a gradação de andesitos passando para rochas alteradas. Nas porções intensamente alteradas são encontrados arranjos radiados de cummingtonita/antofilita e porfiroblastos de granada e cordierita. Estas rochas são guias na exploração de depósitos de metais de base (tipo Kuroko) em sequências vulcanossedimentares metamorfisadas em grau médio.

6.1.14 Geossítio Nº 14: Estruturas Arqueológicas do Ribeirão Tomé Gonçalves

Latitude: 23°19'50,158"S - Longitude: 46°26'00,648"W - Altitude: 1057 m e 920 m.

Valor científico: metalogenia, petrologia metamórfica.

Informações adicionais: arqueologia mineira, relevância internacional, proteção em outra unidade de conservação, uso potencial em geoturismo e educação, fragilidade alta.

Este geossítio mostra dutos para a condução de água feitos com lajes e fragmentos de rocha calciossilicática milonitizada. É possível observar um duto maior e seus

interiores, seu chão forrado em laje, a estrutura externa e, ainda, turmalinito associado a veio de quartzo, metapelito grafitoso, metatufo, metachert e veios de quartzo cisalhados.

O ouro foi lavrado no solo, elúvio, saprólito e na rocha fresca. A lavra de rocha fresca pode ter acontecido devido ao local estar próximo a um centro exalativo vulcânico, que seria responsável pela presença de ouro primário, além de seixos e blocos de turmalinitos *in situ*. O pacote lavrado era composto essencialmente por metapelitos grafitosos e metatufos, sendo encontradas também metabásicas, rochas calciossilicáticas e veios de quartzo cisalhados. O ouro primário foi retrabalhado por processos deformacionais/metamórficos e concentrado na intersecção de planos de falhas e em veios de quartzos associados.

6.2 Inventariação sistemática e valoração do patrimônio geológico

O inventário deve considerar quatro aspectos: o tópico, ou seja, o assunto tratado; o valor, que pode ser científico, educacional e/ou turístico; a escala, referente ao tamanho da área inventariada; e o uso, que diz respeito ao propósito do inventário (Brilha, 2016). Para que os levantamentos e as classificações dos sítios sejam feitos de forma sistemática, são considerados dois modelos de inventários, um para geossítios (valor científico), outro para elementos da geodiversidade (valor educacional, turístico e/ou cultural). Com relação aos geossítios em áreas amplas, Brilha (2016) propõe o seguinte modelo, passo a passo:

- 1) Revisão da literatura e consulta com especialistas;
- 2) Definição de estruturas/categorias geológicas, as quais representam os temas mais importantes para a história geológica da região;
- 3) Lista de geossítios potenciais por categorias geológicas;
- 4) Trabalho de campo para identificação e classificação qualitativa de geossítios considerando: representatividade, integridade, raridade e conhecimento científico;
- 5) Lista final com caracterização completa, contendo nome do geossítio, localização geográfica, tipo de território, proteção legal, acessibilidade, fragilidade e vulnerabilidade, descrição geológica, características geológicas marcantes, categoria geológica (quando aplicável) e eventuais limitações de uso;
- 6) Avaliação quantitativa do valor científico;
- 7) Avaliação quantitativa do risco de degradação;
- 8) Lista final de geossítios da área, ordenados pelo valor científico e pelo risco de degradação;
- 9) Eventual avaliação quantitativa do uso potencial para educação e turismo.

No caso dos sítios da geodiversidade, o modelo de inventário proposto pelo autor é apresentado a seguir, considerando o valor educacional (V.E.) e o valor turístico (V.T.):

- 1) Revisão da literatura e consulta com especialistas;

- 2) Revisão de (V.E.) sítios usados em atividades educacionais e (V.T.) materiais de propaganda turística;
- 3) Lista de potenciais sítios/elementos da geodiversidade;
- 4) Trabalho de campo focado na identificação de novos sítios e na avaliação qualitativa dos elementos potenciais da geodiversidade, considerando: (V.E.) potencial didático, diversidade geológica, acessibilidade e segurança, e (V.T.) cenário, potencial interpretativo, acessibilidade e segurança;
- 5) Lista final com caracterização completa dos elementos;
- 6) Avaliação quantitativa do uso potencial educacional e turístico;
- 7) Avaliação quantitativa do risco de degradação;
- 8) Lista final de elementos da geodiversidade da área ordenados pelo potencial educacional/turístico e risco de degradação.

6.3 Sistema de Cadastro e Quantificação de Geossítios e Sítios da Geodiversidade da CPRM (GEOSSIT)

O Serviço Geológico Brasileiro desenvolveu uma base de dados *online* e aberta ao público, chamada GEOSSIT, para o inventário e valoração de geossítios em âmbito nacional, atendendo também ao cadastro do Projetos Geoparques (CPRM, 2017). As metodologias utilizadas neste aplicativo são as de Brilha (2016) e García-Cortéz e Urquí (2009), com adaptações. Além da avaliação do valor científico dos geossítios, ou seja, das características intrínsecas, o GEOSSIT também quantifica o risco de degradação e o uso potencial educativo e turístico (Schobbenhaus *et al.*, 2015).

A seção de cadastro de sítios geológicos conta com fichas de preenchimento, onde se encontra: identificação (designação, localização, resumo, autores); enquadramento (geológico, paleontológico); caracterização geológica (rochas sedimentares, ígneas, metamórficas, deformação das rochas); feições de relevo (feições deposicionais, erosivas, de dissolução geoquímica, de evolução geoquímica, ilustração); interesse (dados, observações, fotografias); conservação (unidade de conservação, proteção indireta, uso e ocupação) e quantificação (valor científico, risco de degradação, potencial uso educativo e turístico, classificação, recomendação).

Adaptando os conceitos de Brilha (2016), o GEOSSIT calcula cada critério com um determinado peso. Para um local de interesse geológico ser considerado geossítio de relevância nacional durante a avaliação pelo aplicativo, seu valor científico deve ser igual ou maior que 200, e será de relevância internacional quando o valor for igual ou maior que 300. As ocorrências sem valor científico significativo são consideradas de interesse nacional quando o potencial uso educativo e turístico tem valor igual ou maior que 200. Valores

menores que 200 são classificados como sítios da geodiversidade de importância regional ou local, com interesse na área de um geoparque ou em contextos similares.

7. RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados foram obtidos com base na bibliografia, ou seja, apenas o que está descrito nas propostas da CPRM para o geoparque Ciclo do Ouro foi colocado nas tabelas do aplicativo. A descrição de dois pontos do trabalho de campo foi acrescentada ao inventário e à valoração.

7.1 Trabalho de campo

7.1.1 Ponto 1: Lavas almofadadas e estruturas arqueológicas

Coordenadas: 0354216 / 6421067

Acesso e pontos de referência: Fazenda Amaril/Colégio Progresso e Capela do Nosso Senhor do Bom Jesus da Capelinha, localizadas na estrada Guarulhos-Nazaré Paulista.

Neste ponto são encontradas lavas almofadadas (Fig. 5 e 6) e, localmente, porções esfoliadas nos blocos *in situ* e nas paredes, além de porções quase laminadas. O afloramento como um todo é composto por dobras, deformações locais intensas com figuras de interferência, cisalhamento e segregação de material. Esta segregação de material escuro e veios mais claros pode ser um indício de sequência metavulcanossedimentar (Fig. 7).

O geossítio evidencia um ambiente de fundo oceânico, com sedimentação normal pelágica. O local é bastante coberto por vegetação, mas é possível observar partes das lavas almofadadas preservadas, as quais possuem medidas entre 1 e 2 metros.

A mineralogia predominante é quartzo+biotita, e a granulação é fina e levemente orientada. A idade obtida para este afloramento é de 1.6 Ga, referente ao magmatismo de arco de ilha do Mezoproterozoico, onde concentrou ouro na região.

Este ponto está relacionado com o geossítio “estruturas arqueológicas do Tanque Grande”, das propostas da CPRM, inserido na Formação Morro da Pedra Preta. Dutos e túneis para escoamento de água foram visitados no local (Fig. 8).



Figuras 5 (a, b). Afloramento antes do desprendimento de uma lava almofadada. Fotos de Edson de Barros.



Figuras 6 (a, b). Duas lavas almofadadas presentes no ponto descrito, estando uma *in situ* (a) e outra em bloco caído (b); em (a) nota-se o molde na parede deixado pelo bloco que se desprendeu na zona de fraqueza do material *interpillow*. Arquivo pessoal.



Figuras 7 e 8. Estruturas secundárias encontradas na região, tais como dobras, segregação de material e deformação de rochas (7) e também estruturas arqueológicas variadas, como túneis (8). Arquivo pessoal.

7.1.2 Ponto 2: Turmalinitos e estruturas arqueológicas

Coordenadas aproximadas: latitude 23°19'50,158"S / longitude 46°26'00,648"W

Ponto de referência: Fazenda Soledad

Há apenas blocos não *in situ* no local, e é possível observar fases de dobramento em cada um (Fig. 9a, 9b, 10a, 10b e 11). Também ocorrem veios de quartzo em mais de uma fase, por vezes cortando as dobras. Estes veios provavelmente estão mineralizados.

Os blocos do afloramento possuem diferença entre as camadas, como um bandamento. A erosão age de forma diferenciada, deixando camadas mais profundas (material félsico) e outras mais expostas (material máfico).

A figura 9b mostra um sutil falhamento oblíquo às dobras, em um bloco com deformação intensa cortando as estruturas principais. Tal feição também é encontrada na figura 10b.



Figuras 9 (a, b). Bloco de turmalinito com dobramento. Arquivo pessoal.



Figuras 10 (a, b). Estruturas de dobramento, cisalhamento e veios, além da diferença entre camadas expostas e profundas. Foto de Edson de Barros (a) e arquivo pessoal (b).



Figura 11. Charneira de dobra observada no afloramento. Arquivo pessoal.

Este ponto está relacionado com o geossítio “estruturas arqueológicas do Ribeirão Tomé Gonçalves”, das propostas da CPRM, inserido na Formação Jardim Fortaleza. Em alguns blocos foram encontrados furos, que podem estar associados a estruturas arqueológicas.

7.2 Quantificação do GEOSSIT

7.2.1 Geossítio Nº 1: Mirante da Serra da Pirucaia

Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional.

Valor Científico: 155.

Valor Educativo: 210 (Relevância Nacional).

Valor Turístico: 185 (Relevância Regional/Local).

Risco de Degradação: 20 (Risco Baixo).

7.2.2 Geossítio Nº 2: Rochas Metavulcanoclásticas da Barragem do Cabuçu

Sítio da Geodiversidade de Relevância Regional/Local.

Valor Científico: 165.

Valor Educativo: 105 (Relevância Regional/Local).

Valor Turístico: 55 (Relevância Regional/Local).

Risco de Degradação: 200 (Risco Médio).

7.2.3 Geossítio Nº 3: Marunditos do Pico Pelado

Geossítio de Relevância Nacional.

Valor Científico: 240.

Valor Educativo: 170 (Relevância Regional/Local).

Valor Turístico: 110 (Relevância Regional/Local).

Risco de Degradação: 130 (Risco Baixo).

7.2.4 Geossítio Nº 4: Metapelito do Novo Recreio

Sítio da Geodiversidade de Relevância Regional/Local.

Valor Científico: 120.

Valor Educativo: 120 (Relevância Regional/Local).

Valor Turístico: 80 (Relevância Regional/Local).

Risco de Degradação: 220 (Risco Médio).

7.2.5 Geossítio Nº 5: Formação Ferrífera do Tanque Grande

Geossítio de Relevância Nacional.

Valor Científico: 260.

Valor Educativo: 195 (Relevância Regional/Local).

Valor Turístico: 155 (Relevância Regional/Local).

Risco de Degradação: 215 (Risco Médio).

7.2.6 Geossítio Nº 6: Estruturas Arqueológicas do Tanque Grande

Geossítio de Relevância Nacional.

Valor Científico: 255.

Valor Educativo: 280 (Relevância Nacional).

Valor Turístico: 210 (Relevância Nacional).

Risco de Degradação: 225 (Risco Médio).

7.2.8 Geossítio Nº 8: Estruturas Arqueológicas do Seminário Imaculada Conceição

Sítio da Geodiversidade de Relevância Regional/Local.

Valor Científico: 125.

Valor Educativo: 170 (Relevância Regional/Local).

Valor Turístico: 130 (Relevância Regional/Local).

Risco de Degradação: 225 (Risco Médio).

7.2.9 Geossítio Nº 9: Estruturas Arqueológicas do Jardim Hanna

Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional.

Valor Científico: 155.

Valor Educativo: 210 (Relevância Nacional).

Valor Turístico: 175 (Relevância Regional/Local).

Risco de Degradação: 225 (Risco Médio).

7.2.10 Geossítio Nº 10: Estruturas Arqueológicas das Nascentes do Ribeirão das Lavras

Geossítio de Relevância Nacional.

Valor Científico: 255.

Valor Educativo: 280 (Relevância Nacional).

Valor Turístico: 210 (Relevância Nacional).

Risco de Degradação: 225 (Risco Médio).

7.2.11 Geossítio Nº 11: Mirante do Nhanguçu

Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional.

Valor Científico: 195.

Valor Educativo: 255 (Relevância Nacional).

Valor Turístico: 190 (Relevância Regional/Local).

Risco de Degradação: 115 (Risco Baixo).

7.2.12 Geossítio Nº 12: Mirante Serra do Itaberaba

Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional.

Valor Científico: 145.

Valor Educativo: 255 (Relevância Nacional).

Valor Turístico: 190 (Relevância Regional/Local).

Risco de Degradação: 95 (Risco Baixo).

7.2.13 Geossítio Nº 13: Rochas com Cumingtonita/Antofilita

Sítio da Geodiversidade de Relevância Regional/Local.

Valor Científico: 185.

Valor Educativo: 160 (Relevância Regional/Local).

Valor Turístico: 130 (Relevância Regional/Local).

Risco de Degradação: 95 (Risco Baixo).

7.2.14 Geossítio Nº 14: Estruturas Arqueológicas do Ribeirão Tomé Gonçalves

Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional.

Valor Científico: 155.

Valor Educativo: 200 (Relevância Nacional).

Valor Turístico: 175 (Relevância Regional/Local).

Risco de Degradação: 225 (Risco Médio).

8. INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A utilização da bibliografia e a aplicação dos métodos de inventário possibilitaram valorar as localidades de interesse geológico e histórico-mineiro da área proposta para o Geoparque Ciclo do Ouro em Guarulhos. Dentre os 14 sítios propostos, 9 apresentam interesse nacional, devido aos seus valores científico e/ou educativo obtidos superiores a 200 (de uma escala de 0 a 400, adaptada dos métodos de Brilha (2016) pelo GEOSIT). Os sítios de relevância local-regional, por sua vez, se caracterizam pelos seus valores educativos e turísticos. Com relação à possibilidade de sofrer alguma perda dos elementos originais, 7 geossítios obtiveram a classificação de risco de degradação médio.

Nenhum geossítio foi classificado como de interesse internacional. Isto se deve a fatores como o critério estabelecido por Brilha (2016) de aumentar a pontuação quando há publicação internacional, e à ausência de informações para acrescentar nos formulários, decorrida da falta de trabalho de campo. Apesar disso, considera-se, ao contrário do que pôde ser obtido pelo inventário realizado, o sítio "Estruturas arqueológicas do Tanque Grande" como de importância internacional pelo registro de sucessão magmática de fundo oceânico, o que se considera raro e excepcional, com diversas citações ao redor do mundo. Isto ressalta a importância das lavas almofadadas encontradas em Guarulhos, estruturas que por si só justificam sua participação dentro do Patrimônio Geológico.

Como exemplo da importância destas estruturas, há no Brasil as *Pillow Lavas* de Pirapora do Bom Jesus (SP), muito utilizadas em aulas de campo, porém sem medidas de proteção efetivas até o momento. A qualidade da exposição do afloramento não é boa, devido ao intemperismo, mas representa parte de sucessão ofiolítica. Ainda que não seja comprovado que as sucessões metavulcânicas de Guarulhos caracterizam uma sucessão ofiolítica, seu estado de preservação e a dimensão das lavas almofadadas propiciam um ambiente de estudo com oportunidade para diversas pesquisas relacionadas a esse tema.

Outra proposta de geossítio visitada, dos turmalinitos e metapelitos do Ribeirão Tomé Gonçalves, recebeu uma relevância menor do que a esperada. Pelos métodos utilizados, este ponto apresenta interesse regional-local, mas as estruturas de deformação observadas em campo indicam que a área poderia ter um valor científico mais elevado.

Apesar dos apontamentos acima a respeito da divergência entre os resultados obtidos pelo GEOSSIT e a própria constatação, a valoração foi adequada ao projeto, pois permitiu uma separação entre os sítios de maior relevância, maior valor científico e maior risco de degradação com os de menor valor. Esta divisão reflete quais os locais considerados prioritários na etapa de Geoconservação.

Outro tema para discussão é a questão educacional. Pela proximidade do município de Guarulhos com a cidade de São Paulo, existe a possibilidade de uso das exposições geológicas em atividades de ensino, como em trabalhos de campo das Geociências. Os pontos com enfoque nas estruturas arqueológicas podem ser utilizados em diversos níveis de educação, não interessando apenas ao meio acadêmico.

Os geossítios propostos em áreas de mirante também são relevantes para a Geoconservação, pois mostram que há um potencial turístico na área proposta para o geoparque. Se implantadas medidas para atrair o público de forma sustentável, as informações geográficas e geológicas e o histórico da região também serão transmitidos para a população local e visitantes.

9. CONCLUSÃO

A geodiversidade presente em Guarulhos está representada por cinco geossítios, seis sítios de geodiversidade e três mirantes, todos quantificados a partir do inventário da CPRM e de observações em campo. Estes locais representam a história geológica do município e o histórico da mineração de ouro no país.

Os métodos de quantificação de geossítios foram aplicados e discutidos, e ao fim constatou-se que seriam necessárias adaptações além das do GEOSSIT para que o contexto geológico do geoparque Ciclo do Ouro fosse contemplado no inventário e na valoração.

Os resultados obtidos complementam os valores dados pela própria CPRM aos geossítios, pois a proposta apresenta uma caracterização qualitativa dos pontos, enquanto que neste trabalho se obteve valores numéricos para fim de classificação de relevância. Por estes motivos, o objetivo inicial do estudo foi atingido.

Apesar de a área proposta estar contemplada em diversas unidades de conservação, não há até o momento medidas efetivas de conservação da geodiversidade no município, seja para as estruturas geológicas ou arqueológicas. Conscientizar a população e tomar esses espaços como ambiente de estudos é o primeiro passo para a preservação destes sítios, de relevância local ou nacional.

Espera-se que o tema da Geodiversidade seja difundido entre os níveis de ensino e entre a população, e que este trabalho possa ser utilizado futuramente para retomar a questão do planejamento e das estratégias de conservação do Ciclo do Ouro.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barros, E.J.; Pérez-Aguilar, A.; Andrade, M.R.M.; Oliveira, E.S.; Ribeiro, R.R.; Braga, D.A. 2013. Estruturação do Geoparque Ciclo Do Ouro, Guarulhos, SP. *GeoBRheritage*, II Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico, Ouro Preto, S2-2503.

Bergmann, M. 1988. *Caracterização estratigráfica e estrutural da sequência vulcano-sedimentar do grupo São Roque na região de Pirapora do Bom Jesus - Estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Blog Geoparque Ciclo do Ouro - Guarulhos/SP. Mapas. Acesso em 20 de março de 2017, <<http://geoparqueciclodoouro.blogspot.com.br/p/mapas.html>>.

Brilha, J. 2005. *Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica*. Braga: Palimage.

Brilha, J. 2016. Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. *Geoheritage*, 8, p. 119-134. DOI: 10.1007/s12371-014-0139-3.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. *Geossit: cadastro de sítios geológicos*. Acesso em 01 de julho de 2017, < <http://www.cprm.gov.br/geossit>>.

Delphim, C.F.M. 2009. Patrimônio cultural e geoparque. *Revista do Instituto de Geociências - USP*, v. 5, p. 75-83.

García-Cortéz, A.; Urquí, L.C. 2009. *Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, version 18-07-2013, 64 p.

Gray, M. 2004. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. Chichester: John Wiley & Sons.

Juliani, C. 1993. *Geologia, petrogênese e aspectos metalogenéticos 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*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Juliani, C.; Beljavskis, P. 1995. Revisão da litoestratigrafia da Faixa São Roque/Serra do Itaberaba (SP). *Revista do Instituto Geológico*, 16 (1/2), p. 33-58.

Juliani, C.; Pérez-Aguilar, A.; Martin, M.B.A. 1997. Geotermobarometria e evolução metamórfica P-T-d do Grupo Serra do Itaberaba (SP). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 69, p. 441-442.

Oliveira, J.C.S. 2014. *Geoparques no Brasil: foco geográfico na superação de desafios*. Trabalho de conclusão de curso, Instituto de Ciências Humanas, Universidade de Brasília, Brasília.

Pereira, R.G.F.A.; Rios, D.C.; Garcia, P.M.P. 2016. Geodiversidade e patrimônio geológico: ferramentas para divulgação e ensino em geociências. *Terræ Didática*, 12 (3), p. 196-208.

Pérez-Aguilar, A.; Barros, E.J.; Andrade, M.R.M.; Oliveira, E.S.; Juliani, C.; Oliveira, A.M.S. 2012a. *Geoparque Ciclo do Ouro*. Rio de Janeiro: CPRM.

Pérez-Aguilar, A.; Juliani, C.; Andrade, M.R.M.D.; Barros, E.J.D. 2012b. Reconstituição do sistema de transporte de água associado à lavra de ouro durante o período colonial nos arredores de Guarulhos, SP, Brasil. *Revista do Instituto Geológico*, 33 (1), São Paulo, p. 01-22. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/0100-929X.20120001>.

Pérez-Aguilar, A.; Juliani, C. 2016. Descoberta de estruturas arqueológicas da lavra de ouro do Período Colonial, Guarulhos, SP. *Anais: As geotecnologias e o século XXI*, São Paulo.

Pissato, E. 2009. *Gestão da mineração de areia no município de Guarulhos: aproveitamento de resíduos finos em cerâmica vermelha*. Tese de Doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Reis Filho, N.G. 2013. *As minas de ouro e a formação das Capitâneas do Sul*. São Paulo: Via das Artes.

Santos, O.; Pérez-Aguilar, A. 2013. Estruturas arqueológicas da lavra de ouro do período colonial brasileiro presentes nos arredores de Guarulhos, São Paulo, SP, Brasil. *Anais do 3º Simpósio de Geociências e Meio Ambiente*, p. 23-24.

Schobbenhaus, C; Silva, C.R. 2012. *Propostas Geoparques do Brasil*. Rio de Janeiro: CPRM.

Schobbenhaus, C.; Rocha, A.J.D.; Winge, M.; Lima, E. 2015. Inventário de sítios do patrimônio geológico do Brasil. *Anais do III GeoBRheritage*, Lençóis, p. 468-471. Acesso em 20 de março de 2017, <https://www.researchgate.net/publication/297743925_Inventario_de_Sitios_do_Patrimonio_Geologico_do_Brasil>.

Vilardaga, J.C. 2013. As controvertidas minas de São Paulo (1550-1650). *Varia historia*, 29 (51), Belo Horizonte, p. 795-815.

WebGeo Guarulhos - Portal de Geoprocessamento. Acesso em 25 de outubro de 2017, <<http://webgeo.guarulhos.sp.gov.br/index2.php>>.