

IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE CAVAS E PILHAS DE BOTA-FORA DE MINERAÇÃO COMO UNIDADE GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA NO MUNICÍPIO DE ESTIVA GERBI – SP, BRASIL

RECOGNITION AND GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL MAPPING OF OPEN-PIT AND STACKS OF REFUSE MINING AREAS ON ESTIVA GERBI (SP, BRAZIL)

Luciano Willen CANDIDO¹; José Eduardo ZAINE²

Resumo: O mapeamento geológico-geotécnico de Estiva Gerbi (SP), 1:25.000, individualizou seis unidades, com base nas características geológicas e geomorfológicas. Como destaque foram identificadas 11 áreas (cavas e pilhas de bota-fora) oriundas da exploração de argilas aluvionares e argilitos da Formação Aquidauana, e agrupadas como uma unidade específica (unidade VI). As características da unidade VI incluem mudanças na topografia e declividades naturais do terreno, além da constante presença de lagoas e do registro de processos erosivos nos taludes. Tais áreas, atualmente abandonadas ou usadas como pesqueiro e lixão, são indicadas para estudos de caracterização geotécnica de semi-detulhe e detalhe, visando orientar formas de reutilização ou destinação.

Palavras-chave: Mapeamento Geológico-Geotécnico; Cavas e Bota-Fora de Mineração; Estiva Gerbi (SP).

Abstract: The geological-geotechnical mapping of Estiva Gerbi (Brazil), 1:25.000, has individualized six units based on geological and geomorphological characteristics. Special emphasis was given to 11 areas (open-pit and stacks of refuse mining areas) derived from exploitation activity of fluvial clays and clay-stones of the Aquidauana Formation, which were grouped in a specific unit (VI). Its characteristics are modification of the topography, declivity, formation of lakes and slopes erosive processes. Unrecovered, such areas have unplanned uses as fishing areas or waste deposits and are indicated for detailed geotechnical characterizations to provide new destinations.

Keywords: Geological-Geotechnical Mapping; Open-Pit and Stacks of Refuse Mining Areas; Estiva Gerbi (Brazil).

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de um município necessita de uma política ambiental que contemple, para intervenções e obras potencialmente impactantes, a realização de estudos de viabilidade e de avaliação de possíveis impactos ambientais. Dentre os estudos do meio ambiente, está o mapeamento geológico-geotécnico, com investigações e análises necessárias para a caracterização do meio físico.

O Município de Estiva Gerbi (SP), emancipado em 1992 de Mogi-Guaçu, e com grande potencial de crescimento, foi objeto da pesquisa de mestrado desenvolvida no programa de pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente da Unesp, campus de Rio Claro - SP (Candido, 2004).

A expansão urbana e o estabelecimento de novos empreendimentos, principalmente os industriais, requerem ações de planejamento. A cada dia aumentam o número de pessoas, o espaço ocupado e as necessidades de recursos naturais, em consequência do crescimento acelerado dos municípios. O aparecimento de problemas ambientais está relacionado à má gestão e à falta de um planejamento adequado do crescimento urbano.

O objetivo deste estudo foi, a partir de um mapeamento geológico-geotécnico do Município de Estiva Gerbi (SP), identificar, descrever e cartografar áreas de cavas e pilhas de bota-fora, oriundas da atividade de mineração, individualizando-as como unidade geológica-geotécnica específica.

MÉTODO DE TRABALHO

A fundamentação metodológica deste trabalho está baseada nas etapas 1 (Circunscrição do problema) e 2 (Análise e Diagnóstico dos Fenômenos Presentes), do método das hipóteses progressivas descritas por Santos (2002). O método aplicado neste trabalho seguiu as etapas tradicionais do mapeamento geológico (Zaine, 2000), ou seja, revisão bibliográfica, fotointerpretação, trabalho de campo e integração das informações geológicas, geomorfológicas e de observações do perfil de solo. A partir daí foram plotadas as áreas de mineração e analisadas as principais alterações, definindo-se, assim, como uma unidade de caráter antrópico modificando as condições naturais, denominadas unidades modificadas.

1- Mestre em Geociências e Meio Ambiente, Unesp. E-mail: lwcxb@ig.com.br.

2- Depto. de Geologia Aplicada, Unesp - Rio Claro. E-mail: jezaine@rc.unesp.br.

O mapeamento geológico-geotécnico de Estiva Gerbi foi realizado na escala 1:25.000, para a área total do município, a partir da caracterização do meio físico, com a integração das informações geológicas, geomorfológicas e do perfil de solo. Para a identificação e separação das unidades geológico-geotécnicas foram seguidos os procedimentos referentes à 1ª etapa do método do detalhamento progressivo (Ceri *et al.*, 1996), conforme aplicados em Rio Claro (SP) por Zaine (2000). Na 1ª Etapa ou etapa geral, do detalhamento progressivo é realizada uma caracterização geral do meio físico, com a identificação de suas limitações e potencialidades ante as necessidades impostas pelo uso do solo e, para as etapas sucessivas, são indicadas áreas para estudos mais detalhados. Nesta etapa, a quantificação fica restrita a aspectos mais gerais, como por exemplo, a indicação de classes de declividade ou a profundidade do nível de água subterrâneo.

Durante a realização da etapa geral de mapeamento foram registradas as alterações na paisagem e suas influências nos atributos do meio físico. Os impactos ambientais registrados também foram associados às diferentes unidades mapeadas.

As áreas modificadas pela atividade de mineração foram definidas como uma unidade de análise a ser individualizada e

cartografada, a partir do cruzamento das unidades geológico-geotécnicas mapeadas com as áreas de lavra abandonadas e ativas. Tais áreas foram descritas com base em dados extraídos de aerofotos e nos levantamentos de campo, onde foram identificadas e mapeadas feições como cavas, bota-fora, lagoas e sua área de influência.

Alterações decorrentes da mineração e os depósitos tecnogênicos

As lavras de argila e argilitos existentes em Estiva Gerbi são classificadas como “a céu aberto”, ocupam grandes áreas próximas aos núcleos urbanos, com cavas, às vezes preenchidas com água, provocando, principalmente, mudanças no nível de água subterrâneo, poeira, vibração e ruídos e são consideradas como as mais impactantes (Mascarenhas, 1989).

A discussão sobre depósitos tecnogênicos teve origem com Ter-Stepanian (1988), que os define como depósitos marcados por uma grande variedade de feições, pela diversidade de composição e grande variação de espessura, caracterizando uma classe genética diferente ou independente e que permitem analogias com alguns depósitos naturais (Quadros 1 e 2).

TIPOS DE DEPÓSITOS	CARACTERIZAÇÃO
Depósitos Construídos	Representados por corpos de rejeitos de mineração, aterros etc.
Depósitos Induzidos	Sedimentos que se depositam em razão da erosão decorrente do uso do solo.
Depósitos Modificados	Depósitos naturais alterados tecnogenicamente por efluentes, adubos etc.

QUADRO 1: Tipos e características dos depósitos (Oliveira, 1990 apud Peloggia, 1998).

TABLE 1: Characteristics and types of the antropical deposits (Oliveira, 1990 apud Peloggia, 1998).

TIPO DE CAMADA	CARACTERÍSTICA DO DEPÓSITO
Úrbico	Detritos urbanos, materiais terrosos que contêm artefatos manufaturados pelo homem moderno, freqüentemente em fragmentos, como tijolos, vidro, plástico, metais diversos etc.
Gárbico	Materiais detriticos com lixo orgânico de origem humana e que, apesar de conterem artefatos em quantidades muito menores que a dos materiais úrbicos, são suficientemente ricos em matéria orgânica para gerar metano em condições anaeróbicas.
Espólico	Materiais terrosos escavados e redepositados por operações de terraplanagem, mineração e depósitos de assoreamento induzidos pela erosão acelerada. Contêm pequena Quantidade de artefatos.
Dragado	Materiais terrosos provenientes da dragagem de cursos d'água e comumente depositados em diques, em cotas topográficas superiores às da planície aluvial, gerados por mineração ou desassoreamento de córregos.

QUADRO 2: Classificação de camadas tecnogênicas (Flanning & Flanning, 1989 apud Peloggia, 1998).

TABLE 2: Classification of the tecnogenic layers (Flanning & Flanning, 1989 apud Peloggia, 1998).

Caracterização da área de estudo

A área escolhida para esta pesquisa possui 74 km², correspondendo a toda a extensão administrativa de Estiva Gerbi, município de 8.856 habitantes, localizado na região leste do Estado de São Paulo. Está inserida nas folhas topográficas na escala 1:50.000 (IBGE - Folha Mogi-Guaçu SF-23-Y-A-III-3 e Aguaí SF-23-Y-A-III-1). Os municípios limítrofes são: Mogi-Guaçu e Espírito Santo de Pinhal. As principais drenagens são o córrego dos Ypês, o ribeirão Anhumas e o rio Oriçanga. O Município de Estiva Gerbi está localizado a 69 km de Campinas, com acesso pela Rodovia SP 340, km 178 (Figura 1).

Estiva Gerbi se desenvolveu, principalmente, por suas cerâmicas e olarias. Essa atividade de exploração mineral deixou para o município um passivo ambiental, ou seja, áreas degradadas, expressivas, compostas por cavas e pilhas de bota-fora.

Aspectos climáticos

Segundo Setzer (1976), o Município de Estiva Gerbi está inserido no regime climático da transição entre o muito úmido subtropical, com estações secas marcantes (Mu-Cw), com as temperaturas médias no verão girando em torno de 24°C e as temperaturas mínimas próximas de 16°C. Nas estações e postos meteorológicos da região, os totais mensais de chuvas mostram que as máximas ocorrem nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, e as mínimas, nos meses de junho, julho e agosto (Setzer, 1976), sendo sua precipitação média anual em torno de 1.300 mm/ano.

Aspectos geomorfológicos

Segundo o mapa geomorfológico do IPT (1981a), a área situa-se, regionalmente, na transição entre dois domínios geomorfológicos: Depressão Periférica e Planalto Atlântico, sendo os limites desses terrenos coincidentes com o contato do Embasamento Cristalino e a Bacia Sedimentar do Paraná.

Segundo Almeida (1964), os terrenos constituídos pelo Embasamento Cristalino possuem predominância de morros de topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos, presença de serras restritas, com alta densidade de drenagem, enquanto os terrenos pertencentes à Depressão Periférica exibem um relevo com formas suavizadas, levemente onduladas e constituído por colinas amplas.

Localmente, a geomorfologia da área de estudo está inserida na Depressão Periférica, na zona do rio Mogi-Guaçu. No local encontra-se relevo de degradação em planaltos dissecados, sendo relevos colinosos com predominância de baixa declividade (até 15%), pertencentes a duas classes (IPT, 1981a): 212 colinas amplas e 213 colinas médias.

Aspectos geológicos

Geologicamente, o Município de Estiva Gerbi situa-se na porção nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, próximo ao limite com as unidades metamórficas e intrusivas do Embasamento Cristalino do Estado de São Paulo. De acordo

com o Mapa Geológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981b), o substrato rochoso dos municípios de Estiva Gerbi, Mogi-Mirim, Mogi-Guaçu, Conchal e Cosmópolis é formado por unidades estratigráficas representadas pela Formação Aquidauana (Grupo Tubarão), com diversos sills de diabásio correlatos à Formação Serra Geral. Também estão presentes coberturas cenozóicas, tanto das formações correlatas à Formação Rio Claro como depósitos aluvionares recentes ao longo das principais drenagens, além de rochas granitóides e metamórficas do Embasamento Cristalino.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O mapeamento do substrato geológico mostrou que a unidade de maior ocorrência no Município de Estiva Gerbi é a Formação Aquidauana, com destaque para a presença de lamitos, que afloram praticamente em toda a área. Secundariamente, ocorrem arenitos interdigitados com os argilitos, restritos à porção leste da área urbana.

As coberturas cenozóicas ocorrem discordantemente sobre a Formação Aquidauana. Nos fundos de vales existem depósitos aluvionares com argilas e areias inconsolidadas de várias colorações. Esses aluviões merecem destaque, pois são ocupados por parte da área urbana de Estiva Gerbi.

Geomorfologicamente, foram registrados relevos de degradação em planaltos dissecados, classificados por IPT (1981b) como:

- Colinas amplas, sistema de relevo 212, com interflúvios superiores a 4 km², topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos, drenagem de baixa densidade, padrão sub-dentrítico, vales abertos, planícies aluvionares interiores restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes.

- Colinas médias, sistema de relevo 213, topos aplainados com áreas de 1 a 4 km², vertentes com perfis convexos e retilíneos drenagem de baixa a média densidade, padrão sub-retangular, vales abertos e fechados, planícies aluviais interiores restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes.

A observação conjunta dos perfis de solo descritos, do substrato geológico e da situação geomorfológica, permitiu o estabelecimento de diferentes unidades geológico-geotécnicas, conforme mapeadas na escala 1:25.000. As áreas de mineração causaram uma mudança significativa na paisagem (impacto ambiental), na forma de cavas e pilhas de bota-fora. Com a sua delimitação e o cruzamento com as unidades geológico-geotécnicas mapeadas foi definida uma unidade com características particulares, ou seja, as áreas modificadas pela atividade de mineração.

Desta forma, a área de estudo foi dividida em 6 unidades geológico-geotécnicas:

Unidade I: Solo areno-argiloso e arenitos da Formação Aquidauana, em relevo de média vertente;

Unidade II: Solo argiloso e argilitos da Formação Aquidauana, em situação de média e baixa vertente;

Unidade III: Solo coluvionar e cobertura cenozóica indiferenciada, em situação de média vertente;

Unidade IV: Solo residual e cobertura cenozóica indiferenciada de topo de colinas amplas;

Unidade V: Solo aluvionar de planície de inundação;

Unidade VI: Áreas modificadas pela atividade de mineração.

Descrição das Unidades Geológico-Geotécnicas

Unidade I - Solo areno-argiloso e arenitos da Formação Aquidauana, em relevo de média vertente

Corresponde às áreas de ocorrência de arenitos da Formação Aquidauana. Possuem coloração vermelho-rosado com intercalações de lâminas de silte branco e algumas camadas, às vezes centimétricas, de sílex. Seus afloramentos foram descritos, principalmente, nos cortes da ferrovia, a oeste da sede do município (Figura 1).

Geomorfologicamente, a unidade ocorre em situação de média vertente, com vales abertos com média declividade (5 a 15%) e baixa densidade de drenagem (até 1 elemento/km²). Os solos areno-argilosos, de coloração vermelho-rosado apresentam espessuras inferiores a 5 metros. O nível d'água subterrâneo tem uma grande variação, podendo estar entre 5 e 25 metros. Os processos de erosão linear, induzidos, instalados junto a estradas vicinais não pavimentadas e no antigo leito da ferrovia, são provocados, principalmente, pela concentração de águas pluviais nas laterais principais e podem ser considerados os principais problemas de natureza geológico-geotécnica registrados nessa unidade.

Unidade II - Solo argiloso e argilitos da Formação Aquidauana, em situação de média e baixa vertente

É a unidade de maior ocorrência na área de estudo, localizada em quase toda a região central, norte e leste da área. Seus afloramentos estão mais bem expostos em cortes da rodovia SP 340 (Figura 1). Geomorfologicamente, posiciona-se em situação de média a baixa vertente, contendo feições de relevo características como os anfiteatros de cabeceira. Apresenta densidade de drenagem média (2 a 5 elementos/km²) e declividades de 5 a 15%. O nível d'água subterrâneo varia entre 5 e 8 metros. Os solos são coluvionares, pouco espessos (< 1 metro), de constituição argilosa. O substrato geológico está representado por argilitos da Formação Aquidauana. São rochas estratificadas, sub-horizontais e fraturadas, em camadas e lâminas, variando de centimétricas a milimétricas, apresentando cores vermelha, branca, amarela e cinza.

Na unidade foram observados processos de erosão linear, induzidos, instalados nas situações de meia encosta, que podem ser atribuídos aos desmatamentos associados à concentração de fluxo de água pluvial.

Unidade III - Solo coluvionar e cobertura cenozóica indiferenciada, em situação de média vertente

Esta unidade foi definida com base na ocorrência de solo coluvionar arenoso, proveniente de cobertura cenozóica indiferenciada, correlata à Formação Rio Claro, em situação de meia encosta e com espessura inferior a 5 metros. A unidade

está caracterizada, geomorfologicamente, como de média vertente, limitada em sua zona superior por uma quebra positiva de relevo, bem delineada em aerofotos. Apresenta declividade de 5 a 15% e baixa densidade de drenagem (até 1 elemento/km²). Seu limite inferior é marcado pelo contraste com os argilitos da Formação Aquidauana.

Na base desta unidade ocorre linha de seixos de quartzitos, quartzitos laterizados e lateritas, com espessura centimétrica. O nível d'água, observado em algumas cisternas, varia entre 4 e 15 metros. Nesta unidade, o principal processo geológico instalado em decorrência da ocupação antrópica e observado em campo, refere-se a processos de erosão linear, induzidos, ocorrendo em taludes artificiais, como em cortes da ferrovia.

Unidade IV - Solo residual e cobertura cenozóica indiferenciada de topo de colinas amplas

Esta unidade tem ocorrência restrita à região sudoeste da área de estudo, logo na entrada do município e em alguns pontos da rodovia SP 340 (Figura 1). A unidade é composta por um solo residual argilo-arenoso com até 5 metros de espessura e um substrato rochoso representado por arenitos de coloração avermelhada da cobertura cenozóica indiferenciada.

Geomorfologicamente, o relevo desta unidade é de colinas amplas e suaves, com baixa densidade de drenagem (até 1 elemento/km²), indicando uma alta permeabilidade. A unidade IV apresenta declividades inferiores a 5%, o nível d'água encontra-se entre 10 e 15 metros, mostrando como característica interessante, a formação de lagoas, bem observadas em fotos aéreas, também presentes no município vizinho de Mogi-Guaçu.

Os principais problemas encontrados nessa unidade refletem a ocupação antrópica desordenada e sem planejamento. Com o crescimento urbano, a construção de novas casas e asfaltamento das ruas, houve concentração do fluxo de água pluvial, provocando aumento do escoamento superficial e conseqüente aceleração dos processos de erosão linear, induzidos.

Unidade V - Solo aluvionar de planície de inundação

Tem ocorrência bastante expressiva nas planícies de inundação das principais drenagens do município: rio Oriçanga, ribeirão Anhumas e córrego dos Ypês (Figura 1). Corresponde ao domínio de sedimentos quaternários de fundo de vale (aluviões), representados por areias de granulometria média a grossa e argilas cinzas pouco arenosas de baixa plasticidade.

Essa região é caracterizada por planícies aluvionares bem desenvolvidas em áreas planas e vales abertos. Os depósitos da planície aluvionar do rio Oriçanga foram investigados com trado manual, mostrando um perfil característico com um capeamento de argilas de 2 metros de espessura média, sobre uma camada de 3 metros de areias inconsolidadas.

Nesta unidade, os problemas ambientais registrados estão relacionados aos processos da dinâmica fluvial (erosão, sedimentação e enchentes) potencializados e acelerados pela

ação antrópica. A ocupação indevida (por residências) das várzeas na área urbana é afetada por enchentes sazonais do córrego dos Ypês. Nas edificações desta unidade foram observadas trincas nas paredes, as quais podem ser atribuídas à baixa capacidade de suporte dos solos aluvionares argilosos. Depósitos de assoreamento de ocorrência restrita foram observados na planície do rio Oriçanga e do córrego dos Ypês, junto à área urbana, causados pelo aporte de sedimentos provenientes de áreas com solo exposto e vias não pavimentadas.

Unidade VI - Áreas modificadas pela atividade de mineração

Esta unidade encontra-se inserida nas unidades II e V, cujos materiais (argilas e argilitos) são as fontes da matéria-prima para a indústria cerâmica. Desta forma, foram identificadas, descritas e cartografadas 11 áreas como unidade VI (unidades II e V modificadas).

As áreas da unidade VI totalizam 3,5 km², com formas indefinidas, e são compostas por um conjunto de elementos como a cava com taludes irregulares, com lagoas no interior e pilhas e grandes áreas de bota-fora nas bordas (Foto 1).

As cavas de extração de argila, de um modo geral, apresentam formas irregulares, podendo apresentar-se parcialmente submersas ou secas, com taludes sub-verticais a pouco inclinados, de até 4 a 5 metros de altura (Foto 2). As pilhas ou camadas de bota-fora, bastante expressivas, são dispostas em formas alongadas ou irregulares, com até 400 metros de extensão e taludes com declividades de até 80% (Foto 3). A falta de recuperação e de cobertura vegetal nos taludes das cavas e das pilhas contribuiu para o aparecimento de processos erosivos.

Esta unidade ainda pode ser dividida em: sub-unidade VI-a, correspondente à unidade II modificada, mapeada em 6 áreas referentes a lavras abandonadas e em atividade, de argilitos da Formação Aquidauana; e sub-unidade VI-b, definida pela unidade V modificada, mapeada em 5 áreas de antiga exploração de argila aluvionar (“barro de aluvião”) e areia para construção civil.

A sub-unidade VI-b ocorre na planície fluvial do rio Oriçanga, onde as cavas possuem formas variadas e lagoas expressivas, como na área VIb-1, apresentando como principais alterações, mudanças no nível de água subterrâneo e interferências na dinâmica fluvial.

Na classificação da unidade VI foram verificados os critérios definidos pelo Instituto Geológico (Collares, 2000), para relacionar as principais mudanças observadas no meio físico, ou seja: cavas abandonadas (submersa ou seca), locais com retirada do solo superficial, desmatamento, presença de processos erosivos, assoreamentos das drenagens, comprometimento da vegetação (mata ciliar) na planície de inundação e alteração do perfil hídrico.

Levando em consideração as alterações decorrentes da atividade de mineração, esta unidade foi separada e classificada, como uma unidade geológico-geotécnica, de acordo com os seguintes aspectos:

- Mudanças no perfil de solo;
- Mudanças no nível d'água subterrâneo;
- Mudanças na topografia;
- Compactação do solo, com diminuição da permeabilidade;
- Instalação de processos erosivos nos taludes.

Dessa forma, nas 11 áreas de ocorrência da unidade VI, são descritas significativas mudanças em relação a sua unidade de origem. A mudança da superfície natural do terreno, aliada a uma área de circulação de veículos pesados (compactação do solo), provavelmente ocasiona redução na permeabilidade do solo. As cavas e as pilhas de bota-fora mapeada, em conjunto representam mudança no perfil topográfico, no nível de água subterrâneo, inclusive com a formação de lagoas (Figura 1). Devido à abertura das cavas, esses materiais da superfície do terreno são condicionados à dinâmica atuante no local, ou seja, o solo exposto e as declividades acentuadas favorecem a instalação de processos de erosão linear nas encostas e erosão fluvial nas planícies.

Dessa forma, essas antigas lavras perfazem uma área total de 3,5 km², o que corresponde a 5% da área total do município.

Segundo as classificações de Oliveira (1990, apud Pellogia, 1998) e de Flaming & Flaming (1989, apud Pellogia, 1998), as pilhas de bota-fora desta unidade podem ser classificadas como depósitos tecnogênicos construídos, do tipo espóico, representados por materiais terrosos escavados e redepositados, que incluem o material na forma de bota-fora de mineração.

Também foi registrado um depósito construído do tipo gárbico (Quadro 2) representado por uma cava definida para colocação dos resíduos urbanos, tecnicamente classificada como lixão ou vazadouro (IPT, 1995). Neste caso, configura-se um sério problema ambiental para o município, agravado pela proximidade com a área urbana, por vetores de disseminação de doenças e pela presença de catadores.

A lagoa de outra cava abandonada, localizada nas proximidades da cidade, é utilizada como pesqueiro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

O mapa geológico-geotécnico do Município de Estiva Gerbi (74 km²) integra, seguindo a 1ª etapa do método do detalhamento progressivo, as informações geológicas e geomorfológicas levantadas numa base topográfica 1:25.000, cujo cruzamento permitiu a divisão da área de estudo em 6 unidades geológico-geotécnicas, com características particulares, destacando-se as cavas e pilhas de bota-fora de mineração, cartografadas como unidade VI - Áreas modificadas pela atividade de mineração.

O reconhecimento da unidade VI deriva do fato de que a atividade minerária e os passivos ambientais deixados acarretaram uma mudança significativa na paisagem, o que mostra a importância de sua individualização, mapeamento e descrição preliminar.

Alguns usos e destinações verificados, como pesqueiro e depósito de lixo, sem critérios técnicos, podem ser

problemáticos. Isso reforça a necessidade de estudos prévios e de caracterização.

Essas áreas são indicadas para estudos de caracterização geotécnica de semi-detalle e detalle (Zaine, 2000), voltados para a recuperação das áreas degradadas pela atividade de mineração, de forma a orientar formas de reutilização ou destinação, reforçados pelo fato de que 80% das áreas dessa unidade encontram-se nas proximidades da cidade de Estiva Gerbi.

Nos estudos de semi-detalle é indicado o mapeamento na escala 1:5.000, com medidas e quantificação de alguns atributos, com o objetivo de avaliar a suscetibilidade aos processos geológicos (erosão, assoreamento, inundações, colapso do solo) e a adequabilidade a possíveis intervenções (escavações, retaludamentos, fundações, obras de recuperação ambiental, disposição de resíduos). Os produtos cartográficos derivados devem ser mapas de declividade, profundidade do nível d'água subterrâneo e de coberturas superficiais.

A possível utilização de cada uma das áreas modificadas pela extração de argila, leva à necessidade de investigações detalhadas (etapa de detalle) com uma série de ensaios de laboratório com a quantificação de atributos específicos (resistência à penetração, análises mineralógicas, granulométricas e físico-químicas de solos e água).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.F.M. de. 1964. *Fundamentos geológicos do relevo paulista. Boletim do Instituto Geográfico e Geológico*, v. 41, p. 169-263.

CANDIDO, L.W. 2004. *Identificação e mapeamento de cavas e pilhas de bota-fora de mineração como unidade geológico-geotécnica no Município de Estiva Gerbi - SP*. Rio Claro: 1v. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista).

CERRI, L.E.S.; AKIOSSI, A.; AUGUSTO FILHO, O.; ZAINE, J.E. 1996. Cartas e mapas geotécnicos de áreas urbanas: reflexões sobre as escalas de trabalho e proposta de elaboração com o emprego do método de detalhamento progressivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 8, 1996, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, ABGE, v.2. p. 537-548.

COLLARES, E. G. 200. *Avaliação de alterações em redes de drenagem de microbacias como subsídio ao zoneamento geoambiental de bacias hidrográficas: aplicação na bacia hidrográfica do Rio Capivari - SP*. São Carlos. 2v. (Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1981a. *Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo - escala 1:1.000.000*. São Paulo. 2v. (IPT. Séries monográficas).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1981b. *Mapa Geológico do Estado de São Paulo - escala 1:500.000*. São Paulo. 2v. (IPT. Séries monográficas).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1995. *Lixo Municipal: Manual de*

Gerenciamento Integrado. São Paulo, IPT/CEMPRE. (Publicação IPT nº. 2163).

MASCARENHAS, G. R. 1989. Aspectos ambientais na elaboração do plano de aproveitamento econômico (PAE), In: SIMPÓSIO EPUSP SOBRE SOBRE CONTROLE AMBIENTAL E SEGURANÇA EM MINERAÇÃO 1., São Paulo, 1989. *Anais...* São Paulo, EPUSP. p. 177-187.

OLIVEIRA, A. M. S. 1990. Depósitos Tecnogênicos associados à erosão atual. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, SALVADOR, 1990. *Atas...* ABGE, São Paulo, v. 1. p. 411-415.

PELOGGIA, A. 1998. *O Homem e o Ambiente Geológico*. São Paulo, Xamã. 271 p.

SANTOS, A. R. dos. 2002. *Geologia de Engenharia: Conceitos, método e prática*. São Paulo, ABGE/IPT. 222p.

SETZER, J. 1976. *Atlas Climático do Estado de São Paulo*. São Paulo, Secretaria da Agricultura. 98 p.

TER-STEPANIAN, G. 1988. Beginning of The Technogene. *Bulletin of The International Association of Engineering Geology*, n 38, p. 133-142.

ZAINE, J.E. *Mapeamento Geológico-Geotécnico por Meio do Método do Detalhamento Progressivo: Ensaio de Aplicação na Área Urbana do Município de Rio Claro (SP)*. Rio Claro: (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista).

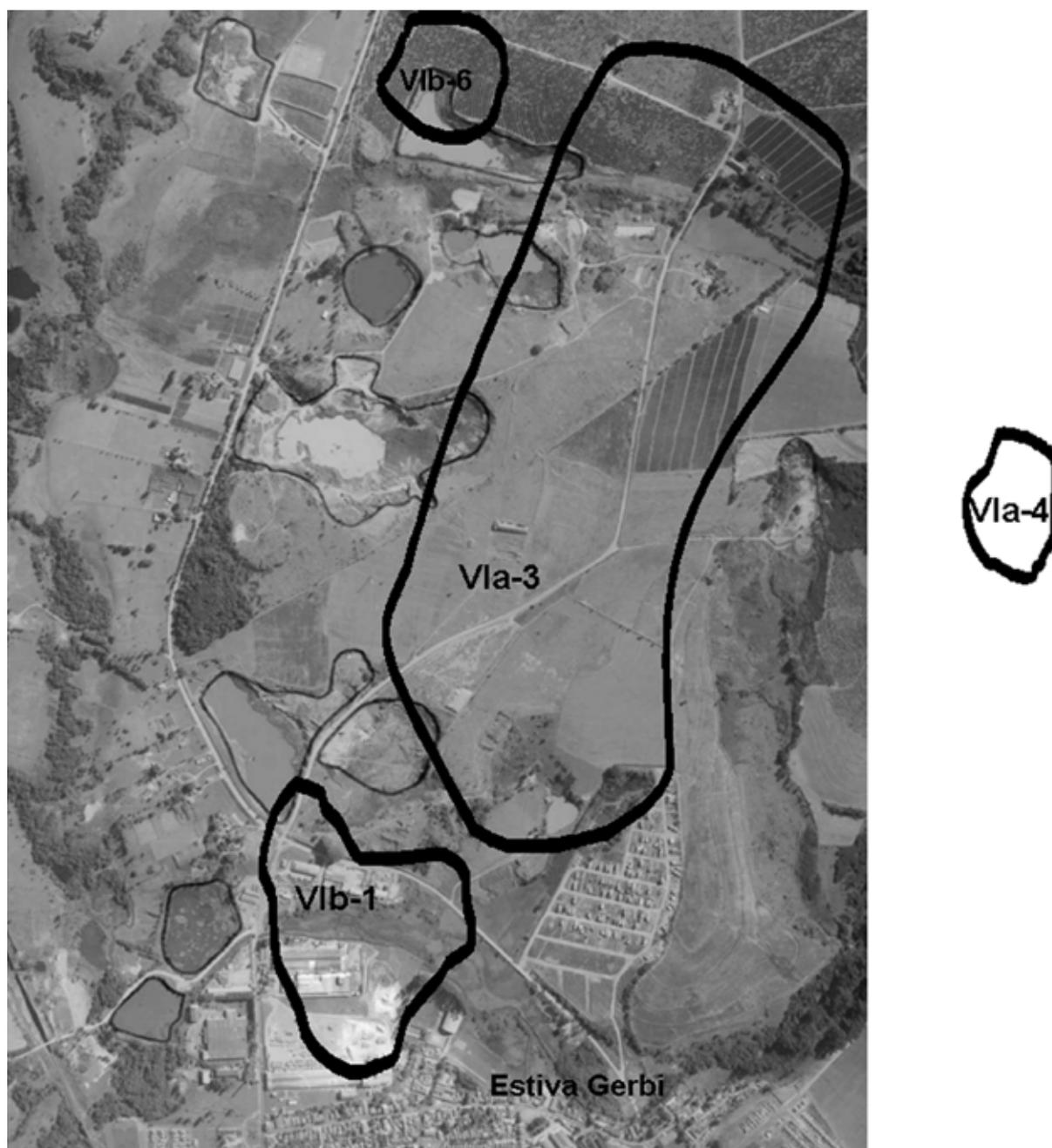


FOTO 1: Foto aérea de 2000, com um panorama de 4 das II áreas com cavas abandonadas. Áreas Vlb-1 e Vlb-6 (unidade V modificada) e áreas Vla-3 e Vla-4 (unidade II modificada). Fonte: Pref. Munic. Estiva Gerbi.

PICTURE 1: Aerial photograph made in 2000, showing four open-pit of refuse mining area recognized as units II (Vla-3 and Vla-4 areas) and V (Vlb-1 and Vlb-6 areas). From: Estiva Gerbi City Hall.



FOTO 2: Antiga cava de extração de argila (unidade II modificada). Foto: J. E. Zaine, 2004.
PICTURE 2: Aspect of refuse clay mining area (unit II modified). Author: J. E. Zaine, 2004.



FOTO 3: Pilha de bota-fora classificada como camada construída do tipo espólico. Notar casa instalada no alto do bota-fora. Foto: J. E. Zaine, 2004.
PICTURE 3: Stack of refuse mining area classified as spolian type. Note house on the top of the stack. Author: J. E. Zaine, 2004.

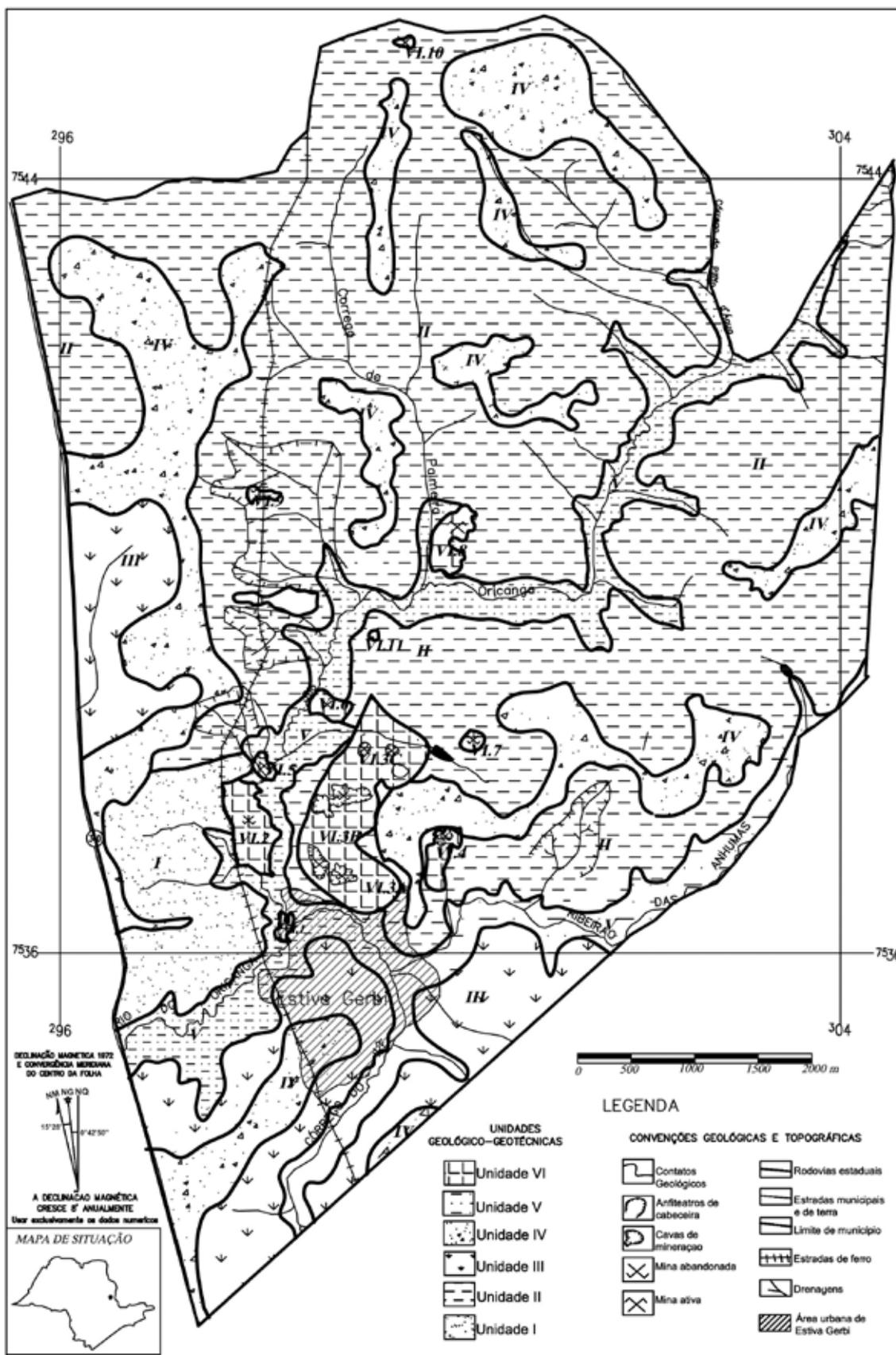


FIGURA 1: Mapa geológico-geotécnico do município Estiva Gerbi - SP.
FIGURE 1: Geotechnic-geological map of Estiva Gerbi district - SP.

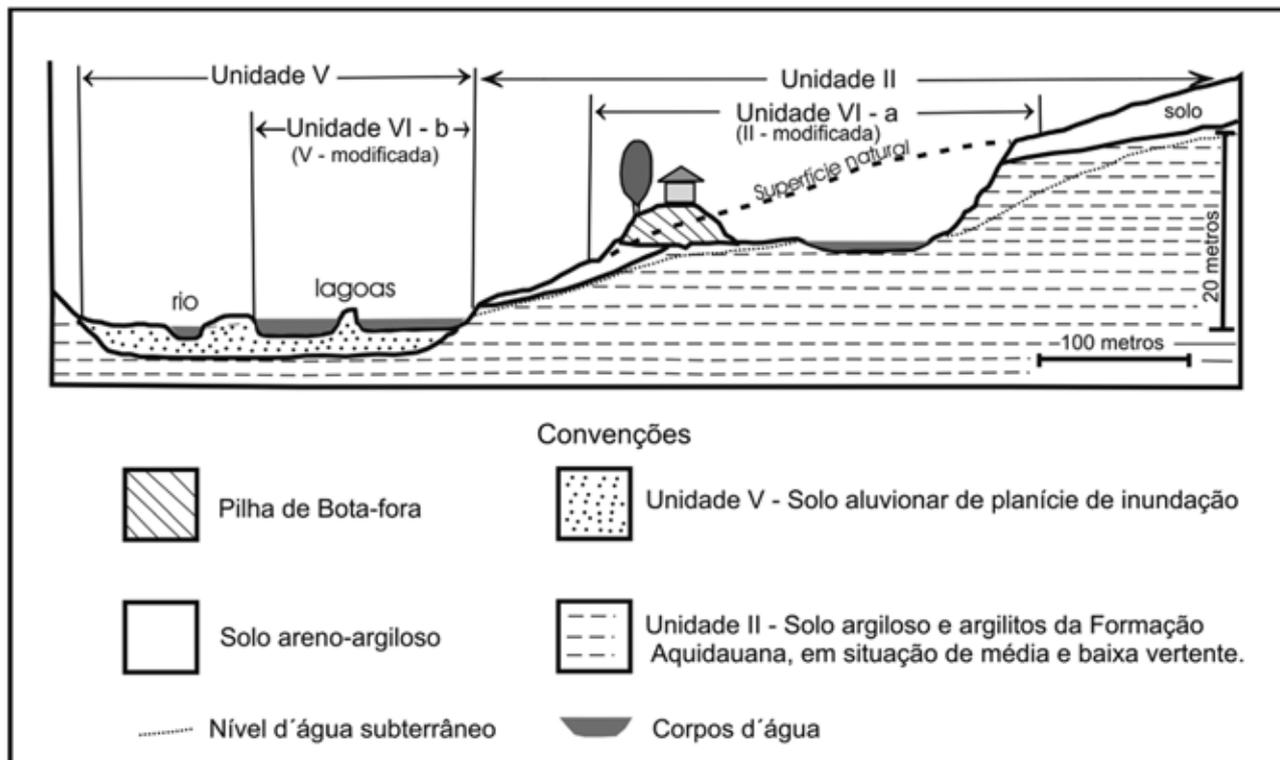


FIGURA 2: Perfil esquemático de área modificada pela atividade de mineração (Unidade VI).

FIGURE 2: Schematic section showing refuse mining area (unit VI).